

ZBORNÍK Z MEDZINÁRODNEJ VEDECKEJ KONFERENCIE

PÔDA

ALTERNATÍVNY ZDROJ ENERGIE

MOŽNOSTI VYUŽITIA POTENCIÁLU V ZNEVÝHODNENÝCH
REGIÓNOCH KRAJA VÝCHODNEJ A STREDNEJ EURÓPY



24. - 25.11. 11. 2011
Kapušany pri Prešove
Zemplínska Šírava



Agentúra
Ministerstva školstva SR
pre štrukturálne fondy EÚ



MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA



Možnosti využitia potenciálu v znevýhodnených regiónoch
kraja Východnej a Strednej Európy

24. – 25.11. 2011

VVICB - Kapušany pri Prešove

Vojenská Zotavovňa - Zemplínska Šírava

Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu „Rekonštrukcie a modernizácie priestorov PHF-EU, obstaranie IKT, vybavenia a laboratórno-technologického zariadenia, s kódom ITMS projektu 26250120018“ na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

(Kód ITMS: 26250120018)

Táto publikácia, bola vytvorená realizáciou projektu „Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy“ na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

(Kód ITMS:26220220063)



**Agentúra
Ministerstva školstva SR
pre štrukturálne fondy EÚ**

Publikácia neprešla jazykovou úpravou. Za obsah a jazykovú úroveň zodpovedajú autori príspevkov.

Súčasťou publikácie je CD s prezentáciami, ktoré odzneli na konferencii.

Výskumno-vývojové a informačné centrum bioenergie v Kapušanoch, Ekonomická univerzita v Bratislave.

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie sa nesmie reprodukovať, vkladať do informačných systémov alebo inak rozširovať bez predchádzajúceho súhlasu.

Zameranie sympózia (topics):

- 1) Rozvoj regiónov a pôdny potenciál a potenciál lesa
- 2) ONE a rozvoj malých a stredných podnikov
- 3) Inovácie
- 4) Ekonomické a spoločenské aspekty rozvoja regiónov

Predseda medzinárodného vedeckého výboru:

- doc. Ing. Matej Polák, PhD.

Medzinárodný vedecký výbor konferencie:

- prof. Dr. hab. Ryszard Jabłoński, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Poľsko
- prof. Ing. Ján Gaduš, PhD., Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
- prof. Dr. hab. Alexander Grzelak, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poľsko
- prof. Dr. hab. Andrzej Szromnik, Ekonomiczny Uniwersytet, Krakow, Poľsko
- prof. Viktor Bunda, CSc., ZAKDU, Užhorod, Ukrajina
- prof. Ing. Jozef Víglaský, CSc., Technická univerzita vo Zvolene
- prof. Ing. Imrich Košťial, CSc., Technická univerzita v Košiciach
- Doc. Dr. Ing. Elżbieta Wolanin-Jarosz, Katolicki Uniwersytet Lubelski (WZNPiE), PWSTE w Jarosławiu
- Dipl.-Ing. Manfred Gegner, Beratung Verband, Berlín, Nemecko
- Dr. Hab. Lukasz Poplawski, Uniwersytet Rolniczy, Krakow, Poľsko
- Ing. Pavol Porvaz, PhD., VU Agroekológie, Michalovce

Recenzenti:

- prof. Ing. Imrich Košťial, CSc., Technická univerzita v Košiciach
- prof. Ing. Jozef Víglaský, CSc., Technická univerzita vo Zvolene
- Ing. Pavol Porvaz, PhD., VU Agroekológie, Michalovce
- Ing. Arch. František Kurila, DrSc.

Programový výbor:

- Ing. Ľubomír Petro, VVICB Kapušany, EU v Bratislave
- Mgr. Martin Grejták, VVICB Kapušany, EU v Bratislave
- Ing. Daniela Inasová, VVICB Kapušany, EU v Bratislave

Grafická a počítačová úprava príspevkov:

- Ing. Ján Mikula, PhD., VRPZaSS, Technická univerzita v Košiciach

Predhovor

Rastlinná výroba patrí medzi tie odvetvia národného hospodárstva, ktoré vyrobí viac energie ako spotrebujú. Je to spôsobené tým, že rastliny sú schopné racionálne využiť pri fotosyntéze slnečné žiarenie a premeniť ho na energiu bohatých organických látok s nízkou potenciálnou energiou. Rastlinná výroba predstavuje v energetickom zmysle biologickú sústavu s racionálne evidovateľnými vstupmi a výstupmi energie. Úroveň vstupov a výstupov energie rastlinnej výroby a energie rastlín je limitovaná konkrétnymi klimatickými a pôdnymi podmienkami, ktoré človek výraznejšie ovplyvniť nemôže, ale aj faktormi, ktoré ovplyvniť môže, akými sú napr. výber plodiny, energetické vstupy do pôdy, použitá technológia obrábania pôdy, ochrana rastlín a podobne. Ukazovateľom výkonnosti rastlinnej výroby je množstvo vyprodukovanej biomasy a energie na pôde spoločnosťou poľnohospodárskych plodín. Vývoj produkcie bioenergie na poľnohospodárskej pôde na Slovensku ukazuje na vysoký pôdny potenciál energie na hektár. Podľa /Vilčeka 2006/ sa v priemere vyprodukuje 81,89 GJ energie na jeden hektár poľnohospodárskej pôdy a 100,74 GJ na jeden hektár ornej pôdy pri energetickom vklade 17,49 GJ.ha⁻¹ respektíve 22,97 GJ.ha⁻¹. Energetický zisk z pestovania rastlín na ornej pôde je 77,77 GJ.ha⁻¹. V podmienkach poľnohospodárskych pôd na Slovensku je potrebné vynaložiť 1,57 GJ.ha⁻¹ energie v osivách, 11,19 GJ.ha⁻¹ v hnojivách a 4,73 GJ.ha⁻¹ v mechanizovaných prácach. Podľa /Vilčeka 2006/ pri optimálnych vstupoch je takáto sústava rastlinnej výroby schopná vyprodukovať z každého hektára poľnohospodárskej pôdy 4,47 ton sušiny fytomasy a z jedného hektára ornej pôdy až 5,49 ton sušiny fytomasy. Otázkou zostáva či pri súčasných finančných tokoch v rámci agrokomplexu a stratégií aká sa v poľnohospodárstve uplatňuje, je možné realizovať náročnejšie sústavy hospodárenia na pôde. V každom prípade prírodný potenciál krajiny včítane pôd takéto možnosti poskytuje. Závisí to len od tých, ktorí na nej hospodária a od toho ako sa postaví k problém štát, či skrytý potenciál využijeme alebo nie. Slovensko ako agrárna krajina neovplyvňuje veľkým nerastným bohatstvom s výnimkou pôdy a lesov. Aj preto by sme sa mali usilovať racionálne a ohľaduplne správať sa k pôde a k jej využitiu, pretože sa významnou mierou podieľa aj na krajnotvorbe a trvalo udržateľnom rozvoji vidieckych oblastí. Je potrebné zmeniť náš vzťah k pôde a tým aj k vidieku. Štát, ktorý zanedbáva vidiek a neváži si poľnohospodárstvo a pôdu, skôr či neskôr zistí, že je chudobný a nemá čo ponúknuť ľuďom. Iba krajina, ktorá si chráni svoju prírodu a udržiava krajinu je miestom pre spokojných a vyrovnaných ľudí. Slovensko má veľký potenciál pôdy ktorý môže prispieť k ekonomickým a sociálnych podmienok života na vidieku. Zároveň môže racionálne hospodárenie s pôdou prispieť k splneniu našich záväzkov voči Európskej únii v oblasti akčného programu rozvoja biomasy a obnoviteľných nosičov energie.

Konferencia zameraná na využitie potenciálu pôdy na výrobu energie poukázala na možnosti a reálny produkčný potenciál pôd Slovenska, ako aj na možné rizika zneužitia a záberu najkvalitnejších pôd na pestovanie biomasy. V tomto smere bude potrebné využiť legislatívne a ekonomické nástroje na ochranu, najmä tzv. primárnej poľnohospodárskej pôdy. Isté rizika hrozia aj z nedostatku dotačných stimulov pre takéto aktivity najmä v marginálnych regiónoch. Pozitívne sa ukazujú najmä schopnosti Slovenska odborne a hlavne efektívne tieto problém riešiť. Na konferencii, ktorej sa zúčastnilo 55 účastníkov zo Slovenska, Poľska, Ukrajiny, Českej republiky a z Nemecka boli počas dvoch dní prezentované výsledky výskumu a praktické skúsenosti v oblasti využitia pôdy na pestovanie biomasy, využitia bioplynovej technológie a termického spaľovania biomasy, ekonomických a technologických aspektov využitia biomasy v praxi. Aj touto cestou chcem vyjadriť poďakovanie firmám a podnikateľom PD Kapušany, Belas s.r.o., Kiss a.s., Rudos a.s. Ružomberok a VU Agroekológie Michalovce za ich materiálnu alebo finančnú podporu a pomoc pri realizácii programu konferencie a exkurzie účastníkov konferencie. Poďakovanie patrí aj pracovníckam ekonomického oddeleniu EU v Bratislave za ich odborné rady a pomoc.



doc. Ing. Matej Polák, PhD.

Riaditeľ VVICB Kapušany

Obsah

Téma č. 1 : Rozvoj regiónov a pôdny potenciál a potenciál lesa

DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN UKRAINE:
POTENTIAL, PROBLEMS AND POLICY RECOMMENDATIONS

Victor V. Bunda, Matej Polák, V. V. Bunda (jun.), M. P. Lazur 7

SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ PRZEDSIĘBIORSTW ZA OCHRONĘ
ŚRODOWISKA

Ryszard Jablonski, Mieczysław Dietrich, Janusz Kawa 14

THE INCOME SITUATION OF AGRICULTURAL FARMS IN POLAND
AFTER INTEGRATION WITH THE UE IN LIGHT OF RESULTS OF
AGRICULTURAL ACCOUNTANCY OF THE FADN

Aleksander Grzelak 28

PESTOVANIE BIOMASY NA ENERGETICKÉ ÚČELY

Matej Polák, Lukasz Poplawsky 37

CONDITIONS OF REGIONAL DEVELOPMENT IN ASPECT
OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES USEFULNESS

Lukasz Poplawski 43

ENERGETICKÁ BILANCIA OZDOBNICE ČÍNSKEJ (MISCANTHUS
SINENSIS A.) PRI ROZDIELNEJ INTENZITE PESTOVANIA

Matej Polák, Pavol Porvaz 51

ÚRODA DENDROMASY RÝCHLORASTÚCICH VÍRB
V PÔDNOKLIMATICKÝCH PODMIENKACH JUHOVÝCHODNÉHO
SLOVENSKA

Štefan Tóth 57

Téma č. 2 : ONE a rozvoj malých a stredných podnikov

PROSPECTS AND POSSIBILITIES DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY
IN UKRAINE

Victor V. Bunda, Svitlana A. Bunda, Matej Polák, P.P.Gavrilko 63

BIOGAZOWNIE ROLNICZE W MAŁYCH I ŚREDNICH
GOSPODARSTWACH ROLNYCH

Ryszard Jablonski, Mieczysław Dietrich, Janusz Kawa 73

EKONOMICKÉ HODNOTENIE HYDROLÝZY CELULÓZY

František Janiček, Peter Hajduček, Boris Cintula, Dominik Viglaš 94

ZALETY, BUDOWA I EKSPLOATACJA MAŁYCH BIOGAZOWNI
ROLNICZYCH
Ryszard Jabłoński, Dariusz Czekan 101

EFEKTÍVNE VYUŽITIE BIOMASY V INOVATÍVNYCH
TECHNOLÓGIÁCH
Imrich Košťal, Ján Spišák, Ján Mikula, Ján Gloček, Dušan Dorčák 115

ZVYŠOVANIE EFEKTÍVNOSTI ENERGETICKÉHO ZHODNOCOVANIA
BIOMASY
Ján Spišák, Imrich Košťal, Ján Mikula, Vratislav Šindler, Dušan Dorčák, Miroslav Zelko 122

NÁVRH A DOBA NÁVRATNOSTI FOTOVOLTAICKEJ ELEKTRÁRNE
O VÝKONE DO 100 kW V PREŠOVSKOM KRAJI
František Kurilla 129

OPTIMALIZÁCIA ČINNOSTI A ZVÝŠENIE EFEKTÍVNOSTI
V BIOPLYNOVEJ STANICI KAPUŠANY
Matej Polák, Pavol Porvaz 135

THE ROLE OF SMALL AND MEDIUM-SEIZED ENTERPRISES IN RURAL
DEVELOPMENT
Łukasz Popławski, Grzegorz Podolowski, Jacek Kałuża 147

GLOBALNY POTENCIÁL BIOENERGIE
Eva Prividiová, Dagmar Prividi 154

BIOMASA & GEOTURIZMUS – PROSTRIEDOK ZAMESTNANIA
MARGINÁLNYCH SKUPÍN OBYVATEĽSTVA
Sergej Strajňák, Albína Kostková, Jana Jablonská, Martina Urbanová 160

EKONOMICKÉ ASPEKTY VYUŽITIA SLNEČNEJ ENERGIE
V ELEKTRÁRNI VOJANY
Michal Stričík 177

THE CONDITION AND THE FORECAST OF “GREEN” ENERGY IN THE
YEARS 2000-2020
Andrzej Szromnik, Elżbieta Wolanin-Jarosz 184

Téma č. 3 : Inovácie

MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC CELLS
Boris Cintula, Peter Janiga, Dominik Viglaš, Peter Hajduček 196

INSTALACJE PIROLITYCZNE DO PRZEROBU I UTYLIZACJI
TERMICZNEJ OSADÓW POŚCIEKOWYCH, ODPADÓW POUBOJOWYCH
I ODCIEKÓW Z BIOGAZOWNI

Ryszard Jabłoński, Mieczysław Dietrich, Dariusz Czekan 203

WATER TREATMENT STRATEGIES, CARBON REMOVAL- SYSTEMS
(CR-S) AND DIMENSIONING OF CR- PLANTS

Stefan Sebastian Fritsch 213

STRATEGY FOR AQUACULTURE PLANTS (AQC) CIR NITROGEN-
ELIMINATION (NO_x) AND INDUSTRIAL UV- DISINFECTION SYSTEM

Stefan Sebastian Fritsch 225

ANOXIC AND ANAEROBICALLY NITROGEN- REMOVAL (A NR),
DIMENSIONING AND DESIGN CRITERIA FOR A-NR-PLANTS

Stefan Sebastian Fritsch 241

TECHNOLOGIES FOR ARSENIC (As)- REMOVAL FROM WATER

Stefan Sebastian Fritsch 255

PHOTOCATALYTIC OXIDATION FOR ARSENIC REMOVAL

Stefan Sebastian 266

ARSENIC REMOVAL WITH PHOTOCHEMICAL- PRETREATMENT
STEPWISE TREATMENT OF WATER AND WASTEWATER CATALYTIC
REACTIONS SUPPORT

Stefan Sebastian 278

WYKORZYSTANIE TURBIN WIATROWYCH O OSI PIONOWEJ
W TERENACH ZURBANIZOWANYCH

Ryszard Jabłoński, Witold Puszyński 292

VYUŽITIE VIZUALIZÁCIE A VIRTUÁLNEJ REALITY V OBLASTI
VZDELÁVANIA A PRENOSU POZNATKOV Z VYUŽITIA OZE

František Janíček, Marek Pípa, Žaneta Eleschová, Miroslava Smitková 306

INVERTERS USED FOR OFF-GRID OPERATION OF RES

Peter Janiga, Boris Cintula, Dominik Viglaš, František Janíček 310

PEC NA TERMICKÉ ZHODNOCOVANIE BIOMASY

Imrich Košťál, Ján Spišák, Ján Mikula, Dušan Naščák 315

EXPERIMENTAL BIOGAS PLANT BASED ON DRY FERMENTATION

Marek Pípa, Juraj Kubica 321

EXPERIMENTAL ORC UNIT FOR UTILIZATION OF EXCESS HEAT FROM COGENERATION UNIT
Marek Pípa, Juraj Kubica 327

HEAT PUMPS OF LABORATORY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AT STU IN BRATISLAVA
Marek Pípa, Attila Kment, František Janíček 332

THERMO-SOLAR POWERPLANT OF LABORATORY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AT STU IN BRATISLAVA
Marek Pípa, Juraj Kubica, Attila Kment, Miroslava Smitková 336

TRENDY I PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ
Witold Puszyński, Ryszard Jabłoński 341

ZACHRÁNI HYDROGENIUM BIOGÉNNY ŽIVOT OD ENERGETICKEJ SMRTI?
Pavol Sečkar 362

PRICE TRENDS OF SOLAR CELLS AND THEIR INFLUENCE ON THE ECONOMIC RENTABILITY OF SOLAR POWER PLANTS
Dominik Viglaš, Boris Cintula, Peter Janiga, Peter Hajduček, František Janíček 364

Téma č. 4 : Ekonomické a spoločenské aspekty rozvoja regiónov

ONESKORENIE INVESTÍCIÍ
Rastislav Jurga 371

VÝZNAM ANALÝZY VÝSLEDKU HOSPODÁRENIA V RIADENÍ PODNIKU
Albína Kostková, Eva Kafková, Eva Manová, Jana Simonidesová 374

INSURANCE AND CATASTROPHIC DISASTERS
Ryszard Pukala 382

UBEZPIECZENIE JAKO ELEMENT EFEKTYWNEGO ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM
Ryszard Pukala 389

SUCCESSFULL INTERSECTORAL ACTION IN HEALTH
Nina Szczygieł, Małgorzata Rutkowska-Podołowska, Łukasz Popławski 398

DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN UKRAINE: POTENTIAL, PROBLEMS AND POLICY RECOMMENDATIONS

Victor V. Bunda¹, Matej Polák², V. V. Bunda (jun.)¹, M. P. Lazur¹

¹Transcarpathian State University, 87-B Kapushanska St., Uzhgorod 88015, Ukraine

e-mail: viktor.bunda@upjs.sk

²VVICB Kapušany pri Prešove; Ekonomická Univerzita v Bratislave

e-mail: vvicb@vvicb.sk

Abstract: The paper discusses the development of renewable energy in Ukraine. Potential of power resources and problem of his use is analysed. Some recommendations of concerning an economic policy and legal questions of development of alternative and renewable energy sources are worked out.

Keywords: alternative energy; renewable energy; potential of power resources; economic policy; recommendations and problems

1 Introduction

Відповідно до Національної енергетичної програми, до середини другого десятиріччя XXI століття Україна має виробляти 12% енергії за рахунок відновлюваних джерел. Це означає, що її виробництво повинне зрости майже відразу, тобто за дуже короткий термін, у більш ніж 25 разів. Такий темп невідомий навіть у розвинених країнах світу. Отже, суспільство має зосередити свій потенціал для того, аби знайти засоби для виконання згаданої Програми.

Україна стоїть перед викликом адаптувати протягом наступних років своє енергопостачання з його створеними у 1970-х і 1980-х роках генеруючими і передаючими потужностями до вимог сучасного зростаючого індустріального суспільства. При цьому енергетична політика має забезпечити безпеку постачання, скорочення та/або диверсифікацію міжнародної залежності, підвищення ефективності виробництва і використання електроенергії й тепла, а також врахувати можливості майбутніх зобов'язань щодо захисту клімату.

Виробництво електроенергії і тепла в Україні традиційно базується на таких викопних енергоносіях як вугілля і газ та на атомній енергетиці. З огляду на це генерація є дуже вуглецеємною, що у поєднанні

з неефективним виробництвом енергії та наявною галузевою структурою економіки призводить до надмірно високих викидів.

У нинішній офіційній Енергетичній стратегії Україна робить ставку на подальшу розбудову використання вугільної та атомної енергетики. Необхідне постачання первинних енергоносіїв для цих технологій генерації електроенергії (вугілля і уран) Україна в майбутньому значною мірою може забезпечити своїми силами. Таким чином, її власні поклади вугілля та урану можуть допомогти їй і надалі зменшувати залежність від імпорту російського природного газу та гарантувати цінову стабільність.

Частка вугілля у виробництві електроенергії становить біля 44% і до 2030 року має стабілізуватись на цьому рівні або трохи збільшитися. Природний газ більше не відіграє у виробництві електроенергії жодної ролі, а у виробництві тепла його частка до 2030 року має знизитися до приблизно третини від нинішніх обсягів. Частка ядерної енергії у виробництві електроенергії складає сьогодні біля 48%. Спорудження наступних одинадцяти реакторів збільшить цю частку – на тлі зростання загального споживання – до 52% (2030 р.).

Україна має значний технічний потенціал для використання відновлюваних джерел енергії. Завдяки її значному сільськогосподарському сектору існують дуже добрі передумови для використання біоенергії. Що стосується помірного потенціалу гідроенергетики, то він уже майже повністю вичерпаний. Проте її частка може бути збільшена за рахунок підвищення ефективності гідроелектростанцій. Помірний технічний потенціал вітрової енергії може у середньостроковій перспективі – зокрема на півдні країни, у Криму та в Карпатах – бути використаний з відповідною економічною рентабельністю. Крім того, існує цілком непоганий технічний потенціал для сонячної та геотермальної енергії, але в середньостроковій перспективі їхнє використання не видається економічно доцільним. Освоєння цього технічного потенціалу визначатиметься економічними передумовами, а також рамковими умовами енергетичної політики.

Відновлювані джерела енергії відіграють в енергетичній політиці України лише другорядну роль. Та частка відновлюваних джерел енергії, яка запланована в Енергетичній стратегії країни, а саме приблизно 6% станом на 2030 р., означає помітне відставання темпів їхньої розбудови від можливостей економічного потенціалу. Ці можливості уже сьогодні існують у таких сегментах як біомаса та гідроенергія, а в середньостроковій перспективі – у використанні вітрової енергії.

Фокусування виробництва енергії, головним чином, на викопних джерелах, зокрема, зростаюче значення вугілля, таїть у собі загрозу того, що у поєднанні з економічним зростанням і підвищенням попиту на

енергоносії буде спостерігатися повторне збільшення викидів парникових газів. Тим самим, тривалий період використання новостворених викопних генеруючих потужностей призведе до залежності від вибраного шляху і визначить баланс викидів аж до середини цього століття. Внаслідок цього Україна була б погано підготовлена до можливих майбутніх зобов'язань щодо захисту клімату, які, зокрема, видаються вірогідними у разі подальшої європейської інтеграції енергоринків.

До цих пір енергетична політика країни робила ставку на субсидування внутрішніх цін на електроенергію і тепло. Це додатково підвищує і без того вже високий поріг для появи на ринку відновлюваних джерел енергії та знижує економічність цих екологічно сприятливих технологій. У цій сфері спостерігається процес переосмислення енергетичної політики. Після зростання цін на енергоносії влітку 2010 р. та анонсу подальшого підвищення у квітні 2011 р. наразі здійснюється поступове скорочення субсидій. Це створює мікроекономічні стимули для ефективнішого використання енергії та покращення рамкових умов для розвитку відновлюваних джерел енергії.

Важливою особливістю України є дуже тісний зв'язок між державою і приватним капіталом. З одного боку, цей зв'язок полегшує реалізацію організованих на засадах приватної економіки крупних проектів, тому що їх можна здійснювати за принципом "зверху-вниз" ("top-down"). Це стосується також сфери відновлюваних джерел енергії. Проте, з іншого боку, цей підхід знижує довіру іноземних інвесторів до структур політичного підпорядкування і гальмує активність саме середніх підприємств.

Європейський (зокрема німецький) досвід засвідчує, що сектор використання відновлюваних джерел енергії тримається на приватних компаніях – і в першу чергу на середніх підприємствах. Цим фірмам у рамкових умовах соціальної ринкової економіки притаманний специфічний профіль вимог щодо оснащеності капіталом, готовності до ризику і здатності виконувати адміністративні завдання, що повинно враховуватися при визначенні спрямування рамкових умов регулювання.

За останні роки процесу демократизації в Україні сформувалися певні сили громадянського суспільства, які поряд з активною позицією щодо екології та захисту клімату вимагають також ширшого використання відновлюваних джерел енергії. Разом із строгими авторитарними підходами у енергетичній політиці України це викликало появу нових інструментів сприяння, зокрема, і для альтернативних джерел енергії, як, наприклад, закон про "зелений тариф". Цей закон, аналогічно до німецького закону про відновлювані джерела енергії, тимчасово стимулюватиме виробництво енергії з відновлюваних джерел.

Розвиток сектору відновлюваних джерел енергії в Україні буде зумовлюватися низкою загальних політичних та економічних чинників, які впливають на інвестиційний клімат і стосуються економічного процвітання загалом. Значною мірою це стабільна, орієнтована на сталий розвиток і зростаючий добробут законодавча влада, ефективна виконавча влада, що заслуговує на довіру, та судова влада, яка забезпечує правову надійність. Окрім цих загальних вимог можна зробити такі рекомендації щодо ефективного з точки зору економіки використання в Україні потенціалу відновлюваних джерел енергії, як того, що розвивається, так і того, що вже існує:

- 1) По-перше, варто порекомендувати, щоб були сформульовані чіткі цілі стосовно використання відновлюваних джерел енергії та траєкторії їхньої розвитку, які стали б інтегральною складовою національної енергетичної стратегії. Лише за допомогою довгострокового планування потужностей для задоволення попиту на електроенергію і тепло, ґрунтованого на реалістичних прогнозах споживання, можна забезпечити макроекономічно ефективно та мікроекономічно здійснене постачання.
- 2) Для цього необхідно шляхом розрахунків визначити технічний і зумовлений ним економічний потенціал окремих видів генерації.
- 3) Сприяючи формуванню громадської екологічної свідомості через просвітництво і професійну підготовку необхідно підвищувати рівень визнання відновлюваних джерел енергії серед населення. Вищі ціни на генерацію енергії із відновлюваних джерел вимагають громадської легітимації.
- 4) Подальше поступове підвищення цін на електроенергію і тепло допоможе знизити рівень споживання і тим самим зменшити обсяг необхідних інвестицій у генеруючий сектор.
- 5) Позитивний ефект щодо підтримки фінансування проектів із створення потужностей відновлюваної енергетики та стимулювання швидкого розвитку ринку можуть мати іноземні приватні інвестиції. Однак для цього варто порекомендувати скоротити кількість діючих регуляторних норм та упорядкувати систему адміністрування у сфері енергетичної політики, що означатиме для потенційних іноземних інвесторів полегшення входу в цей бізнес та спрощення інвестиційної діяльності.
- 6) Звідси випливає рекомендація щодо спрощеного і прозорішого ліцензування.
- 7) Поряд з цим усунення існуючих наразі бар'єрів у фінансуванні, зумовлених високими кредитними відсотками, можуть посприяти

державні гарантії.

- 8) Для фінансування екологічних і кліматозахисних проектів було б на короткострокову перспективу доцільно активніше використовувати національний капітал, накопичений завдяки продажу емісійних сертифікатів, оскільки це допомогло б швидкому проникненню на ринок відновлюваних джерел енергії.

Виробництво відновлюваної енергії в першу чергу придатне для децентралізованих структур. Це впливає з нерівномірної наявності ресурсів відповідних первинних енергоносіїв, таких як біомаса, вітер і гідроенергія. Оскільки йдеться про використання нерівномірно розподілених по регіонах ресурсів, інвестиції, які необхідно зробити, будуть за своїми обсягами менші, ніж інвестиції у вугільні та атомні електростанції. Через це даний сектор є також цікавим саме для малих і середніх підприємств (МСП). Ці підприємства мають специфічні потреби та/або вимоги до інвестиційного середовища, а їхній розмір зумовлює специфічне співвідношення між ризиками, на які треба йти, і необхідною окупністю інвестицій.

2 Правова надійність і адміністративні рамкові умови

Україна знаходиться у міжнародній конкуренції щодо залучення інвестицій. Створення відповідних рамкових умов і різні види сприяння є вирішальними чинниками для вибору іноземними інвесторами місця інвестування і тим для припливу у країну коштів у вигляді прямих іноземних інвестицій. Незалежно від тематики "Відновлювальні джерела енергії" необхідна дебіюрократизація усіх процесів, пов'язаних з відкриттям або діяльністю того чи іншого підприємства. Тільки таким чином можна інтенсивніше стимулювати активність іноземних середніх підприємств.

Проблеми правової надійності виникають в Україні через недостатню оформленість існуючих законів і зумовлені цим проблеми з їхнім тлумаченням та загрозу пізніших коректур. Наприклад, лише у період з 1997 по 2010 рр. було здійснено 34 зміни, доповнення або вилучення в Законі "Про електроенергетику" 68 . Крім того, сфери компетенції і задіяність різних міністерств та державних організацій призводять до того, що в законах і підзаконних актах враховується занадто багато різних інтересів, внаслідок чого консистентне досягнення мети вкрай ускладнюється.

Серйозним недоліком є корупція 69 в країні при одночасній масштабній забюрократизованості суспільного життя. Звучать скарги, що затрати на забезпечення усіх правових передумов для планування, введення в експлуатацію та експлуатацію установок з виробництва відновлюваної енергії є занадто високими. Немає жодних конкретних

реалізаційних планів, які могли б показати, як проекти можуть чи мусять втілюватися в життя.

Крім того, внутрішньополітична ситуація в Україні призводить до того, що рішення енергетичної політики (як і інші рішення) можуть у довгостроковій перспективі стати обов'язковими лише при наявності міжпартійного консенсусу. Особливим чином це проявляється у дотаційній політиці щодо кінцевого використання енергії. Тут субсидовані ціни на енергоносії використовуються як політичний інструмент для зміцнення відповідної владної позиції. Це знижує довіру інвесторів до обов'язковості прийнятих рішень.

Недостатня з точки зору ринкової економіки підтримка приватної економічної діяльності та "згасання" приватизаційних зусиль в країні знаходять своє відображення у показниках ділового та інвестиційного клімату. За показником "Ведення бізнесу" ("Doing Business") Україна знаходиться нижче середнього рівня. Насамперед у таких категоріях як "Сплата податків" ("Paying Taxes") (181-а позиція), "Будівельні дозволи" ("Dealing with Construction Permits") (181-а позиція) та "Реєстрація майна" ("Registering Property") (141-а позиція) Україна посідає останні місця. Для середніх підприємств звідси впливають відносно високі затрати на відкриття бізнесу або його ведення.

Рекомендація:

- 1) Для сектору відновлюваних джерел енергії слід порекомендувати скорочення кількості існуючих регуляторних норм та задіяних державних установ. Окрім цього, більшої ефективності можна досягти за рахунок концентрації "процедурного суверенітету".
- 2) Ліцензування інвестицій має бути спрощене і здійснюватися за чіткими, прозорими і єдиними правилами.
- 3) Для забезпечення експлуатації обладнання з відновлюваних джерел енергії, створення власного виробництва обладнання та генерування національних технологічних розробок необхідна система підготовки фахівців. Україна – з огляду на її економічну роль у колишньому СРСР – має всі передумови для створення системи університетської освіти для цього сектору. З цією метою необхідно розробити або розширити специфічні навчальні пропозиції та шукати співробітництва із західноєвропейськими вузами.

Acknowledgements

This paper is the result of implementation of the project entitled: New Technologies for Environmentally and Economically Effective Improvement of Biomass for Energy Uses supported by the Research and Development Operational Programme funded by the ERDF. (ITMS:26220220063)

References

- [1] GELETUKHA G. G.; ZHELYEZNA T. A.; Golubovska-Onisimova G. M.; Konechenkov A.E. - Overview on Renewable Energy in Agriculture and Forestry in Ukraine, Institute for Economic Research and Policy Consulting, German-Ukrainian Agricultural Policy Dialogue ,2006 ,Available on <http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/Agriculture_dialogue/2006/AgPP6_en.pdf>
- [2] Chepurko, G. - Priority Efforts for the Integration of Unified Power Systems of Ukraine into Unified Power Systems of the European Union”, Department of Civil Service of Ukraine, Kiev 2009
- [3] Energiestrategie Ukraine 2006
- [4] Konechenkov, A. - Renewable Energy. Focusing Ukraine, Vision 2050, Renewable Energy Agency NGO

SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ PRZEDSIĘBIORSTW ZA OCHRONĘ ŚRODOWISKA

Ryszard Jablonski¹, Mieczysław Dietrich², Janusz Kawa³

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska,

e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

²Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska

e-mail: mieczyslaw.dietrich@wp.pl

³Doradztwo Biotechnologiczne Tychowo, Polska

e-mail: biomix@wp.pl

Abstract: Each entity in its action uses resources which are the subject of management. Recently, environmental resources are becoming more and more important in the context of the organization. The environment is protected by legal and organizational regulations, with the support of system, technical and technological solutions. Currently, environmental and natural problems are governed by international conventions and agreements. So far more than 150 agreements have been signed. One the most important is the Rio Declaration (a summary of the World Conference, "Environment and Development", held in Rio de Janeiro, June 1992). As a result of technical and economic development there are serious threats to the environment. It is caused by introducing a variety of substances and factors that are the side effects of processing and consumption of environmental resources resulting from their products. Development processes are accompanied by health risks that are associated both with work and everyday life. On the basis of the examination of the state of the environment and public awareness, concerning the impact of business on the environment one may conclude that examples of best technical, technological and organizational solution should be promoted among the managerial staff. The impact of the company on the environment should be reduced.

Keywords: environmental protection, the company, sustainable development, society

1 Wprowadzenie

Celem publikacji jest uzyskanie odpowiedzi na takie pytanie czy

przedsiębiorstwa powinny i czy rzeczywiście ponoszą odpowiedzialność za stan środowiska, na które oddziałują poprzez prowadzoną działalność gospodarczą. Zagadnieniami związanymi z tą kwestią w ocenie autorów jest także to, czy polscy przedsiębiorcy dostrzegają wpływ działania ich „firm” na stan środowiska i czy widzą potrzebę aktywnego uczestniczenia w ochronie środowiska.

2 Formy prawne

Przez formy prawne przedsiębiorstw (również formy organizacyjno-prawne przedsiębiorstw) rozumiemy formy, jakie przyjmują przedsiębiorstwa w momencie rejestracji. Można je podzielić na:

- formy krajowe, które przewidziane są w ustawodawstwie danego kraju oraz,
- formy paneuropejskie, które są uregulowane w ustawodawstwie wspólnotowym i obowiązują we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej.

Wybór formy determinuje m.in. sposób rejestracji przedsiębiorstwa lub spółki oraz zasady organizacji, czyli jego strukturę organizacyjną. Każda forma prawna przedsiębiorstwa uregulowana jest w innym akcie prawnym.

Spółki prawa handlowego uregulowane w kodeksie spółek handlowych obejmują:

- spółki osobowe
 - spółka jawna,
 - spółka partnerska,
 - spółka komandytowa,
 - spółka komandytowo-akcyjna.
- spółki kapitałowe
 - spółka z ograniczoną odpowiedzialnością,
 - spółka akcyjna.

Kodeks cywilny z kolei reguluje działalność następujących form prawnych przedsiębiorstw:

- spółka cywilna,
- przedsiębiorstwo prywatne osoby fizycznej.

Pozostałe formy prawne uregulowane są w poszczególnych aktach prawnych–ustawach. Inne spotykane podmioty gospodarcze w polskim ustawodawstwie to:

- przedsiębiorstwo państwowe,
- stowarzyszenie,
- spółdzielnia,

- fundacja.

Od 1 maja 2004 roku w Polsce można również zawiązywać tzw. spółki paneuropejskie, które są uregulowane zarówno w ustawodawstwie wspólnotowym, jak i krajowym. Obejmują one takie formy prawne jak:

- spółka europejska,
- europejskie zgrupowanie interesów gospodarczych,
- spółdzielnia europejska,
- europejska spółka prywatna,
- europejska spółka wzajemna,
- stowarzyszenie europejskie,
- przedsiębiorstwo zbiorowego inwestowania w zbywalne papiery wartościowe.

W prowadzeniu działalności gospodarczej obowiązują następujące zasady:

- odpowiedzialność w prowadzeniu działalności gospodarczej**- o społecznej wartości danego przedsięwzięcia gospodarczego decyduje poziom zamożności i zatrudnienia, jakie ono zapewnia, jak również dostarczane na rynek produkty i usługi o cenie odpowiadającej ich jakości. Aby wytwarzać taką wartość, przedsiębiorstwa muszą utrzymać swoją ekonomiczną kondycję i potencjał, jednakże samo przetrwanie nie jest tu celem wystarczającym. Mają one do odegrania istotną rolę w poprawie warunków życia wszystkich swoich kontrahentów, pracowników i akcjonariuszy poprzez dzielenie z nimi wytworzonego w procesie gospodarczym bogactwa. Także dostawcy i konkurenci mają prawo oczekiwać honorowania zobowiązań w duchu uczciwości i rzetelności. Przedsiębiorstwa, jako odpowiedzialni członkowie społeczności - lokalnych, narodowych, regionalnych i globalnych - mają swój udział w kształtowaniu ich przyszłości;
- ekonomiczne i społeczne oddziaływanie działalności gospodarczej**- przedsiębiorstwa zakładane za granicą w celu podejmowania działalności produkcyjnej lub handlowej również tam powinny - poprzez tworzenie nowych miejsc pracy i zwiększanie siły nabywczej obywateli - powinny przyczyniać się do społecznego postępu. Powinny one także wspierać prawa człowieka i edukację oraz przyczyniać się do wzrostu zamożności i ożywienia gospodarczego krajów, w których działają;
- postępowanie w prowadzeniu działalności gospodarczej**- akceptując słuszność uregulowań prawnych dotyczących tajemnicy handlowej, przedsiębiorstwa powinny uznać, że szczerść, otwartość, prawdomówność, dotrzymywanie obietnic i przejrzystość (transparency) działania przyczyniają się nie tylko do zwiększenia własnej wiarygodności i stabilności, ale także do łagodzenia napięć i usprawniania zawieranych transakcji, szczególnie na poziomie międzynarodowym;

- d) **poszanowanie dla reguł prawnych**- dla uniknięcia napięć oraz w celu promowania coraz swobodniejszego handlu, równych warunków konkurencji, jak również uczciwego i bezstronnego traktowania wszystkich uczestników, przedsiębiorstwa powinny szanować zarówno prawo międzynarodowe, jak i lokalne. Ponadto powinny one uświadomić sobie, że niektóre działania, chociaż legalne, mogą przynieść niepomyślne skutki.

3 Zarządzanie przedsiębiorstwem

- zarządzanie jest sztuką osiągania zamierzonych rezultatów przez innych ludzi, zarządzający (menedżerowie) osiągają cele organizacji poprzez organizowanie pracy innych, a nie przez wykonywanie zadań osobiście;
- zarządzanie to działalność kierownicza polegająca na ustalaniu celów i powodowaniu ich realizacji w organizacjach podległych zarządzającemu, na podstawie własności środków produkcji lub dyspozycji nimi (wg Gilińskiego);
- zarządzanie to działanie polegające na dysponowaniu zasobami (wg prof. T. Pszczołkowskiego);
- zarządzanie to zestaw działań (planowanie, organizowanie, motywowanie, kontrola) skierowanych na zasoby organizacji (ludzkie, finansowe, rzeczowe, informacyjne) wykorzystywanych z zamiarem osiągnięcia celów organizacji. (wg Griffina).

Każdy podmiot w swym działaniu wykorzystuje zasoby. Zasoby są przedmiotem zarządzania. Do najważniejszych należą zasoby ludzkie (siła robocza i jej kwalifikacje), zasoby finansowe, aktywa materialne (środki trwałe) i czas. Ostatnio coraz większego znaczenia w działaniu organizacji nabierają zasoby środowiska naturalnego oraz zasoby niematerialne (np. licencje, prawa autorskie), wiedza i relacje z otoczeniem społeczno-gospodarczym zaliczane do zasobów kapitału nieuchwytnego (ang. intangibles, intangible capital).

Zarządzanie więc polega głównie na dysponowaniu zasobami ludzkimi, rzeczowymi i finansowymi oraz na koordynowaniu działań ludzkich dla osiągnięcia zamierzonych celów w sposób możliwie najbardziej efektywny. Podstawowym atrybutem zarządzania jest posiadanie władzy, która uprawnia do dysponowania posiadanymi zasobami, a podstawowym zadaniem jest zapewnienie realizacji jego celów przy zachowaniu zasady racjonalnego gospodarowania. Istotą zarządzania jest podejmowanie decyzji. Kierowanie to powodowanie działań innych ludzi zgodnie z ustalonym celem.

Planowanie polega na określeniu celu i działań niezbędnych dla jego realizacji oraz ustaleniu kolejności realizacji zaplanowanych działań. Planowanie rozpoczyna się od stworzenia misji, określa się konkretne cele, czyli tworzy się tzw. „drzewo celów”, w którym cel strategiczny dzieli się na kilka celów głównych, a te z kolei dzieli się na cele cząstkowe. Cel cząstkowy jest przyporządkowany konkretnemu pracownikowi. Za określenie misji i celów

odpowiada kadra kierownicza, która rozdziela zadania i egzekwuje ich wykonanie. Planowanie możemy podzielić na: strategiczne, operatywne i taktyczne. Najważniejsze jest tu planowanie strategiczne, gdyż polega ono na procesie wyboru celów przedsiębiorstwa, ustalaniu polityki i programów potrzebnych do realizacji konkretnych zadań niezbędnych do osiągnięcia tych celów oraz wyboru metod koniecznych do zapewnienia wdrożenia polityki i programów strategicznych. Jest więc procesem decydowania o tym, co dla przyszłości firmy jest najważniejsze, czym się powinna zajmować, jacy będą klienci i w jaki sposób zapewnić sobie lepsze funkcjonowanie i większą skuteczność. Podstawą planowania strategicznego jest zwykle pewna wizja przyszłości, z której wynikają wytyczne dla określenia misji i celów oraz budowy strategii. Głównymi jego cechami muszą być: kompleksowość i kreatywność. Planowanie strategiczne zapewnia konsekwentne ukierunkowanie działalności przedsiębiorstwa. Ułatwia przewidywanie problemów, zanim powstaną i rozwiązywanie ich zanim staną się trudne. Dokładna analiza związana z opracowaniem planu strategicznego dostarcza większej liczby informacji, co ułatwia podejmowanie trafnych decyzji.

Organizowanie polega na wykonywaniu czynności mających na celu ustalenie i powiązanie różnorodnych działań w całość. W ramach tej funkcji tworzy się struktury organizacyjne, ustala przebieg procesów pracy oraz zapewnia właściwą organizację pracy na każdym stanowisku. Proces organizowania można rozumieć dwojako: jako procesowe lub strukturalne. Organizowanie procesowe działa na zasadzie projektowania procesów wykonawczych i procesów zarządzania pod kątem ergonomicznego i racjonalnego przebiegu poszczególnych czynności podstawowych i pomocniczych. Organizowanie strukturalne polega na grupowaniu czynności i pracowników w komórki i zespoły komórek, przydzielaniu zadań, prac, kształtowaniu więzi współpracy, delegowaniu i rozgraniczaniu uprawnień oraz udzielaniu reguł koordynacji i współdziałania. Celem organizowania jest spowodowanie, aby przedsiębiorstwo było konkurencyjne, mając przy tym na uwadze wysoką jakość produktów lub usług, minimalizację kosztów i maksymalizację zysków. Gotowy plan organizacyjny powoduje stworzenie grupy ludzi wykonujących zadania pokrewne, czego następstwem jest tworzenie się struktury organizacyjnej.

4 Pojęcie ochrony środowiska

Ochrona przyrody i ochrona środowiska określają dwie sfery działalności człowieka, które, choć się zazębiają, nie są tożsame ze względu na cel i przedmiot zainteresowań oraz na stosowane środki, czyli formy i metody.

Ochrona przyrody to zespół idei, środków i działań zmierzających do zachowania, a w razie potrzeby także odtworzenia obiektów przyrody w postaci pierwotnej lub możliwie mało zmienionej we wszystkich formach jej

różnorodności, łącznie z warunkami i procesami decydującymi o ich trwałości. Jest to więc działanie, którego podmiotem staje się przyroda, a korzyści człowieka wynikające z niej mieszczą się głównie w sferze idealnej: poznania naukowego, edukacji, doznań estetycznych, inspiracji twórczej, poczucia wspólnoty z przyrodą itp. Przyrodę chroni się głównie metodami konserwatorskimi, a także powołując parki narodowe, rezerваты przyrody itp.

Ochrona środowiska to także zespół idei i działań zmierzających do zachowania środowiska w stanie zapewniającym optymalne warunki bytowania człowieka i gwarantujące ciągłość najważniejszych procesów w biosferze (np.: globalny i lokalne obiegi wody w przyrodzie) jako podstawy produkcyjnej działalności człowieka.

Ochrona krajobrazu to wspólna sfera zainteresowań ochrony przyrody i środowiska. Strategia ochrony przyrody i środowiska została opracowana stosunkowo niedawno.

Środowisko chroni się poprzez regulacje prawne i organizacyjne, stosując rozwiązania systemowe, techniczne i technologiczne. Pierwszym dokumentem był apel Sekretarza ONZ - znany jako Raport U'Thanta: "Człowiek i jego środowisko" - ogłoszony w 1969r. Najważniejsze zagadnienia poruszane w tym raporcie, aktualne są do dziś:

- brak powiązania wysoko rozwiniętej techniki i technologii z wymogami środowiska,
- wyniszczenie ziem uprawnych,
- bezplanowy rozwój stref miejskich,
- zmniejszanie się powierzchni wolnych, otwartych terenów,
- znikanie wielu form życia zwierzęcego i roślinnego,
- zatrucie i zanieczyszczanie środowiska.

Obecnie problemy ochrony środowiska i przyrody na świecie regulowane są przez konwencje i porozumienia międzynarodowe. Dotychczas zawarto ich ponad 150, jedną z ostatnich jest deklaracja z Rio (podsumowanie Światowej Konferencji: "Środowisko i Rozwój", która odbyła się w Rio de Janeiro w czerwcu 1992r.). Podstawowe cele ochrony przyrody i środowiska zostały sformułowane w 1980r. w dokumencie World Conservation Strategy (w Polsce przetłumaczone i przyjęte w 1985r.). Są to:

- utrzymanie podstawowych procesów ekologicznych i systemów będących ostoją życia,
- zachowanie różnorodności genetycznej,
- zapewnienie trwałego użytkowania gatunków i ekosystemów,
- ochrona swojszczyzny - ochrona rodzimej przyrody i krajobrazu.

Rozwój trwały ma zrealizować trzy podstawowe cele:

- ma być sprawiedliwy dla wszystkich ludzi na Ziemi - poprzez zmniejszanie

różnic między bogatą Północą a biednym Południem, wykorzenienie ubóstwa, analfabetyzmu, chorób, zapewnienie zdrowia i życia wszystkim ludziom na Ziemi, zaspokojenie potrzeb intelektualnych, położenie kresu wojnom, nienawiści, zniewoleniu i dominacji jednych narodów nad innymi oraz ochronę różnorodności kulturowej ludzkości;

- ma być sprawiedliwy dla przyszłych pokoleń - poprzez oszczędne gospodarowanie zasobami przyrody, jedynie częściowe wykorzystanie jej potencjału, utrzymanie równowagi dynamicznej środowiska, recyrkulację zasobów, a tym samym minimalizację ilości i jakości odpadów;
- ma być sprawiedliwy dla istot pozaludzkich - poprzez utrzymywanie równowagi ekologicznej służącej godziwym warunkom przetrwania wszystkim gatunkom pozaludzkich form życia;
- koncepcja powrotu do natury: człowiek jest jednym z wielu elementów biosfery, nie należy go w żaden sposób wyróżniać. Świat przyrody jest nadrzędny wobec ludzi, może się bez człowieka obejść. Człowiek nie może obejść się bez przyrody. Działalność człowieka musi być więc zgodna z prawami przyrody, nie krzywdzić innych istot oraz służyć wzbogacaniu osobowości ludzi i pogłębianiu duchowej więzi z całym światem żywym. Wymaga to rezygnacji z miast, fabryk, większości "zdobyczy" cywilizacji: samochodu osobowego, wodociągów, kanalizacji, urządzeń elektrycznych oraz rezygnacji z tych dziedzin życia, na które bezproduktywnie wydawane są pieniądze (np.: zbrojenia, sport wyczynowy). Równorzędność człowieka wobec innych istot żywych zmusza do rezygnacji z wykorzystywania ich dla egoistycznych celów, a więc do likwidacji doświadczeń przeprowadzanych na nich, cyrków, ogrodów zoologicznych, przemysłu futrzarskiego i mięsnego; koncepcja ta jest najbardziej skrajną propozycją strategii ochrony środowiska, ale jest coraz popularniejsza wśród partii i ruchów ekologicznych.

Polityka ekologiczna Unii Europejskiej była i jest realizowana w ramach Programów Działań na Rzecz Środowiska. Obowiązek realizacji tej polityki spoczywa na wszystkich instytucjach Unii – Radzie Europejskiej, tworzonej przez szefów rządów krajów członkowskich; Radzie Unii Europejskiej, tworzonej przez ministrów spraw zagranicznych; Komisji Europejskiej; Europejskiej Agencji Środowiska; Parlamencie Europejskim i Trybunale Sprawiedliwości. Kreowanie europejskiej polityki ekologicznej rozpoczęto na początku lat 70.tych - I Program Działań na Rzecz Środowiska Rada Europy przyjęła w listopadzie 1973 r., a kolejne Programy w latach: 1978, 1982, 1987 i 1992. Generalnie podłoże Programów stanowiły zagadnienia:

- etyczne, opierające się na przekonaniu, że przyroda ma wewnętrzną wartość i jako taka powinna być chroniona,
- ekonomiczne, których podstawą jest zasada, iż najważniejszym elementem wspólnego rynku powinny być równe warunki konkurencji, tak więc

wszystkie podmioty gospodarujące w krajach Unii Europejskiej powinny obowiązywać jednakowe standardy ochrony środowiska,

- dobra ogółu, które opierają się na powiązaniu stanu środowiska ze zdrowiem człowieka.

Ostatni, przyjęty w 2001 r. Program znany jako „VI Program Działań” wyznacza cztery ważne obszary działań w pierwszej dekadzie XXI wieku, dotyczące:

- powstrzymania zmian klimatu poprzez stworzenie warunków dla wdrożenia zapisów Protokołu z Kioto, czyli doprowadzenie w okresie 2008-2012 do corocznej redukcji emisji sześciu gazów cieplarnianych o 8% w stosunku do tzw. roku bazowego czyli do poziomu emisji z 1990 r.,
- ochrony przyrody i różnorodności biologicznej (bioróżnorodności) poprzez wszelkie prace przyczyniające się do ochrony i odtwarzania naturalnych systemów przyrodniczych oraz do ochrony gleb przed zanieczyszczeniem i erozją, środowiska i zdrowia, gdzie podstawowym celem działań UE w tym zakresie jest zapewnienie takiej jakości środowiska, aby poziomy zanieczyszczenia, włączając w to promieniowanie i hałas, wywołane działalnością człowieka nie wywierały zagrożenia dla zdrowia ludzi,
- zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych i gospodarki odpadami – najważniejszego celu polityki ekologicznej UE, według którego należy dążyć do wizerzenia,
- zasad rozwoju gospodarczego, zapewniających, iż konsumpcja nieodnawialnych i odnawialnych zasobów naturalnych nie przekroczy pojemności środowiska.

„VI Program Działań” określa instrumenty, których wdrożenie i stosowanie powinno przyczynić się do osiągnięcia ustalonych celów, mianowicie:

- instrumenty prawne, systematycznie wprowadzane, których stosowanie powinno wymóc na wszystkich użytkownikach środowiska pożądany poziom jego ochrony,
- instrumenty rynkowe/ekonomiczne (opłaty, subwencje), fiskalne, np. podatki ekologiczne czy ulgi podatkowe oraz dobrowolne porozumienia rządu z podmiotami gospodarczymi jak np. krajowe programy handlu emisjami,
- instrumenty wspomagające, np. badania naukowe, edukacja ekologiczna, poprawa pozyskiwania i wykorzystania danych o środowisku, planowanie sektorowe i przestrzenne,
- finansowe instrumenty wspomagające w postaci funduszy strukturalnych i funduszu spójności,
- specjalne programy wspierania małych i średnich przedsiębiorstw,
- programy wspierania rozwoju odnawialnych źródeł energii i jej efektywnego wykorzystania.

Podstawowe zasady polityki ekologicznej UE, ustalone dla realizacji kolejnych Programów Działań to:

- zasada zrównoważonego rozwoju, oparta na założeniu, iż polityka i działania w poszczególnych sektorach gospodarki i życia społecznego powinny być prowadzone w taki sposób, aby zachować zasoby i walory środowiska w stanie zapewniającym trwałe, nie doznające uszczerbku możliwości korzystania z nich zarówno przez obecne jak i przyszłe pokolenia; istotą zrównoważonego rozwoju jest równorzędne traktowanie racji społecznych, ekonomicznych ekologicznych;
- zasada równego dostępu do środowiska przyrodniczego, którą należy postrzegać w kategoriach sprawiedliwości międzypokoleniowej, sprawiedliwości międzyregionalnej i międzygrupowej oraz równoważenia szans pomiędzy człowiekiem a przyrodą;
- zasada przezorności, przewidująca, że rozwiązywanie pojawiających się problemów ekologicznych powinno następować już wtedy, gdy pojawia się uzasadnione prawdopodobieństwo, iż problem wymaga rozwiązania, a nie dopiero wtedy, gdy powstanie uzasadnione jego potwierdzenie;
- zasada uspołecznienia polityki ekologicznej (partnerstwa), polegająca na tworzeniu warunków do udziału obywateli w procesie kształtowania modelu zrównoważonego rozwoju, przy jednoczesnym rozwoju edukacji ekologicznej, rozbudzaniu świadomości i wrażliwości ekologicznej oraz kształtowaniu nowej etyki zachowań wobec środowiska naturalnego;
- zasada „zanieczyszczający płaci”, która nakłada pełną odpowiedzialność na sprawcę za skutki zanieczyszczania i stwarzania innych zagrożeń dla środowiska;
- zasada skuteczności ekologicznej i efektywności ekonomicznej przy wyborze planowanych.

5 Wpływ działalności przedsiębiorstwa na otoczenie

Na skutek rozwoju technicznego i gospodarczego pojawia się zagrożenie wywołane przez wprowadzenie do środowiska różnorodnych substancji i czynników stanowiących skutki uboczne przetwarzania zasobów środowiskowych oraz konsumpcji powstałych z nich produktów. Procesom rozwoju towarzyszy więc ryzyko zagrożeń zdrowotnych, które wiąże się obecnie zarówno z pracą zawodową, jak i życiem codziennym każdego z nas. Działalność gospodarcza jest źródłem większości czynników zagrażających środowisku i zdrowiu człowieka. Oddziaływanie podmiotów gospodarczych na stan środowiska i zdrowie człowieka można rozpatrywać w dwojaki sposób, jako:

- oddziaływanie zewnętrzne – negatywny wpływ na stan środowiska emisji zanieczyszczeń do atmosfery, wody, wytwarzanie odpadów, zużywanie energii, emisji hałasu, promieniowania, ciepła, a tym samym wzrost narażenia zdrowia osób mieszkających w rejonie oddziaływania,

- oddziaływanie wewnątrz – wpływ na zdrowie pracowników, związany ze stanowiskiem pracy i samym faktem pracy (choroby zawodowe, niekorzystne czynniki występujące na stanowisku pracy) oraz czynniki psychospołeczne (zmęczenie, pogorszenie samopoczucia, stres związany z pracą).

Sami przedstawiciele podmiotów gospodarczych za istotne zagrożenie uznali zanieczyszczenie powietrza (68%) i jakość wody do spożycia (60%). Mniej niż połowa respondentów wskazała zagrożenia związane z jakością żywności, złą sytuacją materialną oraz bezrobociem. Co trzeci respondent wymieniał odpady komunalne, przemysłowe i niebezpieczne oraz zanieczyszczenie wód. Nieco mniej osób ankietowanych dostrzegało zagrożenia wynikające z zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo. Przedstawiciele podmiotów gospodarczych rzadko wskazywali takie zagrożenia, jak hałas drogowy i przemysłowy, szkodliwe promieniowanie oraz pokrycie budynków azbestem.

Natomiast z badań prowadzonych corocznie przez Fundację Partnerstwo dla Środowiska, na stosunkowo niewielkiej próbie małych i średnich przedsiębiorstw, wynika, że wśród większości przedstawicieli podmiotów umacnia się przekonanie o braku negatywnego oddziaływania ich zakładu na środowisko naturalne. W 2004 roku około 75% respondentów uważało, że ich firmy wywierają mały lub bardzo mały wpływ na środowisko naturalne. Rok później 86% przedstawicieli badanych podmiotów twierdziło, że ich przedsiębiorstwa w ogóle nie wywierają negatywnego wpływu na środowisko lub wywierają wpływ nieznaczny. Odsetek przedsiębiorstw nie wywierających żadnego wpływu na środowisko wzrósł z 11% w 2004 roku do 18% w 2005 roku. Jedynie 14% badanych firm ocenia wpływ swoich przedsiębiorstw na środowisko jako duży i bardzo duży (w 2004 roku 12%). W badaniach przeprowadzonych przez Wyższą Szkołę Zarządzania Ochroną Pracy większość ankietowanych zakładów (56%) nie udzieliła odpowiedzi na pytanie dotyczące oddziaływania procesu produkcji na stan środowiska. 40% uznało, że prowadzona przez nie działalność nie powoduje pogorszenia stanu środowiska. Jedynie 33% badanych firm zatrudnia specjalistę ds. ochrony środowiska, a tylko 6% firm posiada wdrożony system zarządzania środowiskiem. Warto podkreślić, że aż 54% respondentów nie odpowiedziało na pytanie dotyczące wdrożenia systemu zarządzania środowiskiem w firmie. Natomiast 83% ankietowanych jednostek uważa, że realizuje zasady „czystszej produkcji”.

6 Odpowiedzialność przedsiębiorstwa za stan środowiska

Do powstania i ukształtowania społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstwa istotnie przyczyniły się jeszcze dwie teorie – agencji i stakeholderów. Wyjaśniając pierwszą z podanych teorii, należy zaznaczyć,

iż przez stosunek agencyjny określa się sytuację, w której osoba lub grupa osób (tzw. agent) ma do zrealizowania zobowiązania wobec innej osoby lub grupy osób (pryncypała - zleceniodawcy). Zgodnie z przedstawionymi pojęciami, firma (a konkretnie osoby zarządzające), będzie tu postrzegana jako agent, natomiast szeroki krąg interesariuszy jako pryncypał. A zatem, przedsiębiorstwo powinno starać się w jak największym stopniu realizować oczekiwania pryncypała, czyli na przykład zgodnie z oczekiwaniami udziałowców (shareholders), dążyć do maksymalizacji zysków.

Druga ze wspomnianych teorii – teoria stakeholderów – swoją popularność zawdzięcza w dużej mierze R.E. Freemanowi, który w swojej książce opisuje założenia koncepcji, definicje oraz tłumaczy rodzaje odpowiedzialności przedsiębiorstwa względem interesariuszy. Według Freeman'a są to wszyscy ci, którzy mogliby oddziaływać lub być pod wpływem oddziaływania przedsiębiorstwa. A zatem każdy interesariusz (do których zalicza się pracowników, udziałowców, klientów, konkurentów, społeczność lokalną i in.) rości sobie prawo do ingerencji w działalność przedsiębiorstwa. Przejawia się to w postulowanych oczekiwaniach względem firmy, a wynikać może między innymi z faktu, iż każde przedsiębiorstwo współistnieje w danym środowisku lokalnym z innymi uczestnikami życia społecznego. Firma zatem nie powinna egoistycznie podchodzić do wykorzystywanych zasobów, ale poprzez świadome działanie przyczyniać się do rekompensaty ewentualnych strat powstałych w wyniku działalności gospodarczej, a także w sposób świadomy zaspokajać potrzeby szeroko rozumianego otoczenia.

Spółeczna odpowiedzialność biznesu (CSR: Corporate Social Responsibility) jest zatem stosunkowo nową, ciągle ewoluująca koncepcją i nie posiada jak dotąd uniwersalnej definicji. Jedną z możliwych interpretacji tego pojęcia to prowadzenie działalności przedsiębiorstw (organizacji) w taki sposób, by realizacji celów ekonomicznych towarzyszyła dbałość o dobro środowiska przyrodniczego i troska o zaspokojenie potrzeb społecznych. Jeszcze prościej społeczną odpowiedzialność biznesu definiuje Baker jako sposób w jaki firmy zarządzają procesami biznesowymi dla osiągnięcia ogólnie pozytywnego oddziaływania na społeczeństwo. Według Holme i Watts społeczna odpowiedzialność biznesu jest nieustającym zobowiązaniem przedsiębiorstw do etycznych zachowań i wkładu do rozwoju gospodarczego z jednoczesnym oddziaływaniem na poprawianie jakości życia załóg pracowniczych, lokalnych społeczności i ogółu społeczeństwa. Z tych kilku definicji wynika, że CSR silnie zbliża się do paradygmatu trwałego rozwoju. Jednocześnie, w ekonomii, ekologii i etyce, akcentowany jest element etycznego postępowania, tak jak w definicji Holme'a i Watta, pojmowanego w kategoriach etyki biznesu.

Przedsiębiorstwo, które wdraża CSR (Corporate Social Responsibility) w swoje organizacyjne struktury postrzegane jest jako nowoczesne, prospołeczne i najważniejsze – odpowiedzialne. Należy zaznaczyć, że społeczna

odpowiedzialność firmy stanowi jeden z elementów poza finansowego motywowania pracowników. Dzięki kodeksom etycznym, programom społecznym, dbałości o środowisko, wizerunek firmy w oczach pracownika ulega poprawie. Pracownicy z większym uznaniem odnoszą się do jej funkcjonowania widząc, iż część aktywności skierowana jest na rozwiązywanie istotnych – również dla nich – problemów społecznych.

Zwolennicy natomiast oponują argumentując, że jako jednostka czyniąca dobro i zło nie może całkowicie uciec od ponoszenia odpowiedzialności moralnej za swe czyny. Czerpiąc korzyści z istniejących zasobów naturalnych i prowadząc określoną działalność gospodarczą, przedsiębiorstwo przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska, czy wyczerpywania zasobów naturalnych. A zatem firma powinna włączyć się w działalność ochronną przyrody. Niedopuszczalne jest bowiem bezkarne zanieczyszczanie środowiska przyrodniczego i podejmowanie innych działań naruszających bezpieczeństwo życia społecznego. Wiele firm twierdzi, że nie ma ani środków, ani czasu na takie działania i niestety nic nie wskazuje na to, aby postawa ta miała w przyszłości ulec zmianie. A jest to duży błąd, gdyż działania na rzecz społeczeństwa może i są bardzo kosztowne i nie przynoszą natychmiastowych zysków dla przedsiębiorstwa, ale w ujęciu długookresowym przyczyniają się nie tylko do poprawy warunków życia ludzi, ale co za tym idzie przynosi korzyści całej gospodarce, a więc i przedsiębiorstwom. Do korzyści społecznych można zaliczyć: poprawę stanu środowiska naturalnego, przyczynianie się do rozwoju gospodarczego miejscowości, edukowanie społeczeństwa, propagowanie postaw dobrotliwych. Taka działalność przynosi również korzyści przedsiębiorstwom, zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych. Firma postrzegana jest jako atrakcyjny pracodawca, zwiększa się motywacja i zaangażowanie pracowników, następuje wzrost kultury organizacyjnej oraz innowacyjności. Wśród korzyści zewnętrznych wymienić można przede wszystkim wzrost efektywności prowadzonej działalności gospodarczej, wzrost zainteresowania inwestorów, konkurencyjność na rynku, pozyskiwanie nowych klientów i pogłębienie lojalności; w ten sposób firma zyskuje pozytywny wizerunek, a jej misja bardziej wiarygodna. Po za tym przedsiębiorstwa, które podejmują się prowadzenia działalności społecznej, mogą liczyć na pomoc ze strony władz w postaci subsydiów czy obniżenia podatku.

7 Podsumowanie

Postęp techniczny mający charakter ciągłej rewolucji przemysłowej prowadzi do rosnącej nieprzerwanie konsumpcji surowców. Konsekwencjami tego postępowania jest zanieczyszczenie terenów, wód gruntowych i powierzchniowych. Usuwanie i zapobieganie szkodom ekologicznym oraz koszty tych działań stały się problemami z którymi stykają się zarówno organy administracji państwowej jak i prywatni przedsiębiorcy. Ponieważ każdy doświadcza codziennie skutków postępującej degradacji środowiska, liczba

zwolenników jego zachowania stale rośnie.

Za katastrofalny stan środowiska naturalnego odpowiedzialni są wszyscy członkowie społeczeństwa, lecz w głównej mierze te jednostki, które wykorzystują najbardziej intensywnie zasoby naturalne, czyli podmioty gospodarcze. Należy zatem postawić tezę, że przedsiębiorstwa są silnie powiązane ze środowiskiem naturalnym, działają w jego często najcenniejszych obszarach i wykorzystują jego atrakcyjne zasoby, które umożliwiają im egzystencję i rozwój w rzeczywistości gospodarczej. W związku z tym przedsiębiorstwa, a w najwyższym stopniu ich główni decydenci, czyli menedżerowie powinni w prowadzeniu swojego biznesu brać pod uwagę aspekty środowiskowe. Słuszny jest pogląd, że kierownictwa przedsiębiorstw wraz z ekspertami powinny już teraz opracować odpowiednie scenariusze ekologiczne (wizje środowiska) i na ich podstawie strategie ochrony środowiska, zaś wybraną strategię włączać umiejętnie do całościowej strategii przedsiębiorstwa, a więc powinny posiadać umiejętność strategicznego zarządzania ekologicznego. Angażowanie się przedsiębiorstw w ochronę środowiska, zarówno pasywne jak i aktywne, w ramach odpowiedzialności społecznej przyczynia się do poprawy wizerunku firmy. Trzeba jednak pamiętać, że nie dzieje się to z dnia na dzień. Firma będąc integralną częścią społeczeństwa musi dokonać wielu starań, by została „zaakceptowana” i pozytywnie oceniona przez społeczność lokalną, klientów, dostawców czy innych interesariuszy. Ten fakt może przyczynić się między innymi do zyskania większej liczby klientów, lepszych pracowników czy innych istotnych dla samego przedsiębiorstwa korzyści.

Zarówno badania stanu środowiska jak i stanu świadomości społeczeństwa, a w szczególności podmiotów prowadzących działalność gospodarczą odnośnie wpływu działalności przedsiębiorstw na środowisko, wskazują, że wśród kadry menadżerskiej należy promować przykłady najlepszych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych, związanych z ograniczaniem wpływu przedsiębiorstw na środowisko. Konieczne jest zwrócenie szczególnej uwagi osób zarządzających przedsiębiorstwami na znaczenie przekazu społecznościom lokalnym informacji o oddziaływaniu podmiotów gospodarczych na stan środowiska, a tym samym na zdrowie człowieka. Należy rozszerzyć działania wspierające promocję przedsięwzięć na rzecz ochrony środowiska. Popularyzacja działań, inicjatyw, programów na rzecz promocji zdrowia, szczególnie tych uwzględniających specyficzne problemy małych i średnich przedsiębiorstw, zarówno wśród pracowników, lekarzy środowiskowych, jak i pracodawców, pozwoli na szersze wdrażanie w zakładach strategii promocji zdrowia pracowników. W tym celu niezbędna jest także dobra wymiana informacji pomiędzy pracodawcą a pracownikami.

Planowanie działań w celu minimalizacji negatywnego wpływu przedsiębiorstwa na środowisko naturalne oraz prowadzenie racjonalnej

gospodarki zasobami środowiska mają kluczowe znaczenie dla skutecznego i efektywnego zarządzania firmą w zgodzie z koncepcją społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstwa.

Literatura

- [1] Boć J., Nowacki K., Samborska-Boć E.: Ochrona środowiska, Kolonia Limited, Wrocław 2008, s.51.
- [2] Brown L.R.: Gospodarka ekologiczna. Na miarę Ziemi, Książka i Wiedza, Warszawa 2003, s.191.
- [3] Freeman R.E., Gilbert D.R. jr: Kierowanie, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s.118.
- [4] Griffin R. W.: Podstawy zarządzania organizacjami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, 39-44.
- [5] Grochowicz E., Korytkowski J.: Ochrona przyrody i wód, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1999, s.81.
- [6] <http://www.edukator.pl/portal-edukacyjny/ekologia/1419.html>
- [7] Kozłowski S.: Ochrona środowiska: Unia Europejska- Polska, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2003, s.19.
- [8] Lisowska A.: Polityka ochrony środowiska Unii Europejskiej. Podstawy instytucjonalne i programowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2005, s.172.
- [9] Pawłowski A., Koroluk S.: Podejmowanie działalności gospodarczej w świetle regulacji prawnych, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz 2005, s.48.
- [10] Praca zbiorowa, K. Małachowski [red.]: Gospodarka a środowisko i ekologia, CeDeWu , Warszawa 2008, s. 67.
- [11] Praca zbiorowa, M. Gołębiowski [red.]: Podstawy organizacji i zarządzania, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2002, s.269.
- [12] Rojek-Nowosielska M.: Nie tylko zysk. Odpowiedzialność Społeczna Przedsiębiorstwa i strategia nowej generacji CRM, Personel i Zarządzanie, nr 24/2002, s.11.
- [13] Rybak M.: Etyka menadżera – społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstw, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 33.
- [14] Stoner J.A.F., R.E. Freeman, D.R. jr Gilbert: Kierowanie, op. cit. , s.81.
- [15] Sudoł S.: Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Zarządzanie przedsiębiorstwem, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006, s.143.
- [16] Szanciło T.: Formy prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce przez podmioty zagraniczne, C.H. Beck, Warszawa 2006, s.123.
- [17] Ustawa z dnia 15.09.2000r.- Kodeks spółek handlowych, Dz.U.00.94.1037 z późn. zm.
- [18] Ustawa z dnia 23.04.1964r.- Kodeks cywilny, Dz. U.64.16.93 z późn. Zm

THE INCOME SITUATION OF AGRICULTURAL FARMS IN POLAND AFTER INTEGRATION WITH THE UE IN LIGHT OF RESULTS OF AGRICULTURAL ACCOUNTANCY OF THE FADN

Aleksander Grzelak

University of Economic in Poznan

Department of Macroeconomics and Food Economy, Poland

email : agrzelak@interia.pl

Abstract: The main aim of the article is evaluation of income situation of agricultural farms in Poland. The time range of analyses refer to 2004-2009. The evaluation of examined phenomena was conducted by use of aggregated results of system of agricultural accountancy FADN (Farms Accountancy Date Network). In period 2004-2009 one noted improvement of income situation (2004-2007) as well as her worsening (2008-2009). The income situation of agricultural farms in Poland after integration with the UE stayed mainly under influence of direct payments, the intermediate consumption, conditioning market (the relationship of price scissors, worsening the situation in economy). One can state, that financial streams from the UE stabilize income situation in agriculture in Poland. The income situation of agricultural farms with regard on productive types was in studied period relatively similar, for except of farms specialize in granivores. Larger differences was noted with regard on regions. It can mean, that the space factor plays essential part in formation of the income situation of agricultural farms in Poland.

Keywords: evaluation; agricultural farm; accountancy; income situation; productive types

1 Introduction

The integration of Polish economy with the UE countries and taking agricultural sector the instruments of the cap had the significant influence on shaping income situation of agricultural farms, as also the development of country areas. The attempt of evaluation of this process in context of formation the income situation, as also her conditioning is the main aim of the article. The evaluation of examined phenomena was conducted by use

of aggregated results of system of agricultural accountancy FADN (Farms Accountancy Date Network). In the field of observation this system there are market farms - the main incumbents of the Common Agricultural Policy which produce in definite region or the country at least 90% value of standard gross margin (the SGM). The time range of analyses refer to 2004-2009 because of accessibility of data. In the article evaluations apply to types of agricultural production of farms opinions in article were considered, as also regions of the FADN.

2 The all-economy background of situation in agriculture after integration with the UE

After integration of Poland with the UE to 2008 the all-economy situation introduced profitably (tab. 1). This found his reflection both in dynamics the GDP, fall of unemployment, enlargement the ratio of investment. Really in 2009 one has noted slump, mainly it was connected with the global crisis. It is worth here however to state that the results of critical phenomena in relatively smaller range touched Polish economy. Relatively smaller meaning in Poland of foreign trade in compare to different countries of the UE made up protection before global critical phenomena [Kowalski 2010]. It made possible in this case the relatively quicker development of economy (by prism of changes of the GDP) in compare to different countries, what can transfer on enlargement of the demand on food products. It means here first of all about positive changes of real the GDP, both in period previous economic crisis, and in his duration. In turn after 2007 in Poland one has noticed enlargement inflationary pressure [Czyżewski, Grzelak 2011].

Table 1: The general economic situation of economy in Poland 2004-2009

Specification	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Changes of GDP (%)	5,3	3,5	6,2	6,8	5,1	1,7
Inflation (HICP) (%)	2,4	1,9	1,3	2,6	4,2	4,0
Rate of unemployment (%)	19,1	17,6	13,9	11,2	9,5	11,9
Investment (share in GDP - %)	18,1	18,2	19,6	21,6	22,2	19,4

* previous year 100

Source: Own studies based on GUS data for years 2006-2009, and as in note 1.

It is worth to turn attention on, that in spite of stabilization of price of product sold by farmers in 2008-2009, then in previous year (2007) one has noted their growth about 14,5 % what did not influence indeed on level of inflation. In light of above, we can state that we had more with slowing down of economic growth, than with economic crisis [Czyżewski, Grzelak 2011a].

The development of agriculture independently on introduced earlier all-economy parameters is shaped by large of budget support. It make up essential source of reinforcements of for this sector. The integration with the EU (the CAP) was the key change in this area. Yet in 2002 the share of agriculture

budget expenses carried out 1,98 % and in period 1997-2003 (before integration Poland with the UE) average 2,23 %. One can so accept, that in compare to this period this share in years 2007-2009 underwent almost the threefold increase, what can prove also about considerable scale of growth of meaning of agriculture in budget policy, as also about essential improvement of conditions of functioning this sector [Czyżewski, Matuszczak 2011]. The improvement of balance of foreign trade agricultural-food products favored this process to 2007 (tab. 2), after worsening has happened and then improvement in 2009. In this case the depreciation of zloty caused improvement in balance of foreign trade about 30 %, in spite weak economic situation in trade partners of Poland. It caused effectively bring into cultivation the surplus of supply of food and agricultural materials produced on national market. Simultaneously one has noticed the progressive convergence of prices of food products between Poland and different countries of the UE, what influences on lowering the price competitiveness [Urban, Szczepaniak, Mroczek 2010], and that is why the processes of depreciation of zloty in more and more smaller range will amortize the results of possible deterioration of the economic situation of Poland's trade partners (especially the EU) [Czyżewski, Grzelak 2011].

It is worth to notice that trade balance for whole economy was negative, although deprecation of zloty begun in 2008 improved situation, what became reflected especially in 2009. Above mentioned phenomena prove about positive effects functioning of food economy in Poland on community market. Taking down the above mentioned tendencies with relatively stable number of population in country as well as structure of size of average consumption of a food on 1 person (in natural units, the kg) we can state, that on demand side there were not destimulant influencing negatively on income situation in agriculture after 2008 [Czyżewski, Grzelak 2011a].

Table 2: The selected data relating situation in agriculture on background of economy in Poland in years 2004-2009 (the data of GUS)

Specification	2004	2005	2006	2007	2008	2009
The share of expenses on agricultural sector in state budget(%)	3,87	3,83	3,74	6,67	6,32	6,02
The balance of foreign trade of agricultural products and commodities (mld EURO)	0,81	1,8	2,1	2,0	1,4	2,0
Average monthly available income per capita in household of employees (a)	100,0	102,5	109,0	117,2	129,0	132,7
Average monthly available income per capita in household of farmers (a)	100,0	110,9	124,6	149,1	149,9	143,6
Parity of income (b)	72,7	78,7	83,2	91,8	84,5	78,7
The index of prices scissors in agriculture	102,2	96,0	102,0	107,2	90,1	96,0

(a) – dynamics in constant prices 2004 = 100; (b) – parity was estimated as relationship of available income per 1 person in household of farmers to available income in household of employees; Source: compare note 1.

One has noted that enlargement of aggregated disposal incomes in farmers household between 2004-2009. It resulted because of initiating the mechanisms of the cap in agriculture in Poland and connected with this increase support for this sector. It is worth to mark that one hasn't noticed deep break down of incomes in agriculture after 2007. However the fall (13 p.p.) of parity of disposable incomes in agricultural in 2008-2009 had the place [com. Zegar and ot. 2010]. It resulted mainly because of worsening of market conditioning of agricultural production, what was reflected in opening the price scissors as also because of deterioration of economic situation in economy.

In years 2004-2009 the increase tendency in range of average disposable income per one person in farmers household has noted (according to investigations of household budgets by GUS). In this case the small fall of incomes had place just in 2009. Not without meaning was here also increase of incomes from different sources [Zegar 2010]. In consequence the decrease of disparate of disposable incomes of average household of farmers happened, from 72,7 % in 2004 to 91,8 %, and then the fall in 2008-2009 to 78,7 % in 2009 [Czyżewski, Grzelak 2011a].

3 Formation the incomes of agricultural farms

It in years 2004 - 2009 one can distinguish two periods. The first (years 2004-2007), when the improvement of income situation of agricultural farms has noted and the second (2008-2009) when we had their deterioration. It results because of all-economy conditioning. From one side from economic development of Poland after integration with the UE, from the second from the global crisis, which touched the economy in Poland and the agricultural sector since 2008. From contained data (tab. 3) it results, that the changes of incomes of agricultural farms stayed under small influence of value of production and the investment. The costs of production had essential meaning (intermediate consumption) as well as subsidies. One has noted worsening of productive efficiency of agricultural farms (the relationship of intermediate consumption to total production), which was the consequence of opening of prices scissors disadvantage for agriculture and it shows on lowering the possibility of creation of incomes effects. In turn subsidies were stabilize factor in income situation in agriculture. It is worth to note that in 2004-2009 the considerable increase of shares of subsidies in agricultural incomes had happened in Poland. If in 2004 it was about 15 % in average agricultural farm entered in the FADN system, then in n 2009 it was 84 %. It resulted mainly from enlargement of size of support as well as the relative fall of prices of agricultural products. One should underline here, that not without meaning for somewhat larger lowering incomes of farmers in 2008 r. was also appreciation PLN in relation to EURO, which influenced on decrease of real support of agricultural farms. The lack of support by direct payments would cause critical situation in agriculture in 2008 and 2009. It is worth to add here, that

in countries of the UE the share of subsidies in incomes was on the average higher level than in Poland , which influenced on larger stabilize of incomes.

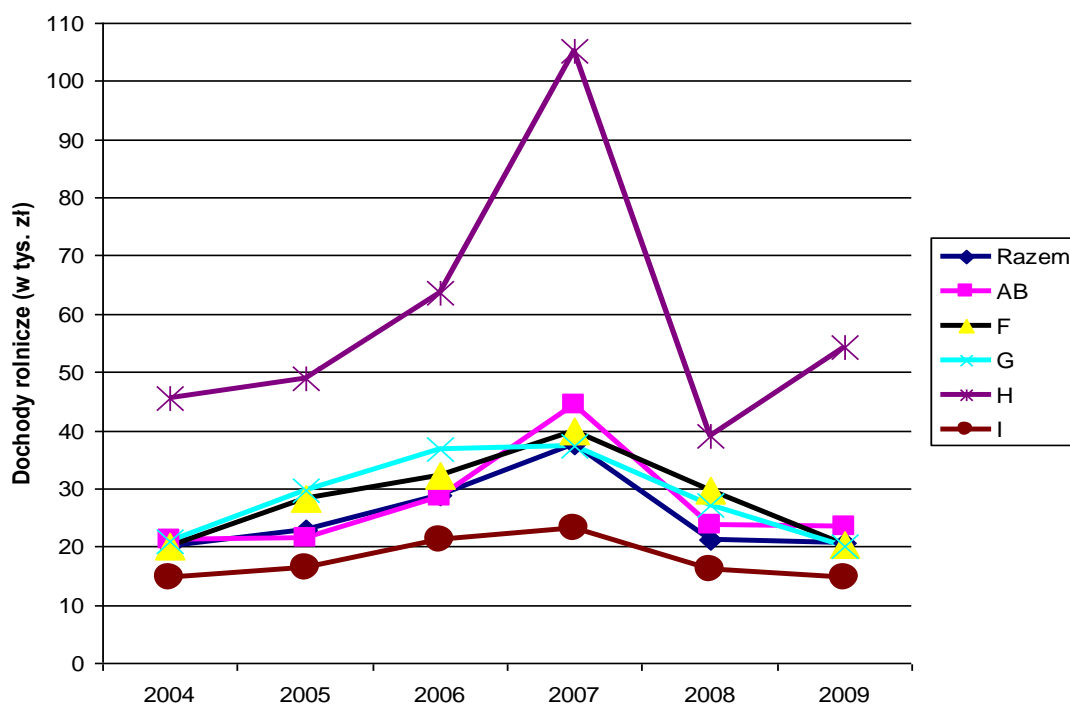
One pay attention to the high growth of costs of external factors (tab. 2), in this mainly the costs of wages paid in agricultural farms, mainly on result of growth of costs payments in economy. In spite of that they do not make up even 10 % the value of agricultural production of average agricultural farm we have with clearly growing tendency in this range. One can in the face above mentioned to state, that external factors decide in more and more larger range about economic situation of agricultural farms after integration with the UE.

Table 3: Incomes and selected economic data (in PLN, current prices) for 1 average farms (entered in the FADN system) in Poland in 2004-2009

Years	Agriculture incomes	Incomes on 1 person (FWU)	Value of total production	Intermediate consumption	Costs of external factors	Wages paid	Rent paid	Interest paid	Total subsidies	Gross investment	Intermediate consumption / agricultural production
2004	19961	12818	86053	51192	3643	2194	628	816	2995	11576	0,59
2005	22332	14389	83081	50580	4125	2724	648	753	9310	11997	0,61
2006	29014	18895	87865	52755	4913	3472	686	756	14339	14257	0,60
2007	30455	19656	93577	55185	5187	3574	860	753	11902	12672	0,59
2008	24596	16198	91059	60822	6708	4782	1008	919	17815	11245	0,67
2009	23612	15240	87236	59770	6508	4551	975	982	19907	12044	0,69
2009: 2004	1,18	1,19	1,01	1,17	1,79	2,07	1,55	1,20	6,65	1,04	

Source: Own studies based on data of the FADN system for years 2004-2009

One has noted differentiation in relation to income situation between different productive types of agricultural farms (fig.1). One can however observed relatively similar tendencies in range of changes of incomes in examined period. It means here about reaching of maximum of incomes in 2007, as and the later fall with tendency to stabilize. Not without meaning for these process was profitable situation on agricultural markets and connected with this high level of prices of these products in year 2007, and then their fall and the lowering the profitability of agricultural production. Only farms specialized in granivores improved their situations in 2009 after violent deterioration in 2008. It resulted mainly with downward phase of pig` cycle and connected with this the lowering number of livestock. Just in 2009 situation has improvement thanks to increase of prices. The similar situation had place also in poultry [Seremak - Bulge 2010]. It pays attention the relatively small differences in level of incomes of farms distinguished in relation to productive types. Only farmers specialized in granivores got higher incomes what it results with larger scale of production [Czyżewski, Grzelak 2011].



AB - fieldcrops, F - milk, G - other grazing livestock, H - granivores, I - mixed farms

Source: compare note 1.

Figure 1: Incomes of farms entered in FADN system in 2004-2009 in relation to productive types (in th. PLN on 1 average farm)

Evaluating of the incomes in regional view (tab. 4) we can notice, that the highest level of incomes in average farm entered in the FADN had place in period 2004-2009 in region 1 (Pomorze and Mazury), as well as 2 (Wielkopolska and Śląsk) which results from relatively larger farms in this region. It in turn the lowest agricultural income, in the same period, one has noted in region with crumbled agriculture - Małopolska and Pogórze. The relative stabilizing of income situation turn attention in this region in studied period in examined time. The comparison of income with excluding of subsidies delivers the interesting conclusions. If the highest level of incomes noted in 2004 in region 1, then in 2009 the lowest (negative). It was connected which domination of larger agricultural farms specialized in fieldcrops, that profitability in 2008 and 2009 became worse. The considerable dependence of incomes from direct payments had place in this farms. From here the largest fall of incomes with excluding of subsidies had place in this region [Grzelak, Brelik 2011]. Relatively high level of this parameter in case of farms from region 2 (Wielkopolska and Śląsk) and 4 (Małopolska and Pogórze) turn our attention. In the case of first published regions it can result in some range with specialization of Wielkopolska in production of the pigs, which is somewhat less dependent from support by subsidies. In turn in region 4 it can be connected with mixed agricultural production, that is also less dependent from support by subsidies in comparison for example to cereal production.

Table 4: Incomes (in zł) for average farms in the regions of the FADN system in Poland (2004-2009)

Years	Regions*							
	1		2		3		4	
	Income	Income with excluding of subsidies	Income	Income with excluding of subsidies	Income	Income with excluding of subsidies	Income	Income with excluding of subsidies
2004	40189	35542	35681	29934	20998	17318	18948	14665
2005	31278	15899	26831	16628	19738	11944	15476	10368
2006	54670	25744	32076	15628	24213	12545	22688	12616
2007	43315	21386	38226	24044	25952	15870	24322	16401
2008	32386	962	31212	8692	21767	6987	18447	7306
2009	35768	-741	31900	5520	18475	2625	18929	6802
2009: 2004	0,89		0,89		0,88		1,00	

* it means regions of the FADN, 1 – Pomorze i Mazury, 2- Wielkopolska i Śląsk,
3 – Mazowsze i Podlasie, 4 – Małopolska i Pogórze

Source: Own studies based on data of the FADN system for years 2004-2009

4 Final thoughts

1. In period 2004-2009 one noted improvement of income situation (2004-2007) as well as her worsening (2008-2009). The income situation of agricultural farms in Poland after integration with the UE stayed mainly under influence of direct payments, the intermediate consumption, conditioning market (the relationship of price scissors, worsening the situation in economy). Factors that in more and more larger range influencing on agricultural incomes one can number the costs of external factors, in this especially the costs of wages paid [Runowski 2011]. On can state, that financial streams from the UE stabilize income situation in agriculture in Poland [Czyżewski, Grzelak 2011a].
2. In Poland the market adaptation in agriculture after 2004 dependent mainly on tightening of market contacts [Grzelak 2008] by growth of value of production, expenditures, which effectived on concentration of production (especially animal), improvement of her quality, as also the improvement of balance in foreign trade of agricultural commodities.
3. The developmental processes in agriculture, in years 2004-2007, one distinguished oneself on background of all-economy situation, what was connected with introduction of instruments of support in range of the cap and especially enlargement of budget expenses on this sector. In years 2008-2009 one happened worsening economic situation in agriculture.

In terms of however lower support the results of critical phenomena would be very perceptible in Polish agriculture.

4. One has noted, that the income situation of agricultural farms with regard on productive types was in studied period relatively similar, for except of farms specialize in granivores. Larger differences in turn was noted with regard on regions. It can mean, that the space factor plays essential part in formation of the income situation of agricultural farms.
5. It seems necessary in perspective of reforms of the common agriculture policy UE, the destination part of funds on activity connected with appeasement the negative results of global changes.

Literature

- [1] Czyżewski A., Grzelak A., 2011a: Сельское хозяйство в Польше в условиях рыночного приспособления в период кризиса 2007-2009 г.г., Komitet Nauk Ekonomicznych PAN - XXI Konferencja Naukowa Wspólnej Komisji Ekonomistów PAN i RAN pt.: "Wyzwania dla Polski i Rosji wobec światowych zmian modelu gospodarki rynkowej", czerwiec 2011.
- [2] Czyżewski A., Grzelak A., 2011: Rolnictwo w Polsce na tle sytuacji ogólnoeconomicznej kraju w okresie kryzysu 2007-2009, „ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH”, SERIA G, T. 98, z. 3, in printing.
- [3] Czyżewski A., Matuszczak A., 2011: Wydatki w krajowym budżecie rolnym Polski na rzecz rozwoju lokalnego przed i po integracji z Unią Europejską (1997-2011), „Journal of Agribusiness and Rural Development”, nr 1.
- [4] Grzelak A., 2008: Związki gospodarstw rolnych z rynkiem w Polsce po roku 1990. Próba określenia intensywności i efektywności, Wyd. AE w Poznaniu, Poznań.
- [5] Grzelak A., Brelik A., 2011: Procesy konwergencji, czy dywergencji w zakresie dochodów gospodarstw rolnych w Polsce w regionach FADN po integracji z UE ?, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, 166, Wrocław.
- [6] Kowalski A., 2010: Makroekonomiczne uwarunkowania rozwoju sektora żywnościowego, [w:] Analiza produkcyjno-ekonomicznej sytuacji rolnictwa I gospodarki żywnościowej w 2009 roku, (red.) A. Kowalski, IERiGŻ, Warszawa.
- [7] Runowski H., 2011: Zmienność dochodów gospodarstw rolnych w krajach Unii Europejskiej i jej przyczyny, „Roczniki Naukowe SERiA”, Tom XIII, Z.1.
- [8] Seremak-Bulge J., 2010: Rynki i ceny produktów rolnych i żywnościowych, [w:] Analiza produkcyjno-ekonomicznej sytuacji rolnictwa i gospodarki żywnościowej w 2009 roku, (red.) A. Kowalski,

IERiGŻ, Warszawa.

- [9] Urban R., Szczepaniak I., Mroczek R., 2010: Polski sektor żywnościowy w pierwszych latach członkostwa, Wyd. IERiGŻ, Warszawa.
- [10] Urban S., 2010: Czynniki wpływające na rozwój produkcji rzepaku, „Roczniki Naukowe SERiA”, Tom XII, z. 4, Szczecin.
- [11] Zegar J. i in., 2010: Dochody rolników w 2009 roku na tle lat poprzednich, [w:] Analiza produkcyjno-ekonomicznej sytuacji rolnictwa i gospodarki żywnościowej w 2009 roku, A. Kowalski (red.), IERiGŻ, Warszawa.

Poľnohospodárstvo pred dilemou

PESTOVANIE BIOMASY NA ENERGETICKÉ ÚČELY

Matej Polák¹, Lukasz Poplavsky²

¹VVICB Kapušany pri Prešove; Ekonomická Univerzita v Bratislave

e-mail: vvicb@vvicb.sk

²Unwersytet Rolniczny H. Kolataja Krakow, Poland

e-mail: rmpoplaw@gmail.com

Abstrakt: Biomasa je najuniverzálnejším a najrozšírenejším obnoviteľným nosičom energie. V energetickom vyjadrení predstavuje na Slovensku potenciál 130-140 PJ energie, čo je takmer 16% z celkovej spotreby energie. Problematika využitia biomasy na energetické účely je rozporuplne vnímaná v súvislosti s ďalšou orientáciou poľnohospodárstva, ako aj v súvislosti s negatívnymi environmentálnymi dopadmi pri spaľovaní biomasy. Napriek tomu možno s istotou prehlásiť, že doterajšie skúsenosti z využitia biomasy sú prevažne pozitívne a prispievajú k efektívnejšiemu využitiu pôdy, k zlepšeniu zásobovaním energiou, k zvyšovaniu konkurencieschopnosti krajín EU pri zvyšovaní energetickej potreby, ale aj k riešeniu problémov nezamestnanosti.

Autori si v príspevku kladú otázky prevažne o ekonomické a environmentálne, ktoré ovplyvňujú či už pozitívny alebo negatívny pohľad na konania ONE.

Kľúčové slová: biomasa, biopaliva, enviromentálny, obnoviteľné nosiče energie, fosilné paliva

1 Úvod

Pretože problematika využitia biomasy na výrobu energie je často vnímaná aj ako porušovanie etických a environmentálnych princípov v súvislosti s hladujúcimi 800 miliónmi ľudí na planéte Zem a z toho plynúcou snahou produkovať biomasu na úkor produkcie potravín je potrebné sa na celú problematiku pozrieť zo širšieho spektra a pozrieť sa na veci komplexne.

V laickej a odbornej verejnosti je využitie biomasy často prezentované veľmi skreslene a tendenčne a je zjavné, že za tým stoja fosilná loby, ktorá nechce prísť o časť zisku z rastúcich cien ropy a plynu. Preto by sa predstavitelia politickej a vládnej garnitúry pri všetkej snahe mali držať faktov a záväzkov Slovenska voči EU ale najmä voči vlastným občanom a krajine. Negatívne

vyjadrenia a rast cien energetickej energie a tepla v dôsledku vyššieho využitia obnoviteľných nosičov energie (ďalej ONE) nie sú opodstatnené ak sa na celú problematiku pozeráme z širšieho hľadiska (ceny, klíma, zamestnanosť a krajina). Využitie biomasy, ale aj ďalších ONE sa v krajinách EU dostáva z polohy environmentálnej skôr do polohy energetickej nezávislosti a bezpečnosti. Napriek tomu, že akčný program využitia biomasy v rámci EU stanovuje jasné pravidlá, je to problém predovšetkým environmentálny. Aj pre Slovensko a pre ďalšie krajiny Višegradskej štvorky je využívanie ONE veľmi dôležité, pretože dovážame viac ako 90% energetických surovín a zatiaľ ani jedna z vládnych garnitúr si neosvojila inteligentné riešenia využitia ONE. Radšej dávajú prednosť jednoduchým, populárnym, ale najmä ekonomicky logickým riešeniam orientujúcim sa na podporu fosilných zdrojov, ktoré sú v rukách medzinárodných monopolov.

Podľa zákona o ONE, v ktorý schválila vláda ešte v roku 2010, má najväčší potenciál biomasa, ktorá je rovnomerne rozmiestnená na celom území Slovenska. V energetickom vyjadrení predstavuje potenciál biomasy 130-140 PJ, čo je takmer 16% -17% z celkovej spotreby energie. (Pepich 2007).

2 Ekonomika produkcie a zhodnocovania biomasy

Najväčší podiel v rámci pôdohospodárskej biomasy pripadá na poľnohospodársku biomasu. Ta môže byť v tuhej forme (drevný odpad, slama) vhodnej na priame spaľovanie, v kvapalnej forme (MERO, bioetanol) alebo v plynnej forme (bioplyn).

Z poľnohospodárskej biomasy vhodnej na energetické účely pripadá najväčší podiel na slamu (obilnú, kukuričnú alebo repkovú). Podobná situácia je aj v Poľsku a v Maďarsku. Poklesom stavov hospodárskych zvierat oproti 90tým rokom minulého storočia sa znížila aj spotreba slamy na kŕmenie a podstielanie. Slama má aj výživovú hodnotu, ako hnojivo vo vzťahu k pôde. A slama je aj veľmi dobrým palivom. Jej merná výhrevnosť je 15MJ/kg, je až o 30% vyššia ako výhrevnosť hnedého uhlia.

Pestovanie biomasy na energetické účely na ornej pôde má odôvodnenie len keď neobmedzuje produkciu potravín a krmív.

2.1 Biopalivo

Biomasa môže slúžiť aj na výrobu biopalív, ako náhrada za fosilné palivá. Využíva sa najmä repka a slnečnica na výrobu metylesterov (MERO), bionaftu a využitie zrnín, zemiakov a cukrovej repy ako zdroj bioetanolu ako povinnej prísady do benzínu. Tieto aktivity sú na Slovensku ale aj v Poľsku veľmi rozšírené a úspešne sa rozvíjajú.

2.2 Bioplyn

Na výrobu bioplynu sa vyžíva rastlinná biomasa (kukurica, slnečnica, lucerna) ako aj biomasa zo živočíšnej výroby hnojivica, exkrementy a hnoj.

V SR je v súčasnosti 420 tis. VDJ (veľké dobyčie jednotky), čo umožňuje dennú výrobu 660 tisíc m³ a ročnú produkciu 240 miliónov m³ bioplynu. Z chovu ošípaných 900 tisíc ks možno ročne vyprodukovať 39 miliónov m³ bioplynu.

Z energetického potenciálu biomasy (130 PJ), ktorý predstavuje až 15% spotreby energie SR sa na Slovensku v súčasnosti využívajú necelé 3%. Slabá je podpora zo strany štátu. Veľmi zdĺhavo a nepružne si poľnohospodári získavajú podporu na výstavbu bioplynových staníc. Napriek tomu, že EU to podporuje a financuje.

2.3 Eliminácia účinku emisií fosilných palív

Na Slovensku možno v dôsledku útlmu poľnohospodárskej výroby vyčleniť, podľa VU agroekológie, do roku 2013 na energetické účely tisíc ha pôdy. Z toho na výrobu biopalív okolo 160-200 tisíc ha. A to nie je málo, keď si uvedomíme, že výmena ornej pôdy je v súčasnosti 1,5 milióna ha. Jednoznačné pozitíva pestovania a využívania biomasy sú často spochybňované samotnými kompetentnými pracovníkmi ministerstiev a rôznych inštitúcií pričom poukazujú najmä na negatívne nepriame účinky využívania biomasy. Je potrebné však pripomenúť, že nedokonalé spaľovanie biomasy najmä na vidieku v kotloch a peciach, ktoré nie sú nato určené skutočne spôsobuje rast skleníkového efektu. Dnes sú naše poznania a technické vymoženosti neporovnateľné s minulosťou. Technicky čoraz dokonalejšie riešenia spaľovacích zariadení na biomasu umožňujú jej spaľovanie a redukcii skleníkového efektu na minimálne hodnoty. Pričom je známe, že rastliny na tvorbu biomasy a slnečného žiarenia využívajú oxid uhličitý z atmosféry, ale v rovnakej miere ho aj uvoľňujú do atmosféry pri spaľovaní, ak je nedokonalé.

Biomasa z jednoročných rastlín je z hľadiska akumulácie uhlíka neutrálna (Pepich, 2007). Využívanie dreva z lesnej výroby, drevárskeho priemyslu a z drevnej štiepky, ktoré predstavujú najväčší zdroj biomasy v bioelektrárnach na výrobu tepla a elektriny neprospieva v boji proti globálnemu otepľovaniu. Naopak odhaduje sa, že spaľovanie drevnej hmoty sa viac ako 20% podieľalo na raste emisií oxidu uhličitého.

Nižší podiel na tvorbe emisií oxidu uhličitého v ovzduší má využitie drevnej hmoty z rýchlorastúcich 3-5 ročných drevín.

2.4 Otázka obnoviteľnosti biomasy

Biomasa je síce obnoviteľným nosičom energie, ale mali by sme mať vždy na mysli jej podmienenú obnoviteľnosť, ktorá nie je automatická, ale že na jej dopestovanie potrebujeme vynaložiť každoročne vysoké materiálové a pracovné náklady (hnojivo, mechanizované práce, zber, uskladnenie). Pritom obnoviteľnosť je napríklad pri jednoročných plodinách 1 rok ale pri lesných

drevinách 4-100 rokov, čo z hľadiska súčasných potrieb nespĺňa kritérium obnoviteľnosti. Obnoviteľnosť biomasy nespĺňa ani ekologické kritérium, pretože napríklad pri jej využívaní ako biopaliva sa v rovnakej miere obnovuje produkcia emisií oxidu uhličitého.

Produkcia biomasy je a bude sezónnou záležitosťou so silne špecifickými zvláštnosťami pri jej pestovaní, úprave a využívaní. Bude preto potrebné zvažovať jej prirodzené a efektívne pestovanie, ale nie pestovanie za každú cenu. Aj preto bude potrebné v závislosti od miestnych podmienok a špecifik zvažovať jej pestovanie a využitie ako aj využitie iných obnoviteľných nosičov energie, ako sú voda, vietor či slnečná energia.

3 Ekonomická efektívnosť pestovania biomasy

Špecifické vlastnosti a spôsoby pestovania a materiálneho financovania produkcie biomasy v mnohých prípadoch budú znižovať ekonomickú efektívnosť premeny biomasy na koncovú energiu. Preto bude potrebné prijať v rámci jednotlivých podnebnoklimatických podmienok Slovenska a Poľska také opatrenia, aby sa dosiahlo zvýšenie energetického zisku z 1 ha už v etape pestovania biomasy, zberu, technologického spracovania a využitia biomasy.

K tomu bude potrebné využiť:

- aplikáciu zásady minimalizácie spracovania pôdy (bezorebný spôsob), optimalizáciu hnojenia na základe pôdných analýz a pestovanie geotypov využívajúcich pôdne živiny v jednotlivých lokalitách;
- ako aj najnovšie poznatky v oblasti výroby biopalív pomocou technológií umožňujúcich využitie nielen cukrov a škrobu v biomase ale aj ťažšie rozložiteľných ligno celulózných častí biomasy (teda celých rastlín).

Tieto technológie sú vo svete tiež odskúšané v laboratórnych podmienkach v USA a v Číne a onedlho bude bežne využívané v praxi. Aj v rámci Slovenska sa tým zaoberajú v podniku na výrobu bioetanolu v Leopoldove.

Ako najperspektívnejším sa javí sofistikovaný spôsob využitia biomasy na výrobu bioetanolu, známy ešte za éry socializmu, pri ktorom sa získa cenný vedľajší produkt – výpalky ako krmivo. V závislosti od

technológie bude možné využiť aj ďalšie produkty ako sú lepok, alebo rastlinné steroly, ktoré pozitívne ovplyvňujú znižovanie hladiny cholesterolu.

3.1 Perspektívy produkcie biomasy

Efektívnosť produkcie biomasy z 1ha a energetická náročnosť pestovania, sú ovplyvňované potenciálom produkcie biomasy aj ekologickými a pôdnymi podmienkami, plodinou, odrodou a technológiou pestovania. Preto sa pri rovnakých energetických a materiálových vstupoch, súčasnej úrovni technológie pestovania a súčasných odrodách nezisku pestovaním energetických plodín.

Je preto prirodzené, že pestovateľ na severovýchode Slovenska

a juhovýchode Poľska, kde sú pôdy s nižším energetickým potenciálom nebude pestovať hybridy energetickej siláže určené pre pôdne podmienky južného Slovenska alebo centrálneho Poľska. Pretože by mu nepomohli zvýšiť efektívnosť ani vysoké vstupy do pôdy, ale sa sústredí na pestovanie energetických plodín, ktoré budú menej náročné vstupmi a ktoré mu zabezpečia potrebný energetický zisk.

Komplexné štúdie, ale aj experimenty zamerané na objektívne posúdenie energetickej efektívnosti pestovania a využitia biomasy, ktoré sú bežne publikované v zahraničí, na Slovensku zatiaľ chýbajú. Ale dotačná politika štátu by mala byť zameraná na vyrovnanie nesúladu a výkyvu na trhu s palivami z biomasy, aby rast výrobných palív z biomasy mohol byť stabilizovaný, pretože je to v záujme nás všetkých keďže ide najmä o environmentálne hľadisko. Preto by sa mali podporovať aj projekty na úseku vedy a výskumu zamerané na znižovanie energetickej náročnosti, technológie pestovania a na komplexné spracovanie biomasy.

3.2 Biopaliva alebo potraviny

Hlavným poslaním poľnohospodárstva je zabezpečovanie potravín na výživu obyvateľstva. Vo svete hladuje viac ako 800 miliónov ľudí a 10 miliónov každoročne zomiera od hladu. Nedávno sme zaznamenali 7 miliárd obyvateľov na zemeguli. Počíta sa že do roku 2050 bude na zemeguli 10-12 miliárd ľudí, optimistické odhady hovoria o zastavení ďalšej populácie. Aj keby sa produkcia potravín zdvojnásobila, zdvojnásobí sa počet hladujúcich a zomierajúcich od hladu. Každoročne totiž vo svete ubudne plocha ornej pôdy o 3-5%. Na Slovensku ubudlo od roku 1990 asi 70 tisíc ha klasov. Zdroje rozšírenia pôdy sú obmedzené a kľčovanie a odlesňovanie pralesov spôsobuje klimatické zmeny a otepľovanie Zeme.

4 Záver

Napriek už spomínaným problémom sú v EU tendencie podporovať produkciu organických potravín – bioproduktov, ktoré si vyžadujú viac pôdy než konvenčné hospodárenie s vyššou intenzitou výroby. (Poľsko patrí medzi popredné krajiny v Európe popri Rakúsku, Nemecku a škandinávskym krajinám).

Veľmi masívna je aj podpora produkcie rastlín na energetické účely, čo obmedzuje plochu na pestovanie plodín na výrobu potravín a krmív. Sú známe aj vypracované scenáre, ako by to ovplyvnilo životné prostredie keby sa potreba energie zabezpečovala rozšírením pestovania energetických rastlín, a to do roku 2050 na 32% a do roku 2100 na 46%. Podľa týchto prognóz by v Afrike a v niektorých oblastiach Ázie dochádzalo k priamej konkurencii medzi potravinami a energiou. Poľnohospodárska pôda by sa rozšírila na úkor prirodzených vegetácií – viacej by dochádzalo k odlesňovaniu, z 10% až na 22%. Tento stav by spôsobil významné zhoršenie klímy. Ale vyspelé

krajiny nemali a nemajú morálny kredit požadovať od rozvojových krajín aby nerúbali a neklčovali pralesy pre získanie pôdy na produkciu potravín a v konečnom dôsledku jej biopalív.

Podľa OECD bude podpora produkcie biomasy na energetické účely viesť k prudkému rastu cien potravín, čo sa už aj realizuje a tu vzniká podozrenie, či podpora biopalív nie je skrytá forma podpory vplyvných domácich poľnohospodárov.

Pod'akovanie

„Táto publikácia/článok, bola vytvorená/ vytvorený realizáciou projektu Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“(Kód ITMS:26220220063)

Literatura

- [1] Hohenecker,J.: Überlegungen über Einsatz von Nachwasenden Rohstoffen. Zborník referátov z medzinárodného workshopu a prezentácie na CD – ROM. Obnoviteľné zdroje surovín a energie –šanca pre znevýhodnené regióny. Bardejovské kúpele ,Zemplinská Šírava 2006, s.8-11,ISBN 80-225-2276-7
- [2] Polák,M.: Koncepcia rozvoja obnoviteľných zdrojov energie na báze biomasy v Prešovskom a Košickom kraji. Zborník referátov z medzinárodného vedeckého workshopu . „Obnoviteľné zdroje surovín a energie –šanca pre znevýhodnené regióny.“ Bardejovské kúpele ,Zemplinská Šírava,2006,s. 17-33, ISBN 80-225-2276-7,
- [3] Porvaz,P.: Pestovanie energetických rastlín vhodných na výrobu tepla a energie. Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie .“Energeticko -politické smerovanie vo využívaní OZE v krajinách Strednej a Východnej Európy.“ Zemplinská Šírava 2007,s 79-86,ISBN 978-80-225-2496-4
- [4] Popławski Ł.,Wiejacki G.: Alternative energy sources in Poland- basic information. Zborník referátov z medznárodnej vedckej konferencie VCCB Kapušany, Slovensko 2010. ISBN
- [5] Vilček,J.: Možností a rizika zhodnocovania potenciálu poľnohospodárskej pôdy pomocou energetických plodín. Zborník referátov z medzinárodného vedeckého workshopu „Obnoviteľné zdroje surovín a energie –šanca pre znevýhodnené regióny“. Bardejovské kúpele ,Zemplinská Šírava, 2006, s. 47-59, ISBN 80-225-2276-7

CONDITIONS OF REGIONAL DEVELOPMENT IN ASPECT OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES USEFULNESS

Łukasz Popławski

Department of Economy, Agricultural University of KRAKOW, Poland

email : rmpoplaw@gmail.com

Abstract: This paper discusses conditions of regional development in aspect of using renewable energy sources, with particular emphasis on classification. The work first discusses theoretically the idea of a region and then the factors of shaping development of the region. Under the present conditions, increasing significance is being gained by the conditionings of the development of particular regions, which should constitute the basis of the directions of renewable energy sources usefulness. The last chapter presents reasons for the development of alternative energy in Poland, the classification of renewable energy sources, and also indicates the reasons for interest in alternative energy sources. The work ends with a brief conclusion.

Keywords: development; regional development; sustainable development; alternative energy sources

1 Introduction

In the literature, definitions of regional development are formulated as a starting point for theoretical and practical reflections which concern the economic policy, system transformation, regional policy, regional development planning, issues of European integration and globalization. These definitions differ from one another by a degree of generalization. The process of regional development, understanding the factors of regional development can be more detailed – one of those is a potential of renewable energy sources.

The development of civilization is accompanied by continuous increases in energy demand. Since the dawn of history, is known for energy based on the use of renewable energy sources. In the Middle Ages commonly used water and wind energy to power devices such as windmills and water mills that proved to work for the man.

In Polish conditions for energy is mainly used solid fuel. Use of fossil fuels (coal, petroleum, natural gas, etc.) for energy purposes has contributed to environmental pollution and to their depletion. The rapid increase in fossil

fuel consumption occurred in the 70's (with the estimates show that our civilization has already consumed energy equivalent to 500 billion tons of oil equivalent, of which two thirds were used in the past 100 years) [Jastrzębska 2007]. Limited resources of fossil fuels and environmental devastation caused exploration and exploitation of unconventional sources of energy.

This paper discusses conditions of regional development in aspect of using renewable energy sources.

2 Research methods

The study used a descriptive method which involved the meticulous description of the features and phenomena by establishing the differences between them. Then the isolated set of phenomena known yet, and it describes a whole. Verbal description is performed with numerical information. Are shown reality, compares the characteristics and tasks on the subject of research.

The study also used the method of analysis of source materials and the available literature discussion. The results are shown in tabular and graphic forms complements them.

3 Factors of regional development

T. Kudłacz defines regional development as „a constant growth of the living standards of the inhabitants and economic potential in the scale of a given unit of territory” [Kudłacz 1999]. Developing the definition of regional development presented above in order to determine its rationale and programming functions, identifies regional development with the changes of its main elements, i.e. economic potential, economic structure, the natural environment, infrastructure, spatial order, living standards of inhabitants, spatial economy [Kudłacz 1999] . According to Kudłacz [1999], the issues of regional development can be divided into two groups. The first one comprises the driving forces and mechanisms of regional development. The other one consists of manifestations and – related to them – criteria of assessment of a regional development, concerning mainly its essence and the kind of phenomena, explaining the processes of change and justifying the assessment of its intensity from a given point of view. This group also comprises issues connected with factors of regional growth and development, which also belong to the first group.

Regional development is a process with a cause-and-effect character. It may be compared to an infinite chain of subsequent events, where each is a consequence of past events, e.g. a currently high level of economic development in a given region may have been caused by an accelerated rate of growth in the past, which is going to continue in the future, thus ensuring a high position of this region. Thus in the process of regional development, it is not only a region that undergoes change but also the factors that cause these

changes. Events interrelated by a mechanism of feedback may concern all of the four aspects of the development process. Hence they are the factors of regional development if they stimulate, enable or facilitate this process - or they become barriers if they make the development difficult or impossible [Popławski Region- essence and... 2008]. That is why planning is so important to regional development as well as sustainable development, and what is behind this indicate the possibility of the use of databases with this process.

In this case, the identification and measurement of the level of regional development consist in:

- a choice of two or more comparable stages of the development of the regional development factors mentioned above,
- identification, description and assessment of the qualitative changes between them,
- application of the quantitative properties and their measurements concerning particular factors,
- assessment of the advancement of regional development, resulting from the development of the analyzed properties.

Each scope of regional development has its own specific reasons and factors. Regional development is a complex process and a degree of this complexity results from: a variety of purposes that the development is to serve, a variety of activities that shape it, the combination of resources and production factors which determine the economic relations of a region with its surroundings, and social reasons, i.e. the approval of the objectives of social, economic and spatial development by the community of a given territory and the community's creative approach to the implementation of these objectives. Considering the question of what a region is, it is important to note how it is defined. For a number of years, even during the post-war period, when regional development was disregarded, research on this subject was conducted in Poland [Popławski, Region - its factors and... 2008].

The classical approach to the **factors of regional development**, similarly to the development of the whole country, most frequently distinguishes the following determinants of this development: capital, land and labour. These factors, therefore, include financial (capital) resources, resources of the environment and demographic resources.

The division that is currently dominant is presented e.g. by K. Secomski [1987], who distinguished the following factors of regional development:

- 1) economic (traditional and modern),
- 2) spatial,
- 3) ecological,
- 4) local,

5) social.

The process of regional development, understood the factors of regional development can be more detailed [Blakely 1989]:

- 1) mineral, farming, forest resources and water,
- 2) labour resources, including qualified workers,
- 3) capital, particularly investment capital,
- 4) local and external enterprises,
- 5) transport and communication infrastructure,
- 6) the existing production and service potential, especially industrial potential,
- 7) the values of the natural environment,
- 8) modern production technologies,
- 9) the local and external market,
- 10) skills and willingness of the local authorities,
- 11) the size of a unit of territory, particularly the free area (to be utilized),
- 12) the existence of social forces which support development,
- 13) possibility to obtain subsidies, subventions and allowances (local, regional and national ones),
- 14) the international situation and cooperation.

As economic-spatial systems, regions are characterized by a differentiated level and rate of development. The concept of development is related to such categories as change and structure because it is a series of directed and irreversible changes in the structure of complex objects which have the character of systems. Generally, the sequence of changes which bring about development has a long-term character and consists of phases, periods and stages. The period of these changes and the division into parts is diversified and depends on the kind of system. The analysis of economic development concerns the direction and irreversible changes in the social structure and in economic systems. They refer to global changes in social systems or to particular components of the socio-economic system [Popławski, Region- essence and... 2008].

4 Classification of renewable energy

The dynamic development of new technologies of the 70's, the limited resources of fossil fuels, the inevitable prospect of the spectrum of the energy crisis, and the continuous destruction of the environment as a side effect of the use of conventional energy have caused humanity to draw attention to the exploration and exploitation of unconventional sources of energy.

At the same time understood that it is necessary to seek new energy sources, which are:

- alternatives to fossil fuels,
- cheaper,
- more environmentally friendly.

The reason for such exploration, however, were not environmental considerations, as it is now an issue, only because of the oil crises. Wisniewski [2003] contends that this was due to the risks arising from three reasons:

- because of the uneven distribution of coal, oil and natural gas;
- due to the pollution caused by mining, transport and use of fossil fuels;
- there was more and more real vision of the risks the depletion of fossil fuels, which followed the growing energy needs and the union of the cost of production.

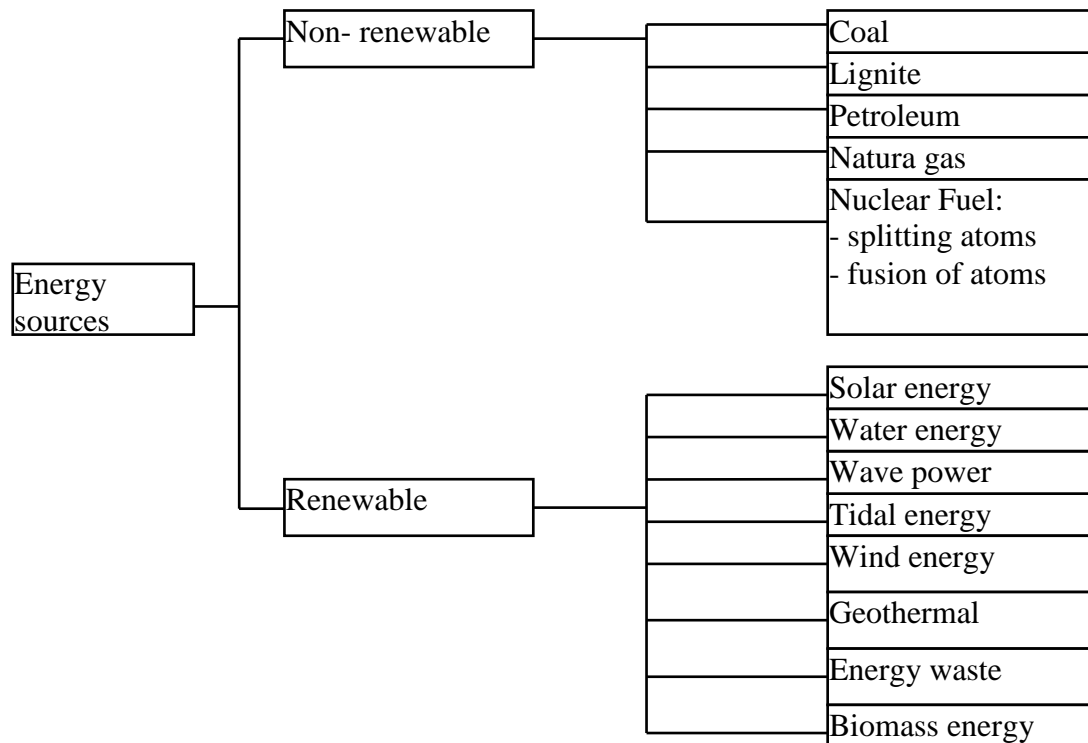
Renewable energy sources are considered by the World Energy Council's energy future. It is believed that due to their potential you will be able to meet the growing energy needs of humanity. It is estimated that their use is growing annually by 4% to 7%, this rate should be maintained until the 2020 [World Energy Council Statement 2000].

The term renewable energy covers a wide range self-regenerate energy sources such as solar radiation, wind, water flow, the earth's internal heat, biomass, etc. we can use them primarily for electricity production, as well as for heating and other energy storage (biomass) [Jastrzębska, 2007]. Renewable energy sources have the special property that they use on that site is not limited publicly available energy resources: solar, wind, rivers, tides and ocean currents, biomass. But we must remember that the management of renewable energy sources should be conducted in such a way that the so-called. Cheap Ekoenergia was also a threat to wildlife and human communities [Popławski, Wiejacki 2010].

In Poland, from 1 January 2003, in accordance with paragraphs. Article 21. 3 of Law - Law Energy , renewable energy sources are defined as:

"A source in the processing using wind, solar, geothermal, waves, currents and tides, rivers and fall in energy derived from biomass, biogas, landfill and biogas generated in the processes of discharge or wastewater treatment or decomposition of plant and animal remains".

Energy sources are divided into renewable and nonrenewable (Fig. 1).



Source: elaborated by authors on the ground: Ciechanowicz W. Energia, środowisko i ekonomia. Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1997, s. 14

Fig.1. Classification of energy sources

Renewable energy sources are practically inexhaustible, because their resources are constantly replenished by natural processes. Their availability is not the same on a global scale, but there are almost everywhere. Resources are readily available solar energy and biomass, while the availability of geothermal energy, wind or water is limited. A characteristic feature of renewable energy sources is their minimal impact on the environment. Renewable energy sources are also called alternative or unconventional sources. Table 1 presents repartition of renovated energy sources.

In Polish conditions, the practical application of technologies have three (groups) [Wisniewski 2003]. These are technologies designed to:

- power generation-hydro, wind, photovoltaics,
- production of electricity and heat, and both forms of energy in combination - installations for the energy use of biogas from landfills and sewage treatment plants, solid bio-fuels (wood and straw)
- heat-geothermal plants, solar collectors.

Table 1. Repartition of renovated energy sources

Primary energy sources		Natural processes of energy conversion	The technical processes of energy conversion	Type of energy	
Sun	Water	Evaporation, melting ice and snow, rain	Hydropower	Electricity	
	Wind	Movement of atmosphere	Windfarms	Heat and electricity	
		Wave energy	Wave power plants		
	Solar radiation	Ocean currents	Plants using ocean currents	Electricity	
		Heaters Earth's surfach and atmosphere	Plants Rusing the heat of the oceans	Electricity	
			Heat pumps	Thermal energy	
		Solar radiation		Collectors and thermal solar power plants	Thermal energy
				Photovoltaic cells and solar Power plants	Electricity
	Biomass	Biomass production	Heating and thermal power plants	Heat and electricity	
			Device processing	Fuels	
Earth	Decay of isotopes	Geothermal source	Geothermal heating and power plants	Heat and electricity	
Moon	Grawitacion	Tidal waters	Tidal power plants	Electricity	

Source: Lewandowski M., Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2001 str. 40

5 Conclusion

Regional development may be treated as an autonomous model of development based on internal potential inherent in a given unit. This entails the creation of regional (local) environment in its broad sense, i.e. including both the material elements, such as infrastructure and innovation, and non-material ones, e.g. culture, customs, traditions. In other size territorial development is a process which largely depends on the activity and creativity of the local community and its representation in the local authorities.

Regional development in the current environment does not only depend on the traditional factors, but also from international conditions imposed on individual countries. Nowadays, more and more regulations will play a role in environmental protection and in particular in the use of renewable energy sources. In Poland, on this basis in a difficult situation will be the region of Silesia, where the majority of coal mines are located. In respect of higher and higher levels of renewable energy sources it will be necessary for the closure of many mines that are the heritage of the region. It should be noted that this fact is associated with the loss of jobs, but there are other to be found that may arise in the development of eco-innovation, including the field of renewable energy sources.

Literature

- [1] Blakely E. J. Planing Local Economic Development, Theory and Practice, Sage Publication , London-New Delhi 1989
- [2] Broł R Rozwój regionalny jako kategoria ekonomiczna [W:] Metody oceny rozwoju regionalnego red. D. Strahl, Wyd. AE Wrocław 2006
- [3] Energy for Tomorrow's World- Acting Now! World Energy Council Statement 2000
- [4] Jastrzębska G., Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007
- [5] Lewandowski M., Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa a 2001, b 2006.
- [6] Kudłacz, A. Programowanie rozwoju regionalnego: Wyd. PWN, Warszawa 1999
- [7] Popławski Ł. Region- its factors and development [In:] Sustainable local development UE supporting tools for agriculture and rural areas for 2007-2013 T. III, Monografie AR Szczecin, pod. red. nauk. P. Mickiewicz i B. Mickiewicz, 2008.
- [8] Popławski Ł. Region- essence and concepts of development [In:] Sustainable local development UE supporting tools for agriculture and rural areas for 2007-2013, T. III, Monografie AR Szczecin, pod. red. nauk. P. Mickiewicz i B. Mickiewicz, 2008.
- [9] Popławski Ł., Wiejacki G., Alternative energy sources in Poland- basic information. Konferencja VCCB Kapusznany Slovakia 2010.
- [10] Secomski K. Teoria rozwoju regionalnego i planowania, Wyd. PWE, Warszawa 1987
- [11] Wiśniewski G. (red.), Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego. Przewodnik dla samorządów terytorialnych i inwestorów. Wydawnictwo EC BREC/IBMER, Warszawa 2003.

ENERGETICKÁ BILANCIA OZDOBNICE ČÍNSKEJ (MISCANTHUS SINENSIS A.) PRI ROZDIELNEJ INTENZITE PESTOVANIA

Matej Polák¹, Pavol Porvaz²

¹VVICB Kapušany pri Prešove; Ekonomická Univerzita v Bratislave

e-mail: vvicb@vvicb.sk

²Výskumný ústav agroekológie Michalovce

e-mail:porvaz@minet.sk

Abstract: The field trial with *Miscanthus sinensis* was performed on the experimental base of the Plant Production Research Center Piešťany – the Agroecology Research Institute Michalovce research on modal fluvisols in Vysoká upon Úh in the years 2006 - 2009. The aim was the parametrization of production and thermic parameters of *Miscanthus sinensis*. We observed the yields of above-ground mass and selected biometric parameters of growth. We determined consequently determine caloric value, combustion heat and the other parameters of content of above-ground phytomass. The plants of *Miscanthus sinensis* was planted using rhizomes in row spacing 1 m x 1 m into thoroughly prepared soil in year 2006. The level of NPK nutrition in the year of trial establishment was 60:26:50 kg.ha⁻¹, in the next years was applied only divided dose 40 + 80 kg N.ha⁻¹. The average yields of dry mater of above-ground phytomass of *Miscanthus sinensis* measured in the absolute dry mater were in the year of stand establishment 4.81 t.ha⁻¹(2006), in the first economic year (2007) 14.10 t.ha⁻¹, in the second economic year (2008) 26.10 t.ha⁻¹ and in the third economic year (2009) 36.63 t.ha⁻¹. The values of the combustion heat of phytomass of *Miscanthus sinensis* were 19.03 (2006), 18.42 (2007), 19.02 (2008) and 19.02 MJ.kg⁻¹ (2009). The energetic values of the combustion heat of produced phytomass on the field unit was according to years 91.534 (2006, year of stand establishment), 259.722 (2007, the first economic year), - 496.422 (2008, the second economic year) and 696.703GJ.ha⁻¹ (2009, the third economic year).

Keywords: *Miscanthus giganteum*; biomass; thermal properties; nitrogen fertilization

1 Úvod

Produkcia pôdohospodárskej biomasy a jej využívanie na energetické účely môže aktívne prispieť k záväzku SR do roku 2020 zabezpečiť 12 % výroby energie z obnoviteľných zdrojov (Zacharda, 2007). Z predbežných ekonomických analýz vyplýva, že zakladanie a obhospodarovanie energetických porastov môže byť efektívne pri ročnej produkcii dendromasy aspoň 10 ton sušiny na hektár. Využitie energetických rastlín na tvorbu biomasy podľa spôsobu pestovania trvácich (ozdobnica čínska, štiav Uteuša) alebo jednoročných (cirok cukrový) je preto veľmi aktuálna. V podmienkach Východoslovenskej nížiny sa introdukovala ozdobnica čínska (*Miscanthus giganteum*). Dosiagnuté úrody sušiny ozdobnice čínskej v ročníku 2005 naznačujú určitú stabilitu produkčného potenciálu ozdobnice čínskej v agroekologických podmienkach Východoslovenskej nížiny na fluvizemi kultizemnej. Dosiagnutý priemer tvorby nadzemnej biomasy bol v ročníkoch 2005 ($34,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ sušiny) a 2004 ($36,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ sušiny) čo dáva predpoklad pre použitie rastliny na energetické účely (Porvaz, 2006). Technológia pestovania ozdobnice čínskej na Slovensku bola testovaná v podmienkach Východoslovenskej nížiny a vyhodnotená ekonomickou a energetickou bilanciou pestovateľského procesu (Porvaz et al., 2008).

2 Materiál a metóda

V rámci riešenia bol na pracovisku realizovaný polyfaktoriálny pokus s ozdobnicou čínskou. Ozdobnica čínska sa založila výsadbou do sponu $0,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ s variantmi výživy (V1- $40 \text{ kg kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, V2- $60 \text{ kg kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a V3-kontrolný variant bez hnojenia), na experimentálnom pracovisku OVÚA Michalovce vo Vysokej nad Uhom. na fluvizemi modálnej v bezzávlahových podmienkach v roku 2003. Sledované boli produkčné roky 2004, 2005 a 2006. Riešenie zahŕňalo kvantifikáciu produkcie úrody v absolútnej sušine ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) biomasy ozdobnice čínskej (*Miscanthus chinensis* A.) v druhom (2004) až piatom (2007) roku pestovania pri diferencovanej úrovni výživy v agroklimatických podmienkach Východoslovenskej nížiny. V tomto zmysle sme urobili energetickú analýzu termických ukazovateľov nadzemnej fytohmoty ozdobnice čínskej v diferencovaných podmienkach výživy s cieľom vyhodnotiť vplyv výživy na produkciu a spalné teplo.

2.1 Pôdne podmienky pokusného stanovišťa

Fluvizem modálna (FM) - patrí k vývojovo mladším pôdam, hlbokým, bez štrkovitosti, dobre priepustná v celom profile. Zrnitostná skladba je priaznivá, hlinitopiesočnatá až hlinitá. Ornica je svetlohnedej farby, hrudkovitej až drobnohrudkovitej štruktúry, drobivej až kyprej konzistencie. Podorničie je dobre priepustné, zvyčajne sa neodlišuje od ornice. Ornica aj podorničie majú stredný až nízky sklon k hrudkovitosti. Podľa obsahu ílovitých častíc sú zaradované medzi pôdy stredne ťažké. Pôdotvorným substrátom týchto pôd

sú stredné až ľahké aluviálne náplavy rieky Uh. Fluvizeme zaberajú približne 26 % z celkovej výmery Východoslovenskej nížiny (VSN). Pôdne podmienky sú opísané v práci Tótha (2006).

2.2 Klimatické charakteristiky pokusného stanovišťa

V priebehu výskumného obdobia sa na experimentálnej lokalite sledovali vybrané meteorologické údaje priemerná denná teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$] a atmosférické zrážky [mm], ktoré boli získavané z meteorologickej stanice SHMÚ nachádzajúcej sa v areáli experimentálneho pracoviska. Z hľadiska dlhodobých klimatických charakteristík je možné všeobecné podmienky experimentálneho pracoviska vo Vyskej nad Uhom charakterizovať nasledovne: priemerná ročná teplota vzduchu vo vegetačnom období $16,3^{\circ}\text{C}$, ročný úhrn zrážok vo vegetačnom období 344 mm, celková suma za vegetačné obdobie (tepelná vegetačná konštanta), činí približne 2880°C , celková ročná doba trvania slnečného svitu je cca 2200 hodín, za vegetačné obdobie cca 1442 hodín, v jednotlivých rokoch zrážky značne kolíšu a dosahujú 40 – 60 % normálu. Zvlášť významné je ich nerovnomerné rozdelenie počas vegetačného obdobia. Priemerné mesačné teploty vzduchu v období rokov 2004 – 2006 a ich odchýlky od dlhodobého normálu sú v práci Porvaza, (2005).

3 Výsledky a diskusia

Priemerné úrody sušiny nadzemnej fytohmoty ozdobnice čínskej mali podľa rokov narastajúci trend a medziročné rozdiely boli štatisticky preukazné tabuľka 1. V roku založenia porastu bola priemerná úroda $4,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, v prvom úžitkovom roku $14,10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, v druhom úžitkovom roku $26,10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a v treťom úžitkovom roku $36,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dosiahnuté výsledky korešpondujú s výsledkami (Porvaz et al., 2008) z identickej lokality, ktorý v priemere za tri sledované varianty výživy dosiahol úrodu fytohmoty ozdobnice čínskej v roku založenia porastu $7,73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2003). Za prvý až štvrtý úžitkový rok (2004 – 2007) uvádza priemernú úrodu $36,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, resp. podľa rokov $37,18 - 38,51 - 36,04 - 34,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Úrodový potenciál ozdobnice čínskej prevyšuje možnosti u nás pestovaných poľných plodín, žiada sa komparácia s rýchlorastúcimi drevinami. Súhlasne s našimi skoršími zisteniami (Porvaz et al., 2008) má ozdobnica čínska predpoklad úspešného využitia ako plodina na energetické účely.

Tabuľka 1: Sledované úrodotvorné prvky a úroda nadzemnej fytomasy ozdobnice čínskej v absolútnej sušine

Rok (1)	Opakovanie (2) I	Opakovanie (2) II.	Opakovanie (2) III.	Opakovanie (2) IV.	Priemer (3)
výška rastlín [m] (4)					
2006	1,31	1,32	1,32	1,29	1,31
2007	2,11	2,12	2,11	2,08	2,11
2008	3,00	3,20	3,02	3,00	3,06
2009	3,15	3,18	3,15	3,13	3,15
počet odnoží na rastlinu [ks] (5)					
2006	17	20	18	15	18
2007	32	35	35	30	33
2008	58	65	58	49	58
2009	70	87	83	67	77
priemer odnožovacieho kruhu rastlín [m] (6)					
2006	0,35	0,37	0,35	0,34	0,35
2007	0,62	0,65	0,63	0,53	0,61
2008	0,71	0,82	0,70	0,59	0,73
2009	0,87	0,91	0,86	0,67	0,81
úroda fytomasy [$t \cdot ha^{-1}$] (7)					
2006	4,39	6,16	4,50	4,20	4,81
2007	14,10	14,8	14,81	12,80	14,13
2008	21,89	37,22	24,68	20,77	26,14
2009	39,87	41,27	37,75	27,64	36,63
Spolu (8) 2006 - 2009	77,83	99,45	81,74	67,83	81,71

Termické ukazovatele fytomasy ozdobnice čínskej uvádzame v tabuľke 2. Priemerná hodnota spalného tepla fytomasy ozdobnice čínskej bola $19,02 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, podľa rokov boli adekvátne hodnoty $19,03 - 18,42 - 19,02 - 19,02 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Podľa rokov bola energetická hodnota spalného tepla vyprodukovanej fytomasy ozdobnice čínskej $91,534 - 259,722 - 496,422 - 696,703 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Podľa Porvaza et al. 2008, je výhrevnosť zemného plynu $33,5 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$, hnedého uhlia $15,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, čierneho uhlia $26,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a palivového dreva $14,2 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Priemerná výhrevnosť fytomasy ozdobnice čínskej pri pôvodnej vlhkosti (tabuľka 2) bola $15,56 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, pri teplote 105°C bola priemerná výhrevnosť $17,72 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Fytomasa ozdobnice čínskej mala vyššiu výhrevnosť ako palivové drevo a fosílné palivo – hnedé uhlie. Dôležité sú tiež údaje o obsahu popola (3,46 %) a sledovaných prvkov v emisiách, napr. celkovej síry ktorej priemerná hodnota bola 0,12 %. Spaľovanie fytomasy ozdobnice čínskej spĺňa ekologické kritériá na obsah emisií vypúšťaných do ovzdušia. Ekologicky prijateľná introdukcia ozdobnice čínskej ako energetickej plodiny je do vyhovujúcich agroekologických podmienok Slovenska žiadúca.

Tabuľka 2 Termické rozbery ozdobnice čínskej (2006 – 2009)

Ukazovateľ (1)	Označenie (2)	Jednotka (3)	2006	2007	2008	2009	Priemer 2006-2009 (4)
Spalné teplo(5)	Q s(d)	[MJ/kg]	19,19	18,76	19,2	19,1	19,02
výhrevnosť sušiny pri 105 °C (6)	Q i(d)	[MJ/kg]	17,92	17,54	17,9	17,7	17,72
výhrevnosť pri pôvodnej vlhkosti (7)	Q i(r)	[MJ/kg]	15,09	15,8	15,7	15,8	15,56
voda celková (8)	W t(r)	[%]	13,88	8,71	9,56	9,35	10,65
voda analytická (9)	W (a)	[%]	5,31	3,88	4,90	4,82	4,67
Popol (10)	A (r)	[%]	5,2	3,16	2,01	2,01	3,46
síra celková (11)	S t(r)	[%]	0,06	0,16	0,13	0,13	0,12
element. anal. (12)	H (r)	[%]	5,01	5,1	5,50	5,50	5,20
uhlík (13)	C (r)	[%]	41,27	43,41	42,9	42,8	42,49
dušík (14)	N (r)	[%]	1,12	0,36	0,18	0,18	0,55
kremík (15)	Si (d)	[%]	1,79	1,09	0,65	0,63	1,17
chlór (16)	Cl (d)	[%]		0,16			0,22

4 Záver

V poľných podmienkach na experimentálnej báze Centra výskumu rastlinnej výroby - Výskumného ústavu agroekológie Michalovce vo Vysokej nad Uhom bol na fluvizemi modálnej v rokoch 2006 – 2009 realizovaný pokus s ozdobnicou čínskou. Cieľom bola parametrizácia produkčných a termických ukazovateľov ozdobnice čínskej pri diferencovanej úrovni výživy. Sledovali sme úrodu nadzemnej hmoty a vybrané biometrické ukazovatele rastu, následne sme stanovili výhrevnosť, spalného tepla a ďalšie obsahové ukazovatele nadzemnej fytomasy. Dosiahnuté úrody nadzemnej biomasy, ktorý v priemere za tri sledované varianty výživy dosiahol úrodu fytomasy ozdobnice čínskej v roku založenia porastu 7,73 t.ha⁻¹ (2003). Za prvý až štvrtý úžitkový rok (2004 – 2007) uvádza priemernú úrodu 36,54 t.ha⁻¹, resp. podľa rokov 37,18 – 38,51 – 36,04 – 34,43 t.ha⁻¹. Podľa rokov boli hodnoty spalného tepla fytomasy ozdobnice čínskej 19,03 (2006), 18,42 (2007), 19,02 (2008) a 19,02 MJ.kg⁻¹ (2009). Energetická hodnota spalného tepla vyprodukovanej fytomasy na jednotku plochy bola podľa rokov 91,534 (2006, rok založenia porastu), 259,722 (2007, prvý úžitkový rok), – 496,422 (2008, druhý úžitkový rok) a 696,703 GJ.ha⁻¹ (2009, tretí úžitkový rok).

Literatúra

- [1] PORVAZ, P. 2005. Využitie špeciálnych a netradičných plodín vo vzťahu k multifunkčnému poľnohospodárstvu In : Správa za účelovú činnosť, s. 21
- [2] PORVAZ, P. 2006. Možnosti využitia a produkčné parametre Miscanthus sinensis A. In: Biotechnologie, Brno, 2006.
- [3] PORVAZ, P. – MATI, R. – KOTOROVÁ, D. – JAKUBOVÁ, J. 2008.

Pestovanie ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis* Anderss.) – metodická príručka. Michalovce : SCPV – ÚA Michalovce, 2008, 32 s. ISBN 978-80-88872-93-1.

- [4] ZACHARDA, F. (2007): Potenciál poľnohospodárskej a lesníckej biomasy ekonomické a legislatívne predpoklady rozvoja bioenergetiky. In: Predpoklady využívania poľnohospodárskej a lesníckej biomasy na energetické a biotechnické využitie. Nitra: SAPV, 2007, č. 58, s. 9-15.
- [5] TÓTH, Š. 2006. Biologická degradácia rezíduí herbicídov v pôdnom prostredí. In: Biotechnologie 2006, České Budejovice.

ÚRODA DENDROMASY RÝCHLORASTÚCICH VÍRB V PÔDNOKLIMATICKÝCH PODMIENKACH JUHOVÝCHODNÉHO SLOVENSKA

Štefan Tóth

Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

Abstract: There were tested fast-growing willow for its wood biomass production in field conditions of Southeast Slovakia. The article mentioned the possibilities of basket willow - *Salix viminalis* L. long-lasting field production concerning the actual legislative restrictions and agri-environmental specifics. At the field trials it was the TORA variety extensively cultivated at stand density 12 thousand trees per hectare. The stand was established on spring 2006 and harvested at end of september 2010. The article discusses relations between the wood biomass amount and the easily identifiable biometric parameters as thick tree trunk or tree height. According to obtained results the average thickness of trees 3 cm means the 10 t.ha⁻¹ wood biomass production in absolute dry matter, and adequately: 7 cm – 90 t.ha⁻¹, 8.2 cm – 150 t.ha⁻¹, 9.2 cm – 200 t.ha⁻¹, 11 cm – could exceed 300 t.ha⁻¹.

Keywords: energy crops, fast-growing willow, production potential, soil conditions, biometric measurements

1 Úvod

K novodobým perspektívam poľnohospodárskej výroby na Slovensku patrí pestovanie energetických plodín (Porvaz, 2008, 2009; Daniel, 2008; Otepka a Habán, 2011). Kým v prípade tradičných poľných plodín ide viac-menej iba o záležitosť zmeny v otázke využitia, rozhodnutie o pestovaní rýchlorastúcich drevín vyžaduje zrelú úvahu. V predkladanom príspevku by sme radi zhodnotili niektoré výsledky a poznatky s pestovaním rýchlorastúcej vírby, získané pri výskumnej a expertíznej činnosti v nížinných podmienkach juhovýchodného Slovenska.

2 Materiál a metóda

Pokusy s rýchlorastúcimi formami rôznych druhov vírb *Salix* spp. (*alba*, *viminalis*, *americana*) s krovitým a stromovitým typom rastu boli založené na experimentálnej báze CVRV – VUA Michalovce vo Vysokej nad Uhom v roku 2004 na fluvizemi modálnej v podmienkach bez závlah. Osové odrezky

sa vysadili do dôkladne pripravenej pôdy v spone 0,5 x 1 m. Vzorky rastlinného materiálu pre biometrickú parametrizáciu boli odobraté začiatkom januára roku 2010. Bližšie metodologické údaje sú uvedené v práci Porvaza (2009).

Lokalita sa nachádza 20 km južne od Michaloviec, v nadmorskej výške 107 m.n.n. a reprezentuje centrálnu časť Východoslovenskej nížiny (VSN), oblasť s kontinentálnym rázom podnebia. Územie VSN sa nachádza v oblasti teplej, polosuhej až suchej, s priemernou teplotou vzduchu 9,0°C (30-ročný priemer, normál), priemernou teplotou vzduchu vo vegetačnom období 16,3°C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok je 584 mm, z toho vo vegetačnom období 344 mm. Podnebie má kontinentálny ráz, ktorý sa prejavuje predovšetkým medzi priemernými teplotami najteplejšieho a najchladnejšieho mesiaca v roku. Celková suma za vegetačné obdobie činí približne 2880°C, celková ročná doba trvania slnečného svitu je cca 2200 hodín, za vegetačné obdobie cca 1442 hodín. V jednotlivých rokoch zrážky značne kolíšu a dosahujú 60-40% normálu. Zvlášť významné je ich nerovnomerné rozdelenie počas vegetačného obdobia. Charakteristické sú pre túto oblasť zrážky privalovej povahy o vysokej intenzite, ktoré značne znižujú ich využitie poľnohospodárskymi plodinami. Smer vetra je najčastejšie severný a severozápadný, najslabšie prúdenie je od júna do októbra, najsilnejšie od januára do marca.

Fluvizem modálna (FMm) patrí k pôdam hlbokým, bez štrkovitosti, dobre priepustná v celom profile. Zrnitostná skladba je priaznivá, hlinitiesočnatá až hlinitá. Ornica je svetlohnedej farby, hrudkovitej až drobnohrudkovitej štruktúry, drobivej až kyprej konzistencie. Podorničie je priepustné, väčšinou sa neodlišuje od ornice. Ornica aj podorničie majú stredný až nízky sklon k hrudkovitosti. Charakteristicky je pre tieto pôdy výskyt horizontu ťažkého nánosu s hrúbkou cca 0,15 m, ktorý sa nachádza v hĺbke 0,80 m i hlbšie. Pôdotvorným substrátom týchto pôd sú stredné až ľahké aluviálne náplavy rieky Uh, v ktorých väčšinou prebieha slabý glejový proces pri periodickom ovlhčovaní pôdy kapilárnym vzlínaním z podzemných vôd. Časť fluvizemi s vyššie položeným horizontom s väčšou hrúbkou, ktorá je na prechode k fluvizemiam glejovým a oglejeným, vyžaduje úpravu vodných pomerov. Merná hmotnosť sa pohybuje v rozmedzí 2629 - 2663 kg.m³, objemová hmotnosť v rozpätí 1390 - 1550 kg.m³, pórovitosť v rozpätí 40,48 - 47,88%.

Porast rýchlorastúcej vrby švédskej proveniencie (TORA – *Salix viminalis*) bol založený v kukuričnej výrobní oblasti v južnej časti východného Slovenska v roku 2006, v porovnateľných podmienkach ako opisujeme pri lokalite Vysoká nad Uhom. Výsadba bola strojovo špeciálnym sadzačom systémom dvojriadkov v spone 0,75 x 0,75 (vzdialenosť medzi dvoma riadkami) x 1,50 m (vzdialenosť medzi dvoma dvojriadkami) x 0,75 m (vzdialenosť rastlín v riadkoch), čo prepočítane zodpovedá počtu cca. 12 000 vysadených sadeníc na hektár, t.j. 1,2 jedincov.m⁻². Porast bol následne pestovaný extenzívnym spôsobom. Vzorky rastlinného materiálu pre biometrickú parametrizáciu boli odobraté v rámci

expertíznej činnosti CVRV – VUA koncom septembra roku 2010. Bližšie metodologické údaje sú uvedené v práci Tótha a Porvaza (2011).

3 Výsledky a diskusia

Pestovanie rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde nie je v zmysle platnej legislatívy poľnohospodárskym využitím takejto pôdy. Vyhnúť sa opletačkám s úradmi, ale aj serióznym vzťahom s majiteľmi pozemkov, vyžaduje preto pri zakladaní porastov rýchlorastúcej vrbu na ornej pôde či na trvalých trávnych porastoch dočasné odňatie, resp. dočasnú zmenu spôsobu využitia p.p., a to na dobu najviac desať rokov. Ak pestovanie presiahne túto dobu, čo bude skôr pravidlom, pred ukončením platnosti rozhodnutia o dočasnom odňatí je pestovateľ povinný požiadať o vydanie nového rozhodnutia vo veci. Pre tento účel by sa mali preferovať pôdy zaradené podľa sedemmiestneho kódu BPEJ do 6. až 9. skupiny kvality. Keďže sa vytvorí obrovské množstvo drevnej koreňovej hmoty a predpokladá sa i nepriaznivá zmena vlastností pôdy, po ukončení pestovania je povinnosťou pestovateľa vrátiť poľnohospodársku pôdu do pôvodného kvalitatívneho stavu spätnou rekultiváciou.

Pestovanie rýchlorastúcich vrb je v určitých prípadoch ideálnym riešením produkčného využitia lokalít, osobitne v kontexte dôsledkov klimatickej zmeny ale aj pri ochrane biotopov. Na rozdiel od iných plodín, vrátane energetických, rýchlorastúcim vrbám jedinečne vyhovujú zaplavované i keď nie trvalo zamokrené územia. Ochrana biotopov istých rastlinných či živočíšnych druhov spravidla obmedzuje časovanie či samotné pestovateľské zásahy, ktoré sú najmä pri extenzívnom pestovaní rýchlorastúcich vrb bezpredmetné. Z hľadiska fyto-remediácie sa vhodnosť pestovania rýchlorastúcich vrb spája aj s likvidáciou odpadových vôd a kalov.

Kým porasty rýchlorastúcej vrbu o menšej výmere je možné založiť aj ručnou výsadbou, pre kultúrne diely o väčšej výmere je vhodnejšia strojová výsadba špeciálnym sadzačom. Pre priemyselný zber je osvedčený systém dvojriadkov v spone 0,75 m x 0,75 m (vzdialenosť medzi dvoma riadkami) x 1,50 m (vzdialenosť medzi dvoma dvojriadkami) x 0,75 m (vzdialenosť rastlín v riadkoch). Pri uvedenom sponu je hustota rastlín približne 1,2 jedincov.m⁻², čo zodpovedá počtu 12 000 vysadených sadeníc na hektár. Rubná doba rýchlorastúcej vrbu sa odvíja od použitého sponu, ale tiež od miestnych pôdnoklimatických podmienok, agrotechnických opatrení a vlastností odrody. Pri zmienenom sponu je rubná doba podľa intenzity pestovania každých 4 - 5 rokov, t.j. pri 20 – 25 ročnom pestovaní sa celkovo uvažuje so 4 – 6 rubnými cyklami. Čím kratšia rubná doba, tým vyšší počet jedincov sa vysádza, pri rubnej dobe 2 roky je zaužitý spon iba 0,5 m x 0,5 m.

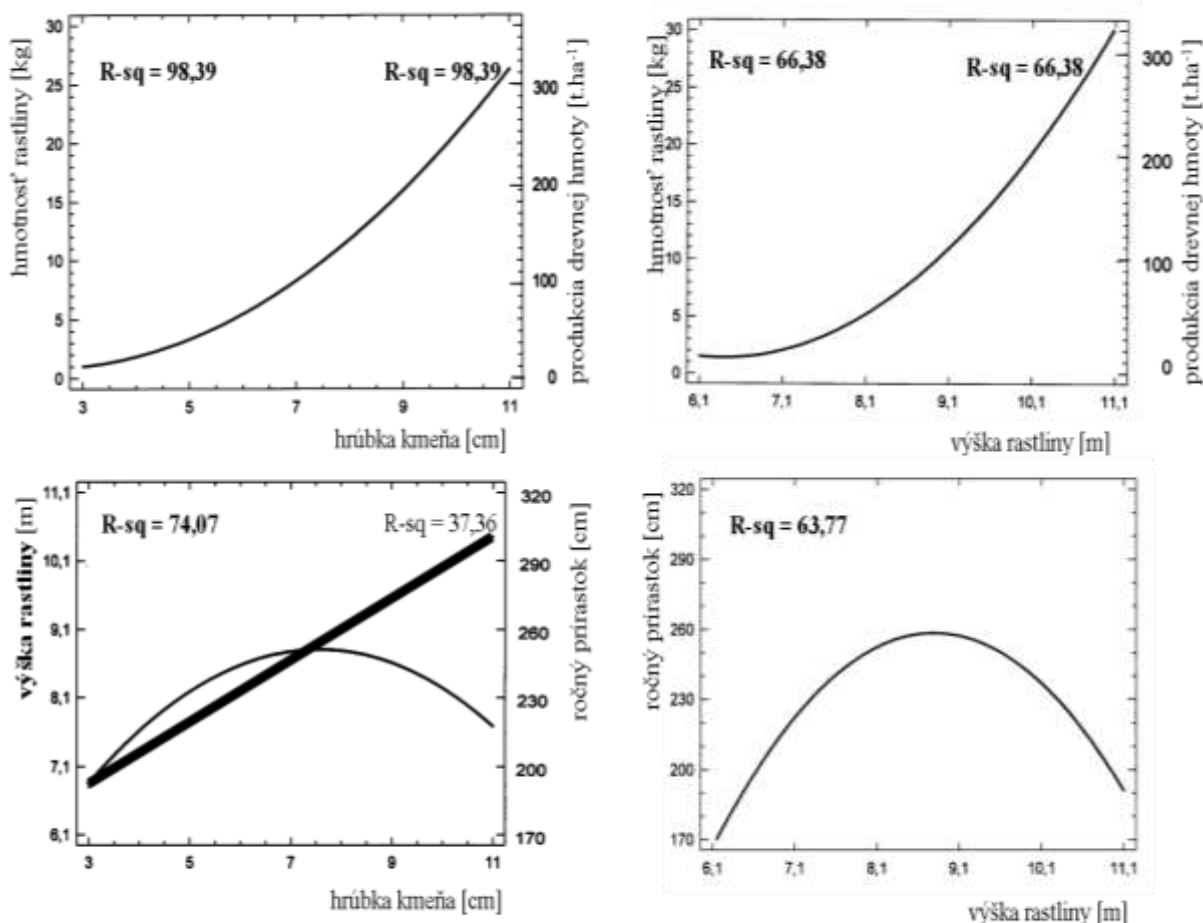
Pre výsadbu intenzívnych porastov sa používajú kratšie i dlhšie odrezky, t.j. prúty o dĺžke 20 - 30 cm (pri dlhších 2/3 do pôdy a 1/3 nad zemou) a hrúbke

1 – 1,5 cm, ktorých ujatost' je podmienená kultúrnym stavom parcely, úrovňou agrotechniky a najmä v suchých rokoch aj dostupnosťou závlah. Porasty rýchlorastúcich vrb sa ale spravidla zakladajú aj na zanedbaných plochách, s úplne odlišnými podmienkami. Pre výsadbu extenzívnych porastov sa preto používa hlbšia výsadba a dlhšie odrezky až je možné použiť i prúty o dĺžke približne 1,2 m. Dlhšie odrezky a prúty sú v porovnaní s kratšími odrezkami vitálnejšie a majú i lepšiu konkurenčnú schopnosť voči burinám. Pre výsadbu je vhodnejšia zoraná a zarovnaná parcela, pri výsadbe do strniska či trávnej alebo zaburinenej plochy je nižšia ujatost' a predlžuje sa rubná doba. Hlavne v prvom roku je potrebná likvidácia burín kultiváciou porastov, plečkovaním prípadne aj okopávkou. Počiatočný rast rýchlorastúcich vrb je v porovnaní s rastom burín pomalší a kritickou fázou porastov je prerastenie dominujúcich, teda najmohutnejších a konkurenčne najsilnejších druhov burín vrbami. Vývin rýchlorastúcich vrb je pri silnom výskyte takýchto druhov burín a zanebanej kultivácii porastov buď potlačený úplne, alebo sa ich vývin v priaznivejšom prípade iba adekvátne oneskorí o jeden až tri roky. Za priaznivých podmienok dosahujú rýchlorastúce vrby v prvom roku výšku 1,5 – 2 m. Pre extenzívny porast rýchlorastúcej vrby je charakteristické, že svojou zapojenosťou či výpadkami a nevyrovnanosťou vzrastu ako aj kondíciou jedincov kopíruje prirodzenú úrodnosť parcely, resp. jej heterogenitu. Takýto extenzívny porast má kompletne zapojené až úplne vypadnuté časti, najmä ak bol silný konkurenčný tlak burín sprevádzaný absenciou likvidácie burín a prvotne limitujúcim faktorom - suchým počasím v roku založenia. Dobre vyvinuté časti extenzívneho porastu rýchlorastúcich vrb sa ale svojou produkciou dokážu vyrovnat' produkcii intenzívne pestovaných porastov.

Za optimálnu produkciu drevnej hmoty porastov rýchlorastúcich vrb sa považuje cca 50 - 75 t.ha⁻¹ pri absolútnej sušine, t.j. pri novošľachtencoch a 4 – 5 ročnej rubnej dobe prerátane za rok 15 t.ha⁻¹ (Daniel, 2008; Otepka a Habán, 2011). Pri starších odrodách Slovenskej proveniencie sa pri šesť ročnej rubnej dobe dosiahlo 10 – 12 t.ha⁻¹ prerátane za rok, v južných podmienkach východného Slovenska (Porvaz, 2009). Pri januárovom zbere sa pri vlhkosti dosahujúcej až 49 – 51 % manipuluje s rovnakým objemom ale až dvojnásobne ťažšou hmotou, na ktorú sa v stave štiepky vzťahuje cena 50 – 55 €.t⁻¹. Z hľadiska spaľovania je ideálnou 20 % vlhkosť štiepky. Produkcia na slabo zapojených a nezapojených častiach je pochopiteľne adekvátne nižšia a miestami až žiadna. Podľa biometrických meraní, vykonaných na extenzívnom poraste rýchlorastúcej vrby novošľachtencov švédskej proveniencie v južnej časti východného Slovenska, sa pri vyššie uvedenom sponse a ujatosti 95 % optimálna produkcia dosahuje pri priemernej hrúbke kmeňa 5,5 – 6 cm. Pri priemernej hrúbke kmeňa 3 cm je produkcia drevnej hmoty iba 10 t.ha⁻¹, avšak pri priemernej hrúbke kmeňa 7 cm produkcia už presahuje 90 t.ha⁻¹. Pri nezmenenom počte jedincov na plochu by sa produkcia drevnej hmoty 150 t.ha⁻¹ dosiahla pri priemernej hrúbke kmeňa 8,2 cm, 200 t.ha⁻¹ by sa dosiahlo pri

priemernej hrúbke kmeňa 9,2 cm a podobne pri priemernej hrúbke kmeňa 11 cm by produkcia presiahla už $300 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na plne zapojených a vyvinutých častiach hodnoteného porastu rýchlorastúcej vrbky sa v piatom roku reálne dosahuje široké rozmedzie hrúbky kmeňa 2 – 11 cm, pri kolísaní priemernej hrúbky desiatich kmeňov kmeňov 5 – 7 cm. Dosiahnutie priemerne hrubších kmeňov by si vyžadovalo dlhšiu rubnú dobu, prípadne intenzívnejšie pestovanie alebo viac životného priestoru pri organizácii porastu čo by ale sprevádzal pokles jedincov na plochu. Naopak, pri skracovaní rubnej doby na 2 roky sa výsadba zahusťuje a úrodným prvkom sa stáva vyšší počet jedincov dosahujúcich výšku 3 – 4 m a hrúbku 2 – 3 cm. Ak však pestovateľ staví na potrebu menšieho počtu zberov a menšieho počtu vysadených jedincov, predpoklady o rednutí dreva novointrodukovaných odrôd rýchlorastúcich vrb švédskeho pôvodu v našich podmienkach pri dlhšej ako 6 - 7 ročnej rubnej dobe sa nemusia zakladať na skutočnosti.

REGRESNÁ ANALÝZA BIOMETRICKÝCH PARAMETROV



legenda:

Hmotnosť rastliny a produkcia drevnej hmoty pri absolútnej sušine. Ročný prírastok sa týka posledného, t.j. piateho roku. R-sq = index determinácie, t.j. percentuálna miera, akou sa pri danej funkcii (krivke) variabilita hodnôt nezávislého parametra (os x) podieľa na variabilite hodnôt závislého parametra (príslušná os y).

Literatúra

- [1] OTEPKA, P. – HABAN, M.: Cultivation of fast-growing basket willow (*Salix viminalis* L.) fertilized with wood ash for energy, remedial and medicinal uses. In: *Acta fytotechnica et zootechnica – Special number*, 2011, p. 1-4
- [2] DANIEL, J.: Produkčné parametre vrby košíkárskej (*Salix Viminalis* L.) v podmienkach severného Slovenska. http://www.enef.eu/pdf/2008_40.pdf
- [3] TÓTH, Š. - PORVAZ, P. : Perspektívna plodina – rýchlorastúca vrba. In: *Úroda*, 2011, 6, s.90-91
- [4] PORVAZ, P.: Domáce a introdukované rastlinné druhy ako zdroje obnoviteľných foriem energie v oblasti Východoslovenskej nížiny. Záverečná správa 2006 UO 27/091 05 01/091 05 10-03-04 (12). CVRV, Michalovce, 2009, 12 s.
- [5] PORVAZ, P.: Produkčné a energetické parametre ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis*A.) pri diferencovanej úrovni dusíkatej výživy. In : *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu Nitra – Ústav agroekológie Michalovce*, 2008, s.119-124, ISBN 978-80-888-72-87-0, EAN 9788088872870

PROSPECTS AND POSSIBILITIES DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY IN UKRAINE

Victor V. Bunda¹, Svitlana A. Bunda¹, Matej Polák², P.P.Gavrilko

¹Transcarpathian State University, 87-B Kapushanska St., Uzhgorod 88015, Ukraine

e-mail: viktor.bunda@upjs.sk

²VVICB Kapušany pri Prešove; Ekonomická Univerzita v Bratislave

e-mail: vvicb@vvicb.sk

³Uzhgorodian Education Centre of National Trade – Economic University in Kyiv

Abstract: The paper discussed possibilities and prospects of development of the solar energy in Ukraine. The use of solar energy in Europe and the energy potential of Ukraine are studied. The basic concept of solar energy development in Ukraine are present. Certain provisions of the proposed strategy to accelerate market for alternative energy sources in Ukraine are proposed.

Keywords: solar energy; the energy potential of Ukraine; the concept of development strategy of accelerating the market; power engineering; alternative and renewable energy

1 Introduction

На современном историческом этапе диалектика развития энергетики привела к границе, когда потребление первичных энергоресурсов достигло таких гигантских (планетарных масштабов), что с одной стороны, угрожают их исчерпанием и “энергетическим голодом”; с другой - метаморфозой окружающей среды в направлении ее деградации и полного исчезновения ноосферы. Для преодоления этой угрозы и решения проблемы энергообеспечения без негативных экологических последствий необходимо коренное изменение концепции, стратегии и тактики последующего развития энергетической базы существования общества.

2 Технологии использования солнечной энергии окружающей среды

Различают два основных вида превращения солнечной энергии: солнечные коллекторы, в которых солнечная энергия превращается сначала в тепловую, а затем, если нужно, в электрическую; фотогальванические элементы, которые превращают солнечную энергию

непосредственно в электрическую (основаны на явлении внутреннего фотоэффекта в полупроводниковых гетероструктурах).

Солнечные коллекторы:

- а) коллектор с тепловой ловушкой: используется прозрачное твёрдое тело (метилметакрилат), которое прилегает к обычной плоской пластине. Метилметакрилат имеет высокие значения коэффициента пропускания в видимой и ближней инфракрасной областях спектра, и низкое значение коэффициента пропускания в диапазоне длинноволнового (инфракрасного) излучения, а также низкое значение коэффициента теплопроводности.

Принцип используется в солнечных прудах: вода прудов содержит растворенную соль, концентрация которой увеличивается с глубиной. Дно пруда затемнено, поэтому солнечное излучение проникает до самого дна, нагревает воду нижних слоёв, а конвекционные потери подавляются наличием градиента плотности.

- б) параболические и спиральные концентраторы: солнечные лучи попадают на зеркальную поверхность, отражаясь на трубу коллектора и нагревая ее и рабочее вещество, которое находится в ней.

Принцип используется на солнечных фермах: на участках, непригодных для земледелия, решетчатые панели из стальных труб, которые ловят солнечные лучи; азот, который циркулирует в трубах, собирает тепло и отводит его в резервуары с расплавленными солями. Последние способны сохранять высокую температуру несколько суток; При необходимости эту энергию можно использовать для производства электрического тока.

- в) система с центральным коллектором: состоит из большого количества управляемых зеркал-гелиостатов, которые отражают солнечную радиацию и направляют ее на центральный приемопередатчик. Принцип используется в солнечных электростанциях башенного типа, где приемопередатчик размещен на высокой башне, и в солнечных печах: параболическое зеркало устанавливается неподвижно и ориентируется на север. Напротив него устанавливаются гелиостаты с системой наблюдения за движением солнца; солнечные лучи поступают на гелиостаты, отражаются на зеркало, а потом на приёмопередатчик - фокус установки.

Фотогальванические элементы. Если в полупроводниковый материал вносить незначительные количества соответствующих примесей, то можно изменять его электрические свойства и получать полупроводниковые материалы с электропроводностью двух основных типов : p-типа со связанными носителями отрицательного заряда и свободными

носителями положительного заряда, и n -типа со связанными положительно заряженными и свободными отрицательно заряженными носителями. Если в одном кристалле полупроводника создать слой двух указанных типов и осветить поверхность кристалла солнечными лучами, то носители будут диффундировать через p - n переход навстречу друг другу, образуя во внешней цепи электрический ток. Принцип используется в солнечных батареях, которые могут устанавливаться на разных сооружениях, транспорте и бытовых предметах.

3 Использование солнечной энергетики в Европе

Основными видами использования солнечной энергии является горячее водо- и теплоснабжение с применением солнечных коллекторов (СК). Объем рынка установки СК к концу двадцатого века в развитых европейских странах составил около одного миллиона квадратных метров. При этом темп прироста объема рынка находился на уровне 30%. В целом в Европе общая площадь СК в 2000 году превысила десять миллионов квадратных метров. Интересно отметить, что темпы увеличения площади СК в Европе отличались во много раз для стран с одинаковыми климатическими условиями. Так, например, удельная площадь солнечных коллекторов, установленных в течение 1999 года, в Австрии и Греции составила 15-18 м² на тысячу жителей, в Финляндии - 1.4 м², а в Великобритании и Франции менее 0.2 м². В первом приближении это различие может быть объяснено наличием или отсутствием поддержки со стороны правительств этих стран.

Средняя площадь СК на одного жителя в Европе в конце 1999 года достигала в Греции - 0.25 м², Австрии - 0.18 м², Дании - 0.05 м² и Швейцарии - 0.033 м². Развиваются два типа солнечного теплоснабжения - без долговременного аккумулирования тепла, когда доля солнечной энергии в общем количестве потребляемого тепла ограничена (максимум 20 % в климатических условиях северных европейских стран) и с сезонной аккумуляцией, при которой доля солнечной энергии может достигать 80-100 %. В первом случае теплоснабжение обычно комбинируется с системой горячего водоснабжения. В результате получают так называемые солнечные комбинированные системы. Объединение двух функций улучшает качество предоставляемых услуг и уменьшает их себестоимость. В таких странах, как Германия или Австрия, комбинированные системы охватывают большую часть рынка солнечных нагревателей воды. Во втором случае, технические проблемы долговременного аккумулирования тепла и высокая стоимость метода все еще остаются барьером для широко использования. Несмотря на это, в Европе уже реализовано несколько больших демонстрационных проектов.

Другой возможностью использования солнечной энергии является активно развивающаяся концепция строительства солнечных зданий. Под этим обычно подразумевают комбинацию солнечного теплоснабжения, фотоэлектричества, пассивного нагрева и естественного освещения. Данный подход может быть использован для всех типов зданий и в любых климатических условиях. При этом акценты для разных условий, а также для жилых и коммерческих зданий различны. В северных странах доминирует потребность в отоплении, а в южных более важным является охлаждение. Для коммерческих зданий кондиционирование и электрическое освещение часто вносит больший вклад в энергопотребление, чем отопление. Хорошо сконструированное солнечное здание может быть практически независимым от дополнительных источников тепла. При выполнении отдельных демонстрационных проектов в Европе получено уменьшение потребления энергии в четыре и более раза.

4 Потенциал Украины

Солнечно энергетический потенциал.

Солнечноэнергетичний потенциал определяется за показателем суммарной солнечной радиации, которая равняется:

$$S = D + I \sin \gamma$$

где S – суммарная солнечная радиация; D – рассеянная радиация; I – прямая радиация; γ – высота Солнца над горизонтом.

Для решения некоторых задач гелиоэнергетики часто используются показатели длительности солнечного сияния и облачности. Для характеристики режима облачности используют вероятность пасмурного и ясного неба. При этом небо считается пасмурным, если количество туч превышает 8 баллов, и ясным, если количество туч не превышает двух баллов.

Поступление суммарной солнечной радиации на территорию определяется следующими географическими факторами: географической широтой, временем суток, облачностью и особенностями подстилающей поверхности (рис. 1).

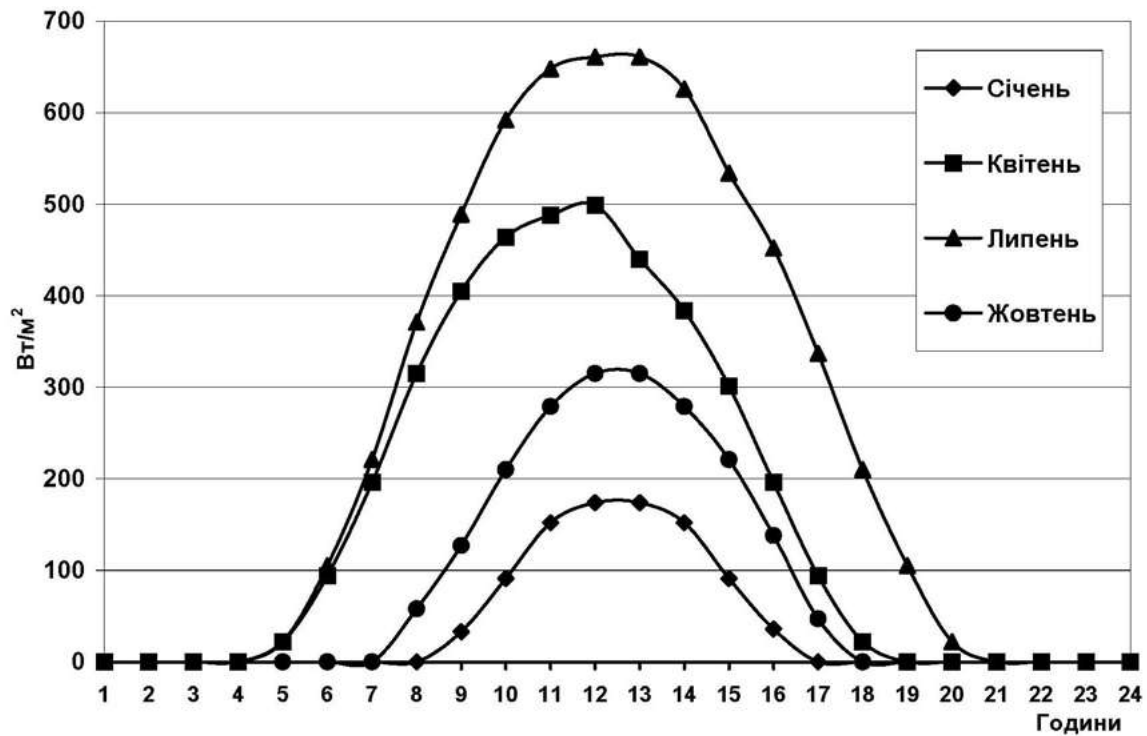


Рис. 1. Интенсивность суточной суммарной солнечной радиации в г. Киев (Intensity of daily summarized solar radiation in Kyiv).

По климатическим условиям Украина относится к регионам со средней интенсивностью солнечной радиации. Количество солнечной энергии, поступающей на единицу площади в течение года составляет здесь 1000-1350 кВтч/м². По уровню интенсивности солнечного излучения страна может быть поделена на три или четыре региона - Западный, Центральный, Юго-восточный и Южный. Средняя интенсивность солнечного излучения составляет около 1200 кВтч/м².

Реализованные в последние годы экспериментальные проекты показали, что годовая выработка тепловой энергии в условиях Украины составляет 500 - 600 кВтч/м². Учитывая общепринятый на Западе потенциал использования солнечных коллекторов для развитых стран, равный 1 м² на одного человека, а также производительность солнечных установок для условий Украины, ежегодные ресурсы солнечного горячего водоснабжения и отопления могут составить 28 млрд. кВтч тепловой энергии. Реализация этого потенциала позволила бы сэкономить 3.4 млн. тонн условного топлива (т.у.т.) в год.

В настоящее время, коммунальное хозяйство Украины потребляет ежегодно около 74 миллионов т.у.т. Ежегодно потребность в тепловой энергии увеличивается на 1.5-2 %. Существуют оценки, что с возобновлением экономического роста уровень потребления может существенно возрасти. С другой стороны, потенциал энергоэффективности и энергосбережения в коммунальном хозяйстве Украины составляет

по разным оценкам не менее 50%. В случае использования этого потенциала экономический рост не должен привести к существенному увеличению потребления тепловой энергии.

Другой возможностью сдерживания роста потребления тепловой энергии является всемерное развитие концепции солнечных зданий. В северных европейских странах, с помощью естественного нагрева солнце обеспечивает 14 % тепла от общей потребности обычных зданий. Эта оценку можно использовать в качестве нижнего предела для условий Украины. В зданиях, построенных с учётом пассивного использования солнечной энергии, вклад солнца в потреблении тепла может составить около 40 %. Доля пассивного нагрева обычно не учитывается официальной статистикой, однако в действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии

Существенный потенциал использования солнечной энергии в Украине заключается в использовании солнца для охлаждения и кондиционирования, а также в сельскохозяйственных приложениях, например, для сушки разных видов сельскохозяйственной продукции и опреснения воды в южных регионах.

5 Концепция развития солнечной энергетики

5.1 Технические решения для горячего водоснабжения

Для коммерческого использования в условиях Украины пригодны недорогие системы горячего водоснабжения, совмещающие использование солнечных коллекторов (СК) и баков-аккумуляторов (БА) ёмкостью 100-200 литров для обеспечения потребностей населения горячей водой (40-60оС) в летний период. Системы просты в эксплуатации и могут быть установлены потребителем самостоятельно. Они обладают большим рынком сбыта, в который входят индивидуальные домашние хозяйства в сельской и городской местности, загородные коттеджи и летние дачные домики.

Использование систем горячего водоснабжения с естественной циркуляцией перспективно для систем разного масштаба. Ёмкость БА может быть 100-500 литров и более при температуре до 50-60оС. Область применения таких систем включает базы отдыха, летние лагеря, детские дошкольные учреждения, фермерские хозяйства. В условиях нестабильного электроснабжения важной особенностью является независимость от наличия электричества.

Также перспективны системы большей мощности с использованием баков-аккумуляторов ёмкостью 5-10 м³. Такие системы пригодны для горячего водоснабжения баз отдыха, санаториев и пансионатов. Большая часть таких объектов расположена в южной части Украины, на побережье

Чёрного и Азовского морей и используется преимущественно летом, когда временное население на побережье возрастает в несколько раз.

Широкое использование солнечной энергии в рекреационной зоне позволило бы сократить количество сжигаемого угля, мазута и природного газа, в результате улучшив экологию региона. Однако, все перечисленные системы привлекательны для потенциального потребителя не только потому, что решают проблему замещения ископаемых видов топлива и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду. Являясь потребительским товаром, солнечные системы улучшают условия жизни и повышают ее комфортность. Особенно это важно для сельской местности.

В системах централизованного теплоснабжения солнечные установки могут использоваться для предварительного подогрева воды с помощью солнечных приставок к котельным. Оснащение котельных солнечными приставками целесообразно осуществлять в процессе их реконструкции. При нормативном сроке амортизации котельного оборудования 20 лет, ежегодный объем реконструируемых котельных должен составлять 5 % от их общего числа.

При развитой системе государственной поддержки, с учётом имеющегося западного опыта по темпам внедрения таких систем, можно предположить, что 5 % нового строительства будет оснащаться модульными установками. Прогнозные данные по объёму использования в индивидуальных жилых домах автономных модульных установок подогрева воды в связи с прогнозом объёма их строительства (из расчёта площади установок 5 м² солнечного коллектора на дом площадью 140 м²), как и данные по другим типам установок, представлены в таблице [2].

Европейский опыт показал целесообразность комбинированного использования различных типов возобновляемых источников энергии. Использование солнечной энергии для отопления может покрывать 20-30 % потребности в тепле, тогда, как оставшуюся часть можно получить с помощью сжигания биомассы. В условиях Украины, комбинированное использование биомассы и солнечной энергии возможно как для коттеджей, так и для малых систем централизованного теплоснабжения. Пригодными видами биомассы являются твёрдая некоммерческая древесина и отходы деревообрабатывающей промышленности в центральных и северо-западных областях Украины, биогаз, а также свалочный газ.

Таблица 1.

Тип гелиоустановок (площадь в тыс. м ²)	2005	2010	1996-2010
Приставки к котельным	371.0	695.0	4184.0
Учреждения отдыха	345.0	545.0	4000.0
Дошкольные учреждения	25.0	35.0	245.1
Коттеджи	25.5	58.9	308.8
Всего	766.5	1333.9	8737.9

5.2 Солнечные здания

В Украине многие постройки 50-60-х годов нуждаются в ремонте и модернизации. Это даёт прекрасную возможность использования солнечных технологий в процессе ремонта и реконструкции. В условиях Украины с помощью естественного нагрева солнце обеспечивает не менее 15 % тепла от общей потребности обычных зданий. В зданиях, построенных с учётом пассивного использования солнечной энергии, вклад солнца в потреблении тепла может составить 40 % и более. Для отремонтированных и модернизированных зданий вклад солнечной энергии будет меньшим, но потенциал в этом случае определяется общим большим количеством зданий.

Ещё одной возможностью является эффективное использование естественного освещения. Потенциал уменьшения использования энергии для искусственного освещения с помощью контроля естественного составляет около 50 %. Если проект здания учитывает естественное освещение, может быть достигнуто и большее уменьшение.

Рынок солнечных зданий определяется стратегией интегрального проектирования. При этом важен предшествующий проектированию этап планирования, например, учет ландшафта или ориентации улиц. Для развития рынка представляется важным, чтобы проектировщики видели в солнечных зданиях товар высшего сорта для будущего потребителя. В условиях активизации строительства, наблюдаемого в Украине, важно учитывать концепцию солнечных зданий на начальной стадии проектирования. При соблюдении этого условия дополнительные затраты можно свести к минимуму.

Рынок солнечных зданий может повлиять на энергопотребление в зданиях кардинальным образом. В действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии, доступный в настоящее время. Количество новых зданий ограничено. Однако продолжительность существования зданий достигает 50-100 лет, поэтому очень важно начать распространение концепции солнечных зданий раньше.

5.3 Фотоэнергетика

Для развития фотоэнергетики в Украине существуют промышленный

и научный потенциал, состоящий из предприятий-производителей полупроводникового кремния (Запорожский титаномагниевого комбинат, Светловодский завод чистых металлов) и производителей полупроводниковых приборов (АО "Квазар", "Родон", "Гравитон", "Гамма", "Днепр" и др.), учебных заведений и институтов системы Национальной Академии Наук (ДП НДІ МП, ИФП НАНУ, ГУ "КПИ", ГУ им. Т.Г. Шевченко и др.). В случае поддержки со стороны государства и возобновления экономического роста в стране может быть налажено серийное производство фотоэлектрических модулей, стоимость которых, вероятно, может быть ниже западных аналогов.

В программе государственной поддержки развития нетрадиционной энергетики предусматривается, что в 2010 году производство солнечных батарей должно достичь 96,5 Мвт. Область применения фотоэнергетики пока ограничена из-за высокой стоимости генерируемой электроэнергии космическими приложениями, телекоммуникационными системами, отдалёнными и труднодоступными районами с автономным энергоснабжением.

5.4 Другие виды использования солнечной энергии

Большой и недостаточно используемый потенциал использования солнечной энергии имеется в сельском хозяйстве и промышленности. Перечислим некоторые из возможных приложений:

- Солнечный подогрев воды для горячего водоснабжения животноводческих ферм и других объектов;
- Сушка зерна, фруктов, овощей, сена, табака и другой сельскохозяйственной продукции;
- Тепличное растениеводство;
- Опреснение воды в южных засушливых районах;
- Солнечный подогрев железобетонных конструкций в процессе производства на ЖБК.

6 Стратегия ускорения рынка

Анализ европейского рынка показывает, что количество установленных в течение года солнечных коллекторов существенно различается в разных странах даже при одинаковых климатических условиях. Быстрое развитие рынка в странах-лидерах объясняется в основном проведением комплекса успешных мероприятий по стимулированию рынка. Однако стимулирование рынка не является только ответственностью правительства. Промышленность также может играть в этом активную роль. В этой области преобладают небольшие компании, обслуживающие небольшую локальную часть рынка. Компании должны адаптироваться к новым способам продвижения товара в условиях растущего рынка для больших групп потребителей. К сожалению, пока

в Украине предприятия мало заинтересованы как в продаже, так и в установке систем солнечного горячего водо- и теплоснабжения.

Следующие факторы могут положительно повлиять на рынок:

- Стимулирование правительством интересов потребителя, а также развитие конкретных механизмов стимулирования производства в виде предоставления субсидий, освобождения от налогов, льготной тарифной политики.
- Создание общегосударственных и региональных структур для содействия развитию солнечных технологий, в том числе и в строительстве.
- Разработка современных и недорогих образцов гелиотехники. Увеличение активности промышленности по увеличению рынка. Организация масштабного производства оборудования, обеспечение условий для сертификации, монтажа и сервиса.
- Создание информационной системы об отечественных и зарубежных разработках в области гелиотехники, активных и пассивных методах использования солнечной энергии, рекламы и маркетинга. Активная работа с населением, в том числе в школах и высших учебных заведениях. Адресная работа с группой потенциальных потребителей солнечного теплоснабжения.

Acknowledgements

This paper is the result of implementation of the project entitled: New Technologies for Environmentally and Economically Effective Improvement of Biomass for Energy Uses supported by the Research and Development Operational Programme funded by the ERDF. (ITMS:26220220063)

References

- [1] Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики".
- [2] Использование солнечной энергии для теплоснабжения на Украине. М.Рабинович, А. Ферт, Возобновляемая энергия, № 3, 1998
- [3] Ресурсна база нетрадиційної теплоенергетики України, А.Шурчков и др., М+Т, 6/2001
- [4] Матвеев Ю. Б., Конеченков А. Е. Концепция развития солнечной энергетики в Украине // ОО "Енергія майбутнього століття". www.emfund.com.ua

BIOGAZOWNIE ROLNICZE W MAŁYCH I ŚREDNICH GOSPODARSTWACH ROLNYCH

Ryszard Jablonski¹, Mieczysław Dietrich², Janusz Kawa³

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska

e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

²Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska

e-mail: mieczyslaw.dietrich@wp.pl

³Doradztwo Biotechnologiczne Tychowo, Polska

e-mail: biomix@wp.pl

Abstract: Deteriorating state of the environment and the increasing climate change caused the need for clean energy sources, which include, among others, biomass as one of the largest potential renewable energy sources. The aim of the publication is to present the possibilities of using agricultural biogasworks for small and medium-sized agricultural holdings. Currently, biogas production takes place primarily in the four possibilities: in landfills, sewage farms, waste and agricultural biogasworks. Installations for the production of biogas have different and individual design tailored to the different composition of the input (substrate). Usually technological line consists of the reservoir for raw material, digester, storage tank, biogas purification systems and equipment for the production of electricity or heat. It is advisable to build biogas plants on farms. It results from independence of the power generated due to weather conditions, an additional product - a high-quality fertilizer, power produced can be adjusted depending on current demand, easy storage of raw materials, the ability to produce electricity and heat and high efficiency. Unfortunately, there are disadvantages as well, such as high investment costs, the need for continuous access to substrates, constant supervision and control, legal barriers and complicated procedures and risks associated with changes in raw material price.

Keywords: biogas, renewable energy, biomass, agricultural holding

1 Wprowadzenie

Perspektywa zmniejszających się zasobów paliw kopalnych oraz coraz to gorszy stan środowiska naturalnego spowodował zainteresowanie się

biogazem, a konsekwencji wzrost jego wykorzystania. Jedną z metod wytwarzania energii z biomasy jest właśnie produkcja biogazu w specjalnie do tego celu konstruowanych obiektach tzw. biogazowniach. Biogazownie działają na całym świecie, jednak poziom ich rozwoju technicznego jest bardzo różny i zależy od wielu czynników. Ludzkość ma do swojej dyspozycji około 5 miliardów ha ziemi uprawnej wraz z pastwiskami. Dla celów energetycznych można wykorzystać prawie 2,4 miliarda ha ziemi, ze tego też względu temat Odnawialnych Źródeł Energii, w tym biogazu jest obecnie bardzo aktualny i często poruszany. Zagospodarowanie odchodów zwierzęcych i nadprodukcji roślinnej w celu produkcji biogazu powoduje nie tylko zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zmniejszenia deficytu gazowego ale również spowoduje zmniejszenie bezrobocia na terenach wiejskich. Dotyczy to wszystkich krajów, a w szczególności takich jak Polska, która posiada olbrzymi areał użytków rolnych oraz powierzchnię odłogów i ugorów.

Celem publikacji jest zaprezentowanie możliwości wykorzystania biogazowni rolniczej małych i średnich gospodarstwach rolnych. Przyjęto zgodnie z definicją gospodarstwa agroturystycznego, że każde gospodarstwo rolne może prowadzić działalność agroturystyczną i co za tym idzie każde gospodarstwo rolne pomijając kwestie opłacalności może wykorzystać biogazownię rolniczą do produkcji biogazu.

Zebranie materiałów było bardzo utrudnione ze względu na to, że małe biogazownie rolnicze to temat mało popularny, stosunkowo nowy i powstało jeszcze stosunkowo niewiele publikacji. Zagadnienia dotyczące biogazowni cały czas ewoluują, w związku z tym konieczne było korzystanie z aktualnych danych.

Biogaz to gaz pochodzenia rolniczego. To przede wszystkim Odnawialne Źródło Energii, czyli takie źródło energii, którego zasoby uzupełniają się w naturalnych procesach. „Odnawialne źródła energii (OZE) są ostatnio coraz częściej wykorzystywane. Główną przyczyną tej rosnącej popularności jest nieszkodliwość OZE dla środowiska i ich niewyczerpywalność. Cechy te odróżniają je od źródeł konwencjonalnych, których eksploatacja jest główną przyczyną niepokojących zmian klimatu, i których światowe zasoby prędzej czy później zostaną całkowicie wyczerpane. Ocenia się, że najdłużej, bo jeszcze przez prawie 220 lat, będzie można korzystać ze złóż węgla, o wiele krócej - ponad 60 lat - trwać będzie eksploatacja gazu ziemnego, zaś ropy naftowej wystarczy na jakieś 30-40 lat. Perspektywa wyczerpania się wszystkich tych surowców, jak również szkody, powodowane w środowisku przez ich wykorzystywanie, sprawiają, że ludzie już teraz poszukują alternatyw. Energia niekonwencjonalna nie zawsze jest energią odnawialną. Do niekonwencjonalnych źródeł energii, których zasoby są wyczerpywalne zalicza się wodór, magneto-hydro-dynamikę i ogniwa paliwowe.

Do OZE zalicza się również część odpadów komunalnych i przemysłowych, jak na przykład odpady organiczne i ścieki. Współcześnie, zarówno w Polsce jak i na świecie najczęściej wykorzystuje się energię biomasy. W 1999 roku jej udział w strukturze wykorzystania OZE w Polsce przekraczał 98%.

Coraz gorszy stan środowiska oraz zwiększające się zmiany klimatu spowodowały konieczność stosowania czystych ekologicznie źródeł energii, do których zalicza się m.in. biomasę stanowiącą jedno z największych potencjalnych odnawialnych źródeł energii. Wzrost udziału energii odnawialnej w gospodarce paliwowej sprawia znaczne obniżenie emisji gazów cieplarnianych (emisja gazów cieplarnianych z OZE jest niska lub zerowa). Wykorzystywanie OZE ma również duże znaczenie dla wzrostu bezpieczeństwa dostaw energii, wspierania rozwoju technologicznego oraz dla wzrostu zatrudnienia i większych perspektyw dla rozwoju regionalnego. Rząd dąży do tego aby do roku 2020 w Polsce powstało około 2 tysiące biogazowni rolniczych o łącznej mocy 2.000 – 3.000 MW.

Nowelizacja Prawa Energetycznego, która weszła w życie dnia 11 marca 2010 roku, (Art. 3 pkt 20a), definiuje biogaz rolniczy, jako: „paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej”.

Efektywnym sposobem na zmniejszenie emisji metanu z rolnictwa jest wykorzystanie odchodów zwierzęcych do produkcji biogazu i jego energetyczne wykorzystanie. Biogaz pozyskiwany z gospodarstw rolnych, w tym agroturystycznych, jest nazywany biogazem rolniczym.

Aktualnie produkcja biogazu odbywa się przede wszystkim w czterech możliwościach: na składowiskach odpadów, w oczyszczalniach ścieków oraz w biogazowniach rolniczych i utylizacyjnych. Biorąc pod uwagę pochodzenie substratu, wykorzystywanego do wytwarzania biogazu, można wyróżnić kilka głównych i najczęściej stosowanych źródeł:

- źródła zwierzęce - gnojowica, obornik,
- źródła pochodzące z produkcji roślinnej – uprawy energetyczne, odpady zielone,
- źródła komunalne – odpady organiczne, osad ściekowy,
- źródła pochodzące z przemysłu spożywczego – odpad z mleczarni, browaru, cukrowni, rzeźni itp.

„Biogaz jest mieszaniną (patrz Tabela nr 1) metanu i dwutlenku węgla, produkowaną przez mikroorganizmy w warunkach beztlenowych w procesie fermentacji. Główne składniki biogazu to metan (50-75%), dwutlenek węgla i woda, występują w nim również śladowe ilości: azotu (amoniak),

siarkowodoru i wodoru. Na biogaz może być przetworzona niemal każda biomasa zawierająca węglowodany, tłuszcze lub białka i nie zawierająca substancji toksycznych.”

„Najcenniejszym składnikiem biogazu jest metan. Metan jest gazem łatwopalnym, nietrującym, bezwonnym i znacznie lżejszym od powietrza. Wartość opałowa metanu to 5,8 MJ/Nm³ (tyle co mniej więcej litr benzyny), a zawartość energii chemicznej 1 m³ biogazu wynosi ok. 5,3 kWh. Z tej energii chemicznej można wyprodukować ok. 40% energii elektrycznej (2,1 kWh) i 45% energii cieplnej (2,4 kWh) a pozostałe 0,8 kWh jest tracone w procesie konwersji energii chemicznej na energię elektryczną i ciepłą. Metan, stanowiący główny składnik biogazu, jest niebezpiecznym gazem cieplarnianym - jego współczynnik ocieplania klimatu jest 21-krotnie większy od dwutlenku węgla (w przypadku CO₂ współczynnik ten przyjmuje się jako jeden) i przyczynia się globalnie w około 18% do efektu cieplarnianego. Zawartość metanu w atmosferze wzrosła z poziomu 0,7 do 1,7 ppmv w ciągu minionych 200 lat. Szacuje się, że jedna trzecia emisji metanu do atmosfery pochodzi z rolnictwa. Zwierzęta przeżuwające i odchody zwierzęce są źródłem 20% całkowitej emisji tego gazu”.

W Polsce biogaz definiuje się jako gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów. Zgodnie z powyższą definicją można wskazać trzy podstawowe źródła biogazu:

- oczyszczalnie ścieków,
- składowiska odpadów,
- gospodarstwa rolne oraz przetwórstwo żywności.

Tabela 1. Skład biogazu i gazu ziemnego

Komponenty	Biogaz (średnio)	Biogaz (zakres)	Gaz ziemny (handlowy)
CH ₄	60%	50-75%	90-98%
CO ₂	39%	25-45%	1-3%
H ₂ S	0,1%	0-1%	<5ppm
H ₂ O	Nasycony	Nasycony	<10ppm
H ₂	0,5%	0-1%	-
O ₂	0,1%	0-1%	-
N ₂	0,4%	0-3%	<1%
NH ₃	0,05%	0-0,5%	-
Wyższe wodorotlenki	-	-	1-5%

Źródło: Głodek E., Poradnik BIOGAZ ROLNICZY,

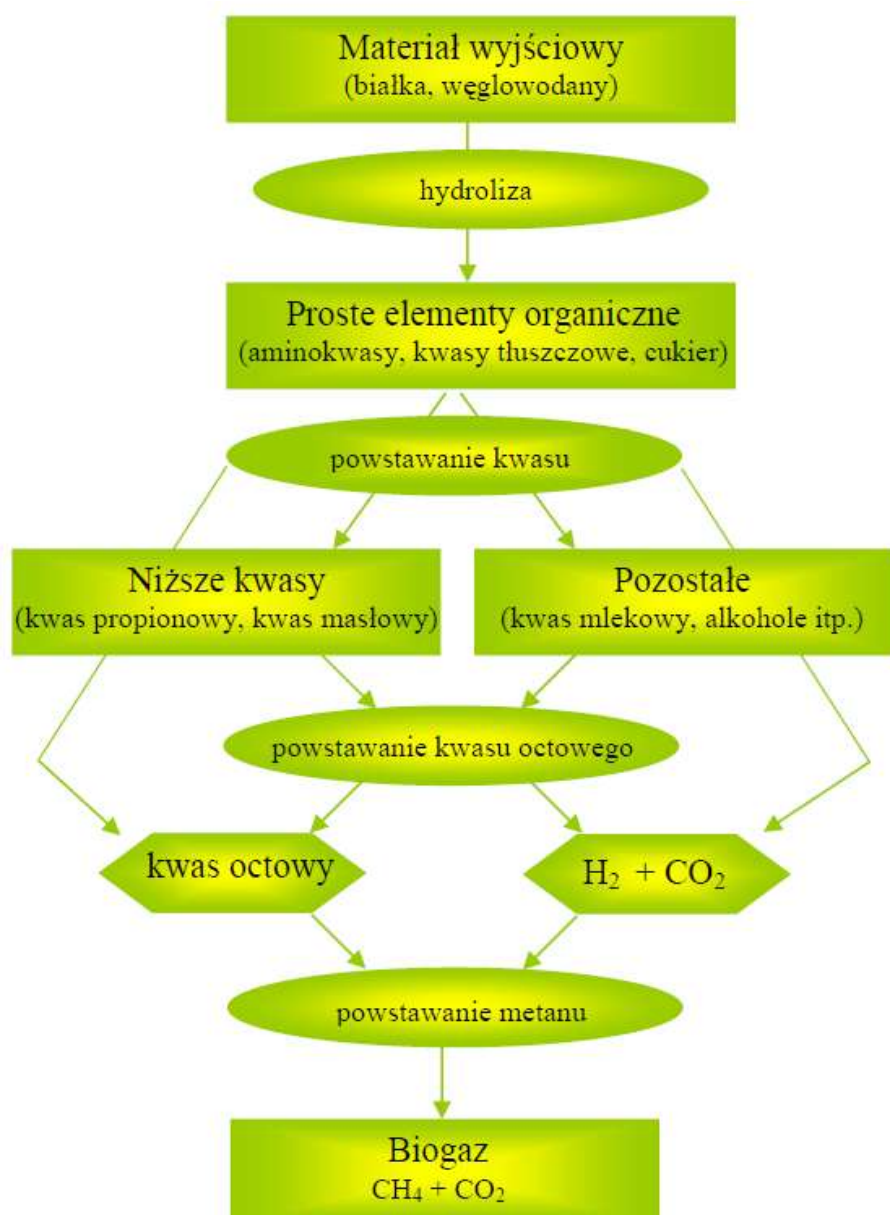
Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Opole styczeń 2010

Nie każde substraty nadają się do produkcji biogazu. Biomasa taka jak drewno czy słoma lub np. rośliny o dużej zawartości substancji trudno rozkładalnych biochemicznie (np. lignina) nadają się do spalania niż

do fermentacji metanowej. To co cechuje biogaz wśród innych rodzajów energii odnawialnej pozyskiwanej z biomasy to możliwość zastosowania substratów charakteryzujących się na przykład znaczną zawartością wody lub masy organicznej jak i również takich, które wymagają utylizacji (na przykład - odpady poubojowe).

2 Proces powstawania biogazu

W procesie fermentacji powstaje biogaz i nawóz z przefermentowanej gnojowicy, który z reguły jest wykorzystywany do nawożenia. Proces fermentacji odbywa się w czterech fazach: hydrolizy, acydofilnej, octanogennej, metanogennej.



Źródło: Praca naukowa: Pozyskiwanie i energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego, Instytut Mineralnych Materiałów Budowlanych w Opolu, kwiecień 2007, Opole

Rysunek 1. Schemat procesu powstawania biogazu

Jak powszechnie wiadomo proces fermentacji realizowany jest przez bakterie, należy stworzyć im dogodne warunki. Kilka parametrów decyduje o poprawnym rezultacie fermentacji. Należy wymienić przede wszystkim:

- temperaturę odpowiadającą danym bakteriom, (wyodrębnia się trzy rodzaje fermentacji w zależności od zakresu temperatur: psychrofilowa w temperaturze: 10-25°C; mezofilowa w temperaturze: 32-42°C; termofilowa w temperaturze: 50-57°C),
- odpowiedni hydrauliczny czas retencji – czas przebywania danego substratu w komorze fermentacyjnej (zazwyczaj hydrauliczny czas retencji wynosi dla gnojowicy około 20 dni, dla roślin energetycznych nawet 60 dni),
- prawidłowe obciążenie komory ładunkiem zanieczyszczeń (czyli stosunek ilości dostarczanych substancji organicznych do pojemności komory),
- brak inhibitorów, czy środków ochrony roślin, które mogłyby wykazywać działanie toksyczne na bakterie powodując zwolnienie rozkładu.

Bardzo ważnym elementem procesu jest mieszanie biomasy które ma na celu zagwarantowanie jednorodnego przebiegu procesu fermentacji w całej pojemności komory. Zapewnia też utrzymanie takiej samej temperatury i konsystencji oraz zwiększa dostęp bakterii do cząstek substancji organicznej. Dokładne, regularne mieszanie powoduje równomierne rozprowadzenie dopływającej biomasy w masie fermentującej, co w rezultacie przyspiesza proces fermentacji.

Agroturystyka jest rodzajem turystyki wiejskiej i charakteryzuje się związkiem pomiędzy usługami turystycznymi z gospodarstwem rolnym. Rytm życia gospodarstwa, wyznaczany terminami prac polowych i porami obrządku przy zwierzętach gospodarskich, przejawiający się charakterystycznymi zapachami, dźwiękami, barwami np. dźwiękiem baniek przy udoju, odgłosami bydła wypędzanego na pastwiska, paniem kogutów, zapachem świeżego mleka itp. Agroturystyka to forma turystyki wiejskiej z zakwaterowaniem i wyżywieniem w gospodarstwie agroturystycznym oraz z możliwością realizacji celu, w jakim przyjechaliśmy. Agroturystyka to także działalność gospodarcza, której celem jest otrzymanie dodatkowych środków utrzymania (do 5 pokoi gospodarstwo zwolnione jest z podatków).

Gospodarstwo agroturystyczne jest to wydzielony obszar na terenie wiejskim w celu, przede wszystkim o czym należy pamiętać - prowadzenia gospodarki rolniczej.

Gospodarstwa równorzędne to gospodarstwa hodowlane, prowadzące chów, ogrodnicze, sadownicze.

Gospodarstwo hodowlane to takie gospodarstwo, które zajmuje się udoskonalaniem istniejących ras zwierząt lub odmian roślin, czyli produkuje materiał zarówno roślinny, jak i zwierzęcy do dalszego rozmnażania.

Gospodarstwo prowadzące chów – to gospodarstwo prowadzące chów, np. krów, kur dla celów użytkowych.

Za gospodarstwo agroturystyczne przyjęto takie, które jest czynnym gospodarstwem rolnym, a świadczenie usług turystycznych jest dla jego właścicieli dodatkowym źródłem dochodu. Natomiast w powszechnym przekonaniu agroturystyką jest też turystyka wiejska, czyli świadczenie usług turystycznych w gospodarstwach domowych, a nawet prowadzenie zlokalizowanych na wsi pensjonatów. Jednak są to dwa różne pojęcia.

Kraje o wysoce rozwiniętej działalności agroturystycznej to: Austria, Niemcy, Wielka Brytania, Francja i Irlandia. W Niemczech, Francji i Austrii co 10 gospodarstwo rolne jest gospodarstwem agroturystycznym.

Zatem można przyjąć na potrzeby pracy, że każde gospodarstwo rolne może dodatkowo zająć się agroturystyką i nie będzie to kolidowało z jego działalnością rolną. Pomijając kwestie opłacalności inwestowania w biogazownie rolnicze przez małe gospodarstwa, można pokusić się o stwierdzenie, że każde gospodarstwo rolne (w tym oczywiście gospodarstwa agroturystyczne) może wykorzystać posiadane substraty do produkcji biogazu, następnie energii elektrycznej czy ciepłej oraz nawozu do zasilania upraw roślinnych.

3 Elementy składowe biogazowni rolniczych

Instalacje do produkcji biogazu mają różną oraz indywidualną konstrukcję dostosowaną do różnego składu materiału wsadowego (substratu). W dużej przewadze ciąg technologiczny do produkcji biogazu składa się z głównych części takich jak:

- zbiornik surowca,
- komora fermentacyjna,
- zbiornik magazynujący,
- urządzenia do oczyszczania biogazu,
- urządzenia do produkcji energii elektrycznej lub ciepła.

„Układ wstępnego przygotowania substratów to zbiornik wraz z oprzyrządowaniem, umożliwiający dozowanie, mieszanie oraz rozdrabnianie substratów w celu uzyskania właściwej konsystencji mieszaniny, która następnie jest pompowana do komory fermentacyjnej.

Komorę fermentacyjną stanowi zbiornik żelbetowy lub wykonany ze stali pokrytej szkłem kobaltowym, w którym zachodzi proces fermentacji metanowej. Musi ona spełniać szereg warunków, które mają wpływ na proces produkcji biogazu i zapewniają optymalne warunki dla rozwoju bakterii, a zwłaszcza stałą, właściwą temperaturę, jednakową w całej objętości; równomierne stężenie substancji odżywczych; właściwy odczyn; czy odpowiedni stosunek pierwiastków biogennych. W celu spełnienia określonych przepisami

ustawowymi kryteriów epidemiologicznych dla niektórych grup materiałów powstaje konieczność przeprowadzenia tzw. higienizacji materiału wsadowego polegającej na jego wstępnej termicznej obróbce. Proces higienizacji prowadzony jest w warunkach fermentacji mokrej w temperaturze 70°C.

Zbiornik magazynowy substancji przefermentowanej to zbiornik, w którym powstały nawóz jest przetrzymywany zgodnie z wymaganiami Ustawy o Nawozach i Nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033 z późniejszymi zmianami). Nawóz ten jest wykorzystywany do zasilania pól. W zbiorniku magazynowym w niewielkim stopniu może zachodzić proces fermentacji. Ulegają wówczas rozkładowi związki wymagające długiego okresu przetrzymania w komorze fermentacyjnej. Substancja przefermentowana jest okresowo wypompowywana i rozwożona na pola.

Biogaz, który wytwarzany jest w nierównomiernych ilościach magazynowany jest w odpowiednich zbiornikach - magazynach biogazu. Najczęściej stosowane są zewnętrzne zbiorniki niskociśnieniowe wykonane w formie poduszek foliowych lub montowane bezpośrednio na bioreaktorze w postaci tzw. kopuł foliowych hermetycznie montowanych do górnej krawędzi zbiornika. Folia kopuły rozszerza się w zależności od stanu napełnienia magazynu gazem. Zbiorniki projektowane są tak aby zapewnić możliwość magazynowania przynajmniej 25% produkcji dziennej biogazu. „

W biogazowniach powinny być niskociśnieniowe zbiorniki biogazu metalowe, żelbetowe lub z tworzyw elastycznych. Zbiorniki powłokowe z tworzyw elastycznych powinny być zabezpieczone ogrodzeniem o wysokości co najmniej 1,8 m. Odległość ogrodzenia od płaszcza zbiornika biogazu powinna wynosić co najmniej 0,85 m. Zbiorniki biogazu metalowe lub żelbetowe mogą zostać nieobudowane. Podziemne zbiorniki biogazu mogą być obciążone tylko zalegającym nad nimi gruntem. Komory fermentacyjne a także zbiorniki biogazu powinny być tak zbudowane i zaprojektowane aby zabezpieczały przed:

- pożarem lub wybuchem,
- zamarznięciem przewodów doprowadzających/odprowadzających gaz,
- kondensacją gazu,
- korozją.

W pomieszczeniach gdzie znajdują się zbiorniki z biogazem należy zagwarantować wentylację grawitacyjną, nawiewne otwory zupełnie nad posadzką, kanały wywiewne wyprowadzone ponad dach. Wentylacja powinna być także w pomieszczeniu sterowni. W typowym wykonaniu, biogaz ze zbiornika jest tłoczony rurociągiem bezpośrednio do agregatu kogeneracyjnego, czyli urządzenia produkującego energię elektryczną i ciepło.

Niezbędnym detalem układu produkcji biogazu są instalacje pomocnicze, służące poprawie jakości produktu i bezpieczeństwa pracy instalacji (np.

oczyszczanie biogazu z zanieczyszczeń, głównie gazowych, układu automatycznego sterowania, czy układy zabezpieczeń np. awaryjnego zrzutu i spalania nadmiaru biogazu).

Józwiak wymienia następujący skład biogazowni:

- zbiorników wstępnych na biomasę, niekiedy również hali przyjęć,
- zbiorników fermentacyjnych, przykrytych szczelną membraną,
- zbiorników pofermentacyjnych lub laguny,
- układu kogeneracyjnego (silnik gazowy plus generator elektryczny) produkującego energię elektryczną i ciepłą, zainstalowanego w budynku technicznym lub w kontenerze,
- instalacji sanitarnych, zabezpieczających, elektrycznych, łącznie z układami sterującymi, które integrują wszystkie elementy w funkcjonalną całość,
- przyłączy do sieci energetycznej i ciepłej.

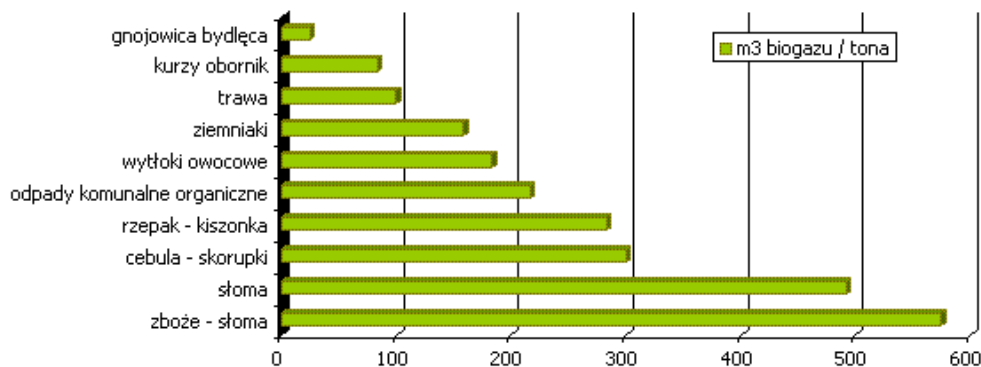
Proces technologiczny biogazowni rolniczej Józwiak scharakteryzował następująco: „Określona część biomasy, pobrana ze zbiorników wstępnych lub silosu, jest codziennie rozdrabniana, mieszana z płynem i pompowana do zbiorników fermentacyjnych. W zbiornikach tych zachodzi proces fermentacji i wydziela się biogaz, który zbiera się w górnej części zbiornika fermentacyjnego, często pod charakterystyczną dla biogazowni wypukłą membraną, utrzymującą określone ciśnienie biogazu. Okres przebywania biomasy w fermentorze wynosi przeciętnie 20-60 dni (hydrauliczny czas retencji) w zależności od technologii i rodzaju biomasy. Biogaz jest następnie oczyszczany z wilgoci i związków siarki i dostarczany do układu kogeneracyjnego, w którym jest spalany. Silnik napędza generator elektryczny, a energia cieplna z chłodzenia silnika i spalin jest częściowo lub w całości odzyskiwana. Wyprodukowana energia elektryczna jest sprzedawana do sieci elektrycznej, ciepło jest częściowo wykorzystane do ogrzewania zbiorników fermentacyjnych (20-25% wyprodukowanego ciepła), a pozostała część może być wykorzystywana np. do ogrzewania gospodarstwa, fermy lub również sprzedana.

Ze zbiorników fermentacyjnych codziennie również jest odbierany tzw. płyn pofermentacyjny, w ilości zbliżonej do dostarczonej biomasy. Część tego płynu niekiedy może być użyta do ponownego rozcieńczenia biomasy jako tzw. recyrkulat, a część trafia do zbiornika pofermentacyjnego lub laguny, a w odpowiednim czasie jako nawóz naturalny o wysokiej zawartości azotu, fosforu i potasu jest rozwieziona na pola w celu użyźniania gleby.”

4 Możliwości wykorzystania różnych substratów

Biogaz rolniczy można uzyskiwać właściwie w każdym gospodarstwie rolnym, agroturystycznym w którym dysponuje się odpowiednim substratem, czy substratami. Biogaz można produkować zarówno w małych jednostkach

działających w skali gospodarstwa lub we wspólnych jednostkach scentralizowanych. W przypadku kilku gospodarstw rolnych działających wspólnie istnieje możliwość wykorzystania wszystkich dopuszczalnych substratów. Głównie obornik i gnojowicę, ale na przykład zmieszane z różnymi innymi odpadami organicznymi pochodzącymi z poszczególnych gospodarstw. Do surowców odnawialnych bardzo dobrze nadających się do zastosowania na biogazowniach rolniczych należą także takie materiały jak (oprócz typowych nawozów naturalnych - gnojowica, obornik) odpady z produkcji rolnej (np.: odpady zbożowe, odpady pasz), celowo hodowane rośliny energetyczne (np.: kukurydza, pszenżyto, pszenica, jęczmień, rzepak, lucerna, trawa sudańska, burak pastewny, burak cukrowy, ziemniak). Zatem wszelakiego typu gospodarstwa rolne mogą zająć się produkcją biogazu. Począwszy na tych zajmujących się hodowlą bydła, trzody, drobiu kończąc na uprawiających rośliny, w tym również uprawy wysokoenergetyczne. Na biogazowniach rolniczych można również przetwarzać na biogaz odpady organiczne pochodzące na przykład z produkcji spożywczej lub biopaliw oraz inne czyste chemicznie odpady organiczne. W obszarze zainteresowań są szczególnie substraty o dużym potencjale energetycznym, charakteryzujące się dużą zawartością masy organicznej oraz tanie do pozyskania. Do takich materiałów należą np.: odpady warzyw i owoców, odpady z produkcji żelatyny, skrobi, odpady z piekarni, cukierni, odpady tłuszczu i serów z mleczarni, wyłoki owoców i warzyw, wywar gorzelniany, wysłodziny browarniane, odpady poubojowe jak i również odpady żywności ze stołówek, restauracji, gliceryna itd. Katalog możliwych odpadów rolniczych i nie tylko – surowców do produkcji biogazu obejmuje kilkaset pozycji. W Niemczech np. bardzo powszechne jest budowanie biogazowni rolniczych NaWaRo zasilanych kiszonką kukurydzy i uzupełniająco żytem i gnojowicą, ale istnieją bardzo duże instalacje przetwarzające przeterminowaną żywność. W Szwecji często przywołuje się przykłady dużych biogazowni przetwarzających gnojowicę i odpady poubojowe, w Danii – gnojowicę i opady różnego pochodzenia, w tym z produkcji biopaliw.



Źródło: www.neostar.com.pl

Rysunek 2. Zestawienie wybranych substratów, a wydajność biogazu

Poniżej krótka charakterystyka głównych i najbardziej popularnych w gospodarstwach rolnych substratów do produkcji biogazu.

4.1 Gnojowica

Jednym z najpopularniejszych substratów przy produkcji biogazu jest gnojowica oraz obornik, które można pozyskać bezpłatnie bądź też w transakcjach barterowych.

Wykorzystuje się gnojowicę i obornik: bydłocy, trzody chlewnej a także kurzy obornik. Powyższe substraty różnią się między sobą zawartością suchej masy oraz procentową ilością masy organicznej, mającej kluczowy wpływ na ilość uzyskiwanego biogazu.

Poniżej znajduje się tabela nr 2 przedstawiająca uzysk biogazu z poszczególnych substratów oraz procentową zawartość metanu:

Tabela 2. Uzysk biogazu z poszczególnych substratów

substrat	ilość biogazu [m ³ / tona]	zawartość metanu [%]
gnojowica bydła	30	ok. 60
gnojowica świń	35	ok. 65
obornik bydła	45	ok. 60
obornik świń	60	ok. 60
obornik kurzy	80	ok. 60

Źródło: www.portalbiogazowy.pl

Gnojowica zawiera relatywnie niewielką ilość suchej masy (3-5%), dlatego jest najpopularniejszym kosubstratem, np. dla kiszonki kukurydzy. Odpowiednio dobrane proporcje w procesie fermentacji nie wymuszają dodatkowego rozcieńczania masy fermentacyjnej. Obecność gnojowicy pozytywnie wpływa na proces fermentacji i stabilność jej przebiegu. Składowanie czy transport gnojowicy bądź obornika nie sprawia większych problemów, sam substrat nie wymaga właściwie żadnej obróbki przedwstępnej.

Przewiduje się trzykrotne mieszanie zawartości komory fermentacyjnej w ciągu doby, układem mieszania typu hydraulicznego. Każdorazowo czas mieszania będzie wynosić około 10 minut.

Pompa układu mieszania typu UM 200-125 za pomocą rurociągu zasysa gnojowicę z dolnej części komory i tłoczy do górnej części.

Aby nie dopuścić do gromadzenia się osadów na dnie komory, istnieje możliwość przetłaczania ich do górnej części, powodując w ten sposób intensywne wymieszanie. Rurociąg spustowy umożliwia opróżnianie komory fermentacyjnej przez odprowadzenie jej zawartości do zbiornika magazynującego gnojowicę przefermentowaną. Gaz z komory odprowadzany jest rurociągiem. Do zabezpieczenia instalacji gazowej przed nadmiernym wzrostem ciśnienia służy bezpiecznik cieczowy, odprowadzający nadmiar gazu do atmosfery. Przed cofnięciem się płomienia instalacja wyposażona jest

w przerywacze płomienia.

Do oczyszczania gazu zastosowano dwa odsiarczalniki pracujące szeregowo oraz odwadniacz. Proces odsiarczania polega na przepuszczaniu gazu przez masę odsiarczającą, umieszczoną na półkach odsiarczalników. Głównym składnikiem masy odsiarczającej jest ruda darniowa. Licznik gazu umożliwia kontrolę produkcji gazu. Gaz zmagazynowany jest w zbiorniku dzwonowym. Ciśnienie gazu wymagane do prawidłowej pracy przyborów wynosi 150-200 mm H₂O. Gaz ze zbiornika kierowany jest do kotła wodnego, którego praca jest zautomatyzowana. Kocioł przystosowany jest do wykorzystywania dwóch źródeł energii: elektrycznej, używanej przy rozruchu i w przypadku awarii biogazowni, oraz biogazu. W ramach prac realizowanych przez IBMER opracowana została technologia utylizacji gnojowicy poprzez fermentację metanową. W wyniku tego procesu mogą być produkowane biogaz, energia elektryczna i kompost. Podstawowym elementem jest komora fermentacyjna, która może być wykonana ze stali lub elementów betonowych.”

4.2 Obornik kurzy

Odchody drobiu nie są łatwym surowcem dla procesu fermentacji metanowej. Najważniejszym utrudnieniem dla efektywnej ich fermentacji jest wysoka zawartość azotu w formie amonowej, dlatego w tym przypadku pomiot kurzy nie może przekroczyć 60% wsadu.

Właściwości obornika czy gnojowicy ulegają ewolucjom podczas postępowania fermentacji. Następuje rozpad materii organicznej, organiczny azot zamieniany jest w amoniak itd. Efekty tych przeistoczeń mogą być korzystne z punktu widzenia pobierania składników nawozowych przez rośliny. Niemniej jednak z procesem tym związane jest także ryzyko nadmiernych strat składników nawozowych (drogą np. parowania amoniaku) w przypadku nieodpowiedniego postępowania z przefermentowaną gnojowicą.

Do podstawowych parametrów rzutujących na bilans energetyczny należy zaliczyć:

- rodzaj materiału poddanego fermentacji i zawartość w nim suchej masy,
- proporcje ilościowe składników (w przypadku tzw. kofermentacji),
- temperaturę i jej wahania w czasie,
- staranność wykonania izolacji termicznej komory.

4.3 Kiszonka kukurydzy

Kukurydza doskonale nadaje się jako substrat do produkcji biogazu, gdyż charakteryzuje się wysoką wydajnością pod względem powstającego biogazu. Kukurydza jest rośliną o stosunkowo niewielkich wymaganiach glebowych, jest za to wrażliwa na niskie temperatury a także wymaga nawożenia. Do produkcji biogazu stosuje się odmiany o dużej udziale części wegetatywnych - łodygi i liści. Klasę wczesności kukurydzy określa się na podstawie liczby FAO (liczba

od 100 do 1000). Do produkcji biogazu preferuje się odmiany o FAO powyżej 300. Uprawa kukurydzy na cele energetyczne w zasadzie niczym nie różni się od upraw na cele paszowe. Średni plon świeżej masy z 1 hektara wynosi średnio 45-50 ton. Proces tworzenia się kiszonki trwa średnio 6 tygodni, należy przy tym pamiętać jej o prawidłowym przygotowaniu- m.in. o odpowiednim pocięciu, ugnieceniu oraz odcięciu od dostępu powietrza. Ważne, aby zawartość suchej masy zawierała się w przedziale 28-35%. Potencjalnie z 1 tony kiszonki kukurydzy powstaje 200m³ biogazu. Najczęściej kiszonkę kukurydzy stosuje się w kofermentacji z gnojowicą.

Na bazie tych substratów działają m.in. biogazownie firmy Poldanor.

Zgodnie z prof. Tadeuszem Michalskim produkcja kukurydzy na cele przemysłowe, a w szczególności na potrzeby produkcji biogazu, jest przyszłością dla uprawy kukurydzy. W przypadku uprawy na biogaz istotniejszy jest plon biomasy, niż udział kolb. Równie istotną kwestią jest strawność rośliny, a przede wszystkim łodyg i liści kukurydzy, gdyż ten parametr rzutuje na właściwości przerabianej przez bakterie masy i wydajność metanu.

4.4 Żyto – kiszonka z całych roślin zbożowych (GPS)

Przykładem kiszonek z całych roślin zbożowych (GPS) w tym miejscu może być żyto. Żyto posiada niskie wymagania co do jakości gleby i klimatu i z tego powodu można je uprawiać na zimniejszych wzgl. mniej żyznych obszarach. W przypadku uprawy jako surowca odnawialnego na obszarach leżących odłogiem obowiązują te same regulacje, jak w przypadku kukurydzy. Zbiór ziaren żyta wynosi w przybliżeniu od 5 do 6 t na hektar, stosunek ziarna do słomy wynosi około 1:1,6. Daje to łączny zbiór w ilości od 13 do 15 t suchej masy na hektar. Ponieważ żyto można zbierać tylko jeden raz w roku, a więc tylko sezonowo, zakiszenie jest szczególnie uzasadnione, ponieważ umożliwia przez cały rok utrzymanie podłoża o takich samych właściwościach. Tabela nr 4 przedstawia najważniejsze dane dotyczące kiszonki żyta.

4.5 Buraki

Burak (pastewny lub cukrowy) ze względu na wysoki przyrost masy nadaje się bardzo dobrze do uprawy jako surowiec odnawialny. W przeciwieństwie do żyta, burak posiada specjalne wymagania odnośnie gleby i klimatu, a mianowicie potrzebuje łagodnego klimatu oraz gleby o dużej miąższości i zawartości próchnicy. Zbiory są różne w zależności od warunków glebowych i w przypadku buraka cukrowego wynoszą od 500 do 600 dt/ha. W przypadku zbiorów buraków pastewnych dochodzą jeszcze różnice wynikające z różnych gatunków. Zbiór buraków pastewnych o zwiększonej masie może wynosić około 900 dt/ha, natomiast pozostałych buraków około 600 do 700 dt/ha. W przypadku zbiorów naci buraków występują również różnice w poszczególnych gatunkach. Zależność masy buraka do masy naci w przypadku buraka cukrowego wynosi 1:0,8 a w przypadku buraka pastewnego

1:0,5. Burak o podwyższonej masie posiada zależność buraka względem naci wynoszącą „tylko” 1:0,3-0,4.

Problemy występują jednak podczas czyszczenia suchego buraków. Resztki ziemi przywierające do buraków muszą być w miarę możliwości całkowicie usunięte, ponieważ w przeciwnym wypadku będą się gromadzić na dnie fermentatora, zajmując cenną przestrzeń do fermentowania. Ponadto przed rozdrobnieniem należy usunąć kamienie. Z uwagi na fakt, że zarówno buraki, jak i ich nać można zbierać sezonowo, konieczne jest składowanie, aby umożliwić przez cały rok dostęp do podłoża. Składowanie odbywa się przeważnie poprzez zakiszenie rozdrobnionych roślin. Ponadto należy zwrócić uwagę, że konsystencja papki rozdrobnionych buraków uniemożliwia składowanie w silosie przejazdowym. Z tego powodu należy stosować szczelne zbiorniki.

4.6 Kiszonka trawy

Uprawa i koszenie trawy wzgl. wykorzystanie kiszonki trawy, podobnie jak w przypadku kukurydzy, nie sprawia żadnych problemów w obróbce mechanicznej. W zależności od warunków atmosferycznych i klimatycznych, rocznie można uzyskać od trzech do pięciu koszeń. Ilość kiszonki trawy, która pozostaje ostatecznie do wykorzystania w instalacjach biogazowych, zależy do wielu czynników. Najważniejszymi z nich są:

- jakość gleby,
- warunki klimatyczne,
- rodzaj i gatunek roślin,
- stopień dojrzałości w chwili koszenia,
- rodzaj konserwacji i składowania.

Z powodu tak wielu czynników nie możemy podać dokładnych danych dotyczących zbioru trawy. Poniżej podaliśmy jedynie charakterystyczne dane substancji.

4.7 Odpady poubojowe

Grupą substratów, które z powodzeniem wykorzystuje się do produkcji biogazu, są odpady poubojowe kategorii 2 i 3. Jest ona alternatywą dla wykorzystania tradycyjnych, rolniczych surowców takich jak kiszonki, obornik, gnojówka. Biogazownie przetwarzające odpady poubojowe zalicza się do biogazowni utylizacyjnych (bądź przemysłowo-utylizacyjnych). Instalacje mające na celu utylizację odpadów poubojowych muszą spełniać surowe przepisy sanitarne. Odpady pochodzenia zwierzęcego dzieli się, ze względu na stopień zagrożenia, na trzy kategorie:

- •kategoria 1 - wymaga bezwarunkowej utylizacji w spalarniach,
- •kategoria 2 - po przygotowaniu, może być wykorzystana do uzysku biogazu,

- kategoria 3 - po przygotowaniu, może być wykorzystana do uzysku biogazu.

Substraty, przed umieszczeniem w komorach fermentacyjnych wymagają odpowiedniego przygotowania:

- odpady kat. 2. rozdrobnione, muszą zostać poddane procesowi sterylizacji - obróbki termicznej poprzez działanie pary o parametrach min. 133°C, 0,3MPa przez 20 minut,
- odpady kat. 3. rozdrobnione (średnica maks. 12mm), poddaje się procesowi higienizacji w temperaturze 70°C przez min. 60 minut. Po obróbce termicznej następuje etap mieszania i homogenizacji substratów w tzw. zbiornikach przygotowawczych (wstępnych).

4.8 Wytłoki owocowe

Dobrym substratem wykorzystywanym przy produkcji biogazu są odpady z przetwórstwa owocowego. Produkty uboczne pochodzące z zakładów przetwórstwa owoców, produkujących m.in. soki, dżemy, koncentraty owocowe, to tzw. wytłoki. Przy produkcji 1 litra nektaru owocowe powstaje ok. 300g wytłoków. Poniżej znajduje się tabela nr 3 przedstawiająca uzysk biogazu z przykładowych substratów oraz procentową zawartość metanu:

Przy wykorzystywaniu wytłoków nie są wymagane szczególne środki higieny czy specjalne przygotowanie substratu. Wytłoki zawierają duże ilości cukrów są często wykorzystywane przy produkcji alkoholu.

Dodatkowo w gospodarstwach rolnych, agroturystycznych można wykorzystać jeszcze do produkcji biogazu biotony ze ścieków komunalnych, resztki żywności i przeterminowane produkty spożywcze, przed wszystkim ze stołówek, odpady, odpady rzeźnicze oraz odpady po odłuszczeniu. Aby nie dopuścić do rozprzestrzeniania się chorób lub zarazy, w przypadku wymienionych tu grup substancji należy zadbać o szczególne warunki higieniczne. Zostały one ustalone rozporządzeniem w sprawie odpadów pochodzenia biologicznego (BioAbfV) oraz rozporządzeniem WE nr 1774/2002, jak również odpowiednimi przepisami wykonawczymi. Wymienione regulacje ograniczają również wykorzystanie odpadów po fermentacji, umożliwiając to wyłącznie z ważnymi normami.

Również w gospodarstwach agroturystycznych dba się o tereny zielone i ogólny wizerunek więc, podczas pielęgnacji terenu i pasów zieleni zbierane są dosyć duże ilości skoszonej zieleni i trawy. Można je także wykorzystać jako substrat do biogazowni. Ponieważ ten materiał jest dostępny tylko sezonowo, w celu zapewnienia całorocznego zapasu jako podłoże biogazowe, musi być zakiszony. Z powodu rozrzucenia na dużym obszarze nie zawsze jest to działanie uzasadnione, ponieważ koszty zebrania są za wysokie. Pomijając ten problem, jest to dobry kosubstrat do poddania go fermentacji, natomiast z powodu wysokiej zawartości substancji suchej nie nadaje się do użytku jako

monosubstrat.

Tabela 3. Wydajność biogazu z różnych substratów

Substrat	Ilość biogazu [dm ³ /kg s.org.]
Obornik świński	340-550
Obornik bydłowy	90-310
Obornik koński	200-300
Obornik owczy	90-310
Odchody ptasie	310-620
Słoma żytnia	200-300
Słoma pszenna	200-300
Słoma jęczmienna	250-300
Słoma owsiana	290-310
Trawa	280-550
Trzcina	170
Odpady rolnicze	310-430
Osady ściekowe	310-740
Części warzyw	330-360
Konopie	360

Źródło: www.biogazownierolnicze.pl

Łączne zestawienie właściwości i wydajności biogazu z różnych substratów zawiera tabela nr 4.

Tabela 4. Zestawienie substratów

podłoże	ss	oss	N	NH ₄	P	uzysk biogazu		zawartość CH ₄
	[%]	[% ss]		[% ss]		[m ³ /t śm]	[m ³ /t oss]	[% obj.]
surowce organiczne z obiektów komunalnych / odpadki rzeźnicze								
biotony	40-75	50-70	0,5-2,7	0,05-0,2	0,2-0,8	80-120	150-600	58-65
resztki pożywienia i przet. prod. spoż.	9-37	80-98	0,6-5	0,01-1,1	0,3-1,5	50-480	200-500	45-61
odpady sklepowe	5-20	80-90	3-5	b.d.	0,8	45-110	400-600	60-65
tłuszcz z odtłuszczaczy	2-70	75-93	0,1-3,6	0,02-1,5	0,1-0,6	11-450	ok. 700	60-72
treść żołądkowa (świnie)	12-15	75-86	2,5-2,7	b.d.	1,05	20-60	250-450	60-70
treść żwaczy	11-19	80-90	1,3-2,2	0,4-0,7	1,1-1,6	20-60	200-400	58-62
flotat	5-24	80-95	3,2-8,9	0,01-0,06	0,9-3	35-280	900-1200	60-72
zieleni i trawa								
skoszona zieleń	ok. 12	83-92	2-3		1,5-2	150-200	550-680	55-65

Ciąg dalszy Tabeli. Zestawienie substratów.

podłoże	SS	oss	N	NH ₄	P	uzysk biogazu		zawartość CH ₄
	[%]	[% ss]		[% ss]		[m ³ /t śm]	[m ³ /t oss]	[% obj.]
nawozy naturalne								
gnojowica bydła	8-11	75-82	2,6-6,7	1-4	0,5-3,3	20-30	200-500	60
gnojowica świń	ok. 7	75-86	6-18	3-17	2-10	20-35	300-700	60-70
obornik bydła	ok. 25	68-76	1,1-3,4	0,22-2	1-1,5	40-50	210-300	60
obornik świń	20-25	75-80	2,6-5,2	0,9-1,8	2,3-2,8	55-65	270-450	60
obornik kurzy	ok. 32	63-80	5,4	0,39	b.d.	70-90	250-450	60
surowce odnawialne								
kiszonka kukurydzy	20-35	85-95	1,1-2	0,15-0,3	0,2-0,3	170-200	450-700	50-55
żyto GPS	30-35	92-98	4,0	0,57	0,71	170-220	550-680	ok. 55
burak cukrowy	23	90-95	2,6	0,2	0,4	170-180	800-860	53-54
burak z zw. masie	12	75-85	1,9	0,3-0,4	0,3	75-100	620-850	53-54
burak o zw. zawartości	12	75-85	1,9	0,3-0,4	0,4	75-100	620-850	53-54
nać buraka	16	75-80	0,2-0,4	b.d.	0,7-0,9	ok. 70	550-600	54-55
kiszonka trawy	25-50	70-95	3,5-6,9	6,9-19,8	0,4-0,8	170-200	550-620	54-55
podłoża pochodzące z przemysłu rolniczego związane z dalszą obróbką								
wysłodziny browarniane	20-25	70-80	4-5	b.d.	1,5	105-130	580-750	59-60
wywar zbożowy	6 - 8	83-88	6-10		3,6-6	30-50	430-700	58-65
wywar ziemniaczany	6 - 7	85-95	5-13		0,9	36-42	400-700	58-65
wywar owocowy	2 – 3	ok. 95	b.d.		0,73	10-20	300-650	58-65
wycierka (świeża)	ok. 13	ok.90	0,5-1	0,04	0,1-0,2	80-90	650-750	52-65
sok	3,7	70-75	4-5	0,8-1	2,5-3	50-56	1500-2000	50-60
woda procesowa	1,6	65-90	7-8	0,6-0,8	2-2,5	55-65	3000-4500	50-60
wysłodki prasowane	22 - 26	ok. 95	b.d.		b.d.	60-75	250-350	70-75
melasa	80 - 90	85-90	1,5		0,3	290-340	360-490	70-75
wytlaki jabłkowe	25-45	85-90	1,1		0,3	145-150	660-680	65-70
wytlaki owocowe	25-45	90-95	1-1,2		0,5-0,6	250-280	590-660	65-70
wytlaki winorośli	40-50	80-90	1,5-3		0,8-1,7	250-270	640-690	65-70

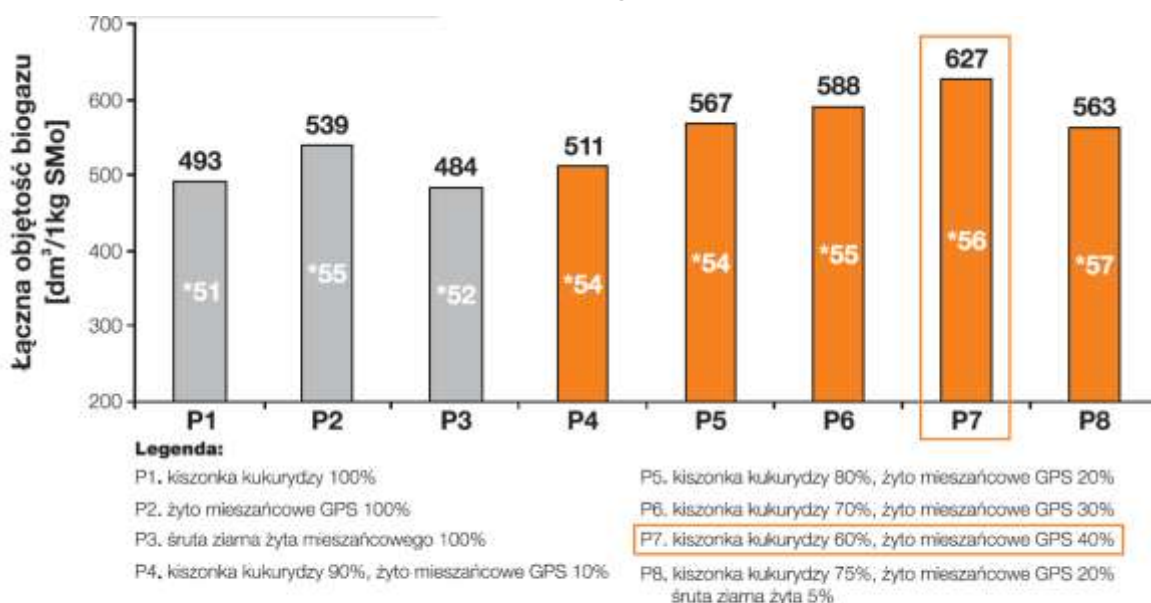
Źródło: Biogaz, produkcja, wykorzystywanie, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH

Oprócz produkcji biogazu, który zamieniany może być na energię cieplną bądź elektryczną powstaje też kompost, nawóz. Wykorzystywany jest on do użyźniania gleb. Romaniuk w swoich artykułach wskazuje na dodatkową

możliwość produkcji nawozu organiczno – mineralnego „Biokom”, czy na przykład bionawozu z podmiotu kurzego.

Największe możliwości pozyskania biogazu mają gospodarstwa rolne o produkcji dobowej ok. 2,5 m³ gnojowicy o zawartości 5 % suchej masy. Łączny potencjał roczny sięga ok. 38 mln m³ gnojowicy i 51 mln ton obornika. Przyjmując jednostkową masę obornika równą 0,6 t / m³, pozyskana roczna ilość obornika wynosi 85 mln m³. Jak wykazały badania doświadczalnych biogazowni eksploatowanych w rolnictwie, z 1 m³ płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m³ biogazu, a z 1m³ obornika - 30 m³ biogazu o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m³.

Procentowa zawartość metanu w biogazie.



Źródło danych: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, KWS LOCHOW POLSKA, 2010; doświadczenia przeprowadzone w 3 powtórzeniach; czas fermentacji 34 dni; temperatura fermentacji 38°C.

Rysunek 3. Wykres objętości biogazu dla różnych substratów

Wyniki polskich badań „Uzysk biogazu z żyta mieszańcowego (GPS i śruta ziarna), kiszonki kukurydzy oraz różnych mieszanin tych substratów.

Wyniki tego doświadczenia są zbliżone do wyników badań przeprowadzonych w Niemczech. W praktyce jako najbardziej wydajne poleca się mieszanki substratów składające się z 20-30% żyta mieszańcowego GPS i 70-80% kiszonki kukurydzy.

Ważnym aspektem jest też sama lokalizacja biogazowni rolniczej. Biogazownia powinna być zlokalizowana w pewnej odległości od siedzib ludzkich ze względu na emisję spalin z układu kogeneracyjnego oraz hałas. Mniejsze znaczenie ma emisja odorów z biogazowni, która jest znacznie mniejsza niż powszechne przekonanie na ten temat, ponieważ proces przebiega w układzie zamkniętym, i w zasadzie tylko podczas procesu przyjmowania niektórych odpadów do przerobu mogą być uwalniane przykre zapachy. Stąd

zaleca się niekiedy budowę zamkniętej hali przyjęć wyposażonej w odpowiednie filtry.

Dla wyboru lokalizacji znaczenie ma również:

- dostęp do surowców/odpadów, szczególnie ciekłych (np. gnojowica), ponieważ bardziej opłaca się je pompować niż przywozić z większych odległości,
- dostęp do sieci energetycznej z odpowiednimi warunkami technicznymi i możliwością uzyskania warunków przyłączeniowych,
- dostęp do pól uprawnych położonych w bliskiej odległości ze względu na koszty rozwiezienia i rozlania odpadu pofermentacyjnego.

5 Podsumowanie

Cel pracy - zaprezentowanie możliwości wykorzystania biogazowni rolniczej w gospodarstwach agroturystycznych został osiągnięty. W rozdziale trzecim przedstawiono różnorakie możliwości dla gospodarstw agroturystycznych (rolnych) produkcji biogazu pod względem substratów, technologii, metod działania.

Podsumowując powyższe rozdziały można pokusić się o stworzenie tabeli zalet i wad biogazowni rolniczych, (patrz tabela poniżej).

Tabela 5. Zalety i wady biogazowni rolniczych

Zalety	Wady
niezależność wytwarzanej mocy ze względu na warunki atmosferyczne	wysokie nakłady inwestycyjne,
produkt dodatkowy – nawóz wysokowartościowy	konieczność ciągłego dostępu do substratów,
możliwość regulacji wytwarzanej mocy w zależności od aktualnego zapotrzebowania	stały nadzór i kontrola,
łatwe magazynowanie surowca	bariery prawne oraz skomplikowane procedury,
możliwość wytwarzania elektrycznej i ciepłej	wraz ze wzrostem mocy biogazowni rośnie zapotrzebowanie na substraty, może się to wiązać z trudnościami logistycznymi,
wysoka sprawność energetyczna	budowa biogazowni wiąże z ryzykiem związanym ze zmianami cen surowców oraz cen energii elektrycznej.
stałe, nieprzerwane dostawy energii	
nowe miejsca pracy	

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie tabeli i analizy całej pracy stwierdzono, że warto budować biogazownie rolnicze przy gospodarstwach rolnych. Profity z biogazowni są znaczące, a dodatkowo wykorzystujemy Odnawialne Źródła Energii. Miejmy nadzieję, że zainteresowanie inwestycją w biogazownie rolnicze będzie rosło, szczególnie w naszym kraju.

„W Polsce największe możliwości pozyskania biogazu mają gospodarstwa rolne, w których rocznie szacunkowo powstaje 38 mln m³ gnojowicy i 51 mln ton obornika. Jak wykazały badania doświadczalne w biogazowniach rolniczych z 1m³ płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m³ biogazu, a z 1 m³ obornika – 30 m³ biogazu o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m³.

Obliczono, że rocznie z pozyskanej ilości odchodów zwierzęcych w Polsce można uzyskać 3310 mln m³ biogazu. Jest to wielkość czysto teoretyczna, ponieważ w gospodarstwach rolnych o małej obsadzie zwierząt brak podstaw techniczno – ekonomicznych do budowy urządzeń pozyskujących biogaz z odchodów.

Produktem każdej rolniczej biogazowni jest wysokowartościowy nawóz, który w porównaniu z powszechnie stosowaną gnojowicą charakteryzuje się mniejszą agresywnością wobec roślin („nie wypala” roślin jak gnojowica) i zawartością azotu w formie lepiej przyswajalnego dla roślin azotu amonowego, lepszą płynnością oraz zredukowaną objętością.

Z biogazowni czerpią profity nie tylko jej właściciele i odbiorcy nawozu. Dla lokalnej społeczności biogazownia to m.in. możliwość utylizacji niektórych odpadów, powstanie nowych miejsc pracy, przychody z tytułu podatków od działalności gospodarczej dla gminy i powiatu oraz możliwość pozyskiwania tańszej energii z niezależnego źródła. Przetwarzanie w biogazowni naturalnych nawozów organicznych, np. gnojowicy, prowadzi do redukcji uciążliwych zapachów. Dla turystów w gospodarstwie agroturystycznym to ważna kwestia.

Produkcja energii z biogazu umożliwia ponadto - w przeciwieństwie do elektrowni wiatrowych i wodnych czy kolektorów słonecznych – nieprzerwane, stałe dostawy energii (brak skoków czy przerw). Powoduje to znaczne ułatwienie dla operatora sieci elektrycznej oraz stałe zaopatrzenie w prąd i ciepło obszarów wiejskich.,,

Sektor biogazu rolniczego w Polsce znajduje się wciąż w fazie początkowej wejścia na rynek. Przyczyn takiego stanu jest wiele, poczynając od kwestii finansowych, poprzez przepisy, kończąc na aspektach społecznych. Z tego powodu ważnym czynnikiem jest edukacja i promocja pozyskiwania energii z biomasy jako ważnego elementu polskiej gospodarki. Przykłady takich krajów jak Niemcy, Dania, czy Szwecja pokazują, że biogaz ma dużą przyszłość także w Polsce, kraju o dużym niewykorzystanym potencjale dla produkcji energii z biomasy.

Unia Europejska stymuluje państwa członkowskie do zwiększenia wysiłków w zakresie promocji oraz badań nad nowymi technologiami dotyczącymi wykorzystania biogazu jako biopaliwa, w szczególności służącymi do wykorzystania biomasy oraz zwiększenia efektywności energetycznej biogazowni. Środki z unijnych i krajowych programów wsparcia dla rozwoju biogazu transportowego powinny być przeznaczane na tworzenie projektów

i infrastruktury związanej z budową biogazowni rolniczych, a w przyszłości z wykorzystywaniem biogazu w transporcie.

Literatura

- [1] Biogaz, produkcja, wykorzystywanie, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH Materiały z Seminarium naukowego: „Popularyzacja prac badawczo – rozwojowych z zakresu odnawialnych źródeł energii”, Puławy, październik 2010r.
- [2] Głaszczka A., Wardal W., Romaniuk W., Domasiewicz T., Biogazownie rolnicze, Warszawa 2010,
- [3] Głodek E., Poradnik BIOGAZ ROLNICZY, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Opole styczeń 2010
- [4] Głodek E., Przewodnik biogazownie utylizacyjne, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Opole, marzec 2010
- [5] Gradziuk P., Grzybek A., Analiza dostępnych technologii z zakresu pozyskiwania, wytwarzania i wykorzystywania biogazu. oraz Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, Ministerstwo Gospodarki, 2011.
- [6] Józwiak M., Technologia biogazowa - referat TAIEX
- [7] Kujawski J., Kujawski O., Biogazownie rolnicze – wysoce efektywna metoda produkcji energii z biomasy, Pracownia Inwestycyjno-Projektowa INEKO Nachwachsende Rohstoffe - system budowy biogazowni rolniczej, wykorzystujący głównie kiszonki z roślin (np. kukurydzy) oraz inne substraty w zależności od uwarunkowań, np. gnojowicę.
- [8] Kupczyk A., Prządka A., Różnicka I., Wybrane problemy produkcji i wykorzystania biogazu. Biogaz w krajach Unii Europejskiej i w Polsce, „Energetyka” – 8/2009
- [9] Oniszk –Popławska A., Zowsik M., Wiśniewski G., Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego, EC BREC/IBMER, Gdańsk-Warszawa 2003, za: Bouman, 1989
- [10] Pozyskiwanie i energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego, Instytut Mineralnych Materiałów Budowlanych w Opolu, kwiecień 2007, Opole,
- [11] Substraty: żyto, buraki, kiszonka trawy opracowane na podstawie: Biogaz, produkcja, wykorzystywanie, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH
- [12] Tyler, S. C. The global methane budget. "Microbial Production and Consumption of Radiatively Important Trace Gases: Methane, Nitrogen Oxides, and Halomethanes", J. E. Rogers and W. B. Whitman, Eds., American Society for Microbiology, 1991
- [13] www.biomasa.org
- [14] www.portalbiogazowy.pl
- [15] www.turystykawpraktyce.eu

EKONOMICKÉ HODNOTENIE HYDROLÝZY CELULÓZY

František Janíček, Peter Hajduček, Boris Cintula, Dominik Viglaš

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave,

Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská republika

e-mail: peter.hajducek@stuba.sk

Abstrakt: Tento príspevok pojednáva o ekonomických aspektoch výroby bioetanolu z celulózy prostredníctvom hydrolýzy. V prvej stati je vytvorený a popísaný ekonomický model dávkového hydrolýzneho zariadenia, na základe štúdií prevádzkových a investičných nákladov takéhoto zariadenia. Následne sú ekonomické ukazovatele porovnané s ekonomickými ukazovateľmi existujúcich hydrolýznych zariadení využívajúcich technológiu kyslej hydrolýzy.

Kľúčové slová: biomasa, enzymatické hydrolýza celulózy, kyslá hydrolýza celulózy.

1 Úvod

Ekonomické hodnotenie spracovanie biomasy hydrolýzou má význam iba pri procesoch, ktorých vývoj je v takom štádiu, že by bolo možné spustiť do komerčnej prevádzky aspoň ich experimentálne zariadenie, produkujúce výstupnú surovinu v množstvách bežný pri priemyselnom využití. Nie laboratórne experimenty s produkciou niekoľko gramov. Existuje viacero prevažne experimentálnych prístupov k zhodnocovaniu biomasy prostredníctvom hydrolýzy t.j. chemického rozkladu pomocou vody. Z praktického pohľadu je možné ich rozdeliť na dva základné postupy a to enzymatická hydrolýza biomasy a kyslá hydrolýza biomasy.

2 Enzymatická hydrolýza

Ekonomické hodnotenie enzymatickej hydrolýzy je o niečo teoretickejšie, pretože nie sú voľne dostupné dáta o investičných a prevádzkových nákladoch zo žiadneho zariadenia. Pre enzymatickú hydrolýzu existujú dva najdetailnejšie rozpracované výrobné postupy a to výroba v dávkovom reaktore a v priebežnom reaktore. Aj keď priebežný reaktor by mohol mať v prevádzke množstvo nesporných výhod, je vývojovo o niečo mladší ako dávkový reaktor a pri súčasných výrobných postupoch sú náklady na výrobu v ňom približne o 60%

vyššie ako v dávkovom reaktore.

2.1 Popis produkcie dávkovej enzymatickej hydrolýzy

Pri ekonomickej analýze dávkového reaktora musíme primárne uvažovať iba vstupy materiálu. Predpokladá sa že reaktor bude pracovať pri izotermických podmienkach. Energetickú hodnotenie vzniknutého tepla zanedbávame, pretože teplo generované enzýmami pri katalytickej reakcii je pomerne malé. Počiatočný stav jednotlivých druhov materiálov v nádobe reaktora je v prvotnom okamihu chápaný ako produkcia resp. akumulácia pokiaľ nezískame výstupnú surovinu. Ak zoberieme do úvahy akýkoľvek stav procesu a hodnotíme ho ako počiatočný stav vždy platí rovnosť že budúca produkcia je rovná momentálnej akumulácii.

Z čoho môžeme proces enzymatickej hydrolýzy popísať nasledovne:

$$V_b * R_p = V_b * d(P)/dt \quad (1)$$

$$R_p = d(P)/dt$$

R_p – konštanta tvorby cukrov (hydrolýzna konštanta)

P, V_b – plnenie (objem) reaktora

$$V_b * R_{p1} = V_b * d(P_1)/dt \quad (2)$$

$$R_{p1} = d(P_1)/dt$$

R_{p1} – konštanta tvorby cukrov v zásobníku P_1

P_1 – plnenie reaktora

Na získanie popisu zmeny koncentrácia cukru resp. glukózy pre akýkoľvek okamih t_b v danom reaktore musíme rovníc (1) a (2) simultánne integrovať podľa času.

$$P = \int_0^t R_p dt \quad (3)$$

$$P_1 = \int_0^t R_{p1} dt \quad (4)$$

Pri každej zmene várky v reaktore uvažujeme 2 hodiny čas, ktorý je potrebný na vyprázdnenie a opätovné naplnenie reaktora. Potom počet várok za deň bude:

$$n_b = 24/(t_b + 2) \quad (5)$$

n_b - počet várok za deň

Ak TPD predstavuje očakávanú produkciu ton cukru za deň, potom:

$$TPD = n_b * V_b * P \quad (6)$$

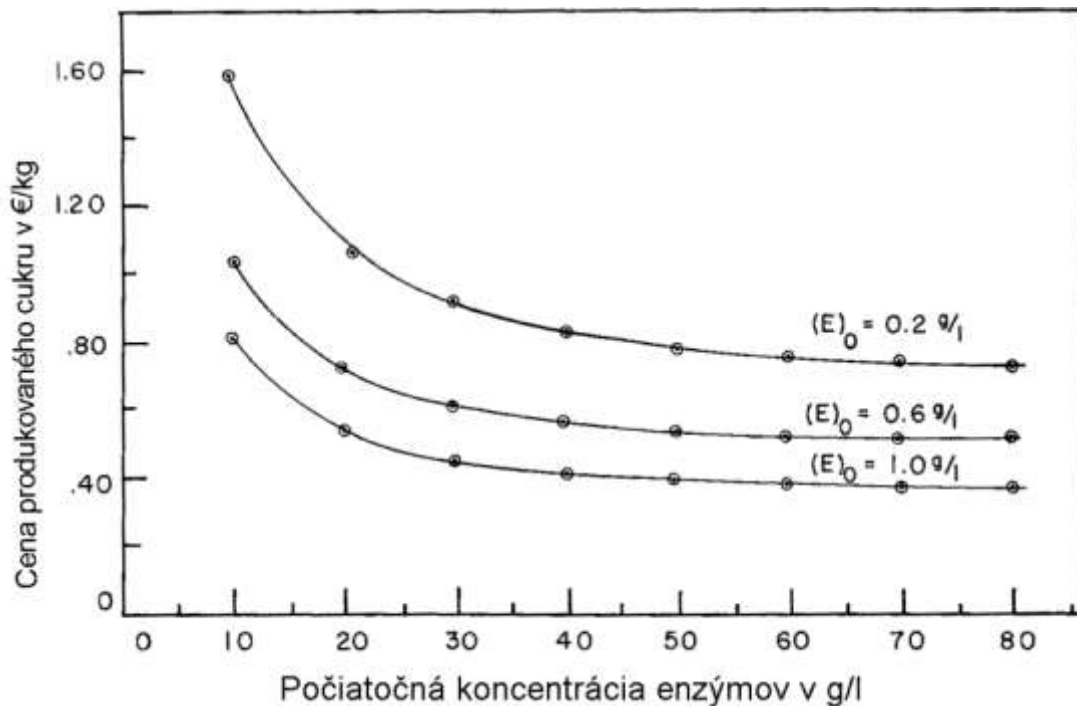
2.2 Ekonomický model

Pomocou vzťahov 1 až 6 dokážeme kvantitatívne popísať produkciu dávkového hydrolýzneho reaktora.

Tab. 1 Parametre enzymatického reaktora

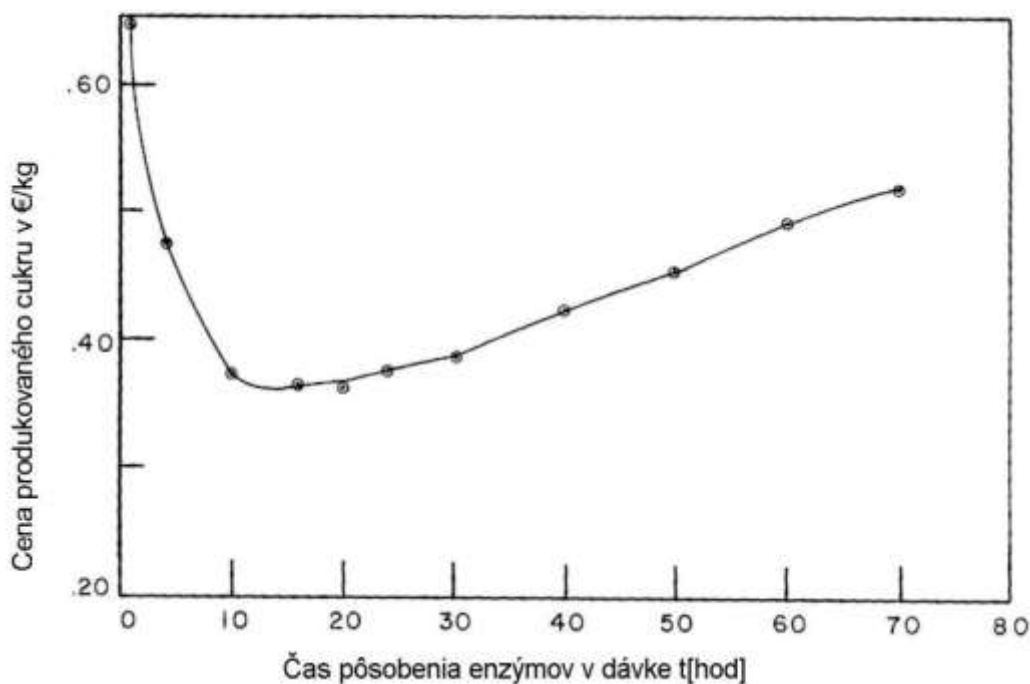
Základné parametre reaktora pre enzymatickú hydrolýzu biomasy	
Produkcia cukru	500 ton/deň
Produkcia etanolu	325 m ³ /deň
Inicializačná koncentrácia celulózy	10-80 g/l
Inicializačná koncentrácia enzýmov	0,25-1 g/l
Recyklácia enzýmov	Neuvažujeme
Recyklácia nerozloženej celulózy	Neuvažujeme

Kinetika enzymatickej hydrolýzy je v najväčšej miere závislá na použitej vstupnej surovine, množstve a druhu použitých enzýmov a na dobe pôsobenia enzýmov. Vzhľadom na vysokú cenu enzýmov je dôležité zvoliť optimálnu variantu z pohľadu množstva a druhu. Enzýmy nedokážu rozložiť celý objem vstupnej suroviny nakoľko pri určitej koncentrácii glukózy resp. etanolu z závislosti od druhu baktérii dochádza k zastaveniu ich pôsobenia.



Obr.1. Závislosť cukornatosti hydrolýzneho roztoku od množstva použitých enzýmov (*Trichoderma reesei* QM9414) a ceny výsledného produktu

Na obrázku vidieť aký zásadný vplyv na cenu výstupnej suroviny majú pri enzymatickej hydrolýze enzýmy a tiež že samotné množstvo enzýmov nedokáže do zásadnej miery ovplyvniť koncentráciu výsledného roztoku. Dynamika tvorby výsledných produktov je podstatne vyššia pri nižších koncentráciách. Preto vyriešenie problému kontinuálneho odoberania produktov z roztoku bez zmeny teploty by dokázalo urýchliť a podstatne zlacniť tento typ hydrolýzy.



Obr.2. Závislosť doby várky od ceny výsledného produktu pri koncentrácii enzýmov (*Trichoderma reesei* QM9414) $E_0=1\text{g/l}$. Koncentrácia vstupujúcej biomasy bola $S_0=80\text{g/L}$

Ďalším faktorom ovplyvňujúcim cenu výstupného produktu je čas. Čím je dlhšia doba počas ktorej môže prebiehať hydrolyza tým vyššiu koncentráciu má výsledný roztok, ale tak ako bolo prezentované aj na Obr. 1 zo zvyšujúcou koncentráciou sa rýchlosť rozkladu spomaľuje nakoľko sa enzýmy stávajú nefunkčnými.

Ak zoberieme do úvahy tieto faktory a každá várka v reaktore optimálnych 12,7 hod dosahovali by sme pri súčasných podmienkach dosahovali v prepočte na 1liter vyprodukované etanolu ekonomické ukazovatele výroby ako sú uvedené v Tab.2.

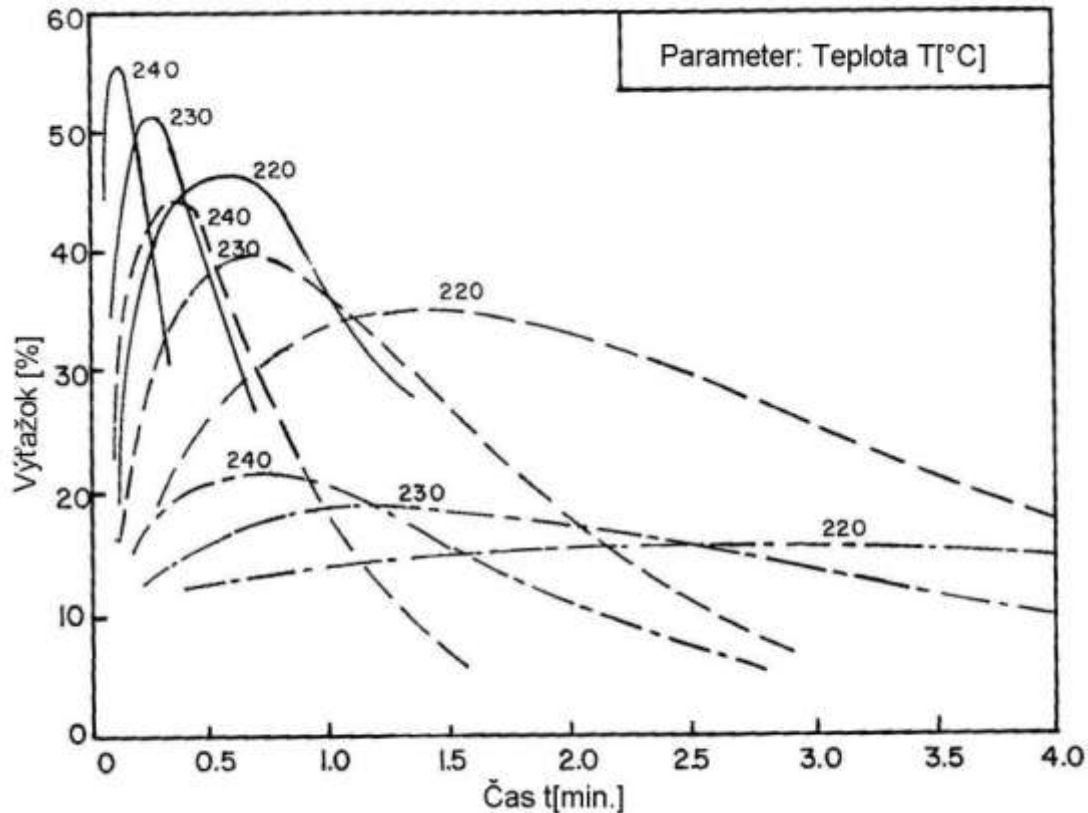
Tab. 2 Prevádzkové náklady dávkového enzymatického reaktora

Položka	Cena v € na 1l prod.etanolu	%
Surovina (celulóza)	0,1926	33,1741
Enzými	0,0880	15,1566
Amortizácia a údržba technológie	0,0122	2,0933
Energie	0,1685	29,0146
Fermentácia	0,0600	10,3341
Práca	0,0594	10,2273
Spolu	0,5806	100

3 Kyslá hydrolyza

Podobne ako pri enzymatickej hydrolyze aj pri kyslej hydrolyze je možné vytvoriť nespočetné množstvo variácií pri ktorých dochádza k rozpadu vstupnej biomasy. Používajú sa pri rozdielnych procesoch rôzne teploty a kyseliny

rozličnej koncentrácii. Najčastejšie je používané kyselina sýrová H_2SO_4 a kyselina chlorovodíková HCl . Pri postupoch so slabými kyslinami je koncentrácia do 4% pri postupoch so silnými kyslinami, môže dosahovať jej koncentrácia aj viac ako 40%. Teploty pri ktorých dochádza k rozkladu sa najčastejšie pohybujú v rozmedzí od $100^{\circ}C$ do $240^{\circ}C$. Kyslá hydrolýza má oproti enzymatickej hydrolýze významnú výhodu v tom že jej rozklad je mnohonásobne rýchlejší ako rozklad enzymatickou hydrolýzou.



Obrázok 3: Závislosť výnosov cukru na čase hydrolýzy pri 1%, 0,5%, 0,2% kyseline sýrovej

Kyslá hydrolýza je dobre známi a prebádaný proces. Veľké priemyselné aplikácie existovali už období druhej svetovej vojny vo vtedajšom Nemecku. Neskôr v 60tych až 80tych rokoch bolo vybudovaných viacero zariadení využívajúcich kyslú hydrolýzu na území vtedajšieho Sovietskeho zväzu a USA. Vzhľadom na to že táto technológia je dostatočne rozšírená existujú aj reálne ukazovatele prevádzkových nákladov a prepočítané na 1l vyprodukovaného etanolu sú uvedené v Tab. 3.

Vzhľadom na krátky čas priebehu rozkladu biomasy, optimalizáciu prevádzky a vysokým teplotám v reaktore je o niečo výhodnejšia prevádzka priebežného reaktora používaného najmä v USA oproti dávkovému reaktoru, ktorý bol používaný už v 40tych rokoch minulého storočia.

Tab. 3: Prevádzkové náklady približného kyslého hydrolyzného reaktora

Položka	Produkcia 200m ³ /deň		Produkcia 1000m ³ /deň	
	Cena v € na 1l prod. etanolu	%	Cena v € na 1l prod. etanolu	%
Údržba	0,0237	5,0173	0,0098	3,0404
Práca	0,2186	46,2768	0,0642	19,8163
Energie	0,0356	7,5427	0,0356	11,0009
Kyselina	0,0312	6,6102	0,0312	9,6410
Denaturizačná prísada	0,0040	0,8390	0,0040	1,2237
Transport a manipulácia	0,0292	6,1807	0,0255	7,8642
Suroviny	0,1046	22,1498	0,1046	32,3052
Iné	0,0254	5,3836	0,0489	15,1084
Spolu	0,4723	100	0,3239	100

4 Záver

V súčasnosti je nevyhnuté pracovať na technológiách, ktoré sú schopné znížiť našu závislosť na pomaly dochádzajúcich fosílnych palivách. Etanol je ako palivo už odskúšané a veľmi ľahko implementovateľné. Ako alternatíva k fosílnym palivám má význam len vtedy ak jeho produkcia nie je na úkor produkcie potravín. Hydrolyza sa v tomto smere javí ako veľmi perspektívna technológia. Kyslá hydrolyza je v súčasnosti lacnejšie technológia výroby bioetanolu, ale v dosť výraznej miere zaťažuje životné prostredie a nevyhnutnou súčasťou každej takejto prevádzky je veľmi nákladné čistenie. Pri porovnateľne veľkých výrobných využívajúcich enzymatickú a kyslú hydrolyzu je etanol vyrobený kyslou hydrolyzou cca o 20% lacnejší a rozdiel sa ešte prehlbuje pri väčších výrobných.

V budúcnosti je možné očakávať, že výrobu etanolu kyslou hydrolyzou postihnú čoraz rozširujúce „enviro“ dane, čo sú dane pre technológie zaťažujúce životné prostredie. Zatiaľ čo technológia enzymatickej hydrolyzy má pred sebou, ešte množstvo možných inovácií, ktoré prispievajú k výraznému zlepšeniu rentability. Na porovnanie v tejto práci boli použité pomerne bežné enzýmy, ktoré nemajú ničím výnimočné vlastnosti, ale existujú kmene baktérií, ktoré dokážu produkovať roztok aj viac než 2-násobnou cukornatosťou ako v tomto výpočte použitá *Trichoderma reesei* QM9414 s ešte vyššou dynamikou produkcie. Zlepšiť proces výroby by mohlo aj použitie činidiel a doriešenie problému recyklácie enzýmov, alebo aspoň ich dostatočne lacnej produkcie.

Na Slovensku zatiaľ neexistuje taký podporný mechanizmus aký je bežne zaužívaný v Západnej Európe, kde etanolu vyrobenému takouto technológiou je odpustená buď veľká časť spotrebnej dane, alebo úplne celá spotrebná daň. Čo je na škodu vecí, lebo práve z tohto dôvodu neexistuje žiadane výrobné zariadenie takéhoto typu a nie je zatiaľ u nás možné pracovať reálnych

podmienkach výroby na zdokonalení tejto sľubnej technológie.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0280-10 Komplexná analýza solárnych elektrární a Agentúrou VEGA MŠVVaŠ SR na základe zmluvy č. 1/1045/11 ' Komplexná analýza obnoviteľných zdrojov energie".

Literatúra

- [1] JANÍČEK F., a kol, - Obnoviteľné zdroje energie 2, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2011, ISBN 978-80-89402-13-7.
- [2] FAN L.T., LEE Y.H. GHARPURAY M.M., Cellulose hydrolysis, Vydavateľstvo Springer-Verlag, 1987, ISBN 3-540-17671-3.
- [3] WILKE C.R., Enzymatic hydrolysis of cellulose, Vydavateľstvo Noyes dat carp., 1983, ISBN 0-8155-0945-6.
- [4] BROWN D., JURASEK L., Hydrolysis of cellulose: Mechanisms of enzymatic and acid catalysis, Vydavateľstvo American chemical society, 1979, ISBN 0-8412-0612-0.
- [5] DONALD L. KLASS, Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, Vydavateľstvo Academic press, London, 1998, ISBN 978-0-12-410-950-6.
- [6] KUBICA, J., PÍPA, M., JANÍČEK,F.: Design of Experimental Biogas Plant Using a Dry Fermentation Process. In: „Power Engineering 2011“ : 2nd International Scientific Conference Renewable Energy Sources 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-38-0. – pp. 137-138.
- [7] PÍPA, M., KMENT, A.: Heat Pumps of Laboratory of Renewable Energy Sources. In: „Power Engineering 2011“ : 2nd International Scientific Conference Renewable Energy Sources 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-38-0. – pp. 175-176.

ZALETY, BUDOWA I EKSPLOATACJA MAŁYCH BIOGAZOWNI ROLNICZYCH

Ryszard Jabłoński¹, Dariusz Czekan²

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz, Polska

e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

²Szczecińska Szkoła Wyższa Collegium Balticum

Abstract: The construction of biogasworks that process agricultural wastes is crucial because of possibility of reduction of wastes and emissions in the countryside. Intensive agriculture causes numerous dangers to environment, e.g. erosion and sterilization of soil, pollution of ground and surface waters with nutrients and pesticides, as well as decrease in biodiversity and interference with ecosystem. Animal excrements such as liquid manure or manure are implemented to produce agricultural biogas. Installations to be applied are diversified, have individual construction adjusted to the given composition of input. Process of biogas production is dependent on many factors and it requires very strict conditions, i.e. constant temperature, instant pH, continuity of processes and lack of oxygen. It is not possible for all the agricultural holdings to construct professional biogasworks because of its expensiveness. Installation that is presented is adjusted to the amount of input in agricultural holding.

Keywords: agricultural biogasworks, renewable sources of energy, biogas

1 Wprowadzenie

Celem publikacji jest produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego w małych biogazowniach rolniczych oraz analiza problemu beztlenowej fermentacji gnojowicy i energetycznego wykorzystanie pozyskanego z niej biogazu zmniejszającego negatywny wpływ produkcji zwierzęcej na środowisko.

Biogaz wytworzony w procesie fermentacji metanowej odpadów rolniczych może być wykorzystany do produkcji energii elektrycznej i ciepła.

Wykorzystanie biogazu z małych biogazowni rolniczych może stać się jedną z gałęzi krajowej energetyki rozproszonej. Biogaz fermentacyjny doskonale nadaje się do zasilania urządzeń energetycznych, o czym mogą

świadczyć bogate doświadczenia krajów Unii Europejskiej. W Niemczech w ciągu ostatnich 15 lat powstało około 2000 biogazowni rolniczych i instalacji energetycznego wykorzystania biogazu.

Budowa instalacji biogazowych, które przetwarzają odpady rolnicze jest ważna ze względu na możliwość redukcji odpadów oraz emisji na terenach wiejskich. Rolnictwo intensywne powoduje liczne niebezpieczeństwa dla środowiska. Możemy do nich zaliczyć erozję i wyjałowienie gleb, skażenie wód gruntowych i powierzchniowych związkami biogennymi i pestycydami, jak również zmniejszenie bioróżnorodności a także naruszenie równowagi ekologicznej ekosystemów. Przemysłowa hodowla zwierzęca jest najbardziej uciążliwa dla środowiska. Nieodpowiednie przechowywanie i wykorzystanie gnojowicy powoduje skażenie wód powierzchniowych gruntowych związkami azotu i fosforu oraz organizmami chorobotwórczymi. Wszystko to prowadzi do eutrofizacji wód powierzchniowych i co za tym idzie do obniżenia jakości wód podziemnych, które stanowią źródło wody pitnej w większości gospodarstw wiejskich. Rozprzestrzenianie się odorów przy nawożeniu gnojowicą jest również bardzo uciążliwe dla mieszkańców i często obniża atrakcyjność turystyczną danego terenu. Największym problemem stwarzanym przez intensywną hodowlę zwierząt jest emisja gazów cieplarnianych. Metan emitowany jest w wyniku fermentacji jelitowej bydła i zarówno w procesie rozkładu odchodów wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich.

Rozwiązanie wyżej wymienionych tu problemów ekologicznych stanowi ogromne wyzwanie dla współczesnego społeczeństwa.

2 Surowce do produkcji biogazu w małych biogazowniach rolniczych

Odchody zwierzęce takie jak: gnojowica, obornik, gnojówka są najczęściej stosowane do produkcji biogazu rolniczego. Produkty uzupełniające stanowią odpady organiczne pochodzenia przemysłowego lub rolniczego. Materiał wyjściowy można podzielić na trzy podstawowe kategorie:

- 1) rolnicze:
 - odchody zwierząt
 - uprawy energetyczne
 - odpady z hodowli roślin
- 2) miejskie:
 - frakcja organiczna (degradowana na drodze biologicznej) odpadów miejskich
 - osad ściekowy
 - ścinki trawy i odpady ogrodnicze
 - resztki jedzenia,
- 3) przemysłowe:

- odpady z przemysłu spożywczego
- mleczarskiego
- cukrowniczego
- farmaceutycznego
- biochemicznego
- papierniczego
- mięsnego.

Substancją wyjściową do produkcji biogazu rolniczego jest gnojowica. Gnojowica jest płynną przefermentowaną mieszaniną odchodów (kału i moczu) zwierząt gospodarskich i wody, ewentualnie z domieszką niewykorzystanych pasz, pochodząca z obór bezściółkowych, gromadzona w zbiornikach.

Stężenie substancji w gnojowicy jest różne w zależności od sposobu karmienia i ilości zużytej wody. Potencjał produkcji biogazu jest większy im mniejsze jest rozcieńczenie gnojowicy. Gnojówka, czyli mocz pochodzący od zwierząt hodowlanych i także obornik (odchody ze ściółką) mają mniejsze zastosowanie w produkcji biogazu. Gnojówka, ze względu na niską zawartość suchej masy może być stosowana jedynie jako dodatek w procesie fermentacji. Także obornik ma mniejsze zastosowanie w produkcji biogazu, ponieważ jako substancja stała wymaga innego sposobu podawania do komory fermentacyjnej. Substancje organiczne charakteryzują się różnym tempem rozkładu i różnią się ilością powstałego w wyniku rozkładu biomasy biogazu. Odchody zwierzęce w porównaniu z odpadami organicznymi charakteryzują się niskim potencjałem produkcyjnym biogazu.

Tab. 3. Dane dotyczące produkcji biogazu rolniczego z odchodów zwierzęcych.

Parametr	Jednostka	Bydło		Trzoda		Drób
		Obornik	Gnojowica	Obornik	Gnojowica	Odchody
s.m.	t s.m./t odpadów	n *>;	0,1	0,2	0,07	0,15
s.m.o.	t s.m.o./t s.m.	0,80	0,8	0,9	0,82	0,76
s.m.o./SD	kg s.m.o./SD/d	3,0-5,4 średnio: 4,2		2,5-4,0 średnio: 3,3		5,5-10 średnio: 7,78
Produkcja biogazu	m ³ /t s.m.o.	175 - 520 średnio: 347		220 - 637 średnio: 428		327 - 722 średnio: 524
Produkcja biogazu	mJ/SD/d	1,5-2,9 średnio :2,2	0,56-1,5 średnio: 1,03	0,6-1,25 średnio: 0,93		3,5-4,0 średnio:3,75

Objaśnienia:

SD - sztuka duża, zwierzę o wadze powyżej 500 kg s.m. - zawartość suchej masy

s.m.o. - zawartość suchej masy organicznej w stosunku do suchej masy

s.m.o./SD - zawartość s.m.o. w przeliczeniu na sztuki duże

Uzupełnianie odchodów zwierzęcych innymi substratami jest celowe. Dzięki temu zwiększona zostaje efektywność ekonomiczna procesu fermentacji, poprzez zwiększoną produkcję biogazu.

Przetwórstwo gnojowicy zwierzęcej wraz z surowcami rolniczymi do biogazu jest najbardziej racjonalnym sposobem unieszkodliwiania i utylizacji odpadów rolniczych. Po fermentacji szkodliwa dla środowiska gnojowica przekształca się w wieloskładnikowy, wysokowartościowy nawóz rolniczy, który praktycznie bez ograniczeń może być używany do nawożenia upraw. Dodatkowo uzyskuje się również biogaz, który łatwo daje się wykorzystać jako surowiec energetyczny. W Polsce istnieje wiele upraw rolnych, z których praktycznie wykorzystuje się jedynie ziarno. Łodygi i liście, jako produkt odpadowy, mogą być również wykorzystywane jako składnik wsadu do biogazowni rolniczych. Ważny jest sposób zbierania odpadów, ich magazynowanie i powtórne zagospodarowanie. Na przebieg procesu fermentacji metanowej wpływa szereg czynników, z których najważniejsze to:

- temperatura - która musi być dobrana właściwie dla różnych bakterii. Fermentacja metanowa może przebiegać w zakresie 4°C - 70°C. Fermentacja metanowa wykazuje dwie maksymalne wydajności gazu: pierwsza przy temperaturze 30 - 35 C (bakterie mezofilne) i druga przy temperaturze 52 - 55 C (bakterie termofilne)
- czas reakcji, jest też uzależniony od temperatury, w jakiej przebiega proces fermentacji. W niższej temperaturze 30-35°C, w warunkach mezofilnych rozkład substancji organicznych przebiega wolniej, a czas reakcji trwa od 12 do 36 dni. W podwyższonej temperaturze 52 - 55°C, w warunkach termofilnych substancje organiczne rozkładają się szybciej i czas reakcji trwa krócej 12 do 14 dni.

Zależy on również od rodzaju materiału wsadowego. Substancje organiczne ulegają rozkładowi w różnym tempie i tak najdłuższy czas retencji wymagany jest w przypadku podwyższonej zawartości celulozy, hemicelulozy, krótszy w przypadku białek i tłuszczu, a najkrótszy dla cukrów.

- obciążenie ładunkiem zanieczyszczeń organicznych ma zasadniczy wpływ na przebieg procesu fermentacji i ilości wyprodukowanego biogazu. Przy zwiększaniu ładunku do wartości granicznej zwiększa się produkcja biogazu. Po osiągnięciu maksimum produkcja maleje (następuje przeciążenie układu). Konieczne jest więc rozpoznanie optymalnego zakresu obciążenia komory fermentacyjnej.
- odczyn pH Bakterie metanogenne wymagają odczynu obojętnego, tj. pH ok. 7. Odchody zwierzęce mają z reguły odczyn zasadowy. W przypadkuszybkiego rozkładu substancji organicznych do niższych kwasów organicznych w pierwszym etapie przemian, obserwuje się obniżenie odczynu masy fermentującej do pH 6,2- 6,5, aby temu zapobiec można dodać wapna bądź świeżej gnojowicy w celu zmiany odczynu.

- mieszanie biomasy jest niezbędne w celu: zapewnienia przebiegu procesu w sposób jednorodny w całej objętości, utrzymania jednorodnej konsystencji. Ponadto mieszanie biomasy zwiększa dostęp bakterii do cząstek substancji organicznej, a tym samym przyspiesza proces fermentacji.
- substancje toksyczne - amoniak ma hamujący wpływ na proces fermentacji, również niektóre pierwiastki np. chrom mogą powstrzymać ten proces. Ponieważ w odchodach zwierzęcych występują duże stężenia azotu amonowego zaleca się rozcieńczanie biomasy. Innym sposobem może być dodatek biomasy o wysokiej zawartości węgla (np. słomy) i zwiększenie stosunku C/N w biomacie.

Proces wytwarzania biogazu zależy od wielu czynników i wymaga zachowania ściśle określonych warunków, tj.:

- utrzymanie stałej temperatury,
- utrzymanie stałego odczynu pH 6,5-7,5,
- utrzymanie ciągłości procesu,
- zapewnienia braku dostępu tlenu.

3 BUDOWA MAŁEJ, TANIEJ BIOGAZOWNI ROLNICZEJ

Małe i średnie gospodarstwa rolne nie mogą sobie pozwolić na stawianie nowych obiektów, którymi są biogazownie rolnicze. Koszt takiej biogazowni to od 0,5 do 3 milionów Euro, co stanowi barierę zaporową w układzie ekonomicznym małych i średnich agroturystycznych gospodarstw rolnych. Naszym celem było znalezienie alternatywy na postawienie bardzo taniej biogazowni rolniczej z tak zwanych materiałów odzyskowych. Biogazownia, która powstała z tych elementów okazała się biogazownią innowacyjną, gdzie podobnych urządzeń zestawionych w biogazownię nie znaleziono na obszarze Unii Europejskiej.

Zalety

- główną zaletą tej biogazowni jest to, że nie czeka ona na substrat, który będzie dowożony z czasem z coraz to większych odległości, a biogazownia ta sama jedzie za substratem,
- jest to instalacja przenośna, gdzie zbiorniki fermentacyjne składają się z elementów w naszym wypadku długości 8m i szerokości 3,2 m – takich elementów jest osiem, średnica zbiornika fermentacyjnego wynosi również 8 metrów
- zaletą tej biogazowni jest to, że nie jest ona osadzona na fundamencie, lecz na podłożu, które stanowi wyrównana warstwa ziemi,
- w tym układzie, jeżeli nie ma fundamentów, a instalacja jest przewoźna nie potrzeba pozwolenia na budowę, starczy tu raport oddziaływania na środowisko,
- wewnątrz biogazowni stanowi szkielet z rur, które zarazem są rurami

grzewczymi, na szkielet ten, który jest mniejszy od zbiornika o 15 cm nakładana jest czteromilimetrowa folia odpowiednio według projektu zgrzewana, która stanowi szczelny worek docelowo wypełniony substratem,

- w komorze foliowej jest produkowany biogaz według naszej technologii,
- przy jakichkolwiek awariach dotyczących niewłaściwej struktury substratu, co zdarza się w wielu biogazowniach, problem ten świadomie przemilczają inwestorzy, wymieniany jest tylko wkład jednego zbiornika, przez to nie ma tu czyszczenia i odkażania całej instalacji, a wymieniana jest stara folia na nową,
- zaletą tej konstrukcji jest to, że substrat nie działa bezpośrednio na metal, powodując jego niszczenie a jest zamknięty w specjalnym worku foliowym, przez co oszczędza się czas i pieniądze, które musiałyby być spożytkowane na konserwację zbiorników fermentacyjnych,
- zbiorników fermentacyjnych stawiamy tyle, ile mamy substratu; jeżeli substratu brakuje, poszczególne zbiorniki mogą być wyłączane z produkcji, co nie ma wpływu na układ całej instalacji,
- gdy w danym miejscu brakuje substratu, poszczególne zbiorniki po rozkręceniu mogą być stopniowo przewożone na nowe miejsca, co umożliwi dalszą dochodową pracę tej biogazowni,
- bardzo ważnym elementem tej taniej biogazowni jest jej cena, która w zależności od kraju w Europie Środkowej waha się w Polsce około 200 tys. złotych, co stanowi w przybliżeniu 50 tys. Euro,
- innym ważnym elementem jest pozyskanie agregatów prądotwórczych, które w Polsce znajdują się w małych i średnich gospodarstwach rolnych,
- bardzo dużo tego rodzaju agregatów prądotwórczych jest jeszcze w zasobach wojskowych, gdzie obecnie przez powołane do tego agencje wojskowe są sprzedawane, cena takiego agregatu waha się obecnie na rynku polskim od 3 do 6 tys. złotych,
- z naszych wstępnych badań wynika, że małe i średnie gospodarstwa stać obecnie na budowę takiej małej biogazowni rolniczej,
- agregaty prądotwórcze rozprzężają i przystosowują do produkcji jako agregaty gazowe firmy w niektórych miastach,
- również do pozyskania są używane kontenery czy wycofane z ruchu wagony kolejowe,
- koszt jednego kontenera czy wagonu waha się w granicach 6 do 10 tys. zł,
- istnieje właśnie możliwość w ciągu najbliższych pięciu lat pobudowania takiej biogazowni, która powinna być nieodzowną częścią produkcji rolnej,
- dalsze dane techniczne, jak i projekt takiej biogazowni autorzy chętnie udostępnią zainteresowanym osobom.

Obróbka substratu stanowi osobne zagadnienie, którego pewne elementy znajdują się w tym opracowaniu.



ZBIORNIKI PALIWOWE WYKORZYSTANE DO KONSTRUKCJI MAŁEJ
BIOGAZOWNI ROLNICZEJ

- dostępne na rynku wtórnym używane agregaty prądotwórcze o mocy 30-60-100 kW,
- wykorzystywane po rozprężeniu w biogazowniach rolniczych.



- wykorzystanie wycofanych wagonów kolejowych oraz mobilnych agregatów wojskowych w małych biogazowniach rolniczych.

4 Charakterystyka elementów ciągu technologicznego produkcji biogazu

Każda instalacja służąca do produkcji biogazu jest odmienna, ma indywidualną konstrukcję dostosowaną do danego składu materiału wsadowego. Typowy ciąg technologiczny do produkcji biogazu składa się z następujących elementów:

- budynek inwentarski, skąd pozyskiwany jest główny materiał do produkcji biogazu
- zbiornik surowca
- komora fermentacyjna
- zbiornik magazynujący
- urządzenia do oczyszczania biogazu
- urządzenia do produkcji elektrycznej i/lub ciepła.

5 Proces powstania biogazu w biogazowniach rolniczych

Typowa instalacja rolnicza produkująca biogaz składa się ona z następujących elementów:

- zbiornika surowca (gnojowicy),
- komory fermentacyjnej z układem dozowania, podgrzewania i mieszania mechanicznego,
- zbiornika biogazu,
- zbiornika produktu przefermentowanego (szlamu),
- układu kontrolno – sterującego,
- systemu grzewczego lub systemu do produkcji ciepła i energii elektrycznej,
- instalacji gazowej.

Często spotyka się również proste instalacje do produkcji nawozu z przefermentowanego wsadu do biogazowni. Należy dodać, że poszczególne urządzenia i elementy różnią się w poszczególnych typach instalacji szczegółami rozwiązań technicznych.

Wielkości systemów mogą być różne, w zależności od obsady zwierząt hodowlanych i wielkości produkcji energii. W przypadku biogazowni z małą komorą fermentacyjną o objętości rzędu 25 m³, a więc przy obsadzie zwierząt hodowlanych na poziomie 20- 40 SD (tzw. Sztuki Dorosłe) proces otrzymywania biogazu ma następujący przebieg:

1. Gnojowica z budynku inwentarskiego spływa grawitacyjnie odpowiednim kanałem do zbiornika gnojowicy świeżej (zbiornik surowca). W zbiorniku tym następuje intensywne mieszanie gnojowicy,
2. Ze zbiornika surowca wstępnie przygotowana gnojowica przesyłana jest

cyklicznie do komory fermentacyjnej. Proces fermentacji zachodzi w sposób ciągły przy podwyższonej temperaturze (zbiornik wyposażony jest w odpowiednie nagrzewnice). We wnętrzu komory fermentacyjnej ma miejsce mieszanie dzięki zastosowaniu odpowiedniego mieszadła,

3. Poprzez umieszczony w komorze fermentacyjnej przelew przefermentowana gnojowica odprowadzana jest do kolejnego zbiornika, skąd może być pobierana jako przetworzony produkt końcowy procesu fermentacyjnego, czyli nawóz do zagospodarowania rolniczego.
4. Biogaz otrzymywany w komorze fermentacyjnej jest odprowadzany do zbiornika biogazu. Instalacja jest zawsze wyposażona w zabezpieczenia ciśnieniowe, pożarowe (przerywacze płomienia).
5. Część energii otrzymywanej z gnojowicy może być (i zwykle jest) wykorzystywana do podgrzania komory fermentacyjnej, a pozostała część służy do produkcji ciepła i energii (cele grzewcze i produkcja energii elektrycznej).

Ze wzrostem wielkości biogazowni (zwiększenie komory fermentacyjnej) rośnie stopień skomplikowania całej instalacji.

Podłoga w budynku inwentarskim powinna być wyposażona w ruszt. Zbiornik wstępny, do którego gnojowica spływa grawitacyjnie, może znajdować się pod budynkiem. Można również stosować drugi oddzielny zbiornik, w którym są gromadzone ścieki z jakiegoś zakładu przetwórstwa spożywczego. Wtedy w obu zbiornikach ma miejsce mieszanie wsadu pompą wirową. Ścieki i gnojowica mogą być doprowadzane wspólnym rurociągiem do komory fermentacyjnej. Komora fermentacyjna, podobnie jak poprzednio wyposażona jest w przelew, który zapewnia odprowadzenie przefermentowanej gnojowicy do komory spustowej i dalej może być ona kompostowana, bądź przerabiana na nawóz. Komory spustowe posiadają zbiorniki odciekowe. W przypadku dużej komory fermentacyjnej istotną funkcją oprócz podgrzewania wsadu w komorze jest jego mieszanie, w celu zapobieżenia gromadzeniu się osadów w dolnej części komory (im komora jest większa tym problem ten jest bardziej istotny). Wykorzystuje się z reguły układy mieszania typu hydraulicznego. Pompa układu mieszania przetłacza gnojowicę z dolnej części do górnej. Instalacja gazowa jest wyposażona w odpowiedni system kontrolno - sterujący, system zabezpieczeń, system oczyszczania składający się z odsiarczalników i odwadniacza.

TYPOWE URZĄDZENIA W INSTALACJI BIOGAZOWEJ

- Obróbka wstępna materiału wsadowego
 - Zbiornik surowca, kraty, sito, pompa, macerator, urządzenie do usuwania piasku z dna komory / wybierak hydrauliczny, rurociągi i armatura, przechowywanie i odprowadzenie materiału: zlewnia

zbiornik(i) magazynujący(e) pompa(y), układ do higienizacji odpadów pochodzenia zwierzęcego.

- Komora fermentacyjna
 - Komora fermentacyjna, z blachy stalowej, mieszadło lub inny system mieszający, detektor i wylapywacz piany, miernik poziomu cieczy w komorze, instalacja elektryczna.
- System ogrzewania
 - Rurociągi, armatura, wymiennik ciepła.
- Instalacja gazowa
 - Oczyszczanie biogazu: odwadniacz, cyklon, filtry H₂S, zbiornik na gaz, ciśnieniomierz, przerywacz płomienia, pochodnia do spalania nadwyżek biogazu.
- Instalacja elektroenergetyczna
 - Stacja transformatorowa, okablowanie dościa do sieci, liczniki pomiarowe, montaż przyłącza, agregat do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.
- Instalacja do obróbki przefermentowanej gnojowicy
 - Zbiornik magazynujący, układ do produkcji bionawozu, wóz asenizacyjny.

3) System ogrzewania.

Zwiększające się wymagania dotyczące stopnia oczyszczania ścieków, przeróbki i unieszkodliwiania osadów wpływają na zwiększenie zapotrzebowania oczyszczalni w ciepło i energię elektryczną. Wysokoenergetyczny biogaz można wykorzystać do zapotrzebowania energetycznego procesów w biogazowni. W bilansie energetycznym bardzo ważną rolę odgrywa sposób i stopień wykorzystania biogazu do ogrzewania komór fermentacyjnych, a dopiero nadwyżki biogazu można wykorzystać do innych celów. Zapotrzebowanie na wewnętrzne zużycie ciepła w procesie wytwarzania biogazu dotyczy zużycia ciepła w celu podtrzymania procesu fermentacji (podgrzewania osadów ściekowych przeciętnie od temperatury 10 do 35°C).

4) Instalacja gazowa.

Wydzielający się w komorze fermentacji biogaz jest magazynowany w specjalnych zbiornikach, które mogą być instalowane bezpośrednio nad komorą fermentacji. Zbierany w nich biogaz pochodzi z bieżącej produkcji. Najczęściej mają kształt dzwonu - tzw. Zbiorniki dzwonowe. Innym rozwiązaniem są zbiorniki, które stanowią oddzielne konstrukcje, do nich przesyłany jest biogaz z komory fermentacyjnej i przechowywany jest tam do czasu zapotrzebowania na energię.17

Ponadto instalacja wyposażona jest w pochodnię do spalania nadwyżek biogazu, urządzenia bezpieczeństwa tj. mechaniczne, hydrauliczne i elektryczne zabezpieczenia przed nad- i podciśnieniem, oraz licznik gazu do oceny ilości wyprodukowanego biogazu. Przed wykorzystaniem na cele energetyczne biogaz musi być oczyszczony z substancji szkodliwych. Jedną z metod redukcji stężenia siarkowodoru jest przepuszczenie przez zbiornik wypełniony rudą darniową. Stosuje się również filtry ze związkami żelaza, węgiel aktywny, wapno gaszone. Nadmiar pary wodnej można usunąć przez zainstalowanie odwadniaczy.

Ponadto instalacja jest wyposażona w system automatycznego sterowania, w skład którego wchodzi układy regulacji, pomiaru, zabezpieczeń i monitorowania.

5) Instalacja elektromagnetyczna.

Końcowym elementem instalacji gazowej są urządzenia do produkcji energii. Biogaz może być przetworzony na:

- energię elektryczną - w gazowych generatorach prądu,
- ciepło - w kotłach gazowych,
- energię elektryczną i ciepło - w układach do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

Jeden metr sześcienny biogazu pozwala na wyprodukowanie:

- 2,1 kWh energii elektrycznej (przy założonej sprawności układu 33%)
- 5,4 kWh ciepła (przy założonej sprawności układu 85%)
- w skojarzonym wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła: 2,1 kWh energii i 2,9 kWh ciepła.

6) Instalacja do obróbki prefermentowanej gnojowicy.

Proces fermentacji nie kończy się z chwilą wypompowania przetworzonej biomasy z komory fermentacyjnej do zbiorników magazynowych. W zbiornikach tych proces ten trwa nadal, ale z mniejszą wydajnością. Ze zbiorników magazynowych można odzyskać do 15% całkowitej produkcji biogazu - pod warunkiem przykrycia ich gazoszczelną powłoką. Z tego względu zabezpieczony przed wyciekami biogazu zbiornik na prefermentowaną masę organiczną nazywa się komorą wtórnej fermentacji. Odpady organiczne, które stosowane są w procesie fermentacji jako substrat uzupełniający stanowią źródło organizmów patogennych, które mogą być czynnikami chorobowymi dla ludzi i zwierząt. Dlatego odpady te muszą być poddane obróbce termicznej. Materiał wsadowy w komorze fermentacyjnej poddawany jest działaniu wysokiej temperatury (70°C przez 60 minut gdy wymagany jest proces pasteryzacji; 133°C i ciśnienie 3 bary przez 20 minut -gdy wymagany jest proces sterylizacji). Zdarza się czasem potrzeba zagęszczania prefermentowanej biomasy. Do tego celu służą urządzenia odwadniające, takie jak prasa taśmowa, odwadniacze

workowe.

Przedstawiona tu w zarysie mała biogazownia rolnicza to tania i prosta w budowie instalacja energetyczna. Nie każde gospodarstwo rolne stać na budowę profesjonalnej instalacji biogazowej. Bardzo ważny jest tu czynnik ekonomiczny w czasach obecnego kryzysu, który nie pozwala na drogie inwestycje. Instalacja przedstawiona w tym opracowaniu jest dostosowana do ilości substratu w gospodarstwie rolnym, będzie również serwisowana przez rolnika, który tą instalację wcześniej sam zbudował. Inną ważnym aspektem jest to, że wymusza ona samokształcenie dużej grupy rolników, którzy tą biogazownię będą budować z wtórnych elementów zakupionych nawet na składowiskach złomu. Przyczyni się to do rozwoju techniki, jak i obsługi infrastruktury technicznej w całym gospodarstwie rolnym.

Literatura

- [1] „Zur einheitlichen Ableitung von Schwermetallgrenzen in Düngemitteln”; Workshop, Umweltbundesamt; Berlin 2002.
- [2] Biogas in der Landwirtschaft – Leitfaden für Landwirte und Investoren im Land Brandenburg; Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg; Potsdam 2001.
- [3] Brzeżański M.: Kwartalnik PTTNSS „Silniki spalinowe” nr 4/2006.
- [4] Buraczewski G., i Bartoszek B. 1990. Biogaz. Wytwarzanie i wykorzystanie. PWN.
- [5] Cebula J., Latocha L. 1998. problemy produkcji biogazu w gospodarstwie wiejskim. Materiały Ogólnopolskiego Forum Odnawialnych Źródeł Energii. Gdańsk.
- [6] Chmielniak T.J.: Technologie energetyczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
- [7] Federalne Ministerstwo Środowiska; Endbericht zum Projekt „Erfassung von Schwermetallströmen in landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben”; Berlin 2003.
- [8] Fischer T. Krieg A.,2002. Projektowanie i budowa biogazowni. Krieg & Fischer GmbH. Germany
- [9] Gronowicz J.: Niekonwencjonalne źródła energii, Radom – Poznań 2006.
- [10] Hassan, E.: Untersuchungen zur Vergärung von Futtermüllensilage; BLE-Projekt Az. 99UM031; Abschlußbericht; Federalny Zakład Badawczy Rolnictwa (FAL), Braunschweig; 2001.
- [11] Jarzębska G., „Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne 2007.
- [12] Keymer, U.: Wirtschaftlichkeit und Förderung von Biogasanlagen; Krajowy Zakład Ekonomiki Przemysłu i Struktury Agrarnej, München; 2003.
- [13] Kotowski W.: Rozwój technologii efektywnego przetwarzania biomasy w media energetyczne. Gospodarka paliwami i energią, nr 7/2002.

- [14] KTBL Arbeitspapier – Kofermentation; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft – KTBL; Darmstadt 1998.
- [15] KTBL Taschenbuch Landwirtschaft; Darmstadt 2002.
- [16] Lewandowski W., „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne Warszawa 2006.
- [17] Merkblatt ATV-DVWK-M 363 „Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen”, ATV-DVWK, 2002.
- [18] Oniszak - Popławska A. Zowsik M. Wiśniewski G 2003. Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego. Instytut budownictwa, mechanizacji i elektryfikacji rolnictwa w Warszawie.
- [19] Romaniuk W., Głaszczak A.: Utylizacja odpadów i pozyskiwanie energii w biogazowniach rolniczych. Ekopartner, nr 9/99.
- [20] Schulz H. Eder B. 2001. Praktyczne metody produkcji i wykorzystania biogazu. Podstawy planowania i budowy. (Przykłady. Biogas Praxis: Grundlagen, Planung. Anlagenbau). Freiburg.
- [21] Weiland, P.: Stand und Perspektiven der Biogasnutzung und – erzeugung in Deutschland; Gülzower Fachgespräche, tom 15: Energetische Nutzung von Biogas: „Stand der Technik und Optimierungspotenzial”; Weimar 2000.
- [22] Wilfert, R.; Schattauer, A.: Biogasgewinnung und –nutzung – Eine technische, ökonomische und ökologische Analyse; DBU-Projekt, 1. opracowanie; Institut für Energetik und Umwelt GmbH, Leipzig; Federalny Zakład Badawczy Rolnictwa (FAL), Braunschweig; 2002.
- [23] Ziębik A., Marcisz M.: Analiza energetyczna elektrociepłowni z ogniwami paliwowymi na stopionych węglanach (MCFC). Gospodarka paliwami i energią, nr 12/2003.
- [24] Żylicz T., „Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych”, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne Warszawa 2004.

EFEKTÍVNE VYUŽITIE BIOMASY V INOVATÍVNYCH TECHNOLÓGIÁCH

Imrich Košťial, Ján Spišák, Ján Mikula, Ján Gloček, Dušan Dorčák

Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Vývojovo realizačné pracovisko,

B. Němcovej 32, 042 00 Košice, Slovenská republika,

e-mail: imrich.kostial@tuke.sk Tel: +421 55 602 5177

Abstract: Potential of biomass as a important energy source is of about 50% of all renewable energy sources. Biomass thermal evaluation is very topical and has great perspective. From the analysis of direct combustion, pyrolysis and gasification has followed that no one of them enables effective transformation of biomass energy on heat. From the energy and thermodynamic efficiency point of view, the most convenient is combination of pyrolysis, primary combustion and secondary combustion. Optimal solution is at maximum pyrolysis degree. The research of the presented approach was realized by mathematical and physical modelling.

Keywords: biomass, pyrolysis, innovation technologies

1 Úvod

Hlavným dôvodom využitia biomasy na energetické účely je nízka cena energie biomasy a tiež sú to environmentálne dôvody. Energia vyrobená z biomasy je však spravidla drahšia ako energia vyrobená z fosílnych palív. Nízka efektívnosť energetického využitia biomasy patrí v súčasnosti k základným prekážkam jej širšieho využitia. Príčiny sú logistické, technologické a technické. Zo systémového hľadiska vytváranie efektívnych systémov umožňuje znižovať investičné a prevádzkové náklady na získavanie a spracovanie biomasy. Z vecného hľadiska najväčší význam majú použité technológie v jednotlivých fázach procesu zhodnocovania biomasy a ich technické riešenie. Na výrobu plyných palív je v súčasnej dobe najvýznamnejšia fermentácia. Z porovnania s termickým splyňovaním (Obr. 1) však vyplýva jednoznačná výhoda termického splyňovania.

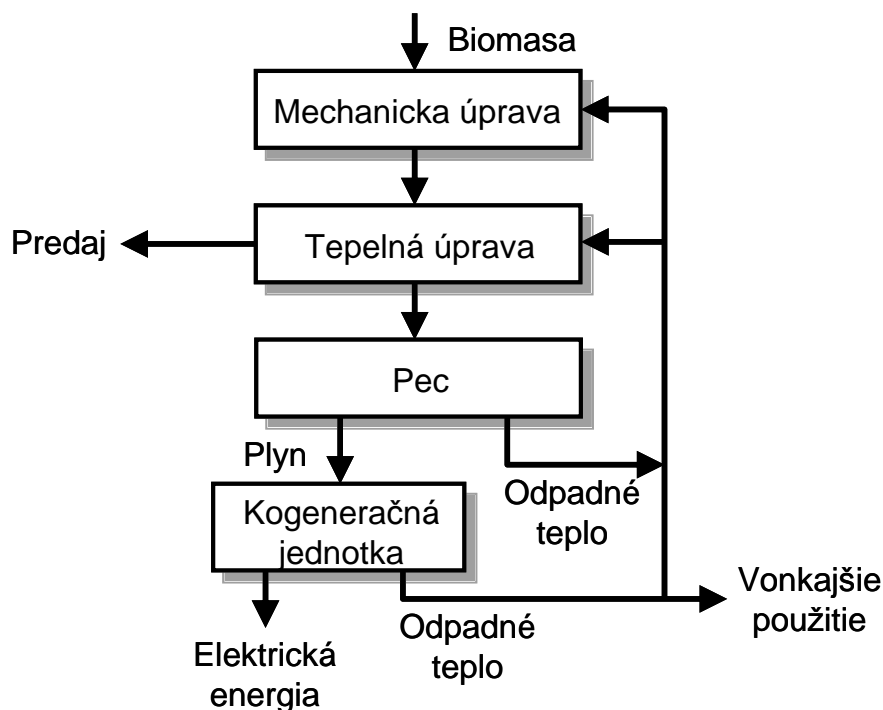
	Zdroj	Zber	Doprava	Úprava	Spracovanie	Využitie	Σ
Fermentácia	0	1	1	0	0	0	2
Splyňovanie	1	1	1	1	1	1	6

Obr. 1 Hodnotový reťazec využitia biomasy

Schéma systému splyňovania biomasy je na Obr. 2. Hlavné požiadavky na efektívne využitie biomasy sú:

- možnosť spracovania širokej škály biomasy (nižšie náklady),
- možnosť zhodnotenia biomasy mechanickou a tepelnou úpravou (zníženie vlhkosti),
- vyššie energetické zhodnotenie biomasy (do 90 %),
- využitie odpadného tepla zo splyňovania a kogenerácie,
- nižšie kapitálové náklady o 30 – 50 %.

Pre splnenie týchto požiadaviek bola navrhnutá trojstupňová pec na termické zhodnocovanie biomasy a pece na sušenie a ohrev.

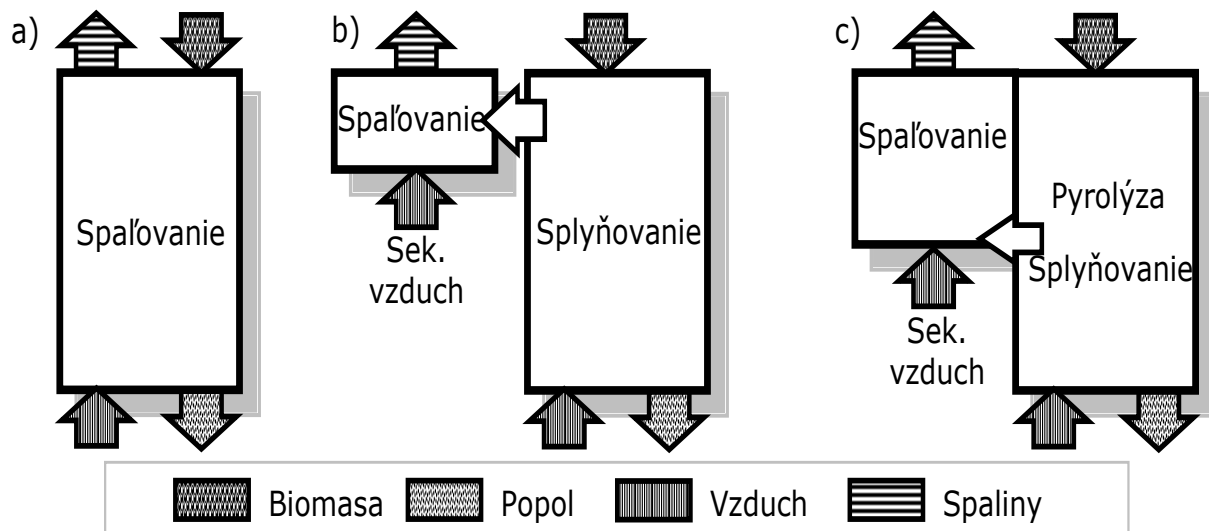


Obr. 2 Schéma systému splyňovania biomasy

2 Trojstupňová pec na termické zhodnocovanie biomasy

Termické zhodnocovanie biomasy sa uskutočňuje tromi základnými spôsobmi spaľovaním, pyrolýzou a splyňovaním. Pri priamom spaľovaní biomasy sa spaľujú všetky horľavé zložky. Nepriame spaľovanie biomasy pozostáva z jej splyňovania a následného spaľovania vygenerovaného plynu. Cieľom nepriameho spaľovania je zvýšenie efektívnosti termického spracovania biomasy. Termodynamickým kritériom je maximálna teplota čerstvých spalín.

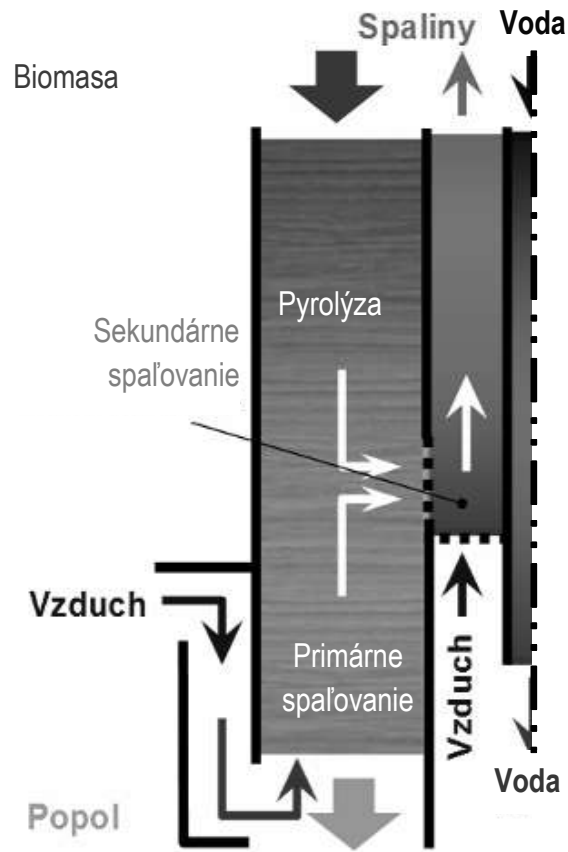
Energetickým kritériom optimálnosti tohto procesu je maximum energie biomasy pretransformovanej na teplo. Týmto kritériám neodpovedá žiaden základný spôsob konverzie. Vonkajšie prepojenie existujúcich základných spôsobov nie je výhodné, pretože pri ňom dochádza k strate tepla, čím sa znižuje efektívnosť celého procesu. Preto väčšina reálnych procesov sa uskutočňuje integrovane v jednom zariadení ako kombinácia základných spôsobov v rôznom usporiadaní (Obr. 3). Na Obr. 3c je optimálne usporiadanie procesu generácie tepla z biomasy. Pri ňom prebieha proces pyrolýzy a proces splyňovania paralelne. Vygenerované plyny majú spoločné sekundárne spaľovanie.



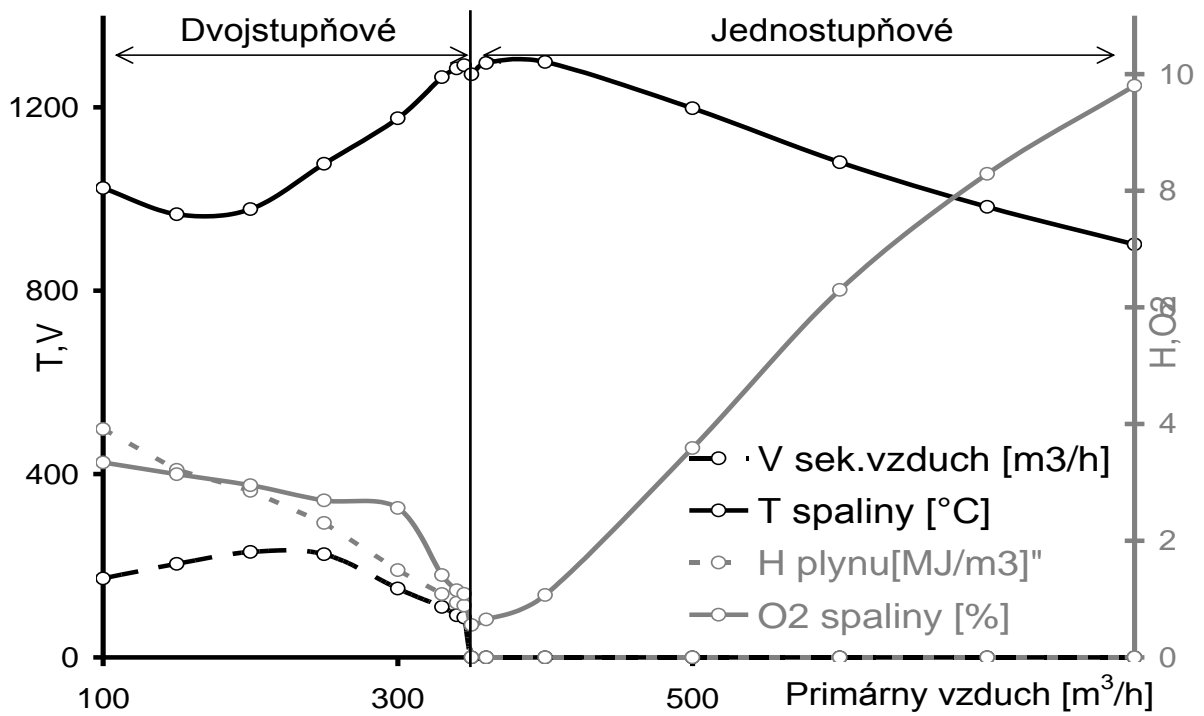
Obr. 3 Typy spaľovania a) jednostupňové; b) dvojstupňové; c) trojstupňové

Zariadenie (Obr. 4) pozostáva z pyrolýznej, splyňovacej a spaľovacej časti. Pyrolýzna a splyňovacia časť sú spojené materiálovým tokom. Plyny z pyrolýznej a splyňovacej časti prechádzajú do spaľovacej časti. Proces pyrolýzy sa uskutočňuje teplom odovzdaným spalínami. Efektívna je vysoko teplotná pyrolýza nakoľko pri nej je najvyšší stupeň konverzie a tiež je vysoká výhrevnosť vygenerovaného plynu. Vysoká teplota tiež zabezpečuje, že všetky produkty pyrolýzy sú v plynnom stave a nevyžadujú žiadne špecifické spracovanie. V splyňovacej časti sa spracováva pevný zvyšok pyrolýzy. Intenzita splyňovania závisí od množstva primárneho vzduchu. Zvýšené množstvo vzduchu spôsobuje zvýšenie podielu splyňovania na úkor pyrolýzy. Tým sa znižuje termodynamická účinnosť procesu.

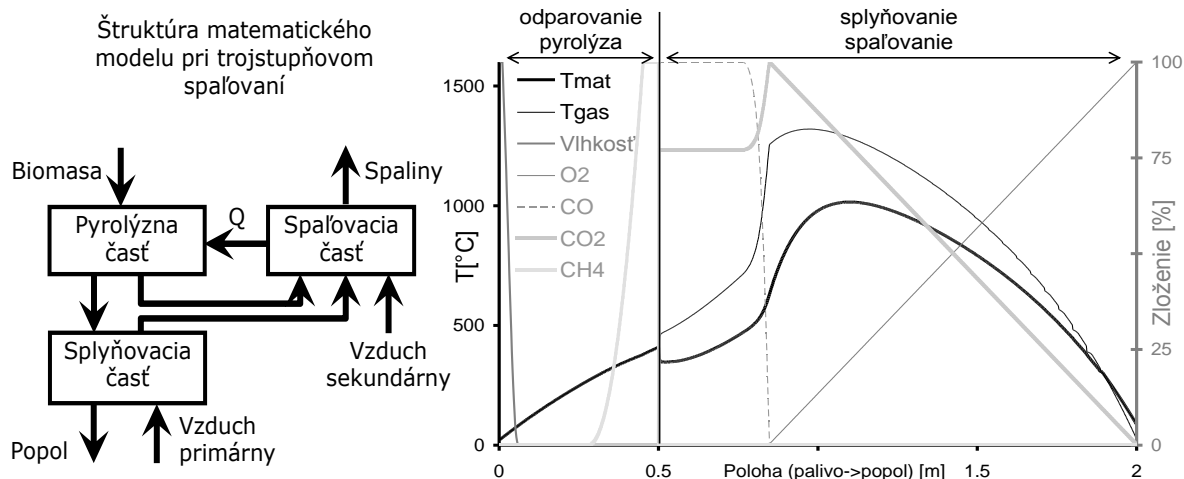
Pre porovnanie jednotlivých spôsobov generácie tepla boli realizované simulácie pre jedno, dvoj a trojstupňové spaľovanie štiepok buka s 20% vlhkosťou a kusovosťou 2 cm. Výkon zariadenia bol 100 kg/h, pracovný objem 2 m³ a straty stenami 15%. Porovnanie jedno a dvojstupňového spaľovania je na Obr. 5. Pomocou primárneho vzduchu je možné dosiahnuť plyn o maximálnej výhrevnosti 4 MJ/m³.



Obr. 4 Schéma trojstupňovej pece



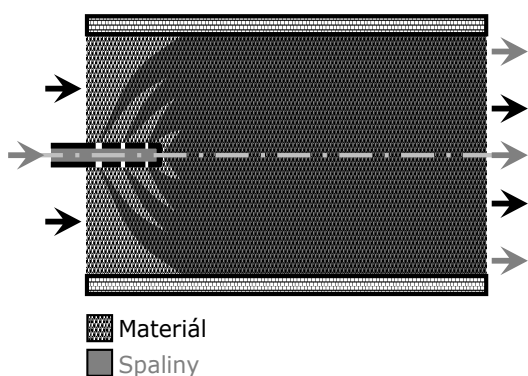
Obr. 5 Simulácia spaľovania pri zmene primárneho vzduchu



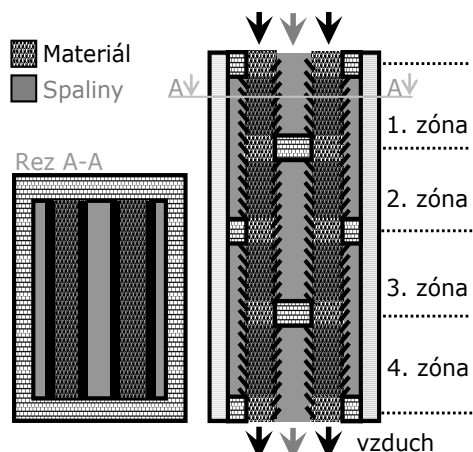
Obr. 6 Simulácia trojstupňového spaľovania

3 Pece na sušenie a ohrev

Na využitie odpadného tepla pri výrobe energie z biomasy bola navrhnutá rýchlootáčková rotačná pec (Obr. 7) a pec pracujúca v kompaktnej tenkej vrstve (Obr. 8).

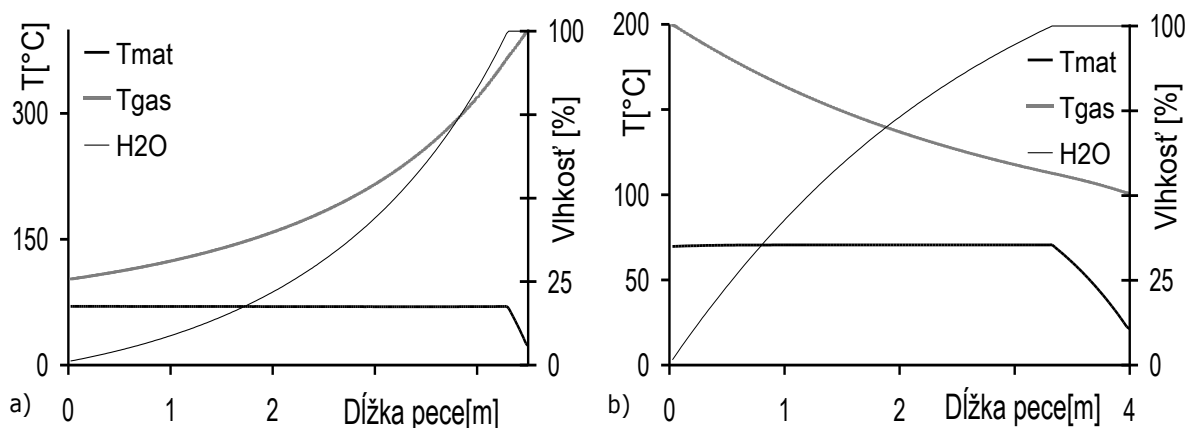


Obr.7 Schéma súprudnej rýchlootáčkovej rotačnej pece



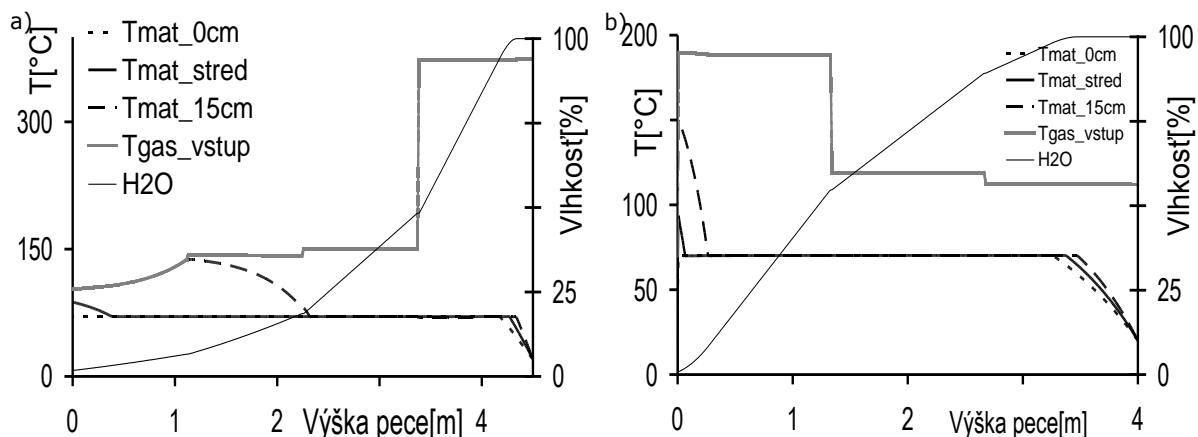
Obr.8 Schéma súprudnej pece pracujúcej na princípe kompaktnej tenkej vrstvy

Rýchlootáčková pec zabezpečuje proces sušenia a ohrevu v mechanicky fluidizovanej vrstve. Mechanicky fluidizovaná vrstva vzniká účinkom odstredivých a gravitačných síl. Zvyšovaním otáčok pece narastajú odstredivé sily. Pri dosiahnutí kritických otáčok je materiál rovnomerne rozložený po priereze pece. Simulovaný priebeh procesu sušenia v rýchlootáčkovej peci je na Obr. 9.



Obr. 9 Priebeh procesu sušenia v rýchlootáčkovej peci a) súprud; b) protiprúd

Pri peci v kompaktnej tenkej vrstve sa materiál pohybuje vertikálne účinkom gravitačných síl. Prechod média je krížový. Proces sušenia v peci pracujúcej v kompaktnej tenkej vrstve je na Obr.10. Porovnanie výsledkov simulácii obidvoch typov pecí s využitím odpadného tepla kogeneračnej jednotky TEDOM CentoT150 je v Tab. 1.



Obr. 10 Priebeh procesu sušenia v zariadení ITA a) súprud; b) protiprúd

Tab. 1 Výsledky simulácií sušenia - buk s vlhkosťou 50%

Sušička	Typ prúdenia	Produkt			Vstupné spaliny		Výstupné spaliny		Poznámka
		Výkon [kg/h]	T [°C]	H ₂ O [%]	V [m ³ /h]	T [°C]	V [m ³ /h]	T [°C]	
ITA	súprud	71,25	85	1,76	500	400	585,53	100	4 zónová; výška 2m; hĺbka 1m
	protiprúd	40,33	98	0,82	1000	200	1049,35	96	3 zónová; výška 1,5m; hĺbka 1m
Rýchlootáčková rotačná pec	súprud	65,82	70	1,24	500	400	579,85	103	priemer 0,6m; dĺžka 4,5m
	protiprúd	40,63	70	1,56	1000	200	1048,98	100	priemer 0,6m; dĺžka 4,0m

4 Záver

Pre energetické využitie biomasy bola navrhnutá trojstupňová pec, v ktorej je možné dosiahnuť maximálnu výhrevnosť vygenerovaného plynu resp. maximálnu teplotu čerstvých spalín a celý proces významne zefektívniť. Pre využitie odpadného tepla na sušenie a ohrev biomasy resp. iných produktov bola navrhnutá rýchlootáčková pec a pec pracujúca v tenkej vrstve. V oboch typoch pecí je zabezpečená intenzívna výmenná tepla. Okrem biomasy možno v nich tepelne spracovať rozličné zrnité materiály. Výhoda vyvinutých pecí je vo vyššom energetickom využití biomasy a v možnosti vyššieho využitia odpadného tepla z kogeneračnej jednotky resp. iného zariadenia.

Pod'akovanie

„Tento článok, bol vytvorený realizáciou projektu Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“(Kód ITMS: 26220220063).

Literatúra

- [1] KOŠTIAL I., SPIŠÁK J., MIKULA J., GLOČEK J. : Metódy energetického zhodnocovania biomasy a odpadov, zborník z konferencie Moderné procesy spracovania odpadov, Košice, 2007, vydala Technická univerzita v Košiciach
- [2] KUZNETSOV I. V. : Pyrolysis of biofuel in the bell and combustion of its product in the system of "Free gas movement", Ekaterinburg, 2004, dostupný z WWW: [<http://stove.ru>] (2007-11-09)
- [3] KOŠTIAL, I., SPIŠÁK, J., MIKULA, J. at. all Inovácie procesov termického zhodnocovania biomasy, 17. medzinárodná konferencia Vykurovanie 2009, 2-6. marec 2009, Tatranské Matliare, ISBN 978-80-89216-27-7, pp. 191-195
- [4] JANDAČKA J., MALCHO M., MIKULÍK M. : Biomasa ako zdroj energie - potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív, 2007 dostupný z WWW: [<http://www.biomasa-info.sk>] (2007-11-09)

ZVYŠOVANIE EFEKTÍVNOTI ENERGETICKÉHO ZHODNOCOVANIA BIOMASY

**Ján Spišák, Imrich Košťal, Ján Mikula, Vratislav Šindler, Dušan Dorčák,
Miroslav Zelko**

Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Vývojovo realizačné pracovisko,
B. Němcovej 32, 042 00 Košice, Slovenská republika,
e-mail: imrich.kostial@tuke.sk Tel: +421 55 602 5177

Abstract: Biomass is presently most important energy source. Biomass thermal revaluation is very topical and has great perspective. From the analysis of direct combustion, pyrolysis and gasification has followed that no one of them enables effective transformation of biomass energy on heat. From the energy and thermodynamic efficiency point of view, the most convenient is combination of pyrolysis, primary combustion and secondary combustion. Optimal solution is at maximum pyrolysis degree.

Keywords: biomas, biomas thermic evaluation, pyrolysis

1 Úvod

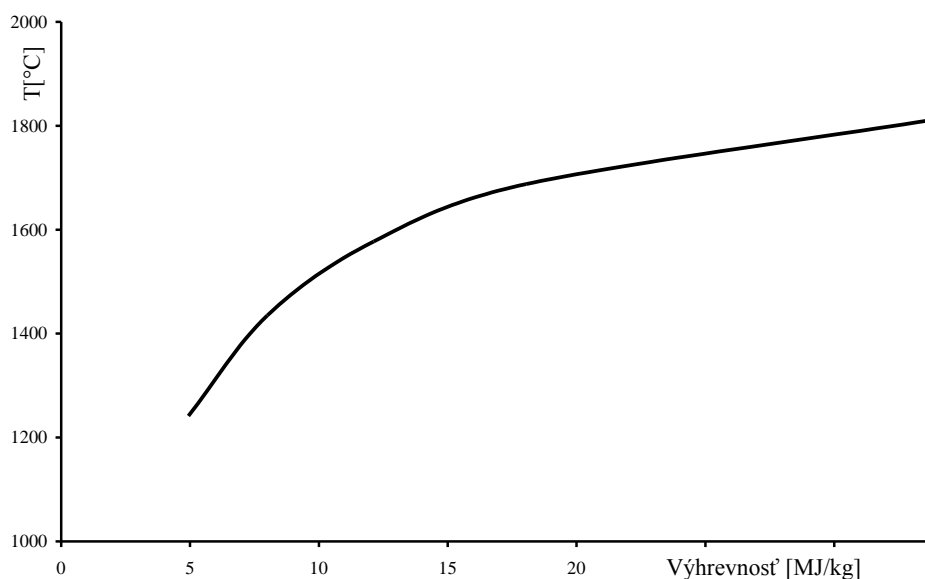
Biomasa a odpady Tvoria okolo 50% obnoviteľných zdrojov energie a zabezpečujú v súčasnosti okolo 8% energetických potrieb a okolo 2% elektrickej energie. Je možné pozorovať systematický nárast ich významu a podielu na celkových zdrojoch energie. Tento sa zrýchľuje a má potenciál vo výrobe elektrickej energie dosiahnuť v roku 2010 - 19 % a v roku 2020 - 24%.

Biomasa je široko využívaný obnoviteľný zdroj energie. Napriek nízkej cene energie biomasy je z nej vyrobená energia drahá v porovnaní s inými zdrojmi. Voľba najvhodnejšieho spôsobu energetického využitia biomasy je preto veľmi aktuálna.

2 Termodynamické charakteristiky biomasy a procesov ich termického zhodnocovania

Premena biomasy na teplo v rozhodujúcej miere ovplyvňuje efektívnosť celého procesu jej energetického využitia. Základnou termodynamickou charakteristikou biomasy ako paliva je jej výhrevnosť. Tento parameter zahŕňa jej kvantitatívnu a kvalitatívnu stránku. Vyššia výhrevnosť znamená nie len

vyššiu energetickú hodnotu, ale aj vyšší termodynamický potenciál, ktorý je charakterizovaný teplotou čerstvých spalín (Obr. 1). Výhrevnosť niektorých druhov biomasy je v Tab. 1.



Obr. 1 Závislosť teploty čerstvých spalín od výhrevnosti paliva

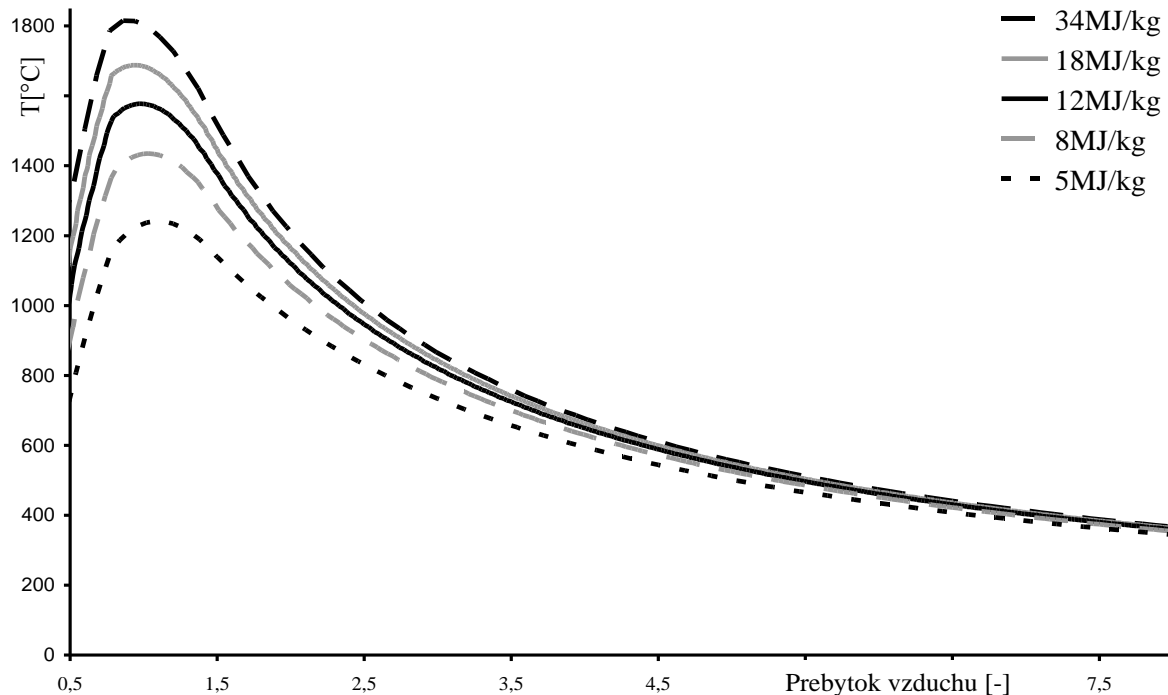
Transformácia biomasy na teplo sa môže uskutočniť priamo spaľovaním, alebo nepriamo pyrolýzou, resp. splyňovaním a následným spaľovaním vygenerovaného plynu.

Tab. 1. Termodynamické parametre niektorých druhov biomasy v suchom stave

Palivo	Zložky paliva v suchej hmote [%]			
	Výhrevnosť (Q_i)	Spalné teplo (Q_s)	Obsah popola (A)	Teplota tav. popola
	[MJ·kg ⁻¹]	[MJ·kg ⁻¹]	[kg·kg ⁻¹]	[°C]
Smrekové drevo s kôrou	18,8	20,2	0,6	1426
Bukové drevo s kôrou	18,4	19,7	0,5	-
Topoľové drevo - krátke výhonky	18,5	19,8	1,8	1335
Vrbové drevo - krátke výhonky	18,4	19,7	2	1283
Kôra s ihličnatého dreva	19,2	20,4	3,8	1440
Žitná slama	17,4	18,5	4,8	1002
Pšeničná slama	17,2	18,5	5,7	998
Tritikale slama	17,1	18,3	5,9	911
Jačmenná slama	17,5	18,5	4,8	980
Repková slama	17,1	18,1	6,2	1273
Pšeničné zrno so slamou	17,1	18,7	4,1	977
Tritikale zrno so slamou	17	18,4	4,4	833
Zrno pšenice	17	18,4	2,7	687
Zrno tritikale	16,9	18,2	2,1	730
Repkové semeno	26,5	-	-	-
Ozdobnica čínska	17,6	19,1	3,9	973
Poľnohospodárske seno	17,4	18,9	5,7	1061
Pasienková tráva	16,5	18	8,8	-

2.1 Priame spaľovanie

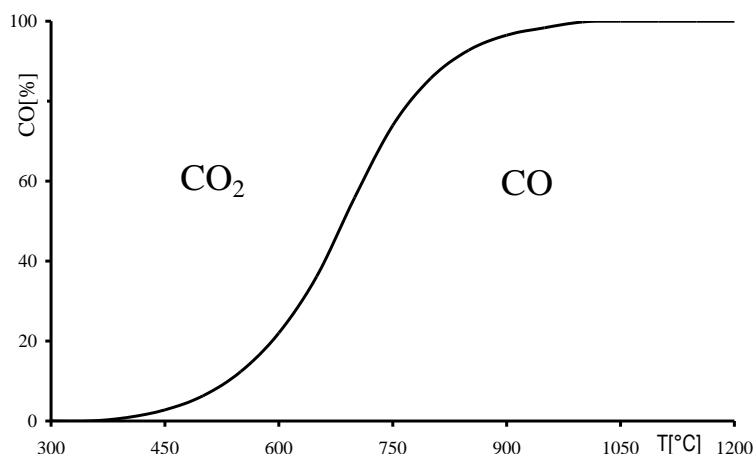
Umožňuje dosiahnuť pomerne vysokú kalorickú účinnosť, ktorá môže byť vyššia ako 80 %. Pri konverzii biomasy na teplo dochádza však k veľkému poklesu termodynamického potenciálu, charakterizovaného nízkou teplotou čerstvých spalín. To je zapríčinené vysokým prebytkom spaľovacieho vzduchu (Obr. 2).



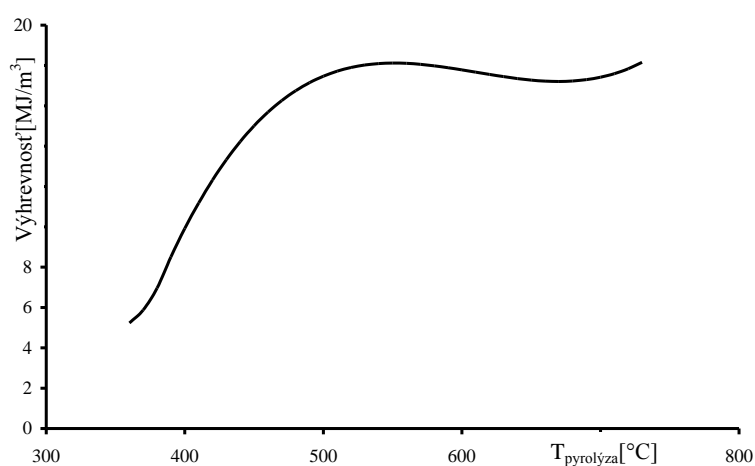
Obr. 2 Závislosť teploty čerstvých spalín od prebytku spaľovacieho vzduchu

2.2 Pyrolýza

Uskutočňuje sa termickým rozkladom biomasy za neprístupu vzduchu, teplom privedeným z vonkajšieho zdroja. Hlavné zložky pyrolýzneho plynu sú: H_2 , CO , CH_4 , C_2H_4 , C_2H a CO_2 . Kalorická hodnota pyrolýzneho plynu závisí predovšetkým od obsahu CO a CO_2 , ktorý je determinovaný ich rovnovážnymi podmienkami pri teplote rozkladu (Obr.3). Závislosť výhrevnosti pyrolýzneho plynu od teploty rozkladu je na Obr. 4. Výhrevnosť pyrolýzneho plynu je pri vyšších teplotách rozkladu zrovnateľná z výhrevnosťou východzej biomasy. Výťažnosť pyrolýzy sa pohybuje okolo 50 %. To znamená, že pri tomto procese sa stráca okolo 50 % energie. Okrem toho je potrebné zlikvidovať resp. spracovať decht, pevný zvyšok a vodu.



Obr. 3 Závislosť obsahu CO a CO₂ od teploty rozkladu



Obr. 4 Závislosť výhrevnosti pyrolyzného plynu od teploty rozkladu

2.3 Splyňovanie

Pozostáva zo spaľovania zložiek biomasy za nedostatku vzduchu a následnej redukcie vygenerovaného CO₂ na CO podľa Bouduardovej rovnice. Hlavnou zložkou vygenerovaného plynu je: CO, H₂, CH₄, CO₂. Jeho výhrevnosť sa pohybuje spravidla medzi 5 – 7 MJ / Nm³. Energetická výťažnosť procesu splyňovania je okolo 50 %. Táto hodnota je spôsobená spotrebou tepla na splyňovanie. Termodynamická účinnosť procesu splyňovania je však značne nižšia ako u východzej biomasy.

3 Energetické zhodnocovanie biomasy a odpadov

Uskutočňuje hlavne sa termomechanickými procesmi. Je možné ho rozdeliť do troch etáp: výroba palív, spaľovanie, využitie tepla spalín priamo alebo na výrobu energie tepelnej, mechanickej alebo elektrickej.

3.1 Energetická hodnota suchej biomasy a odpadov

Spravidla prevyšuje 7 MJ/kg a vo väčšine prípadov môže slúžiť priamo ako pevné palivo. Výroba plyných palív sa uskutočňuje splyňovaním a pyrolýzou. Splyňovanie je založené na nedokonalom spaľovaní, pri ktorom

hlavnou zložkou je oxid uhoľnatý. Tento vzniká chemickými reakciami pri nedostatku spaľovacieho vzduchu. Pyrolýza sa uskutočňuje tepelným rozkladom pri teplotách nad 300°C bez prístupu vzduchu. Horiacu zložku paliva získaného pyrolýzou tvoria uhl'ovodíky.

3.2 Proces spaľovania

Uskutočňuje sa v spaľovacích zariadeniach, ktoré zabezpečujú primerané teplotné a koncentračné podmienky. Tieto sa dosahujú zabezpečením styku paliva so spaľovacím vzduchom a ohrevom spaľovacej zmesi na spaľovaciu teplotu. Kvalita procesu spaľovania je charakterizovaná predovšetkým teplotou horenia, ktorá determinuje kvalitu vyrobenej tepelnej energie. Účinnosť spaľovania charakterizuje stupeň premeny primárnej energie na energiu tepelnú. Zvyšovanie účinnosti spaľovania je spravidla spojené so znižovaním kvality vyrobenej energie.

3.3 Priame využitie tepla spalín

Môže sa uskutočniť v technologických procesoch, kde spaliny odovzdávajú svoje teplo tepelne spracovávanému materiálu. Energetické využitie tepla spalín je na ohrev vzduchu, vody a pary, ktoré slúžia na teplárenské, resp. technologické účely. Mechanická energia spalín, resp. pary sa využíva priamo, najčastejšie však na výrobu elektrickej energie v parných a plynových turbínach a v spaľovacích motoroch. Tento proces je charakterizovaný účinnosťou využitia tepla spalín, ktorá závisí predovšetkým od kvality (teploty) tepelnej energie.

3.4 Spaľovacia teplota

Zásadne ovplyvňuje environmentálnu stránku spaľovacieho procesu. Je preto potrebné spaľovacím procesom venovať základnú pozornosť. Priame spaľovanie biomasy a odpadov a spaľovanie plynu získaného pyrolýzou alebo splyňovaním má principiálne nedostatky avšak technológie na nich založené boli úspešne zvládnuté a parametre procesu sa často približujú k ich technologickým hraniciam. Ďalšie zlepšovanie je možné uskutočňovať integráciou existujúcich metód, ktoré vedie ku koncepcie novým riešeniam. Úspešne pracujú zariadenia integrujúce spaľovanie a splyňovanie. Ďalšie zlepšenie možno dosiahnuť kombináciou pyrolýzy, spaľovania a splyňovania.

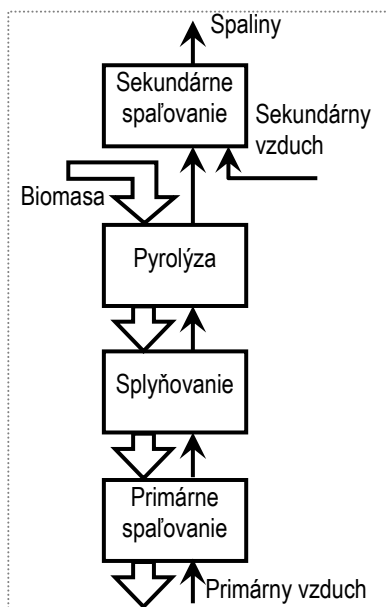
3.5 Logistika odpadového hospodárstva

Popri využití odpadného tepla z procesov spaľovania a z výroby energie má aj logistika značný podiel na zvyšovaní efektívnosti energetického zhodnocovania biomasy a odpadov. Technologicky optimálne je vytváranie uzavretých cyklov, v rámci ktorých sa odpadné teplo využije na sušenie a predohrev. Využitie v teplárenstve má sezónny charakter a nepriaznivo ovplyvňuje ekonomickú stránku výroby. Vhodnými technologickými a logistickými riešeniami je možné zvýšiť nie len technickú ale aj ekonomickú

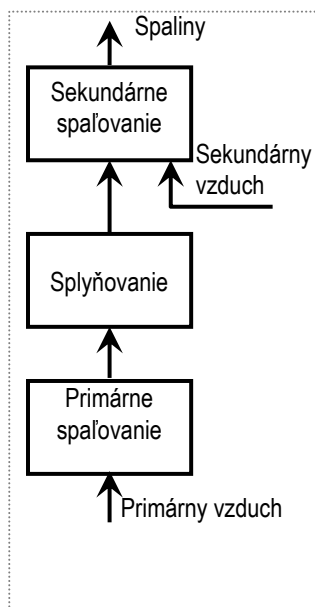
efektívnosť a ďalej znížiť environmentálne dopady termického zhodnocovania biomasy a odpadov.

4 Optimalizácia procesu termického zhodnocovania biomasy

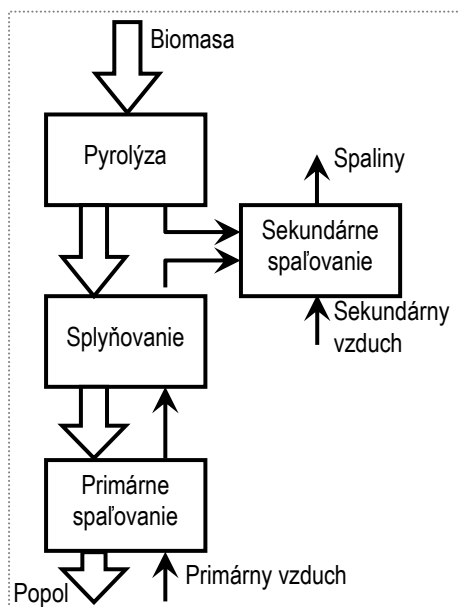
Cieľom optimalizácie je navrhnúť energeticky optimálny proces ako východisko pre návrh efektívnych zariadení na termické spracovanie biomasy. Produktom termického zhodnocovania biomasy sú spaliny. Energetickým kritériom optimálnosti tohto procesu je maximum energie biomasy pretransformovanej na teplo. Termodynamickým kritériom je maximálna teplota čerstvých spalín. Týmto kritériám neodpovedá žiaden základný spôsob konverzie. Vonkajšie prepojenie existujúcich základných spôsobov nie je výhodné, pretože pri ňom dochádza k strate tepla, čím sa znižuje efektívnosť celého procesu. Preto väčšina reálnych procesov sa uskutočňuje integrovane v jednom zariadení ako kombinácia základných spôsobov v rôznom usporiadaní. Spaľovanie v kompaktnej vrstve prebieha podľa schémy na Obr. 5. Spaľovanie vo fluidnej vrstve v makro meradle prebieha ako jednostupňový proces. Splyňovacia pec pracuje podľa schémy na Obr. 6. Optimálne usporiadanie procesu generácie tepla z biomasy je na Obr.7. Pri ňom prebieha proces pyrolýzy a proces splyňovania paralelne. Vygenerované plyny majú spoločné sekundárne spaľovanie.



Obr. 5 Spaľovanie v kompaktnej vrstve



Obr. 6 Generácia tepla v splyňovacej peci



Obr. 7 Optimálne usporiadanie procesu spaľovania biomasy

Za účelom výskumu a overenia navrhnutého procesu bolo navrhnuté experimentálne zariadenie a bol vytvorený matematický model navrhnutej pece.

5 Záver

Na základe analýzy procesu spaľovania, pyrolýzy a splyňovania bol navrhnutý kombinovaný spôsob termického zhodnocovania biomasy ktorým možno dosiahnuť energeticky a termodynamicky optimálne riešenie Výhrevnosť

plynu oddelenej pyrolýzy a splyňovania prevyšuje výhrevnosť splyňovacej pece o 1,5 MJ/m³. Novo vyvinutá trojstupňová pec umožňuje dosiahnuť vyššiu výhrevnosť vygenerovaného plynu a celý proces významne zefektívniť. Jej výhoda je vo vyššom energetickom využití biomasy a v možnosti vyššieho využitia odpadného tepla z kogeneračnej jednotky priamo v procese na sušenie resp. ohrev biomasy. Trojstupňová pec pracuje pri vyššej teplote, čo vytvára možnosť spaľovať komunálny odpad. Konceptia pece umožňuje riešenie na výrobu tepla a na výrobu plynu. Vyrobený plyn je vhodný pre kogeneračnú jednotku, z ktorej odpadne teplo sa dá využiť priamo v procese na zhodnotenie biomasy (sušenie).

Pre energetické využitie biomasy je splyňovanie efektívnejší spôsob ako fermentácia. Tieto procesy možno efektívne uskutočniť v novo vyvinutých tepelných agregátoch pracujúcich na princípe kompaktnej tenkej vrstvy a mikrofluidnej vrstvy.

Biomasa a odpady sú ekonomickým palivom. Efektívnosť ich spracovania do konečnej energie bude narastať. Technické riešenia založené na čistom spaľovaní oprávňujú tieto argumenty. Dosiadnutá energetická a termodynamická efektívnosť procesu umožní zvýšiť ekonomickú efektívnosť energetického zhodnocovania biomasy a tým podporiť jej širšie využívanie. Zvyšovanie efektívnosti spaľovania bude mať tiež priaznivé environmentálne dopady.

Pod'akovanie

„Tento článok, bol vytvorený realizáciou projektu Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“(Kód ITMS: 26220220063).

Literatúra

- [1] Košťal, I., Spišák, J., Mikula, J. at. all Inovácie procesov termického zhodnocovania biomasy, 17. medzinárodná konferencia Vykurovanie 2009, 2-6. marec 2009, Tatranské Matliare, ISBN 978-80-89216-27-7, pp. 191-195
- [2] Košťal I., Spišák J., Mikula J., Gloček J. : Metódy energetického zhodnocovania biomasy a odpadov, zborník z konferencie Moderné procesy spracovania odpadov, Košice, 2007, vydala Technická univerzita v Košiciach
- [3] Kuznetsov I. V. : Pyrolysis of biofuel in the bell and combustion of its product in the system of "Free gas movement", Ekaterinburg, 2004, dostupný z WWW: [<http://stove.ru>] (2007-11-09)
- [4] Jandačka J., Malcho M., Mikulík M. : Biomasa ako zdroj energie - potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív, 2007 dostupný z WWW: [<http://www.biomasa-info.sk>] (2007-11-09)

NÁVRH A DOBA NÁVRATNOSTI FOTOVOLTAICKEJ ELEKTRÁRNE O VÝKONE DO 100 kW V PREŠOVSKOM KRAJI

František Kurilla

Architecture and design studio s.r.o., ul. M.R. Štefánika 54, 98221 Veľký Šariš, Slovensko

Abstrakt: Ekonomické posúdenie návrhu a doby návratnosti a tým celkovej výhodnosti investície z pohľadu technického umiestnenia v danej lokalite ale aj jeho ekonomického zhodnotenia výhodnosti danej investície a zakomponovania do environmentálneho prostredia.

Kľúčové slová : Fotovoltaická elektráreň – FVE, obnoviteľné zdroje, rentabilita a ekonomická návratnosť

1 Úvod

Účelom predkladaného zámeru stavby je výroba elektrickej energie pomocou obnoviteľného zdroja – slnečnej energie - cez fotovoltaické panely s pripojením cez vlastné trafostanice do spínacej stanice s napojením na NN rozvody elektrickej siete.

Výroba elektrickej energie pomocou obnoviteľného zdroja – slnečnej energie je využívaná celosvetovo už veľa rokov. Patrí do ekologického programu výroby el. energie z obnoviteľných zdrojov v zmysle smernice EU.

2 Stručný popis činnosti výrobnjej jednotky

Základným elementom fotovoltaickej elektrárne sú fotovoltaické články (cells) vyrobené z monokryštalického alebo polykryštalického kremíka, združené do plochy solárneho panela, ktoré pri dopade slnečného svetla vytvárajú elektrické napätie medzi dvoma kontaktnými plochami na prednej a zadnej strane panela. Množstvo vznikajúceho elektrického napätia je závislé na intenzite dopadajúceho svetla. Okrem faktickej nevyčerpatelnosti energie slnka je ďalšou prednosťou solárnych panelov skutočnosť, že nevykazujú žiadne opotrebenie, s výnimkou znižovania účinnosti o cca 0,85 % ročne a nevytvárajú žiadne znečistenie, hluk a splodiny (CO₂).

Riadenie prevádzky fotovoltaickej elektrárne je zabezpečené slnečnou riadiacou a kontrolnou centrálou. Tato centrála umožňuje monitorovanie prevádzky fotovoltaickej elektrárne (FVE) . Takto je zabezpečený denný,

týždenný, mesačný a ročný prehľad o prevádzke a výrobe elektriny a ďalšie údaje (podľa požiadaviek URSO, vyhláška 96/2011 a 315/2008).

2.1 Stavebno-technické riešenie

Prevádzková časť spočíva v inštalácii fotovoltaiických panelov typu PVE-P6

235 W na podpornej hliníkovej konštrukcii (HILTY, CONERGY...). Vyrobený elektrický jednosmerný prúd sa mení cez meniče WONSCH FOTOCONTROL 3F na striedavý, ktorý je privádzaný k meraciemu transformátoru. Odtiaľ je vedený a napojený na verejnú elektrickú sieť.

Na ploche striech jednotlivých objektov, ktoré sú vzájomne prepojené, sa umiestni 418 fotovoltaiických panelov. Rozmiestnenie panelov bude predmetom riešenia PD. Pravdepodobné zapojenie panelov: 19 panelov sa zapojí do série (stream-u) a takto vzniknuté články zapájame paralelne.

Na DC inštaláciu sa použijú vodiče s dvojitou izoláciou (solárny kábel 6 mm²). Vodiče budú uložené v kovových pozinkovaných žľaboch a PVC ochranných rúrkach.

Striedač UV1 bude umiestnený v samostatnej miestnosti. Rovnako aj meracie transformátory TA1, TA2 a TA3 pre elektromer na meranie vyrobenej elektrickej energie.

2.2 Zdôvodnenie potreby činnosti (jej pozitíva a negatíva)

Uvažovaná plocha na výstavbu fotovoltaiického parku je vhodná, pretože je orientovaná na juh a nie je tienená, čo je vhodné pre inštaláciu fotovoltaiických panelov.

Fotovoltaiický park pri výrobe elektrického prúdu pomocou slnka nepotrebuje trvalú obsluhu.

3 Ekonomické parametre

Výkupná cena elektrickej energie pre výkon FVE do 100kW

Výkupná cena za 1 kWh pre rok 2011 s garanciou na 15 rokov je 0,25917€

Výnos URSO č. 7/2011 z 29.3.2011

Ročný zisk z 1kWp FVP

Ročný zisk z 1kWp inštalovaného fotovoltaiického panelu pre dotknuté územie Slovenska podľa výstupu programu Metenorm 6.0 je 1250kWh. (Wp=Wat peak= waty špičkového výkonu, t.j. koľko W vyprodukuje 1m² panela pri slnečnom príkone 1000 W/m² pri referenčnej teplote 25°C).

Slnečný príkon pre územie Slovenska je v rozsahu 800-1800W/m² a s rastúcou nadmorskou výškou tiež rastie (pri 600 výškových metroch o cca 20%). Najväčší príkon je v máji –auguste, v tomto období vyprodukuje až 55%

solárnej energie. V ostatných mesiacoch to klesá o 20-30%.

Výpočet návratnosti investície pre 90kWp FVE EKOAUTO BJ je uvedený v Tab.1.

Tabuľka 1 : Technicko - ekonomický prepočet návratnosti investície

Výpočet elektrického výkonu	kWp	kWh
Ročný zisk pre lokalitu z 1Wp podľa výstupu z Meteororm 6.0	1	1 250
Ročný zisk z uvažovanej FV elektrárne pri inštalovanom výkone	98,5	123 125

Výpočet ročného zisku	kWh	EUR
Cena za kWh pre rok 2011 garantovaná na 15 rokov	1	0,25917
Ročný zisk vo finančnom vyjadrení	123125	31 910

Výpočet doby návratnosti	Rok	EUR
Maximálny investičný náklad bez DPH	*	323775
Doba návratnosti v rokoch	10,15	*
Zisk za obdobie so 100%-ným garantovaným výkonom	4,85	154 880
Zisk za obdobie s garantovanou min. 80%-nou účinnosťou	10	255 282
Doba návratnosti pri použití technológie FOSTAC MAXIMUS	8,12	*

Komentár

- Doba návratnosti: je aj za nepriaznivých okolností maximálne 10,2rokov
- Za ďalšie štyri a pol roka vyprodukuje zisk minimálne: 130.000,-€
- Po 15 rokoch začína klesať účinnosť , ale ešte minimálne ďalších 10 rokov vyprodukuje minimálne 80% výkonu a teda ďalších 235.000,-€.

4 Konštatčná časť

Aj pri výbere parametrov slnečného žiarenia na dolnej hranici a investičných nákladov na hornej hranici vychádza, že návratnosť investície je únosná. Investičné náklady budú pokryté v plnej výške a najneskôr po 10,2 rokoch začne fotovoltická elektrárňa produkovať čistý zisk.

Reálna doba návratnosti bude závislá od sadzby dane z príjmu, doby splácania prípadného úveru a diskontnej úrokovej sadzby. V takom prípade bude samozrejme dlhšia.

Pri realizácii navyše použijeme zariadenie FOSTAC MAXIMUS, ktoré zvýši produktivitu FVE o minimálne o 15-25% a skráti skutočnú dobu návratnosti o cca 1,5-2 roky. Technické riešenie je chránené patentom. Je zahrnuté v cene realizácie a pokiaľ sa tvrdenie švajčiarskeho výrobcu preukázateľne nepotvrdí, hodnotu zariadenia po demontáži vyplatí v plnej obstarávacej cene investorovi.

Toto zariadenie a panely PVE Sweden s pyramidálnou štruktúrou krycej vrstvy polykryštalického kremíka, ktorá koncentruje svetelný tok do fotovoltických článkov, je naša pridaná hodnota pri realizácii FVE.

PHYSICAL CHARACTERISTICS

Distance between module installation points:

Length	1000 mm
Width	1030 mm

Physical dimensions:

Length	1682 mm
Width	1042 mm
Thickness	35 mm
Weight	20,4 kg
Number of cells in series	60
Number of cells in parallel	1
Distance between cells	2 mm

Distance between cells and glass edge:

Sides	20 mm
Top	29 mm
Bottom	29 mm

CONSTRUCTIVE CHARACTERISTICS

Cells	Poly crystalline 156x156 mm
Contacts	Full length soldered
Laminate	EVA
Front face	Anti-reflective structured tempered glass
Back face	TPT
Frame	Anodized aluminium 3,5 cm high
Junction boxes	Filled up permanently
Cables and Connectors	2 x 85cm 4mm ² Huber & Suhner cables and connectors



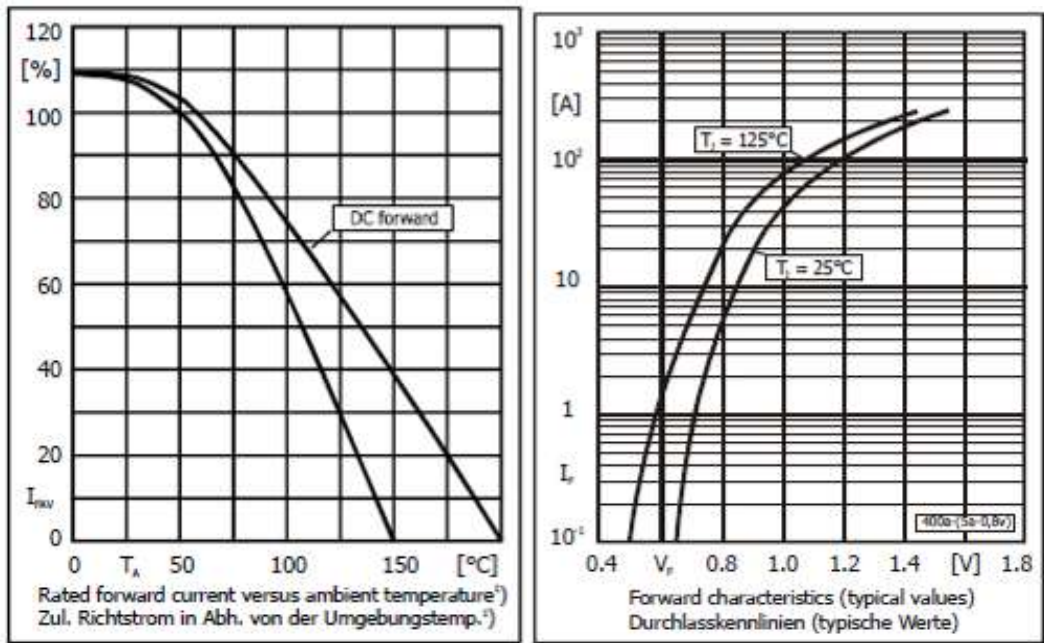
Obz. 1 : Technická špecifikácia Modulu Typ PVE Poly

Tabuľka 2 : Technická špecifikácia Modulu Typ PVE Poly

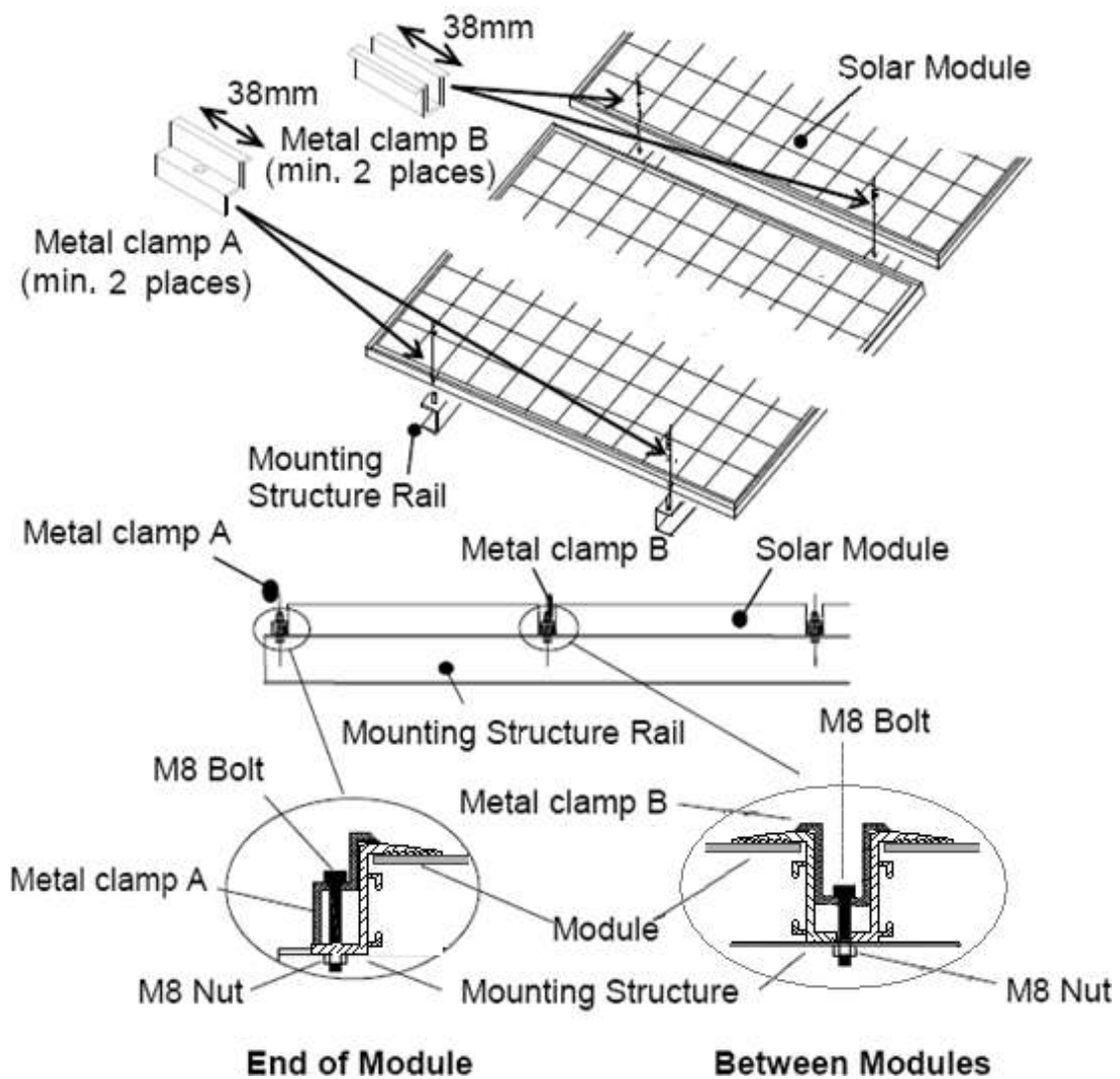
Module Type	PVE-MTF1-225-6	PVE-MTF1-230-6	PVE-MTF1-235-6
Maximum power (P _{max})	225 Wp +-3%	230 Wp +-3%	235 Wp+-3%
voltage (V _{max})	29,50 V	29,70 V	29,90 V
current (I _{max})	7,63 A	7,75 A	7,86 A
Open circuit voltage (V _{oc})	36,80 V	36,90 V	37,00 V
Short circuit current (I _{sc})	8,20 A	8,35 A	8,45 A
Maximum system voltage	850 V	850 V	850 V
NOCT (800 W/m ² , 20 °C, AM 1.5, 1m/s)	46°C	46°C	46°C
Temperature coefficients	NOCT 46°C, TC I _m 0,04%/°C, TC V _m - 0,38%/°C, TC P _m - 0,47%/°C	NOCT 46°C, TC I _m 0,04%/°C, TC V _m - 0,38%/°C, TC P _m - 0,47%/°C	NOCT 46°C, I _m 0,04%/°C , V _m - 0,38%/°C, P _m - 0,47%/°C

Tabuľka 3 : Technická špecifikácia Modulu Typ PVE Poly

Characteristics	Kennwerte			
Forward Voltage – Durchlass-Spannung	T _J = 25°C	I _F = 5 A	V _F	< 0.82 V
Leakage current – Sperrstrom	T _J = 25°C	V _R = V _{RRM}	I _R	< 25 µA
Reverse recovery time Sperrverzögerung	I _F = 0.5 A through/über I _R = 1 A to/auf I _R = 0.25 A		t _{rr}	< 200 ns
Thermal resistance junction to ambient air Wärmewiderstand Sperrschicht – umgebende Luft			R _{thA}	< 10 K/W ¹⁾
Thermal resistance junction to leads Wärmewiderstand Sperrschicht – Anschlussdraht			R _{thL}	< 2 K/W



Obr. 2 : Charakteristika Modulu Typ PVE Poly



Obr. 3 : Štandardná inštalácia Modulu Typ PVE Poly

5 Záver

Touto praktickou ukázkou bolo názorne poukázané na tú skutočnosť, že projektovanie a výstavba fotovoltaických elektrární je stále aktuálna a pri zvyšovaní cien energií je stále veľmi prospešná a z pohľadu environmentálneho je to energia tretieho tisícročia. Treba povedať že pri kombinácií s inými energiami na báze obnoviteľných zdrojov ako bioplyn, alebo veterná energia, alebo vodná je vysoko aktuálna a pre životné prostredie má minimálny až zanedbateľný dopad.

Literatúra

- [1] Ing. František Kurilla, DrSc., autor. architekt a kolektív – PD Fotovoltaickej elektrárne v meste Bardejov, Spišské podhradie a Obec Soľ, okr. Vranov nad Topľou , 2011
- [2] Monografia – Návrhy do územia Obnoviteľných zdrojov na báze slnka a vetra, Ing. Fr. Kurilla, DrSc., autor. architekt , 2011
- [3] Monografia – Návrhy bioplynových staníc v rgióne východného Slovenska, Ing. Fr. Kurilla, DrSc., aut. architekt, 2011
- [4] Posudzovanie vplyvov na ŽP, EIA, JUDr., Ing. Štefan Úradníček, JUDr. Božena Gašparíková, CSc., RNDr. Mária Kozová, CSc., 1994

OPTIMALIZÁCIA ČINNOSTI A ZVÝŠENIE EFEKTÍVNOTI V BIOPLYNOVEJ STANICI KAPUŠANY

Matej Polák¹, Pavol Porvaz²

¹VVICB Kapušany pri Prešove; Ekonomická Univerzita v Bratislave

e-mail: vvicb@vvicb.sk

²Výskumný ústav agroekológie Michalovce

e-mail:porvaz@minet.sk

Abstrakt: Zefektívnenie poľnohospodárskej výroby je možné aj využitím biomasy a odpadov z poľnohospodárskej produkcie, čo môže prispieť k zlepšeniu ekonomickej a sociálnej situácie poľnohospodárskych podnikoch. Jednou z možností je výstavba nových a rekonštrukcia starších bioplynových staníc s využitím najnovšej bioplynovej technológie. Autori sa v príspevku zaoberajú diverzifikáciou poľnohospodárskej výroby v PD Kapušany zameranou na výrobu energie z biomasy v rámci projektu ITMS 262202200/63, ktorý EU v Bratislave realizuje vo VVICB Kapušany v spolupráci s Technickou univerzitou Košice za príspevku PD Kapušany ako dodávateľa substrátu pre procesy fermentácie. Projekt rieši celú škálu využitia biomasy na energetické účely pričom okrem aplikovaného výskumu, vzdelávania a poradenstva táto spolupráca vo výskume by mala prispieť k celkovému využitiu pôdneho fondu a k rozvoju vidieka nielen na Slovensku ale aj v okolitých krajinách.

Kľúčové slová: biomasa, obnoviteľné nosiče energie, bioplyn, bioplynová stanica, pôdny fond, rozvoj

1 Úvod

Vyrábať elektrickú energiu je pre väčšinu ľudí „tabu“ a túto oblasť výroby prenechávajú elektrárňam. V ostatných rokoch sa pre farmárov naskytila príležitosť využiť neobrobenú plochu ako aj odpady z poľnohospodárskej produkcie na výrobu elektrickej energie prostredníctvom bioplynovej stanice. Preto môžeme zo strany farmárov sledovať zvýšený záujem o bioplynovú technológiu. Farmári ju začali využívať, ako jednu z možností diverzifikácie poľnohospodárskych činností s cieľom eliminovať straty s klasickej poľnohospodárskej výroby.

Vývoj bioplynových staníc na Slovensku nemožno prirovnávať k iným

krajinám napr: Nemecko, kde funguje množstvo malých a veľkých bioplynových staníc, a tie sú nielen zdrojom financií pre farmárov ale napomáhajú aj technickému pokroku v danej technológii inováciami používaných zariadení. Priaznivý fakt, že v posledných rokoch rastie záujem mnohých poľnohospodárov, obcí, firiem, politikov a súkromných osôb o vývoj v tejto oblasti, je dobrým predpokladom ďalšieho rozvoju tohto odvetvia aj v našich podmienkach. Vlastný zdroj energie je veľmi zaujímavý ak jeho vstupným médiom (palivom) je vlastný zdroj a ešte zaujímavejší keď je vlastný zdroj tvorený odpadom a surovinami vypestovanými na menej kvalitnej pôde. Zároveň získavajú na význame aj vedľajšie efekty bioplynových technológií a to predovšetkým zmenšenie zaťaženia životného prostredia pachom, zníženie strát na živinách, čo ma za následok zníženie nákladov na anorganické hnojivá.

Situáciu v poľnohospodárstve v posledných rokoch charakterizuje významný pokles najmä stavov dobytky ,ošípaných a pokles plôch v pestovaní obilnín. Čo spôsobuje ekonomické problémy nielen roľníkom a farmárom, ale sa významnou mierou podpisuje pod ekonomické a sociálne problémy vidieka. Práve orientácia poľnohospodárov na výrobu energie z biomasy v bioplynových staniciach a výroba biopalív by mohli byť aspoň čiastočným riešením tohto problému . Je to dôležité najmä z hľadiska zachovania rastlinnej výroby a trvalo udržateľného rozvoja vidieka . Menej bonitné pôdy sa priamo ponúkajú pre potreby výroby biomasy pre účely fermentácie, termického spaľovania, a výroby biopalív.

Na Slovensku je takýchto pôd ktoré sú v súčasnosti nevyužívané cca 400 tisíc ha. A tie predstavujú celkový energetický potenciál 164 PJ energie čo predstavuje cca 13% z celkovej potreby energie Slovenska ,ktorá je 800 PJ.

2 Použitá technológia

Bioplynová stanica pri PD Kapušany poskytuje dostatok možností a priestoru, pre implementáciu inovačných metód zefektívnenia technologických procesov zmenou konštrukcie a konceptu bioplynovej stanice (BPS) ponúkajú sa aj komerčne riešenia zakúpením progresívneho príslušenstva pre BPS, čím by sa zefektívnili technologické procesy a zlepšili by sa tým parametre a produkcia bioplynu. K tomuto záveru sme dospeli dvojročným výskumom a pozorovaním procesov výroby energie z bioplynu v rámci prevádzky Výskumno-výstavného a informačného centra bioenergie Ekonomickej univerzity v Bratislave.

Bioplynová stanica, ktorá bola vybudovaná v roku 2002 po viacročnej prevádzke vykazuje iba 50% účinnosť premeny primárnej energie, (zelenej biomasy a hnojovice) na koncovú energiu, ktorá predstavuje elektrický prúd a teplo. Na základe analýzy súčasného stavu a efektívnych technických opatrení sme v spolupráci s firmou QEI a.s. a prevádzkovateľom PD Kapušany optimalizovali činnosť a efektívnosť BPS zo súčasných 50% na 75%.

2.1 Funkcia a popis jednotlivých častí

Základ technológie tvorí fermentačná nádoba o priemere 12 m z celkovým objemom 452 m³ a je vyrobená zo železobetónu. Vstupná surovina pre proces fermentácie je dopravovaná cez násypku do fermentačnej nádoby univerzálnym nakladačom. Vo fermentačnej nádobe sa rozkladá surovina na tekuté hnojivo, bioplyn a nepatrnú časť sušiny. Vzniknutá sušina je zhrňovačom zhrňovaná do zbernej nádoby. V nádobe sa pohybujú miešadla, ktoré zabraňujú vznikaniu kôry na povrchu fermentačnej suroviny. Vo fermentačnej nádobe sa nachádza ešte výmenník tepla, ktorý v pomáha udržať konštantnú teplotu pre proces fermentácie. Je vyhrievaný odpadovým teplom z kogeneračnej jednotky. Z najvyššieho miesta fermentačnej nádoby sa odvádza plyn do zásobníka potrubím. Nerezovým potrubím je plyn vedený do strojovne kde je v spaľovacom motore spaľovaný. Motor je napojený na generátor elektrickej energie, ktorá je dodávaná do verejnej siete. Vyhnitý substrát - hnojivo je z fermentačnej nádoby hydraulicky dopravované do skladovacej nádoby o priemere 20 m a objeme 1504 m³. Kvôli usadeniu a kvôli skutočnosti, že aj konečný sklad produkuje ešte časť bioplynu sú vo fermentore umiestené tri miešadla. Vyprázdňovanie konečného skladu sa vykonáva jeden krát mesačne, cisternovým automobilom CAS – 10.

Bioplyn sa produkuje vo fermentačnej nádobe a čiastočne v skladovacej nádobe a potrubím vedie do zásobníka bioplynu, kde sa akumuluje pre prípadné výkyvy v procese fermentácie. Zo zásobníka bioplynu je bioplyn vedený do strojovne, kde sa nachádza kogeneračná jednotka, elektrorozvádzač tepla s pripojením na súčasnú rozvodnú sieť. Riadenie kogeneračnej jednotky je zabezpečené programovateľným automatom s pripojením na server PC.

2.2 Charakteristika BPS

Ide o staršiu stavbu bioplynovej stanice v areály existujúceho poľnohospodárskeho družstva. Táto bioplynová stanica je v jedna z prvých, bioplynových staníc na Slovensku využívajúca poľnohospodárske produkty a odpady. PD Kapušany ju vybudovalo „ako perspektívny prvok oživenia ekonomiky družstva s podporou prostriedkov z eurofondov. V súčasnosti je stanica v prenájme Výskumno-výstavného a informačného centra bioenergie, ktoré má záujem stanicu výrazne inovovať a zefektívniť jej prevádzku. V súčasnosti BPS pracuje s účinnosťou premeny 50% a vyrába 70-100 kWh el. Optimálny výkon BPS by mal byť v rozpätí 170-180 kWh el. Je to tým že ide o starší typ BPS ktorá má z hľadiska navrhutej technológie celý rad technických a prevádzkových nedostatkov.

Nedostatky je nutné čo najskôr odstrániť z dôvodu zníženia strát a dosiahnutie vyššej efektívnosti.

Plné využitie kapacitných možností BPS sa dá dosiahnuť reálne len zvýšením výkonnosti zariadení, t.j. optimálnym využitím už existujúcej

technológie, prípadne jej modernizáciou ale aj skvalitnením substrátu a zlepšením jeho využitia.

V minulosti sa ako vstupná surovina používal maštal'ný hnoj, resp. hnoj v kofementácií s kukuričnou silážou. V posledných rokoch PD Kapušany znížilo početné stavy hovädzieho dobytku a ošípaných v dôsledku poklesu cien mäsa a mlieka podobne ako aj iní farmári na Slovensku. Táto skutočnosť ich motivovala k rozhodnutiu postaviť BPS a využiť jednak potenciál pôdy a odpady zo živočíšnej výroby na výrobu energie. PD pružne reagovalo na zmenené podmienky na trhu a zabezpečilo si náhradu príjmov z iných zdrojov. BPS v Kapušanoch je považovaná za bioplynovú stanicu, ktorá spracúva len kukuričnú siláž, aj keď je možné ju dopĺňať hnojovicou a exkrementami hovädzieho dobytku. Túto skutočnosť môžeme z komplexného hľadiska považovať skôr za výhodu.

Kukuričná siláž, má vyššiu výnosnosť bioplynu v porovnaní s exkrementami hospodárskych zvierat. Na druhej strane problémom bioplynových staníc spracovávajúcich rastlinné materiály je ich nízka rozložiteľnosť, ktorá sa odráža v nižšej produkcii bioplynu, pretože značná časť organického uhlíka z rastlinných materiálov ostáva nevyužitá.

Limitujúcim faktorom pri biologickom rozklade rastlinnej biomasy je jej lignocelulózová zložka. Biologická rozložiteľnosť závisí okrem iného aj na pomere základných komponentov rastlinnej biomasy (celulóza, hemicelulóza, lignín). Lignocelulózová komplex ako stavebný materiál rastlín vzniká spojením niekoľkých paralelne usporiadaných celulózových reťazcov stabilizovaných vodíkovými väzbami, pričom pojivo medzi nimi vytvára ďalšie polysacharidy, tzv. hemicelulózy. Hemicelulózy obsahujú ako stavebné jednotky rôzne monosacharidy.

Lignín je chemicky ťažko definovateľná látka. Práve ligninová matrica bráni celulolytickým extracelulárnym enzýmom v prístupe k celulóznym vláknam a teda výrazne znižuje nielen rýchlosť, ale aj celkový výťažok hydrolýzy. Zvýšenie biologickej rozložiteľnosti a tým aj výťažnosti metánu sa dá dosiahnuť vhodnou predúpravou vstupných surovín do procesu fermentácie. Všetky metódy predúpravy sú založené na sprístupnení zložiek materiálu enzýmovému rozkladu. Zmenšením veľkosti častíc mechanickou alebo inou úpravou dochádza k podstatnému zväčšeniu povrchu a tým aj k väčšej dostupnosti enzýmovému rozkladu.

2.3 Identifikácia problémov v BPS Kapušany

K hlavným problémom ktoré spôsobujú nízku efektívnosť BPS patria.

- Nevhodný súčasný stav a prevedenie fermentora

Vo vrchnej časti fermentora je otvor, ktorý slúži ako plniaci otvor pre vstup suroviny. Ide o fermentor staršieho typu, s otvorom pre voľné plnenie biomasou.

Dnes je takéto riešenie aj v našich podmienkach skôr raritou. Práve tento prvok má výrazný podiel na zníženom výkone BPS. Treba brať do úvahy aj fakt, že ak fermentor nie je riadne utesnený, môže to viesť k nežiaducemu úniku skleníkových plynov, resp. zvýšenému zápachu v okolí fermentora. Pre anaeróbny proces musí byť fermentor utesnený proti vnikaniu vonkajšieho vzduchu na všetkých vstupoch a výstupoch a zároveň proti unikaniu bioplynu. Nesmie sa zabúdať ani na bezpečnostné hľadisko.

V okolí plniaceho otvoru sa môže nahromadiť unikajúci bioplyn a následne pri dosiahnutí nebezpečnej koncentrácie môže, neodbornou manipuláciou alebo chybou pracovníka nastať výbuch. Napriek týmto skutočnostiam je z legislatívneho hľadiska takéto prevedenie v podmienkach Slovenska prijateľné, na rozdiel napríklad od Nemecka, kde by takéto bioplynová stanica nemohla byť v prevádzke.

- Materiál fermentora je v niektorých úsekoch poškodený

Vzhľadom na to, že ide o starší fermentor, je pochopiteľné, že sa to odrazilo aj na stave materiálu, z ktorého je fermentor vyrobený. Ide hlavne o betónovú časť, ktorá je vystavená poveternostným vplyvom z vonkajšieho prostredia a tepelnému namáhaniu z vnútra fermentora.

- Dávkovanie biomasy do fermentora

Dávkovanie biomasy sa vykonáva manuálne kolesovým nakladačom cez otvor vo fermentore. Táto skutočnosť sa javí vo veľkej miere ,ako nepraktická ,neekonomická, a nepresná vzhľadom k tomu že je dávkovanie iba približné. Kukuričná siláž používaná ako vstupný element pre tvorbu bioplynu je nehomogénneho charakteru s viditeľnými rozdielmi veľkosti jednotlivých častíc, čo môže mať výrazný vplyv na množstvo vyrobeného bioplynu ako aj na kvalitu stabilizovaného digestátu.

- Kvalita miešania substrátu vo fermentore

Miešanie suroviny má byť dimenzované tak, aby boli zachované optimálne podmienky pre tvorbu bioplynu. V predmetnom zariadení by bolo potrebné skvalitniť proces miešania, lebo v súčasnom stave neplní svoju funkciu tak, ako by bolo žiaduce. Pomalá rýchlosť miešania, resp. nedostatočné miešanie suroviny sa odzrkadlí aj na produkcii bioplynu. Na druhej strane aj priveľmi vysoká rýchlosť miešania by mohla negatívne pôsobiť na prebiehajúci proces.

- Nevyhovujúce vlastnosti vstupnej suroviny

Teplota kukuričnej siláže je priamo úmerná teplote okolitého vzduchu, čo má najmä v zimných mesiacoch veľmi negatívny dopad na fermentačný proces. Pri dávkovaní suroviny do fermentora je veľmi vysoký rozdiel teplôt a následne dochádza k teplotnému šoku v procese, čo má za následok spomalenie procesu, resp. zníženie tvorby bioplynu. Kukuričná siláž produkovaná PD Kapušany, ktorá je používaná v procese fermentácie, je silážou určenou predovšetkým na kŕmne účely. Takáto siláž obsahuje viacej bielkovín

a menej cukrov a sacharidov čo sa dnešnej dobe nepovažuje za negatívum fermentačného procesu . Na trhu sú už dnes vhodné hybridy kukurice určené pre BPS .s výrazne vyššou výnosnosťou bioplynu. Proces fermentácie významne ovplyvňuje nehomogénne zloženie siláže. Táto skutočnosť vedie k rozdielnej dobe rozkladu jednotlivých častíc. Z toho vyplýva ,že pri nehomogénnom zložení nie je možné nadimenzovať daný proces tak, aby splňal optimálne podmienky, teda aby bola výnosnosť bioplynu z danej jednotky hmotnosti siláže čo najvyššia a aby nepremenená biomasa tvorila čo najmenší percentuálny podiel. Pokiaľ nedisponujeme chemickým rozborom substrátu vypracovaným renomovaným laboratóriom nie je možné ani pružne reagovať na skutočnosti, ktoré by boli týmto rozborom zistené.

- Nevhodné skladovanie vstupnej suroviny

Skladovanie kukuričnej siláže je prevedené nevyhovujúcim spôsobom. Substrát je vo voľnom úložisku vonku, nie je zakrytý a podlieha poveternostným vplyvom, čo môže výrazne zhoršiť jeho kvalitu.

- Absencia meracích, resp. monitorovacích zariadení potrebných pre správne fungovanie BPS
 - snímač hodnoty pH,
 - meranie množstva vyprodukovaného plynu,
 - meranie emisii pri spaľovanom procese (CO_2).
- Nízke skladovacie kapacity bioplynu

Skladovacie kapacity bioplynu umožňujú v našom prípade uskladniť 165 m³ plynu, čo nespĺňa požadované predstavy do budúcej prevádzky BPS. Potreba by bola v tomto smere vlastniť zásobník nadimenzovaný na 90m³/hod. bioplynu.

- Regulácia a bezpečnostné prvky

Doprava bioplynu z reaktora do zásobníka by mala byť vedená cez regulačné a bezpečnostné prvky, čo v tomto prípade nie je splnené. Požadovaný stav a predstava modernej bioplynovej stanice, musí počítat' aj s týmto vybavením.

3 Návrh optimalizácie a inovácie BPS

Pre zvýšenie efektívnosti využitia bioplynu v BPS PD Kapušany je potrebné urobiť nasledovné úpravy:

1. Optimalizáciu úprav a zmyksovania substrátu pred vstupom do fermentora (drvenie a mixovanie v mechanickom drviči). Pre proces fermentácie je dôležitým faktorom požadovaná veľkosť a požadované množstvo vstupnej suroviny. Danú BPS je potrebné doplniť o homogenizačné zariadenie ktoré by zabezpečovalo konštantné dávkovanie a optimálnu veľkosť materiálu pre procesy fermentácie, ako jeden z kľúčových faktorov anaérobnej digestie.

2. Funkcie umiestnenia substrátu a optimalizácie teploty substrátu vo fermentore na teplotu 40 ± 1 °C. Pred úprava vstupného substrátu by mala obsahovať aj jeho tepelnú úpravu, čo zvyšuje efektívnosť a kvalitu samotného procesu fermentácie.
3. Pravidelné meranie a vyhodnocovanie teplôt, tlaku a množstva na vstupe a výstupe z fermentora, je dôležitým faktorom pre správnu analýzu činnosti a včasnej identifikáciu problémov, ktoré sa môžu vyskytnúť pri prevádzke BPS čím sa môže predísť rôznym chybám a nedostatkom ktoré môžu vzniknúť v procese výroby bioplynu .
4. Pravidelné meranie vlastností bioplynu pred vstupom do kogeneračnej jednotky pomocou analyzátoru bioplynu SM – 6000

Aj u väčších stavov zvierat je iba fermentácia hnojovice v zariadení na výrobu bioplynu zriedka efektívna, pretože výťažnosť plynu z tekutého hnoja je relatívne nízka. Aby sa produkcia plynu a tým aj hospodárnosť zariadenia na výrobu bioplynu zvýšila, používajú sa na energiu bohaté odpady, takzvané kofermenty. Medzi ne sa radia napríklad tuky, zvyšky pokrmov a odpad z potravinárskeho priemyslu. Ale použitie odpadu má výrazné zápory: Vzhľadom k hygienickým rizikám sú pri fermentácii týchto látok spravidla potrebné osobitné opatrenia pre manipuláciu s týmito látkami, ako napríklad pasterizácia, vyberanie škodlivých látok a kontroly obsiahnutých zložiek.

Okrem toho sú pri narastajúcom počte zariadení už v niektorých regiónoch ľahko kvasenie látky ťažko k dispozícii. Preto hľadá mnoho prevádzkovateľov zariadení na výrobu bioplynu k týmto klasickým kofermentom alternatívy.

4 Rekonštrukcia a zvýšenie efektívnosti BPS Kapušany

BPS v Kapušanoch pri Prešove je zariadenie s vysokým potenciálom do budúcnosti, čo je spôsobené hlavne skutočnosťou, že momentálne je v správe Výskumno-výstavného a informačného centra bioenergie, ktoré má sídlo priamo v areály PD Kapušany. Práve tento fakt by mal zmeniť doterajší rigidný postoj k predmetné mu zariadeniu. Ako už bolo spomenuté zariadenie momentálne pracuje na 60 - 70 % svojho potenciálu, preto sa otázka revitalizácie BPS stáva nutnosťou, či už ide o technologický alebo technický charakter riešenia problémov, ktoré sú identifikované ako kľúčové v nadväznosti na lepšie fungovanie BPS.

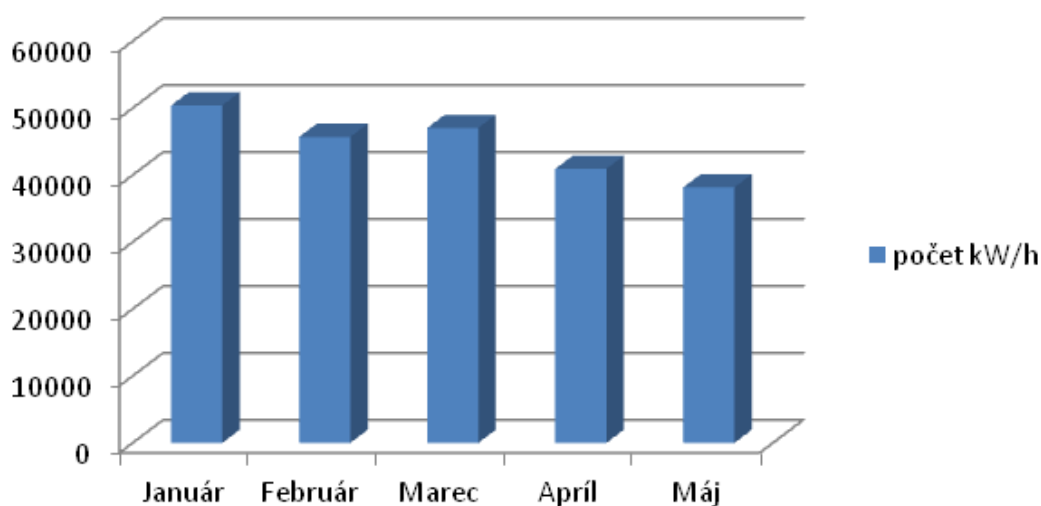
V súčasnosti je podiel výroby bioplynu k množstvu a kvalite vstupného materiálu „ekvivalentný“. Uplynulý rok bol veľmi zlý čo sa týka úrodnosti kukurice. Nedostatok materiálu spôsobil, že do fermentora sa denne dávkovalo cca 10 ton siláže čo tvorí približne polovicu a niekedy aj tretinu dávky pri optimálnej prevádzke stanice . V mesiacoch apríl a máj sa do fermentora ako vstupný materiál používali exkremety hovädzieho dobytka čo sa tiež samozrejme prejavilo znížením produkcie bioplynu a tým aj produkcie

elektrickej energie. Tá činí v súčasnosti oproti minulým mesiacom tj. január až marec 2011 pokles o cca 20 % výkonu zo 70 na 50 %. Z uvedeného je možné zistiť, že na produkciu bioplynu má výrazný vplyv kvalita a druh použitého vstupného materiálu.

Tab.1 Vyrobené množstvo elektrickej energie v mesiacoch Január – máj

Mesiac	počet kW/h	počet dní chodu KJ	Priemerný výkon KJ v kW/h
Január	50400	30	70
Február	45696	28	68
Marec	47040	28	70
Apríl	40920	31	55
Máj	38160	30	53

Zdroj : Vlastné sledovania ,rok 2011



Obr1. Graf závislosti vyrobených kW/h počas vybraného obdobia

Vyhnívacia nádoba (fermentor) je prstencového tvaru . Obidve nádoby sú vyrobené zo železobetónu a pokryté jednou stenou vzduchotesné tak, aby vyhnívanie mohlo prebiehať anaerobným spôsobom . Nádoby sú uložené v zemi, rovnako ,ako aj vstupná násypka, kde sa využíva úprava súčasného vstupného materiálu tak, aby manipulácia so vstupnou surovinou boli z hľadiska využívania boli čo najjednoduchšia. Zmiešavanie pri nasypaní vstupného materiálu so substrátom je výlučne manuálne a prevádza to jeden pracovník ktorý obsluhuje aj nakladač stroj. Tento postup je náročný a nespoľahlivý, pretože premiešanie materiálu nemusí byť postačujúce a dostatočné kvalitné. Preto je nutné zmeniť podávanie a zautomatizovať celý proces výroby bioplynu no hlavne predúpravou vstupného materiálu.

Ide predovšetkým o opravu konštrukcie fermentora ako takého, či už z hľadiska opotrebenia materiálu, alebo z hľadiska zmeny technologického prevedenia súčasného stavu s otvoreným plniacim priestorom. Tento problém je možné riešiť viacerými spôsobmi. Ako vhodné riešenie sa javí zakomponovanie homogenizátora biomasy čím by sa zároveň eliminoval ďalší

problém identifikovaný v BPS a to jav s negatívnym dopadom na tvorbu bioplynu. Na objekt fermentora nadväzuje dávkovač pevných substrátov s násypkou. Do násypky je navázaná biomasa pre fermentáciu. Príprava biomasy z kukuričnej siláže prebieha v dávkovači tuhých substrátov homogenizátore s dávkovacím zariadením. Substrát v dávkovači je premiešavaný a závitovkovým dopravníkom pravidelne doplňovaný do fermentačného priestoru. Potreba homogenizovanej vstupnej suroviny je zásadná s prihliadnutím na nedokonalý proces fermentácie. V súčasnej dobe je na trhu množstvo prevedení homogenizačnej techniky či už priamo so zavedením do dávkovača, alebo riešené v osobitnej časti ako samostatne pracujúci technologický uzol. Je treba zdôrazniť, že hlavným parametrom pre výber zariadenia takéhoto typu je druh a kvalita používanej biomasy.

Ďalšou možnosťou zvýšenia výkonnosti fermentora je zámena primárneho a sekundárneho fermentora. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť dvojnásobný objem primárneho fermentora a tým aj vyšší hodinový zisk bioplynu. Zámena fermentorov bude spočívať v tom, že sekundárny fermentor bude doplnený o otvor na prísun materiálu ako aj o miešadla, a iné potrebné komponenty a vstupná násypka prvého fermentora bude uzatvorená a utesnená. Tento otvor môžeme doplniť o kalové čerpadlo na odčerpávanie prebytočného substrátu do skladovej nádrže.

4.1 Vstupná biomasa

Najviac zvyškovej biomasy vzniká v poľnohospodárstve. Ide predovšetkým o odpad zo živočíšnej výroby a zvyšky rastlín. Exkrementy hospodárskych zvierat je stále ťažšie využívať v rastlinnej výrobe ako hnojivo z dôvodu sprísňujúcich sa predpisov aj preto, že veľa veľkochovov zvierat bolo vybudovaných bez akejkoľvek väzby na pôdu. Ďalej ide o zvyšky z rastlinnej výroby, pre ktoré nie je ďalšie uplatnenie, prípadne o cielene pestovanú nepotravinársku produkciu. Zaujímavé možnosti ponúka trávna fytomasa z dotačnej udržiavanej zatrávnenej pôdy, ktorá musí byť pravidelne odstraňovaná.

Ďalším významným zdrojom zvyškovej biomasy je komunálna sféra. Biologický odpad tvorí asi 40% podiel komunálneho odpadu. Návrh plánu odpadového hospodárstva SR stanovuje postupné znižovanie skladovaním komunálneho odpadu a smernica rady 1999/31/ES o skládkach odpadu vyžaduje postupné znižovanie percenta organických odpadov idúcich na skládky, čo prispeje k rozvoju technológií na spracovanie bioodpadov.

Odpady vhodné na spracovanie anaeróbnou fermentáciou vznikajú aj v priemysle, najmä potravinárskom. Hoci sa tieto materiály dajú často využiť efektívne iným spôsobom (napr. ako krmivá alebo hnojivá) alebo naopak z dôvodu obsahu nebezpečných látok znamenajú riziko pre následné uplatnenie substrátu po fermentácii ako hnojivá, predstavujú určitý potenciál

pre spracovanie v BPS v niektorých prípadoch aj možný budúci zdroj príjmov (poplatky za spracovanie odpadu). Podobne by sa mohlo stať pre prevádzkovateľa BPS zaujímavým spracovanie kuchynských odpadov zo stravovacích zariadení, vrátane obsahov kuchynských lapačov tukov a použitých fritovacích olejov. V neposlednom rade je významným zdrojom odpadovej biomasy lesníctvo. Odpady z ťažby a spracovania dreva s vysokým obsahom lignocelulózy a sušiny sú však vhodnejšie pre využitie priamym spaľovaním alebo kompostovaním.

Ďalšou z plodín vhodných ako vstupný element do fermentačného procesu je napr. krmná repa. Je to plodinu, ktorá poskytuje maximálne výnosy aj vo vyšších polohách. Špičkový výnos môže byť až 100 ton buliev a 26 ton chrastia, čo predstavuje 19 ton sušiny z hektára. Jednorazové testy rozmixovanej repy a chrastia preukázali produkciu bioplynu až 1 m³ z 1 kg sušiny krmnej repy.

Inou plodinou vhodnou pre anaeróbne spracovávanie je amarant (*Amaranthus* sp.). V jednorazovom jednostupňovom teste anaeróbnej rozložiteľnosti bol v mezofilných podmienkach (výťažok bioplynu 0.317 - 0.494 m³t.kg).

Stále viac sa diskutuje o spoločnej fermentácii s trávou. Dôvody predstavujú: Niektoré poľnohospodárske podniky s veľkou výmerou lúk a pasienkov majú nadbytočné množstvo trávy. Veľa obcí tiež nevie ako likvidovať rastlinný odpad z ošetrovania športovísk, parkovísk alebo prírodných rezervácií.

Okrem toho EÚ dovoľuje fermentáciu obnoviteľných surovín z nevyužívaných plôch. Na týchto plochách sa môžu okrem silážnej kukurice, repy a obilia na výrobu bioplynu tiež pestovať viacročné trávy.

Pri fermentácii tuku vzniká bioplyn, ktorý obsahuje až 70% metánu. U trávy je to trochu inak: Vysoký podiel sacharidov má za následok obsah metánu maximálne 55%. U relatívne vysoko kvalitnej trávy sa môže pri výnose sušiny 1,25 t.ha⁻¹ dosiahnuť produkcia 5000 m³.h⁻¹. To zodpovedá ekvivalentu vykurovacieho oleja približne 5000 l. Pre dosiahnutie rovnomerného vyťaženia zariadenia na výrobu bioplynu sa musí fermentor kontinuálne stále plniť substrátom po celý rok. Počas vegetačného obdobia sa môže vo fermentore zhodnocovať čerstvá tráva, v inej dobe je potrebná konzervácia. Pri nej má zlé silážovanie alebo napadnutie plesňami počas skladovania za následok vyššie straty produkcie plynu.

Tieto skutočnosti ma vedú k záveru, že fermentácia tráv rôznych druhov je v podmienkach BPS Kapušany možná, len s aplikáciou technológie na predspracovanie materiálu, čiže na určitý pred stupeň fermentácie. Taktiež by sa musel vykonať výskum o aké druhy tráv by sa jednalo. Táto koncepcia z ekonomického ani technologického hľadiska zatiaľ do úvahy ako potenciálna možnosť nepripadá, ale do budúcnosti je možné uvažovať aj s takouto

alternatívou.

5 Záver

Pre farmárov a roľníkov je hlavným zdrojom obživy pôda ktorá zabezpečuje to že ich produkty sa dostávajú k spotrebiteľom v priamej alebo upravenej podobe. Pestovať plnohodnotné a kvalitné plodiny pre farmára najdôležitejšie pre jeho prežitie a konkurencie schopnosti na trhu. Využívať polia na pestovanie plodín určených nie pre potravinársky priemysel či živočíšnu oblasť bolo donedávna na Slovensku „ tabu“. Preto ak roľnícke družstvá skrachovali pred desiatimi rokmi, zostali polia neobrobené a vydané napospas prírode, čo ma za následok zničenie pôvodného obrazu krajiny, ako ja zvýšenie nezamestnanosti v daných regiónoch. Z toho dôvodu je nutné zmeniť myslenia roľníkov a farmárov a viacej využívať manažérske schopnosti a vlastnosti a orientovať sa viac na využitie potenciálu pôdy na energetické účely tak ako to realizujú v PD Kapušany.

Zefektívnením a využitím moderných strojov a zariadení, ktoré je možné aplikovať do danej BPS je možné zvýšiť výťažnosť bioplynu na trojnásobok k súčasnému stavu, čím sa dosiahne zvýšenie účinnosti BPS ako aj zefektívnenie všetkých procesov, čo sa samozrejme premietne na ekonomickej a sociálnej stránke daného podniku či farmy.

Pod'akovanie

„Táto publikácia/článok, bola vytvorená/ vytvorený realizáciou projektu Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“(Kód ITMS:26220220063)

Literatúra

- [1] SCHULZ, H. – EDER, B.: Bioplyn v praxi, nakladateľstvo HEL, Ostrava – Plesná, 2004, ISBN 8086167216.
- [2] POLÁK MATEJ a kol.: Obnoviteľné nosiče energie – ekonomika a životné prostredie, KARO-PRESS, ISBN 978-80-969187-4-4.
- [3] GEFFERT, P. – VIGLASKÝ, J. - LANGOVÁ, N.: Možnosti využitia skládkového plynu. Životné prostredie, roč. XL, 3/2006, ISSN 0044-4863.
- [4] Energetická politika : Dostupné na internete:, <<http://www.economy.gov.sk/energeticka-politika-sr-5925/127610s>>.
- [5] Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie SR Bratislava 25. 4. 2007, Dostupné na internete: <http://www.sea.gov.sk/energeticke_aktivita/legislativa_predpisy_sr/strategia_oze.pdf>
- [6] Stratégie energetickej bezpečnosti SR, <http://web.tuke.sk/fei-kee/doc/Strategia_energetickej_bezpecnosti_SR_do_r2030.pdf>.
- [7] Ministerstvo hospodárstva SR (2007): Stratégia vyššieho využitia

obnoviteľných zdrojov energie v SR, Ministerstvo hospodárstva SR, 2007, Dostupné na internete: <http://www.sea.gov.sk/energeticke_aktivity/legislativa_predpisy_sr/strategia_oze.pdf>.

[8] Úrody: Dostupné na internete: <<http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=5.1.2>>.

[9] BPS: Dostupné na internete: <<http://polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=4.5.1>>.

THE ROLE OF SMALL AND MEDIUM-SEIZED ENTERPRISES IN RURAL DEVELOPMENT

Łukasz Popławski¹, Grzegorz Podolowski², Jacek Kałuża³

¹Szkoła Wyższa im. B. Jańskiego w Warszawie

email : rmpoplaw@gmail.com

²Poczta Polska S.A.

³Odmet S.A.

Abstract: Activities aiming at multifunctional of agriculture, reduction of unemployment and improvement of living standards in the country are elements important for economic development of rural areas in Poland. Each market economy functions basing primarily on small and medium-sized enterprises activities. This sector is perceived as a strategic one because of creating new jobs, which at current unemployment rate is not without importance; it is also a key factor in the process of economic growth.

Keywords: Small and medium enterprises, local development, food production sector

1 Introduction

According to Źmija [2003] what plays a significant role in development is local enterprise and its development constitutes an integral part and requirement for the development of rural areas, without which it would be difficult to improve economic situation of those areas. Enterprise is characterized by man's personality possessing the following qualities: resourcefulness, initiative, the speed of action, motivation and ambition as well as organizational capabilities for undertaking risk and adjusting it to the surroundings. The definition of enterprise itself remains vague, but in general it can be defined as a total whole of individual and common actions breaking existing patterns and barriers in management and its efficiency.

Small and medium-sized enterprises are characterized by numerous good points which influence significantly the development of city agglomerations. At present these firms should consider various results of the globalization process, which affect the conditions in which they operate but also providing them with opportunities to compete on a global market.

The article aims at presentation of the role of small and medium-sized enterprises in local development on rural areas.

2 The range and methods of research

The descriptive and analytic methods have been used in the paper. As to the first method, it was used to present the reality. The features and tasks of the subject of research were compared to similar occurrences. The method of source materials analysis and the available source materials were used in the work. The results of carried out research were presented in a system of diagrams and tables.

3 Local development – aspects

The development of those areas as well as rural areas results from their diversity as well as the degree of inhabitants' initiative. This diversity results from history, the relations centre- outskirts, the location pension, the effects of local and regional authorities' actions as well as the inhabitants' community and the ability of undertaking actions, that is initiatives, which find their reflection in concrete solutions and economic enterprises affecting economic development.

Enforcing a law on territorial self-government in 1990 resulted in separating an authentic local self-government taking into account making local societies real subjects through assigning to the communes the status of self-government communities as well as a legal status [Adamowicz 2003]. In a commune in which people live economic activity is conducted as well as natural values can be found one can find a specific spatial organization [Wiatrak 2003].

Local development can be defined as a process of economic, social, cultural and political changes leading to the rise of the level of residents' prosperity through the process of transformation from less advanced states to the ones more advanced and complex [Adamowicz 2003]. In order to achieve that, the commune performs a variety of its own tasks, which boil down to four groups:

- Economic, spatial and ecological order; shaping economic development, space planning and protection of the environment:
- Technical infrastructure (roads, water-supply, public transport, etc.).
- Social infrastructure (educational system, social welfare, etc.).
- Order and public safety (for instance fire-fighting service) [Wiatrak 2003].

The process of transforming present agriculture based on the traditional way of cultivating and using the land should lead to the multifunctional development of rural areas, which also implies integrated and environment-friendly agriculture combined with recreation and tourism. Agriculture based on ecological methods should be adjusted to the local landscape and its water

and soil conditions. The large size of the labour force in agriculture provides a chance for alternative solutions also in such time-consuming branches of specialised agriculture as ecological agriculture, seed production, herb-cultivation, etc.

The companies' restructuring, reinforced by hard rules of the economic calculation, causes essential changes in the market, and thus the activities, which will use available tools and funds, which aim is to support the regional development and the restructuring processes to develop local initiatives, are essential. Thus cooperation between the company and its surrounding is extremely important. In order to realise the sustainable development project fully it is necessary to obtain the widest possible support from the biggest number of the socio-economical life members in the region, and thus very important are the following issues [Rutkowska, Rembielak-Vitchev 2008]:

- cooperation with reliable partners,
- utilising a synergy between various participants in the social and economic life,
- using financing coming from various sources (public-private partnership, the European Union Funds, the international organisations' funds),
- lowering the social aid costs and other costs associated with unemployment by reducing this phenomenon,
- realisation of the public subjects' own tasks with a multiplied quality effect with the same financial contribution,
- social mobilisation for the challenges in the economic development of the Region,
- promotion of city and region.

In order to describe the tasks of the European Social Fund it is essential to apply the following formula: **'Help in the employment development by promoting employment possibilities, spirit of enterprise, equality of chances and investment in human resources'**. Obtaining financing from the ESF enables to raise qualifications of the Polish companies' staff, with simultaneously low financial input made by these companies. Applications to the European Social Fund can be: individualised (projects applied to the needs of a particular company), or the open ones (projects including an offer available to the employees of the companies of a variable profile). In the years 2007-2013 the European Social Fund will devote more than 10 million of Euros a year to support employment and to raise professional qualifications of the employees in the twenty-seven member countries. This sum will constitute about 10% of the entire European Union budget. The rules of implementing the ESF in the program period have been simplified considerably, thus the Fund will be more available for humans (http://ec.europa.eu/employment_social/esf/ [10.12.2011]).

4 Small and medium-seized enterprises in rural development

Development of entrepreneurship is particularly important for rural development and multifunctional development especially in rural areas. The development of small and medium-seized enterprises in rural areas is an accelerating factor limiting the role of agriculture and improving its economic health. Entrepreneurship - on the one hand reduces the primary role of the village, on the other, more attractive place of residence and creates jobs for its residents.

Activation of rural areas and liquidating the differences in development between various regions of Poland requires establishing small enterprises engaged in production and processing of food. Therefore small and medium-sized enterprises from the agro-food sector should seek their chances of development in [Zuzek 2008]:

- 1) Initial processing of agricultural products to prepare these products for retail sales.
- 2) Specialization of production of determined line of food products.
- 3) Production of customized commodities for large commercial networks.
- 4) Production of regional food products, organic foods.
- 5) Development of new directions in processing, e.g. catering, filling market niches, omitted by large producers.

Small and medium-seized enterprises can develop not only the agro-food sector, but also in other sectors of the economy. Namely, it is important for rural development on the one hand, as well as for the development of the health sector on the other hand, the development of hippotherapy. Hippotherapy is a form of rehabilitation is generally multi-profiled and therapeutic activities for which the horse is used. It is used as a therapeutic method, especially for people with reduced mobility [Pakulska, Rutkowska-Podołowska, Podołowski 2010]. Hippotherapy is also relaxing and relaxing effect, which also has a positive effect on emotional balance and causes weakness neurotic reactions [Rutkowska, Pakulska 2000], also develops social maturity and sense of responsibility for himself and horse [Pakulska, Rutkowska-Podołowska, Podołowski 2010]. The development of small and medium-seized enterprises is a chance for rural development, because one side has an impact on improving their financial structure, and to mitigate the effects of unemployment, which are affected by these areas, on the other. Thus, should become increasingly important and will have participation of local communities in shaping its development.

Practical implementation of rural development requires the implementation of it into the management process primarily at the enterprise level. So important is the implementation of the principle of sustainable development at the level

of the company, and this means that the "enterprise sustainable development means a strategy for action, satisfying the current needs of businesses and interest groups associated with it, protects, sustains and strengthens the human and resource that will be needed in the future "[Business Strategy for Sustainable Development 1992]. For regional development, it is important that the objectives achieved by small and medium-sized enterprises were:

- economically justified,
- environmentally acceptable,
- socially desirable (triple bottom line).

The most important features of small and medium-sized enterprises include close link between the firm profitability and the owner's income, unity of ownership and control, a possibility of fast decision making and great flexibility in adjusting to market requirements. Until recently the entities belonging to this sector focused their attention on local and regional markets and on them saw potential competitors. Experiences of many countries show that over the last decades small and medium-sized enterprises (SMEs) are the group of businesses which definitely influence the processes occurring in the economy [Zuzek 2008].

According to the classification recommended in the EU directives there are three types of enterprises (table 1): micro (employing less than 10 persons); small (employing between 10 and 49 persons, their annual turnover does not exceed 7 mln euro and annual balance is about 5 mln euro); medium-sized (respectively: between 50 and 249 employees, 40 mln euro and 27 mln euro) and big enterprises which employ over 249 persons.

Table 1. Defining small and medium-sized enterprises according to the European Union criteria

Criterion	Micro enterprises	Small enterprises	medium-sized enterprises
Number of employees	<10	<50	<250
Annual revenue		<7ml euro	<40 mln euro
Balance sheet	-	<5 mln euro	<27 mln euro
Independence	-	No more than 25% of capital or votes of the shareholders' assembly may be owned by the enterprise which is not SME	

Source: Broda M., Szubra M., Small and medium sized enterprises in the EU, 2004.

The structure of Polish sector of small and medium-sized enterprises is similar to the EU structure: small firms, employing less than 50 persons constitute 99%, 0.8% is made up by the medium-sized ones and 0.2% are big firms [Raport, 2002]. In Poland, since 1989 there has been development of small business. Currently, small and medium-sized enterprises are regarded as operators the most flexible in terms of both adaptation to changing market

conditions, as well as the harmonious development of local and regional markets. On the economic health and competitiveness of these enterprises are micro-economic impact of internal factors and macroeconomic conditions. Among the microeconomic determinants of size are important business assets, management efficiency, cooperation links or forms of support for innovation., And sweep away the macroeconomic conditions should be especially stable macroeconomic policy, pursued by the state. Its purpose is to provide long-term economic sustainability.

After the Polish accession to the European Union (EU) Polish enterprises, mainly small and medium enterprises, had to adapt to a force in the EU norms and standards to ensure the sales on the Polish market, which is now also the European market. The Polish small and medium-enterprises Seized were carried out several changes in operating conditions, which contributed not only to their development, but also to specific areas of regional development. In addition, deepened cooperation between Polish and foreign companies, and increase competitiveness has also contributed to rural development. Importantly, there was also increasing the use of EU funds and other sources of capital.

5 Conclusion

The dynamics of changes which occur in particular areas happen in the time framework and may have a progressive or a degressive character, exerting a smaller or greater influence on a given area. Thus, evidently, it is time and space that are the chief constituents of the spatial differentiation of a given territory. As an implication of the diversification of space in time, this differentiation is responsible for the formation of problem areas, i.e. regions whose possibilities of development are more or less disturbed.

Under the present conditions, increasing significance is gained by the conditionings of the development of particular regions, which should constitute the basis of the directions of the development of given communes and provinces.

On the basis of the foregoing, it can be concluded that:

- 1) Before the rural areas face new challenges. Therefore it is important to search for areas of new forms of use of labor resources and give them a new impulse for development.
- 2) In rural areas, are also developing so-agricultural activities such as agro-food development, as well as non-agricultural, such as hippotherapy.
- 3) The activities of small and medium-seized enterprises in rural development therefore requires professional and systemic action.
- 4) It is important for local development has on the one hand the activities of small and medium-sized enterprises seized and apply the principle of sustainable development on the other.

Literature

- [1] Adamowicz M. (red.), Skala lokalna w terytorialnym podziale kraju, [w:] Strategie rozwoju lokalnego, t. I, Monografie SGGW, Warszawa 2003.
- [2] Broda M., Szubra M., Małe i średnie przedsiębiorstwa w Unii Europejskiej, Małopolski Rynek Inwestycyjny 1, 2000.
- [3] Business Strategy for Sustainable Development, Leadership and Accountability for the 90s., IISD, WBCSD Deloitte & Touche, Winnipeg p.1, 1992.
- [4] Pakulska Jolanta, Rutkowska-Podołowska Małgorzata, Podołowski Grzegorz, Nowoczesne formy działalności gospodarczej szansą rozwoju obszarów wiejskich. W: Rolnictwo w kontekście zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich / red. nauk. Barbara Kryk, Marian Malicki. Szczecin : Economicus, 2010.
- [5] Rutkowska M., Pakulska J., Hipoterapia szansą dla regionu niżańskiego. W: Gospodarcza aktywizacji międzyrzecza Wisły i Sanu przez rozwój turystyki i rekreacji, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Nisku, Nisko 2000.
- [6] Rutkowska Małgorzata, Rembielak-Vitchev Grażyna, Concept of sustainable development in regions. W: Hradeckie ekonomiczne dni 2008 : strategie rozwoje regionu a statu: vedecka konference, Hradec Kralove, 5.2.-6.2.2008. Hradec Kralove : Gaudeamus, 2008.
- [7] Raport, 2002. Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2000 – 2001, 2002, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa
- [8] Zuzek D., The role of small and medium-seized enterprises in rural development, [w:]: Hradeckie ekonomiczne dni 2008 : strategie rozwoje regionu a statu: vedecka konference, Hradec Kralove, 5.2.-6.2.2008. Hradec Kralove : Gaudeamus, 2008.
- [9] Wiatrak A. P., Rozwój zrównoważony w strategii rozwoju gminy rolniczej, Wyd. PAN Oddz. Kraków, Acta Agraria et Silvestria, Vol. XL, sesja ekonomiczna, Kraków 2003.
- [10] Żmija J., Przedsiębiorczość na obszarach wiejskich, [w:] Przedsiębiorstwo i rynek, pod red. M. Łaguna, Wyd. UWM, Olsztyn 2003.
- [11] http://ec.europa.eu/employment_social/esf/, dn. 10.12.2011.

GLOBALNÝ POTENCIÁL BIOENERGIE

Eva Prividiová¹, Dagmar Prividi²

¹Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach, Katedra cudzích jazykov, Tajovského 13, 041 30 Košice

e-mail: eva.prividiova@euke.sk

²SWEP SLOVAKIA, s. r. o., INDUSTRIAL PARK Kechnec, Kechnec 288, 044 58 Seňa

e-mail: prividiova@yahoo.com

Abstract: Bioenergy is the most widely used form of renewable energy in the world. Used in every country for centuries, bioenergy currently provides over 15 % of the world's energy supply. Bioenergy is derived by harnessing the energy flows gathered by nature's solar collectors. It is this natural storage capacity of organic life that differentiates bioenergy from other types of renewable energy. Bioenergy derived fuels, or biofuels, are compatible with most existing energy systems, making them exceptional substitutes for existing transport fuels. The similarity between fossil fuels, today's dominant energy source, and biofuels comes from the fact that fossil fuels are hydrocarbons formed during the fossilization of carbohydrates in biomass. As compared to fossil fuels, biofuels significantly reduce or eliminate nearly all forms of air pollution: from air toxics like carbon monoxide to particulates and hydrocarbons that cause respiratory illnesses and cancer, to sulfur that causes acid rain.

Keywords: bioenergy, bioenergy crops, biofuel, corn harvest

1 Úvod

Biomasa je energia získavaná zo živých alebo súčasne žijúcich organizmov. Biogénne materiály pochádzajúce z poľnohospodárskych plodín, zvyškov, lesných produktov, vodných rastlín, hnojív a odpadov môžu sa buď priamo spaľovať alebo procesmi premeniť (skvapalňovanie, splyňovanie a pod.) na výrobu tepla, mechanickú energiu alebo elektrinu (bioenergiu). Narastajúce použitie bioenergie sa propaguje v mnohých krajinách ako prostriedok na zníženie závislosti od importu, použitia nie obnoviteľných zdrojov energie (fosilne palivá) a zníženie emisií skleníkových plynov.

Primárny proces, ktorým sa biomasa stáva k dispozícii na zemi, je fotosyntéza: rastliny používajú solárnu energiu na výrobu energeticky bohatých organických látok z anorganických vstupov (CO₂, voda a živiny).

Množstvo biomasy produkovanej rastlinami sa zvyšuje.

V posledných rokoch sa venuje veľká pozornosť energii z biomasy, hlavne využitiu kukuričných klasov na biopalivo. Venuje sa pozornosť zdrojom celulózy – špeciálnym energetickým plodinám ako tráve, kukuričnému slame a miscanthus.

Tu vzniká otázka týkajúca sa hospodárenia zberu, a to iba kukuričných klasov pre energiu namiesto kukuričnej slamy. Tento článok sa venuje informácii využitiu zberu kukuričných klasov, dodatočným nákladom zberu klasov a zvláštnym výnosom pre farmársku činnosť. Predpokladá sa platba za tonu, ktorú farmári potrebujú získať, aby začali s dodatočnou úlohou zberu klasov počas kukuričnej žatvy.

2 Pôvod celulóзовého etanolu

Celulóзовé biopalivo je tekuté palivo, ktoré môže byť vyrobené z dreva, trávy, a nejedlých častí rastlín. Ukázalo sa, že kukuričná slama, zvyšky obilia ponechané na poli po žatve, majú značný potenciál ako surovina pre biopalivo. Hoci zber kukuričnej slamy a odstraňovanie zvyškov z poľa môže mať dôsledky na ornú pôdu a kvalitu pôdy. Dopad odstraňovania kukuričnej slamy z poľa sa líši od poľa k poľu, ale odstraňovanie kukuričnej slamy z poľa môže mať negatívny dopad na zlepšenie a zachovanie nutričnej látky pôdy a organickej látky. Jeden možný východiskový produkt, ktorý by príliš neovplyvnil organický a nutričný obsah v pôde, je kukuričný klas. Ale urobilo sa veľmi málo alebo vôbec nič pre ekonomiku z perspektívy farmára žatvy a zberu iba klasov z poľa. Prvotné použitie klasov dnes, je využitie živín a zaoranie ich späť do zeme. Hoci nutričný obsah klasov je veľmi malý. Vykonávajú sa štúdie o odstraňovaní iba klasov z poľa počas žatvy. Výskum ukázal, že odstraňovanie klasov pre použitie vo výrobe celulóзовého etanolu nemá podstatný dopad na nutričný obsah pôdy. V skutočnosti je tu záver, že hnojové ošetrovanie, z ktorého boli odstránené klasy, je podobné poľu, z ktorého klasy neboli odstránené.

3 Príklad ekonomického zberu kukuričných klasov v Indiane. (výsledky prieskumu vykonala Purdue University)

Dnes je využitie klasov pre energiu obmedzené. Očakáva sa využitie klasov pri celulóзовej premene na etanol. Americká spoločnosť CVEC (Chippewa Valley Ethanol Company) uskutočnila prieskum u farmárov, ktorí poskytnú údaje, a ktorí zásobovali klasmí v r. 2009 počas žatvy. Na základe údajov od farmárov bol vytvorený plán aktivít žatvy. Model obsahoval voľbu medzi normálnou klasovou rotáciou a klasovou rotáciou vrátane zberu klasov. Týmto spôsobom môžeme odhadnúť relatívnu atraktivnosť činnosti klasu nad rozsahom cien klasu. Dodatočne bol analyzovaný rozsah faktorov, vrátane šokového výnosu reprezentujúce riziko zo slabej úrody. Analýza citlivosti skúma, ako kľúčové premenné ovplyvňujú variabilitu celkového výsledku. Pre túto

štúdiu, kľúčové premenné zberu (zníženie pracovného tempa, cena za vagón klasov a množstvo klasov v slamovom krmive) boli zmenené na testovanie hoci mali veľký účinok na zvrät ceny pre zber klasov počas kukuričného zberu.

3.1 Zníženie pracovného tempa zberu

Jedným z hlavných problémov farmárov Minesoty pri zbere kukuričnej slamy počas úrody kukurice bolo, koľko tejto činnosti by spomalilo zber. Základný prípad analyzoval farmy pri 10 % znížení pracovného tempa. Na testovanie tohto dopadu, 5 % bodov bolo pridaných a odpočítaných od 10 % zníženia pracovného tempa zberu. 5 % zníženia pracovného tempa indikovalo najmenej času na ukončenie zberu kukurice a vice versa pre 15 % zníženie pracovného tempa. Všetky ostatné náklady spojené so základným prípadom a dve senzitivne zníženie pracovného tempa prípadu sa nezmenili. Vyššia cena získaná za klasy indikovala vyššie percento kukurice plus klasy akrov v podnikaní klasov.

3.2 Typy fariem, pre ktoré je zber klasov uskutočniteľný

Farmy po celej krajine majú rôzne odlišnosti, ktoré robia farmu jedinečnou. Bolo to motivované myšlienkou zistiť, ktorá farma robí zber kukuričnej slamy počas úrody kukurice. Pre túto analýzu sa vybralo 55 fariem zo základného prípadu a rozdelilo sa do troch kategórií podľa výmeru. Bolo 14 fariem s rozlohou 1000 akrov kukurice alebo menej, 28 fariem medzi 1000 a 2000 akrov kukurice a 13 fariem s rozlohou 2000 a viac akrov kukurice.

Farmy, ktoré mali viac alebo rovnajúce sa k 2000 akrov kukurice, lepšie uskutočnili zber klasov ako farmy s menšou výmerou ako 2000 akrov. V skutočnosti všetkých 13 fariem s veľkosťou 2000 akrov kukurice alebo viac museli pokryť dodatočne prenajaté náklady na vagón. Zo 14 fariem o rozlohe 1000 akrov kukurice alebo menej len traja uskutočnili zber klasov. Tri farmy, ktoré uskutočnili zber klasov, očakávali výnos klasov 210 bušlov na akre, čo vyústilo vo vyššom výnose klasov. V skutočnosti tri farmy zozbierali 100 % kukuričných akrov kukurice plus činnosť za zber klasov.

3.3 Dopad šoku výnosu kukurice

Posledný citlivý test je predpokladanie dopadu neočakávaného zníženia výnosov kukurice o 17 %. Nakoľko všetky farmy majú rôzne výrobné praktiky a manažérske rozhodovania, boli vybrané farmy, ktoré mali úrodu kukurice \$ 100 na tonu s rôznymi očakávanými výnosmi kukurice a farmy o veľkosti medzi 686 a 5,897 akrov kukurice. Pri \$ 100 za tonu kukurice, zmena kukurice plus celkové náklady na klas zo šokového výnosu, ako ukázali výsledky, boli podobné u piatich farmách.

3.4 Špecializované pestovanie bioenergetických plodín

Súčasný štúdie o globálnom technickom bioenergetickom potenciáli navrhujú, že rastliny špeciálne kultivované na poskytovanie bioenergie

reprezentujú najväčší komponent budúcnosti „moderná bioenergetická produkcia“. Veľa druhov rastlín sa môže pestovať pre tento účel, vrátane dreviny lignocelulózovej plodiny (napr. topoľ, vrba, eucalyptus), liečivé lignocelulózové plodiny (napr. suchá tráva, miscanthus), olejnaté plodiny (napr. repkové semená, slnečnica, a Jatropha), cukrové plodiny (napr. cukrová trstina, cukrová repa), cereálie (napr. pšenica, raž, kukurica) a iné škrobové plodiny (napr. zemiaky). Výpočet potenciálnej energie vyhradených bioenergetických plodín všeobecne znásobujú oblasť, ktorá sa predpokladá že je vhodná pre bioenergetické plodiny s očakávaným výnosom na jednotku plochy a rok. Veľké rozdiely existujú v literatúre týkajúce sa globálne dostupnej plochy pre pestovanie bioenergetických plodín. Navrhované oblasti bioenergetických plodín siahajú od 0.6 až po 37 mil. km², to je 0,4 - 28 % zemského povrchu okrem Grónska a Antarktídy. Najväčšia bioenergetická plantáž v roku 2050, ako uvádza súčasná literatúra, bude 2,4 krát väčšia ako súčasne používaná plocha pre ornú pôdu alebo skoro rovnaká ako súčasná plocha ľudstvom používaných lesov. Rozdiely v štúdiách vychádzajú z rôznych predpokladov obmedzení, ako požiadavky pre oblasť potravín a produkciu vlákien, mestské a infraštruktúrne oblasti, oblasti s chudobnou pôdou, nízke teploty, limitované množstvo vody, ochrana vysoko biodiverzných oblastí, a z ťažkostí posudzovania vhodnosti pozemkov pre energetické plodiny na báze vhodnosti používania pôdy a údajov zahrňujúce pôdu.

Väčšina štúdií uskutočňuje výpočet dostupných oblastí využívajúc „prístup rovnováhy krajiny“, to je orná plocha je identifikovaná závisiac od pôdy, klímy a charakteristiky terénu, často založenej na globálno agro-ekologickej metóde alebo podobných prístupoch, z ktorých sa odpočítava plocha práve kultivovaná alebo požadovaná do budúcnosti. Tento prístup je síce kritizovaný, pretože orná pôda môže byť precenená ak neobrábateľné dodatky ako kopce, rokliny, horniny a menšie vodné telesá sú zanedbané alebo podceňované, hoci aj obrábaná pôda je často podceňovaná a pôda si žiada viac ako iba orezávanie, obzvlášť pasenie a osídľovanie, ktoré sa neberie dostatočne do úvahy. Pasenie dobytku má obzvlášť metodologické ťažkosti, pretože zodpovedné štatistické údaje chýbajú. Je tu silný dôkaz toho, že pohyb a pasenie zvierat nie je obmedzený na oblasti klasifikovanej ako „pastviny“ a v súčasnosti sa kritizuje, že väčšina ekosystému je prevažovaná kríkmi a bylinami a dokonca niektoré lesy sa pasú, hoci v menšej intenzite. Jedným problémom je, že pasúce sa zvieratá sa sotva môžu zistiť pomocou diaľkového prieskumu, iné je ak veľké množstvo zvierat zachytia farmári, ktorí nie sú práve uvedení v štatistike. Niektoré štúdie počítajú s bioenergetickým potenciálom iba na „opustenej farmárskej pôde“, prístup, ktorý veľmi podceňuje výnos, nakoľko pozabúda možnosť, že iná pôda môže byť k dispozícii cez intenzifikáciu alebo premenu pôdy.

Tab. 1 Globálna plocha a jej čistá primárna produktivita v 2010 a výsledky štúdie budúcej plochy vhodnej na bioenergetické plodiny a energeticky potenciál z plantáží venovaných bioenergii

Využívanie pôdy - Kategória	Plocha (mio.km ²)	Nadzemná produktivita (MJ/m ² /yr)	Globálna nadzemná ČPP (EJ/yr)
Mestské oblasti	1,4	4,6	6
Orná pôda	15,5	12,8	195
Pastviny	46,9	8,1	379
Ľuďmi používaný les	35,0	14,9	520
Nepoužívaná produktívna pôda	15,8	8,7	137
Neproduktívna pôda	16,2	0,1	2
Celková globálna masa pôdy okrem Grónska, Antarktídy	130,4	9,5	1239

4 Globálny potenciál bioenergetických plodín v r. 2050

Iba jedna štvrtina zemskej pôdy je určená pre ľudské použitie a na menej ako 11 % povrchovej súčasnej pôdy sa koná NPP (net primary productivity) čistá primárna produktivita. Mestské a infraštruktúrne oblasti zaberajú okolo 1 % zemskeho povrchu a očakáva sa značný nárast do roku 2050. Povrchová pôda čistej primárnej produktivity mestských plôch, ornej pôdy a pastvín zaberá až 580 EJ/yr, z čoho v súčasnosti ľudstvo žne 217 EJ/yr pre potraviny, krmivo, vlákno a bioenergiu.

5 Záver

Adekvátne nasýtiť svet s približne 9 miliárd ľudí v roku 2050 si bude vyžadovať podstatné zvýšenie výnosu, väčšie poľnohospodárske oblasti alebo oboje. Strava je viazaná na zmeny v dôsledku rastúcich príjmov a nárastu HDP, ktoré dodatočne urýchľujú požiadavku pre iné zdroje založené na biomase. Kombinácia adekvátneho zásobovania potravín s dostatočnými stupňami výroby energetických plodín bude vyžadovať nárast vo výnose potravín a krmných plodín počas uplynulých dráh pohybu. Súčasnú štúdiu ukazujú, že je tu úzke spojenie medzi bioenergetickým potenciálom a poľnohospodárskou technológiou, hlavne výnosov potravín a energetických plodín a krmnej účinnosti. Hoci zvýšenie výnosov, ako to predpovedá Organizácia potravín a poľnohospodárstva Spojených národov (FAO), môže byť trvalé, napr. založené na vysoko výnosovej rozmanitosti, na optimálnom veľkom riadení a precíznom poľnohospodárstve, avšak tieto boli spochybňované. Väčšia časť najvhodnejšej ornej pôdy sa práve používa, a v niektorých regiónoch klesá zvýšená výťažnosť, nakoľko ich prístup limituje daná pôda a klíma. Degradácia pôdy a vyčerpanie zásob živín v pôde sú dodatočné výzvy. Značné investície budú nepostrádateľné pre udržanie rastu výnosov z pôdy a ekonomické obmedzenia môžu zabrániť potenciálu výnosov. Síce výnos potravín a energetických plodín bude značne rýchle rásť ako sa predvída, potenciál energetických plodín bude tiež podstatne väčší.

Dopad teplotných zmien a zrážok na výnosy plodín sa budú značne líšiť v regiónoch. Väčšinou sa predpokladá, že negatívne účinky na poľnohospodárstvo budú prevažovať nad výnosmi predovšetkým v rozvojových krajinách, hlavne zvýšeným nedostatkom vody. Oblasti, ktoré musia pestovať potravinové plodiny, sa môžu preto značne rozširovať v nasledujúcich desaťročiach, aby uspokojili narastajúce bohaté svetové populácie, ktoré budú znižovať dostupnosť pôdy pre energetické plodiny. Zo súčasných štúdií vyplýva, že zmeny v oblastiach potrebných pre produkciu potravín vyplývajúcich z klimatických zmien môžu mať oveľa väčší účinok na budúci potenciál bioenergie ako priamy účinok klimatických zmien na výnos energetických plodín. Narastajúca súťaž o vodné zdroje, hlavne vplyvom zvýšeného dopytu po potravinách a znečisťovanie vody, môžu tiež obmedziť rozširovanie bioenergetických plantáží.

Literatúra

- [1] BAUEN, A. - BERNDES, G. - JUNGINGER, M. - LONDO, M. - VUILLE, F. - BALL, R. - 2. BOLE, T. - CHUDZIAK, C. - FAAIJ, A. - MOZAFFARIAN, H.: Bioenergy – A Sustainable and Reliable Energy Source. A Review of Status and Prospects, International Energy Agency, 2009.
- [3] BRECHBILL, S. C. - TYNER, W. E.: The Economics of Biomass Collection, Transportation, and Supply to Indiana Cellulosic and Electric Utility Facilities. Thesis. West Lafayette Purdue University, 2008.
- [4] FIELD, C. B. - CAMPBELL, J. E. - LOBELL, D. B.: Biomass energy: the scale of the potential resource. Trends Ecol Evol, 2008, 23, pp. 65 - 72.
- [5] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343510001132>

BIOMASA & GEOTURIZMUS – PROSTRIEDOK ZAMESTNANIA MARGINÁLNYCH SKUPÍN OBYVATEĽSTVA

Sergej Strajňák¹, Albína Kostková², Jana Jablonská³, Martina Urbanová⁴

¹Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 01 Košice

e-mail: Sergej.strajnak@student.tuke.sk

²Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach, Katedra financií a účtovníctva, Tajovského 13, 041 30 Košice

e-mail: albina.kostkova@euke.sk

³Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Ústav Geoturizmu, Letná 9, 040 01 Košice

e-mail: Jana.jablonska@tuke.sk

⁴Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 01 Košice

e-mail: martina.urbanova@tuke.sk

Abstract: The aim of this article is to point out the renewable energy resources especially the biomass and the geotourism as a possible fields that could enable the employment to marginal groups of inhabitants. It is actual especially in the east of Slovakia where the unemployment is higher than in other parts of the country. The article is divided into three parts. The first part gives a characteristics of the marginal group of inhabitants. The second part deals with the biomass and to suitable areas for cultivation of plants for biomass in the east of Slovakia and the last part is oriented to geothermal energy which is possible to use in geotourism and so to decrease the rate of unemployed people in this region.

Kľúčové slová: Marginálne skupiny obyvateľstva, geoturizmus, biomasa, GIS

1 Úvod

V každej spoločnosti sa nachádzajú skupiny obyvateľstva, ktoré sú z určitého hľadiska vyčlenené na okraj. Či už hovoríme o bezdomovcoch alebo rómskej minorite, vždy je pre marginálne skupiny obyvateľstva spoločný okrem iných aj jeden významný problém, a síce nedostatok finančných prostriedkov na živobytie. Témou tohto Príspevku je poukázať na marginálne skupiny obyvateľstva na Slovensku a na možnosť poskytnutia týmto skupinám

obyvateľstva zamestnanie v oblasti pestovania rýchlorastúcich stromčekov (na tvorbu biomasy) a v oblasti geoturizmu. Práve oblasť východného Slovenska má veľmi dobré predpoklady na pestovanie stromčekov, ktoré sú primárne určené na tvorbu biomasy (resp. bionafty). Oblasti východoslovenskej nížiny, ako aj oblasť v okolí Michaloviec a Humenného disponujú dostatkým výmery ornej pôdy (s využiteľnosťou pre biomasu).

2 Marginálne skupiny obyvateľstva

Chudobou všeobecne rozumieme sociálny jav, ktorý je charakteristický nedostatkom životných prostriedkov jednotlivca alebo skupiny. V porovnaní s pojmom bieda je chudoba považovaná za menej drastickú situáciu, v ktorej sa jednotlivci alebo sociálna skupina nachádzajú. Pojem biedy býva obvykle používaný v súvislosti s hladom, telesným alebo duševným utrpením alebo poškodzovaním, sociálnou odkázanosťou a podobne (Ondrejkoš; 2008).

Chudobu triedime na:

a) absolútnu chudobu

za absolútnu chudobu sa považuje stav, keď postihnutí nedisponujú prostriedkami, ktorými by dokázali pokryť definované existenčné minimum, nevyhnutné pre život adekvátny ľudskej dôstojnosti.

b) relatívnu chudobu

relatívna chudoba stavia potom životný štandard do vzťahu k ostatným skupinám obyvateľstva v rámci jednej krajiny a vypovedá tak súčasne aj o sociálnych nerovnostiach spoločnosti (Ondrejkoš; 2008).

c) objektívnu chudobu

ktorá je pozitívne zistiteľný stav, a je definovateľný nezávisle od vnímania postihnutých. Pojem veľmi úzko súvisí s pojmom absolútna chudoba (ondrejkoš; 2008).

d) subjektívnu chudobu

pri pojme subjektívna chudoba sa sprehľadňuje názor postihnutých chudobou, nezávisle od objektívnej chudoby (Ondrejkoš; 2008).

e) primárnu chudobu

ktorá je charakterizovaná nedostatkom prostriedkov na pokrytie existenčného minima, a to materiálneho aj nemateriálneho (Ondrejkoš; 2008).

f) sekundárnu chudobu

ktorá je odvodzovaná z príjmov domácnosti, ktoré síce postačujú na fyzické prežívanie, ale z dôvodov neúčinného a ne hospodárneho využívania týchto príjmov nedokážu fyzické prežívanie dostatočne

zabezpečiť (Ondrejkoovič; 2008).

Problematika chudoby ako sociálneho javu býva spájaná s nevyhnutnosťou riešenia na individuálnej, prípadne skupinovej, ale i celospoločenskej úrovni.

Sociálne vylúčenie zo spoločnosti v dôsledku chudoby môže mať rôznu podobu či prejavy a môže byť zapríčinené rôznymi faktormi alebo podmienkami. V rámci jednotlivých krajín sa líši aj význam sociálneho vylúčenia. Tento termín pochádza z Francúzska, kde sa pod anglosaským ponímaním chudoby myslí opovrhlivé správanie sa vo vzťahu k rovnocenným občanom alebo ich hanobenie. Britský úrad pre sociálne vylúčenie používa termín „stenografická nálepka pre to, čo sa môže stať, keď sú jednotlivci alebo oblasti postihnuté kombináciou vzájomne prepojených problémov, ako napr. Nezamestnanosť, nízka kvalifikácia, nízke príjmy, nevhodné bývanie, prostredie s vysokou kriminalitou, zlé zdravie a rozpad rodín (Stanek et al; 2008).

a) **Bezdomovectvo**

Bezdomovci sú ľudia žijúci bez trvalého bydliska, obvykle sú to ľudia bez zamestnania, odrezaní od zdroja príjmu, ktorý je bežne dostupný pre iných občanov, v krajinách EU je bezdomovectvo buď následkom rozpadu rodiny alebo nezvládnutia prechodu z inštitucionálneho prostredia do prostredia neústavného. Bezdomovci sa sústreďujú vo väčších mestách, kde majú lepšie podmienky na prežitie (Schavel, Čišecký, Oláh ; 2008).

b) **Rómska minorita**

Definovať Rómov nie je tak jednoduché, ako by sa na prvý pohľad mohlo zdať. Etymologicky „Roma“ znamená človek, poprípade „manžel“. Výraz Róm je vcelku nový, pochádza z 1. medzinárodného zjazdu Rómov v Londýne v roku 1971. Rómovia boli vo väčšine hanlivo označovaní ako Cigáni, prípadne Egyptania, Gypsies, ale taktiež Bohémovia (prichádzajúci z územia Čiech). Rómovia často vnímajú sami seba ako Cigánov, bez negatívnych konotácií (Odlerová; 2008).

Podľa kvalifikovaných odhadov môže v Európe žiť asi osem miliónov Rómov. Rómovia sú charakteristickí tým, že nemajú svoj vlastný materinský štát a od ostatného obyvateľstva sa líšia najmä iným jazykom a vlastnou kultúrou. V priebehu 9. a 10. storočia opúšťali predkovia dnešných Rómov územie Indie a v jednotlivých skupinách putovali cez Perziu, Arméniu a Malú Áziu na európsky kontinent (Zajac a kolektív, 2007).

História Rómov

V priebehu celej histórie sa nám o Rómoch a kočovníkoch zachovali iba dokumenty, ktoré napísali príslušníci iných národov. Samotní Rómovia nezanechali o sebe nijaké dobré, alebo zlé, skutočné alebo vymyslené písomné zmienky. V kolektívnej pamäti sa uchovali viac legendy ako faktami podložené udalosti. Prvé cigánske skupiny prichádzali do Európy z východu v 14. a 15.

storočí. Európa ich prijala s prekvapením, obavou a nepochopením. Obyvatelia dedín a miest dávali týmto dlhovlasým tulákom na koňoch rôzne mená zodpovedajúce dohadom o ich pôvode a zle pochopenej etnickej príslušnosti. Boli to ľudia, ktorých nebolo možné zaradiť do nijakej spoločenskej vrstvy. V týchto podmienkach, aj keby moderní historici boli čerpali z archívov, ktoré nemajú, sa nedá s istotou povedať, že uvedené obdobie potvrdzuje prítomnosť prvých cigánskych skupín. Je možné, že tieto malé skupiny nepozorovane prechádzali cez regióny, nezanechajúc za sebou nijaké stopy v archívnych materiáloch. Je pravda, že Rómovia prichádzajú z východu. Až koncom 18. storočia prišli jazykovedci na to, že rómska reč je bezpochyby jazykom severozápadnej Indie, ktorá je odvodená z nárečí blízkych sanskrtu. Migrácie z Indie prebiehali v období od 9. - 14. storočia vo viacerých vlnách. Podľa rozboru slovnej zásoby a gramatických štruktúr rómskych dialektov rôznych krajín, nám jazykoveda umožňuje vytvoriť si predstavu o pohybe národa, potvrdiť a doplniť archívne údaje (Liégeois, 1995, s. 20).

Rozšírenie rómskych osád na Slovensku

Rómovia na Slovensku sú nerovnomerne rozptýlení. Väčšina rómskej populácie je situovaná v košickom a prešovskom kraji. Najmenej Rómov sa nachádza na západnom Slovensku (viď tab. 1). K 31. 12. 2000 bolo evidovaných v SR 620 osád. Na území niektorých obcí sa nachádza aj viac osád (Vaňo ; 2001).

Tabuľka 1. Rómske osady na Slovensku

kraj	okres	Približný počet rómskych osád
Bratislavský	Senec	1
	Malacky	10
Trnavský	Piešťany	1
	Galanta	7
	Senica	10
	Skalica	3
	Dunajská streda	16
Trenčianský	Nové Mesto nad Váhom	6
	Myjava	2
	Púchov	2
	Partizánske	2
	Prievidza	1
Nitrianský	Zlaté Moravce	4
	Nové Zámky	11
	Komárno	1
	Levice	5

Žilinský		
	Žilina	4
	Liptovský Mikuláš	3
	Kysucké Nové Mesto	1
Banskobystrický		
	Krupina	7
	Revúca	7
	Žiar nad Hronom	3
	Lučenec	11
	Žarnovica	2
	Brezno	13
	Zvolen	7
	Banská Štiavnica	3
	Veľký Krtíš	3
	Detva	4
	Banská Bystrica	11
	Rimavská Sobota	15
Prešovský		
	Prešov	34
	Bardejov	19
	Humenné	8
	Kežmarok	16
	Levoča	11
	Medzilaborce	6
	Poprad	18
	Snina	8
	Stropkov	17
	Sabinov	17
	Svidník	20
	Vranov nad Topľov	32
Košický		
	Rožňava	30
	Košice - okolie	39
	Gelnica	5
	Košice I	1
	Michalovce	5
	Spišská Nová Ves	22
	Trebišov	30
	Sobrance	15

Zdroj: Strajňák; 2008

Rozšírenie rómskej populácie na Slovensku

Rómske etnikum na Slovensku zaznamenáva za posledné desaťročia trvalý rast populácie. Majoritné obyvateľstvo sa v porovnaní s rómskou menšinou vyvíja menej dynamicky, čo má za následok stále sa zvyšujúci podiel Rómov na celkovom počte obyvateľov Slovenska (Vaňo; 2001).

Tabuľka 2. Vývoj rómskej populácie medzi rokmi 1992 až 2000

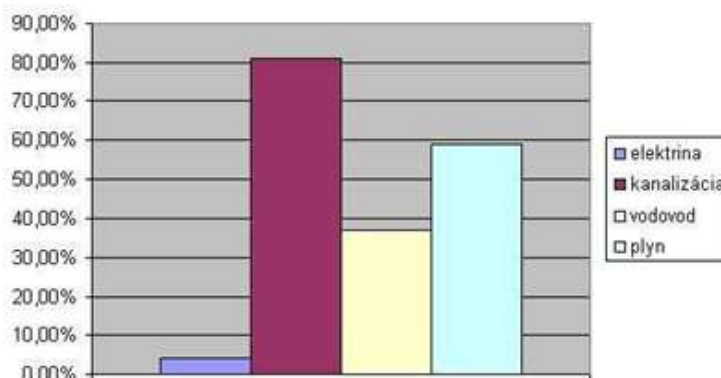
rok	muži	ženy	spolu
1992	159401	160939	324662
1993	163723	165329	333340
1994	168011	169626	341815
1995	172189	173252	348910
1996	175658	176521	355275
1997	181754	179698	361452
1998	184676	182808	367484
1999	187480	185811	373291
2000	190310	188890	379200

Zdroj: (Strajňák ; 2008)

Koncom roku 1980 žilo podľa výsledkov sčítania na Slovensku okolo 200 tisíc Rómov, čo v porovnaní s celkovým obyvateľstvom predstavovalo 4 %. Od roku 1980 až do súčasnosti sa neustále zvyšuje počet Rómov na Slovensku. Z celkového počtu Rómov žije na východnom Slovensku približne 54 % a okolo 14 % žije na juhu Slovenska. Z regiónov Slovenska sa najväčšia populácia rómskeho etnika vyskytuje v oblasti Spiša, Gemera a v okolí Košíc. Najmenej Rómov žilo na severnom Slovensku a to na Orave a Kysuciach. Prirodzený prírastok Rómov sa v súčasnosti pohybuje zhruba na hranici 5,5 tisíc osôb ročne (Vaňo, 2001).

2.1 Úroveň komunálnej hygieny a infraštruktúry u marginálnych skupín obyvateľstva

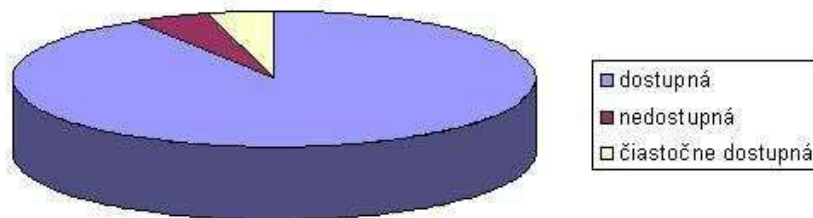
Väčšina obydľí v rómskych osadách je postavená nelegálne. Niektoré osady ešte stále nemajú vysporiadané vlastnícke vzťahy k pôde, čo je hlavným problémom zlepšenia bytových podmienok Rómov, pretože ako jednotlivci, tak ani miestne samosprávy nie sú ochotné investovať do údržby budov či miestnej infraštruktúry, ak je vlastníctvo nevysporiadané. Vo väčšine marginalizovaných osád je prístup ku komunálnej vybavenosti a verejným službám buď neexistujúci alebo veľmi obmedzený. K najväčším problémom v rómskych osadách patrí nedostatočný prístup k tečúcej vode, elektrine, kanalizácii a odvozu odpadu (Strajňák ; 2008).



Obrázok 1 Úroveň komunálnej hygieny u marginálnych skupín obyvateľstva (Strajňák 2008)

Elektrina

Elektrina patrí v rómskych osadách k najviac rozšíreným. Približne viac ako 91 percent rómskych osídlení má elektrinu, čiastočne ju má 4,2 percenta osídlení a v 4,6 percentách osídlení nie je vôbec. Približne 10 % obydľí je napojených na elektrinu nelegálne (Strajňák, 2008).

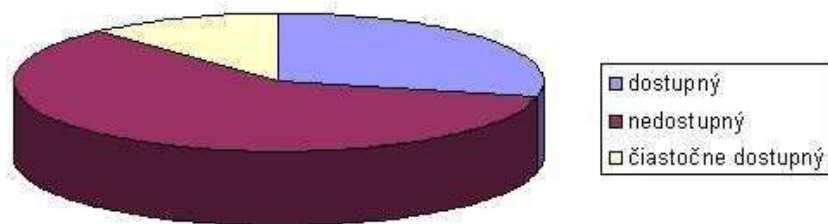


Zdroj: (Strajňák ; 2008)

Obrázok 2. Dostupnosť elektriny u marginálnych skupín obyvateľstva

Plyn

Plyn má k dispozícii približne 28,7 rómskych osídlení, pričom v 12 percentách majú túto možnosť čiastočne a v 59,3 percentách osídlení plyn nemajú vôbec. (Strajňák, 2008).

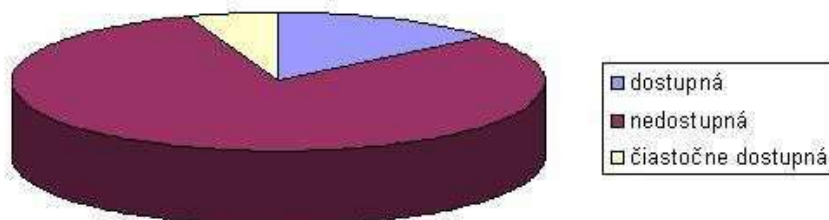


Zdroj: (Strajňák ; 2008)

Obrázok 3 Dostupnosť plynu u marginálnych skupín obyvateľstva

Kanalizácia

Skoro 81 percent rómskych osídlení nemá zavedenú kanalizáciu. Kanalizácia sa nachádza len v 13,9 percentách osídlení. V 5,5 percentách osídlení je kanalizácia zavedená len čiastočne. Na kanalizáciu je napojených takmer 13 percent obydľí (Jurásková, 2004).



Zdroj:(Strajňák ; 2008)

Obrázok 4 Dostupnosť kanalizácie u marginálnych skupín obyvateľstva

3 Obnoviteľné zdroje energie

Európska únia vo svojej Bielej knihe z decembra 1995 vytýčila tri kľúčové ciele energetickej politiky, a to zvýšenie konkurencieschopnosti, bezpečnosť v zásobovaní a ochrana životného prostredia. Podpora obnoviteľných zdrojov energie je označovaná za najdôležitejší faktor pre dosiahnutie týchto cieľov. Bola navrhnutá stratégia pre obnoviteľné zdroje energie. Súčasný 6 % podiel obnoviteľných zdrojov energie na výrobe energie zahrňuje vysoký rozsah vodných elektrární, pre ktoré je potenciál ich ďalšieho využitia pre EÚ z environmentálnych dôvodov veľmi obmedzený. To znamená, že je potrebné zvýšiť využitie ostatných obnoviteľných zdrojov (Kostková & Strajňák ; 2011).

Tabuľka 3. Energetický prínos obnoviteľných zdrojov energie

Rok	1990	1995	2010
Druh	Energetický prínos (PJ)		
Slničná energia	9	11	179
Veterná energia	3	14	288
Geotermálna energia	19	30	67
Vodná energia	905	1105	1278
biomasy	1100	1673	3968

Zdroj: (Rybár, Sasvári ; 2003)

Tabuľka 4. Obnoviteľné zdroje energie

Obn. zdroje energ. na Slovensku	Celkový potenciál		Technický potenciál	
	TJ	GWh	TJ	GWh
Vodná energia	23 760	6600	23760	6600
Veľké vodné elektrárne	20 160	5600	20 160	5600
Malé vodné elektrárne	3 600	1000	3600	1000
Biomasa	120 300	33 400	120 300	33 400
Lesná biomasa	16 900	4700	16900	4700
Poľnohospodárska biomasa	28 600	7950	28 600	7950
Biopalivá	7000	1950	7000	1950
Bioplyn	6900	1900	6900	1900
Ostatná biomasa	60 900	16 900	60 900	16 900
Veterná energia			2160	600
Geotermálna energia	174 640	48 500	22 680	6300
Slničná energia	194 537 000	54 038 000	34000	9450

Zdroj: (Strajňák & Kostková; 2011)

3.1 Biomasa

Biomasa v podobe rastlín je chemický zakonzervovaná slnečná energia. Je to súčasne jeden z najuniverzálnejších a najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi. Biomasa rastlín vzniká ako produkt fotosyntézy. Fotosyntéza je jedinečný dej na Zemi, ktorého výsledkom je produkcia organických látok a kyslíka procesom viazania slnečnej energie a jej premeny na energiu chemických väzieb. Smernica 2001/77/ES definuje biomasu ako biologický

rozložiteľnú frakciu výrobku, odpadu a zvyšku rastlinných a živočíšnych látok z poľnohospodárstva, lesníctva alebo biologicky rozložiteľnú zložku priemyselného odpadu vrátane lúhu zo spracovania dreva a komunálneho odpadu (Lieskovský et al; 2009).

Tabuľka 5. Ihličnaté drevo využívané na biomasu (Zdroj: Lieskovský et al; 2009)

	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
Ihličnaté drevo	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Výrezy I. Triedy	1,4	0,05	5,916	0,21	3,153	0,11	2,60	0,08	1,078	0,03	0,216	0,005	0,307	0,006
Výrezy II. Triedy	17,3	0,60	24,59	0,8	25,01	0,8	18,4	0,5	17,35	0,4	5,36	0,11	8,94	0,18
Výrezy III. Triedy	1595,2	55,19	1419,7	51,4	1577,7	54,7	1765	52,3	2198,9	54,5	2387	50,5	2922	61,1
Banské drevo	14,8	0,51	22,01	0,8	16,37	0,57	18,30	0,54	30,04	0,74	13,02	0,27	14,52	0,303
Žrde	9,98	0,34	20,8	0,8	11,2	0,4	11,24	0,33	14,10	0,35	56,9	1,2	13,07	0,27
Vlák. Drevo	1096,5	37,93	926,12	33,6	1039,5	36,1	1258	37,3	1337	33,1	1041	22,1	1017	21,3
Lesné štiep.	-	-	4,387	0,16	1,27	0,04	1,80	0,05	3,722	0,09	11,53	0,244	69,28	1,45
Palivové drevo	117,98	4,08	122,99	4,5	133,55	4,63	161,44	4,78	155,42	3,85	103,3	2,18	142,47	3
Drevo na pni	27,042	0,94	72,12	2,6	34,51	1,2	50	1,5	86,15	2,1	585,7	12,4	308,8	6,45
Surové kmene	4,77	0,16	138,6	5,02	39,1	1,36	76,64	2,27	187,94	4,66	500,6	10,62	287,18	6

Chemické zloženie biomasy

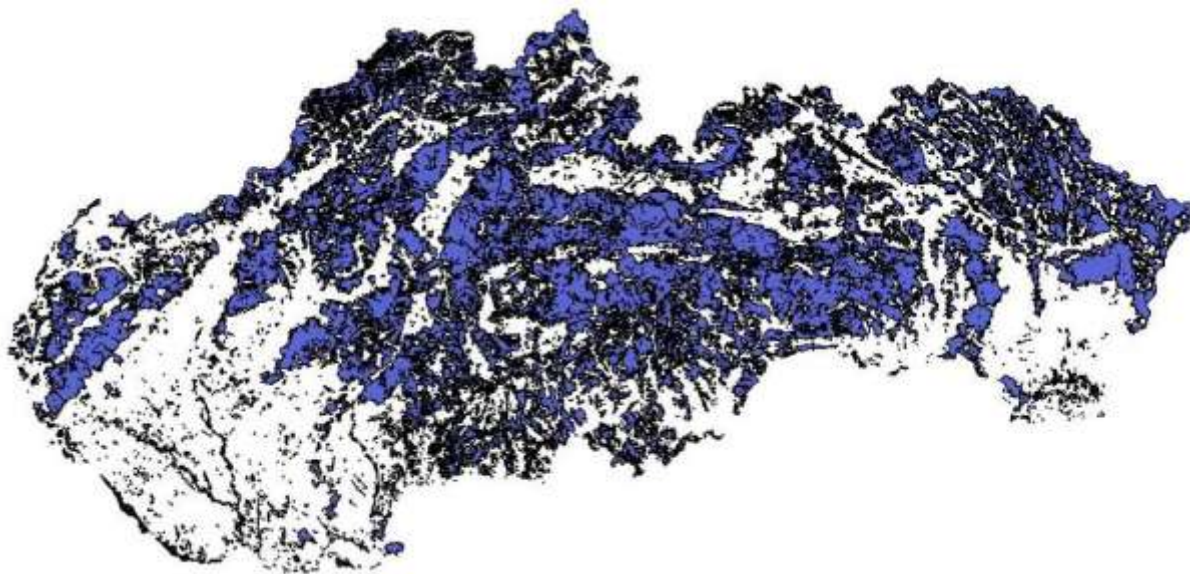
Hoci chemické zloženie biomasy sa medzi jednotlivými rastlinnými druhmi líši, v priemere rastliny obsahujú asi 25 % lignínu a 75% uhľovodíkov alebo cukrov. Uhľovodíková zložka pozostáva z mnohých molekúl cukrov spojených do dlhých reťazcov polymérov (Gečová & Popovičová; 2011).

Rastliny na svoj rast využívajú oxid uhličitý z atmosféry a vodu zo zeme, ktoré vďaka fotosyntéze pretvárajú na uhľovodíky – stavebné články biomasy. Pri spaľovaní biomasy opätovne získavame energiu uskladnenú v chemických väzbách. Kyslík zo vzduchu sa spája s uhlíkom v rastline, pričom vzniká oxid uhličitý a voda. Tento proces je cyklický uzatvorený, pretože vznikajúci oxid uhličitý je vstupnou látkou pre novú biomasu (Strajňák & Kostková ; 2011).

Biomasa ako zdroj tepla

Používanie dreva pre vytápanie je celkom jednoduché, má dlhú tradíciu a v zásade k tomu nie je potreba žiadnych drahých a zložitých technológií. Výhodou biomasy je nízky obsah síry, a teda i oxidu siričitého v spalinách (je to len zlomok v porovnaní s hnedým uhlím. Takisto ťažké kovy sú spravidla obsiahnuté len v zanedbateľnom množstve, do značnej miery záleží na tom, na akých pôdach biomasa vyrastla a o aké rastliny sa jedná. Spaľovať sa dá v zásade akákoľvek forma biomasy, no musia byť splnené niektoré podmienky. A to sú napríklad, priateľná miera vlhkosti, vhodná veľkosť a forma. Samozrejme to, že je technicky možné spaľovať akúkoľvek formu biomasy, ešte neznamená, že je to ekonomické a výhodné. Napríklad: semená olejnatých rastlín majú výbornú výhrevnosť a určite by nebol veľký problém upraviť kotle na palety pre ich spaľovanie, ale oveľa výhodnejšie je vylisovať

z nich olej a ten premeniť na palivo pre automobilové motory (Murtinger & Beranovsky ; 2011).



Obrázok 5. Najideálnejšie lokality na produkciu biomasy na Slovensku (označené bielou farbou)

Rýchlorastúce dreviny a možnosti ich využitia

Rýchlorastúce a vysokoprodukčné dreviny, ich kultivary a klony možno pestovať prostredníctvom intenzívnych postupov pri zakladaní a obhospodarovaní lesných porastov. Ich realizáciou sa dosiahne vyššia a rýchlejšia produkcia dreva. Pestovanie rýchlorastúcich drevín môže byť zabezpečené formou lignikultúr a intenzívnych kultúr topoľov a vrb na produkciu guľatinových a vlákninových sortimentov, surového dreva, ale aj energetického dreva. V podmienkach SR majú najväčší význam nasledovné druhy hospodárskych drevín: topole, vrby, agát biely, jelše (Strajňák, Kostková ; 2011).

Tabuľka 6. Spalné teplo a výhrevnosť drevín

Drevina	Spalné teplo [MJ.kg ⁻¹]	Výhrevnosť [MJ.kg ⁻¹]	Voda [%]	Popol [%]
Agát	19,3	15,8	10,6	0,88
Borovica	20,3	16,5	11,1	0,41
Breza	19,7	14,5	18,3	1,91
Buk	19,1	15,0	13,6	0,44
Smrek	20,1	16,4	11,0	0,47
Topoľ	19,7	16,2	10,2	1,64
Vrba	19,5	16,1	10,0	1,50

Zdroj: (Skála, Ochodek; 2007)

Vývoj ťažieb dreva a štruktúra dodávok sortimentov surového dreva v posledných rokoch potvrdzuje vzostupný trend, ktorý možno pripísať čiastočne rastúcemu dopytu po surovom dreve (do konca roku 2006) a podstatne

väčšej intenzite a veľkosti náhodných ťažieb, ktoré ovplyvňujú trh s drevom a výrobkami z dreva. V poslednom rade sa pod vývoj podpisuje globálna ekonomická kríza a s ňou súvisiaci pokles dopytu po dreve a výrobkoch z dreva, čo spôsobilo pád niekoľkých drevospracovateľských podnikov. Napriek tomu možno predpokladať, že s postupným úbytkom fosilných palív a stúpajúcou energetickou náročnosťou, bude po dreve, ako obnoviteľnom zdroji, dopyt postupne stúpať, čo bude mať za následok postupné zvyšovanie jeho ceny. Drevo a biomasa sa v budúcnosti stane nevyhnutnou súčasťou energetickej stratégie jednotlivých štátov (Lieskovský et al; 2009).

Bioplyn

Na výrobu bioplynu môžu byť využité rôzne vstupné materiály, a to exkrementy hospodárskych zvierat, siláž kukuričná, zelená hmota, kuchynské odpadky, komunálny biologický odpad, odpady z mäsokombinátov, odpady z výroby celulózy a ich vzájomná kombinácia (Maga et al;2008).

Tabuľka 7.

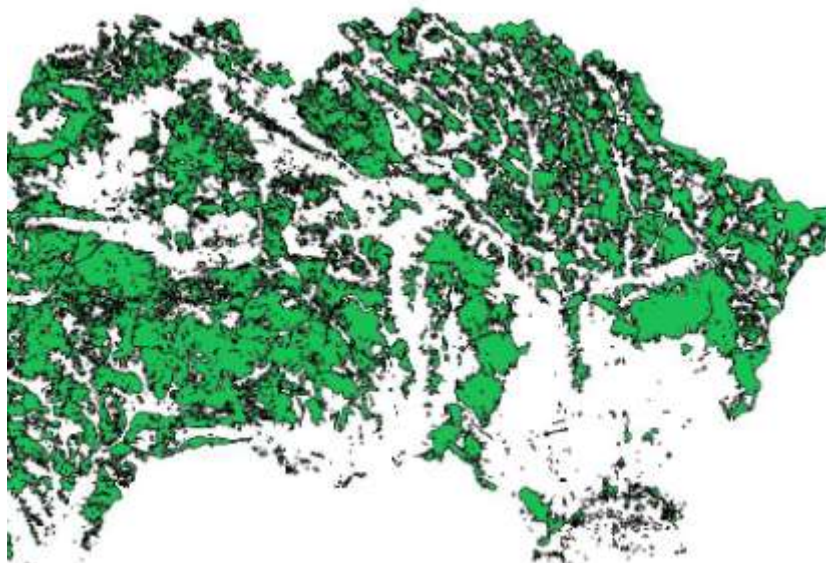
Hospodárske zvieratá	Produkcja exkrementov kg. Ks ⁻¹ . deň ⁻¹	Produkcja exkrementov n kg.ks ⁻¹ .deň ⁻¹
Hovädzí dobytok	50,3	18 100
Ošípané	4,35	1580
hydina	0,18	60

Zdroj: (Maga et al;2008)

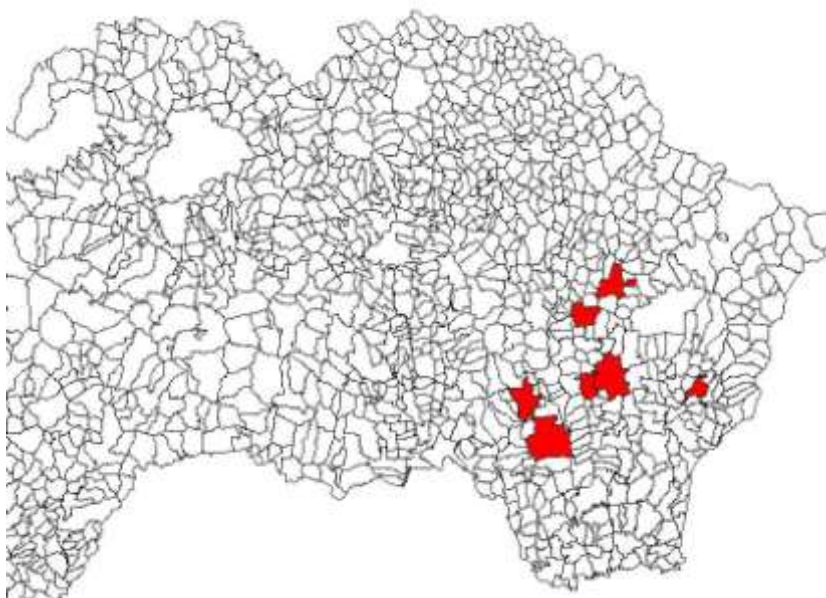
3.2 Obnoviteľné zdroje energie (Biomasa) ako prostriedok zamestnania marginálnej skupiny obyvateľstva

Oblasť východného Slovenska disponuje pôdou, ktorá je vhodná práve na výrobu biomasy. Konkrétne sa jedná o oblasť východoslovenskej nížiny a oblasť širšieho okolia Michaloviec a Humenného (viď. obr. 5 a 6). Pestovanie rýchlorastúcich stromčekov (ktoré sú nutné na tvorbu biomasy) môže do budúcnosti zamestnať aj ľudí z marginálnych skupín obyvateľstva. Keďže celková ekonomická situácia marginálnych skupín obyvateľstva je vcelku negatívna a oblasť východného Slovenska nedisponuje momentálne priemyselnou výrobou v takom rozsahu, ako napríklad oblasť západného Slovenska.

Väčšina ľudí z marginálnych skupín obyvateľstva nedisponuje potrebným vzdelaním, preto možnosť zamestnania sa v oblasti poľnohospodárstva (rýchlorastúce stromčeky) je pre takúto skupinu obyvateľstva veľkou šancou zlepšiť si svoju ekonomickú situáciu.



Obrázok 6. Lokality východného Slovenska vhodné na biomasu (biela farba)



Obrázok 7. Okresy východného Slovenska s marginálnymi skupinami obyvateľstva (červená farba)

Využitie marginálnej skupiny obyvateľstva pri pestovaní biomasy

Ako vidno z obrázkov 5 a 6, pri pestovaní biomasy by priamo mohli byť nápomocný aj obyvatelia žijúci v segregovaných skupinách. Možnosť pestovať biomasu by reálne dala prácu aj ľuďom, ktorí sa majú problém zamestnať v tom, ktorom okrese. Keďže využitie biomasy je do budúcnosti pre Európu významné, pretože dokáže byť súčasťou nafty (bionafta) a Európa trpí akútnym nedostatkom ropy a zemného plynu je práve cesta smerovania k ekonomickej sebestačnosti za pomoci obnoviteľných zdrojov energie vo forme biomasy významný medzník. Marginálne skupiny obyvateľstva nielen na východe Slovenska by za určitých podmienok mohli byť adekvátnou pracovnou silou pri

pestovaní biomasy. Základnou ideou celého článku je ponúknuť možnosť zamestnania sa obyvateľov z marginálnych skupín obyvateľstva. Celý proces tvorby biomasy je veľmi zdĺhavý a náročný. No aj napriek tomu pre túto skupinu obyvateľstva tu existuje možnosť zamestnať sa v oblasti tvorby biomasy. Jednalo by sa najmä o prvotnú fázu tvorby biomasy a síce o úpravu terénu, sadenie, starostlivosť o rýchlorastúce stromčeky a následne o strihanie stromčekov. Ďalšie fázy (úprava, atď.) by si už vyžadovali vysoko kvalifikovaných zamestnancov. No pre prvotné fázy by sa našlo uplatnenie aj pre menej kvalifikovaných ľudí (ktorí by samozrejme museli prejsť školeniami a kurzami) aby boli teoreticky aj prakticky schopný vykonávať tieto činnosti s biomasou.

Všetky obce, ktoré sú uvedené disponujú dostatočnou výmerou na pestovanie biomasy. Informácie o výmerách boli získané v priebehu septembra 2011 – cez emailovú komunikáciu a telefonický rozhovor. Boli oslovené takmer všetky obce v Košickom a Prešovskom kraji (cez emailovú komunikáciu). No len obce uvedené nižšie disponujú výmerou vhodnou na pestovanie biomasy.

Kamenica nad Cirochou

- výmera extravilánu obce je celkovo 1765 hektárov, z toho je vyše 500 hektárov štátnej pôdy (slovenský pozemkový fond).

Čičárovce

- celkovo je k dispozícií približne 2000 hektárov pôdy
- kontaktná osoba Imrich Varga (starosta obce)

Prakovce

- - cca 150 hektárov pôdy
- - kontaktná osoba Miroslav Pisko (starosta obce)

Jaklovce

- približne 250 hektárov pôdy (ktorú je možné použiť aj na tvorbu biomasy)
- kontaktná osoba JUDr. Pavol Kuspan (starosta obce)

Smolnícka Huta

- k dispozícií je približne 150 hektárov pôdy
- kontaktná osoba Ján Grega (starosta obce)

Trnava pri Laborci

- približne 300 hektárov pôdy
- kontaktná osoba Ing. Ignác Štefanič (starosta obce)

Bunkovce

- 150 hektárov pôdy
- Kontaktná osoba Václav Ličko (starosta obce)

Všetky obce by radi privítali možnosť pestovania biomasy, z ktorej by mala

tá-ktorá obec nezanedbateľný finančný zisk, či už z prenájmu pôdy alebo predaja pôdy.

4 Geoturizmus – cesta k zamestnaniu marginálnych skupín obyvateľstva

Udržateľný rozvoj je v súčasnosti predmetom mnohých diskusií a zároveň sa mu pripisuje značná významnosť, no definovať udržateľnosť je dosť obtiažne. Najčastejšie sa možno stretnúť s definíciou Brundtlandovej komisie, o ktorú sa opiera aj index udržateľnej spoločnosti, SSI, vytvorený Nadáciou pre udržateľnú spoločnosť v roku 2006. Udržateľná spoločnosť sa dá definovať ako spoločnosť:

- ktorá uspokojuje potreby súčasnej generácie bez ohrozenia možnosti budúcich generácií zabezpečiť ich vlastné potreby.
- v ktorej má každý jedinec vytvorené podmienky pre slobodný rozvoj vo vyrovnanej spoločnosti (Farkašová; 2010).

4.1 Geotermálna energia – možnosť rozvoja geoturizmu na východe Slovenska

Geotermálna energia pochádza z dvoch zdrojov: z rádioaktívneho rozkladu v zemskej kôre a tepla prenikajúceho z jadra cez zemský plášť. Jadro Zeme je teplé, pretože Zem bola v minulosti horúca a stále sa ochladzuje a tuhne; zdrojom tepla v zemskom jadre je taktiež trenie vznikajúce pri slapových javoch: Zem sa roztáhuje pôsobením gravitačných polí Mesiaca a Slnka, rovnako ako sa mení tvar pomaranča pri stlačení a otáčaní v rukách. Využívanie geotermálnej energie je veľmi lákavé, pretože je neustále „k dispozícii“ bez ohľadu na počasie; ak by sme postavili geotermálne elektrárne, mohli by sme ich vypínať a zapínať podľa potreby (Mackay; 2009).

Geotermálna energia, ako alternatívny zdroj energie môže v súčasnosti priniesť úspory konvenčných palív pri súčasnom vysokom stupni zhodnotenia elektrickej energie. Maximálne využitie geotermálnej vody je možné v kombinácií prvotného využitia geotermálnych vôd, napr. Na vykurovanie, s druhotným využitím, transformáciou pomocou teplotných čerpadiel na vyššiu, využiteľnú teplotnú úroveň, a tým následné zníženie teplôt geotermálnych vôd na teploty do 5°C (Franko; 1986).

Teplota hornín závisí na množstve tepla vystupujúceho z hĺbín zeme a na tepelnej vodivosti hornín. Geotermálna energia je využívaná prostredníctvom svojich nosičov – geotermálnych vôd a pár. Najznámejším vonkajším a dobre viditeľným prejavom tejto energie je vulkanická činnosť, ktorá je viazaná na mobilné zóny zemskej kôry. Druhým dobre viditeľným prejavom geotermálnej energie sú výrony pár, gejzíry a pramene horúcich vôd, ktoré sú taktiež viazané na tieto zóny (Sasvári & Rybár, 2003).



Obrázok 8. Geotermálne lokality na východnom Slovensku

Pri „geotermálnej ťažbe s vyššou účinnosťou“ zo suchých, horúcich hornín najprv vŕtame do hĺbky 5 alebo 10 km a rozbijeme horninu prúdom vody. Potom navŕtame druhú studňu do miesta zlomu. Následne pumpujeme vodu dole jedným vrtom a vyťahujeme prehriatu vodu vrtom druhým. Vodu potom môžeme využiť na výrobu elektriny alebo na výrobu tepla (Mackay; 2009).

Ďurkov – miesto využitia geotermálnej energie pre vodný park

Plánovaný projekt využitia geotermálnej energie v Košickej kotline je v súčasnosti najväčší svojho druhu v strednej Európe. Predpokladaný inštalovaný tepelný výkon 100 až 110 MW bude zabezpečený 5 až 7 geotermálnymi dubletmi (produkčný a reinjektážny vrt). Z výsledkov prieskumných vrtov Ďurkov 1 až 3 na vyhľadávanie ložísk nafty a plynu realizovaných v rokoch 1968 – 1971 bol indikovaný rezervoár geotermálnych vôd. Na lokalitu Ďurkov boli situované tri prieskumné geotermálne vrty financované programom PHARE a SPP a.s., ktorých výsledky prekročili očakávania. Štruktúra Ďurkov je lokalizovaná približne 12 km východne od Košíc, rezervoár geotermálnych vôd sa nachádza v hĺbke 2100 – 3500 m. Geotermálna voda s teplotou na ústí vrtov 123 – 134°C bude prostredníctvom tepelných výmenníkov odovzdávať teplo primárnemu okruhu systému centrálného zásobovania teplom (ďalej SCZT) pre mesto Košice. Po vychladení na 35°C bude reinjektovaná späť do rezervoáru. Vzhľadom na fyzikálno-chemické vlastnosti vody, najmä jej vysokú mineralizáciu, obsah plynov a zistenie, že ide o uzavretú hydrogeologickú štruktúru, je využívanie geotermálnych vôd možné len spôsobom reinjektáže tepelne využitej vody. Vysoká mineralizácia geotermálnych vôd (až 30 g.l⁻¹) neumožňuje ich priame vypúšťanie do povrchových tokov (Halás ; 2010). Hustota tepelného toku je v juhovýchodnej časti kotliny 100 - 110 mW/m², čo je hodnota značne vyššia ako normálna. Teploty sú tu veľmi vysoké (v hĺbke 2000 m okolo 108°C, v hĺbke 2500 m okolo 130°C), geotermický gradient v neogéne je 40 - 50 K/km, pričom stúpa od severu k juhu. V mezozoiku geotermický gradient klesá na približne normálnu hodnotu okolo 32 - 33 K/km. Geotermálne vrty GTD-1 až 3 boli realizované v rokoch 1998 - 99. Lokalizácia vrtov bola situovaná do štruktúry Ďurkov nachádzajúcej sa 12 km východne od mesta Košice, ktorá sa už v minulosti na základe výsledkov prieskumných vrtov nafty a plynu ukázala ako perspektívna na získavanie geotermálnych vôd. Vrt GTD-1

je vertikálny do konečnej hĺbky 3210 m. Geotermálny vrt GTD-2 je uklonený od hĺbky 500 m pod uhlom 38°s azimutom 140° do celkovej vertikálnej hĺbky 3151 m. Geotermálny vrt GTD-3 je od hĺbky 500 m uklonený pod uhlom 39°s azimutom 264° do vertikálnej hĺbky 3252 m (Halás ; 2010).

Možnosť pre marginálne skupiny obyvateľstva:

- a) Pri využití lokality Ďurkova na geotermálne vrty a následnú využiteľnosť tejto lokality na jednej strane pre potreby geoturizmu a na druhej pre potreby vykurovania mesta Košice by sa mohla určitá časť marginálnych obyvateľov aktívne podieľať na výkopovej činnosti a na stavebných prácach,
- b) Pri výstavbe aquaparku a následného využívania pre potreby cestovného ruchu by mohla byť podobne zamestnaná aj určitá časť marginálnej skupiny obyvateľstva, a to hlavne vo forme služieb.

5 Záver

Obnoviteľné zdroje energie (biomasa) začínajú predstavovať nenahraditeľný prostriedok k napredovaniu ľudstva. Štáty, ktoré nedisponujú dostatkem zásob ropy a zemného plynu (väčšina štátov EU) sa musia do budúcnosti orientovať práve na využiteľnosť obnoviteľných zemských zdrojov akými sú biopalivá, slnečná energia, veterná a vodná energia, aby si zabezpečili sebestačnosť. V tomto príspevku sme sa snažili bližšie predstaviť biomasu, ako jeden zo zdrojov tepla, ale hlavne ako jeden z prostriedkov, ktorý môže poskytnúť prácu obyvateľom žijúcim v segregovaných osídleniach. Tieto skupiny obyvateľstva majú možnosť zamestnať sa v prvotnej fáze tvorby biomasy ako je úprava terénu, sadenie a starostlivosť o stromčeky. V oblasti východného Slovenska je významné využitie geotermálnej lokality Ďurkov, ktorá môže ponúknuť pracovné príležitosti aj pre marginálne skupiny obyvateľstva, napríklad pri výstavbe geoturistickej lokality (aquaparku).

Literatúra

- [1] DUŠEK, Karel. Svetové trendy ve využití obnovitelných zdrojů energie. Praha : [s.n.], 1988. 63 s
- [2] FARKAŠOVÁ, Edita. Ochrana životného prostredia z pohľadu ekonomickej teórie. Košice : [s.n.], 2010. 267 s. ISBN 978-80-553-0585-1.
- [3] FRANKO, Ondrej et al. Geotermálna energia Slovenska a jej využitie. Bratislava : [s.n.], 1985
- [4] Future prospects. Renewable sources of electricity in the SWEB Area. United Kingdom : [s.n.], 2004. 143 s.
- [5] GEČOVÁ, Petra ; POPOVIČOVÁ, Monika. Obnoviteľné zdroje energie a ich využitie na Slovensku. In Zborník. III. medzinárodná konferencia doktorandov o geoturizme : zborník. Košice : [s.n.], 2011. s. 195. ISBN 978-80-553-0672-8.

- [6] HALÁS, Otto. Využitie geotermálnej energie na vykurovanie mesta Košice. Košice. 2010
- [7] KOSTKOVÁ, Albína; STRAJŇÁK, Sergej. Renewable energy sources in european countries (use in tourism, GIS, green buildings) . In Acta Oeconomica Cassoviensia. Bratislava. [s.n.], 2011. 95 s. ISSN 1336-6020.
- [8] LIEGEIOS, J-P., Rómovia, Cigáni, Kočovníci. Bratislava : [s.n.], 1995. 271 s. ISBN 80-967380-4-6
- [9] LIESKOVSKÝ, Martin; SUCHOMEL, Jozef; GEJDOŠ, Miloš. Energetický potenciál vybraných druhov disponibilnej biomasy lesa. Zvolen : [s.n.], 2009. 73 s. ISBN 978-80-228-1988-6.
- [10] MACKAY, David. Obnoviteľné zdroje energie. Cambridge : [s.n.], 2009. 381 s. ISBN 978-1-906860-01-1
- [11] MAGA, Juraj et al. Komplexný model využitia biomasy na energetické účely. Nitra : [s.n.], 2008. 183 s. ISBN 978-80-552-0029-3
- [12] MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, J. Energie z biomasy. Brno : [s.n.], 2011. 99 s. ISBN 978-80-251-2916-6
- [13] ODLEROVÁ, A. Životná situácia Rómov v meste Banská Bystrica. Brno : 2008. 82 s. Diplomová práca, Masaryková univerzita v Brne
- [14] ONDREJKOVIČ, P. A kolektív, Sociálna patológia. Bratislava : [s.n.], 2009. 577 s. ISBN 978-80-224-1074-8
- [15] RYBÁR, Pavol; SASVÁRI, Tibor; HVIZDÁK, Ladislav. Zem a zemské zdroje. Košice : [s.n.], 2010. 139 s. ISBN 978-80-553-0583-7.
- [16] RYBÁR, Pavol; SASVÁRI, Tibor; Zem a zemské zdroje. Košice : [s.n.], 2003. 144 s. ISBN 80-8073-063-6
- [17] RYBÁR, Radím; KUDELAS, Dušan; FISCHER, Gabriel. Alternatívne zdroje energie : veterná energia. Košice : [s.n.], 2003. 99 s. ISBN 80-8073-144-6.
- [18] SCHAVEL, M.ilan; ČIŠECKÝ, František; OLÁH, Michal. Sociálna prevencia. Bratislava : [s.n.], 2008. 139 s. ISBN 978-80-89271-22-1.
- [19] SKÁLA, Z., OCHODEK, T., Energetické parametry biomasy. Brno : [s.n.], 2007. 91 s. ISBN 978-80-214-3493-6
- [20] STANEK, Vojtek et al, Sociálna politika. Bratislava : [s.n.], 2008. 375 s. ISBN 978-80-89393-02-2
- [21] STRAJŇÁK, Sergej. Vplyv spôsobu života v rómskych osadách na výskyt infekčných chorôb. [s.l.], 2010. 63 s. Bakalárska práca. Vysoká škola zdravotníctva a sociálnej práce sv Alžbety.
- [22] STRAJŇÁK, Sergej; KOSTKOVÁ, Albina. Obnoviteľné zdroje energie v európskych krajinách a na Slovensku (využitie ArcGIS). Bratislava : [s.n.], 2011. 136 s. ISBN 978-80-225-3264-8
- [23] VAŇO, B. Demografická charakteristika rómskej populácie na Slovensku. Bratislava : [s.n.], 2001. 16 s.
- [24] ZAJAC, L. et al, Jeden svet. Banská Bystrica : Press Group, 2007. 100 s. ISBN 978-80-8041-528-0

EKONOMICKÉ ASPEKTY VYUŽITIA SLNEČNEJ ENERGIE V ELEKTRÁRNI VOJANY

Michal Stričík

Katedra ekonómie, Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach

Ekonomická univerzita v Bratislave, Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

e-mail: michal.stricik@euke.sk

Abstract: In today's market conditions we can find supporting programs that are beginning to favor the construction of new alternative energy sources. Among them in the future is calculated to use a solar energy. The current construction of photovoltaic power plants deploy new technical and economic trends that are already strongly promoted in the tough market conditions in the field of electricity generation. In these projects is very important to discuss the issue of return on invested funds.

Keywords: slnečná energia, fotovoltické panely, podporné programy štátu, ekonomické faktory, návratnosť investície

1 Úvod

Slovensko sa pri vstupe do EÚ zaviazalo k intenzívnejšiemu a k širšiemu využívaniu obnoviteľných zdrojov energie (OZE).

Postupné zaradzovanie OZE do výrobných procesov s elektrickou energiou prispieva k ochrane životného prostredia. Ich výhodou je nulová, resp. nižšia produkcia emisií a skleníkových plynov, v porovnaní s fosílnymi palivami. Takáto environmentálne prijateľná výroba, vedie k plneniu záväzkov vyplývajúcich z medzinárodných zmlúv. S OZE je spojený vysoký rast investícií, rast zamestnanosti a predstavujú príležitosť pre obnovu a rozvoj krajiny. Najväčší energetický a ekonomický potenciál využitia OZE v dlhodobom horizonte predstavuje slnečná energia.

Záväzok vlády SR voči Európskej únii zabezpečiť 14 % produkciu energie SR prostredníctvom OZE je predpokladom pre podporu investícií v súkromnom aj verejnom sektore, hlavne do oblasti OZE a bioenergie. Očakávané množstvo energie z obnoviteľných zdrojov zodpovedajúce cieľu 14 % na rok 2020 bolo vypočítané z očakávanej celkovej spotreby energie.

K naplneniu týchto cieľov je potrebné vytvoriť vhodné prostredie, ktoré

bude stimulovať hlavne súkromný sektor, k realizácii investičných zámerov v oblasti obnoviteľných zdrojov energie. Slovenská republika k dosiahnutiu týchto cieľov vytvára vhodné legislatívne prostredie - Zákon č. 309/2009, Z. z. NR SR, z 19. júna 2009 – O podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov a aktuálne Výnosy Úradu pre reguláciu sieťových odvetví (ÚRSO) – O ustanovení regulácie cien v elektroenergetike.

Predmetné legislatívne dokumenty upravujú spôsob podpory a podmienky podpory výroby elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov energie, podporu výroby elektrickej energie vysoko účinnou kombinovanou výrobou a spôsob podpory a zvýhodnené podmienky výkupu vyrobenej elektrickej energie z OZE. Súčasťou podporovaných OZE je aj zvýhodnená garantovaná cena elektrickej energie vyrobenej vo fotovoltických elektrárnach (FVE).

2 Výsledky práce

Využívajúc legislatívne a cenové podporné podmienky pristúpili Slovenské elektrárne (SE), a.s. – Enel k rozhodnutiu o vybudovaní 2 MW inštalovanej elektrickej energie vo fotovoltických paneloch (FP). Na voľných pozemkoch vo vlastníctve SE, a.s. – Enel bolo rozhodnuté vystavať prvú FVE o inštalovanom výkone 1 MW v areáli Elektrárne Mochovce a druhú FVE o rovnakom výkone v areáli Elektrárne Vojany, ktorej sa venujeme v našom príspevku.

2.1 Technické parametre projektu

Plocha, druh, tvar pozemku v areáli Elektrárne Vojany ako aj orientácia na svetové strany boli vyhovujúce pre výstavbu slnečnej elektrárne. Vyvedenie elektrickej energie je zabezpečené na vysokonapäťovú 22 kV elektrickú linku lokálnej distribučnej siete, s ktorou majú SE, a.s. – Enel zmluvný vzťah o predaji elektrickej energie vyrobenej prostredníctvom FVE.

Z technického hľadiska bolo potrebné inštalovať 5 400 kusov FP s výkonom 280 W o rozmere 2 x 1 m, s konverznou účinnosťou článkov vyššou ako 10 %, pri využití technológie kryštalického kremíka. Inštalovaný výkon FVE zodpovedá 958 kW. FVE je vybavená riadiacim a monitorovacím systémom prostredníctvom lokálnej operátorskej stanice, so sledovaním všetkých údajov pre bezpečné fungovanie zariadenia. Sklon FP je 36,0° s ich orientáciou (azimutom) 0,0°, čo sa v našej zemepisnej polohe (lokalita: 48°32'58" Sever, 21°58'21" Východ, nadmorská výška 104 m) považuje za optimálne.

Tieto parametre, podľa jednotlivých lokalít pre celú Európu, definuje fotovoltický geografický informačný systém pod názvom PVGIS. PVGIS taktiež definuje predpokladanú výrobu elektrickej energie na inštalovanú plochu FVE v danom regióne Európy.

Pre oblasť východného Slovenska uvádzame hodnoty v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Predpokladaná výroba elektrickej energie FVE v EVO na rok 2011

Mesiac	Výroba [kWh.mes ⁻¹]	Výroba [kWh.deň ⁻¹]	Mesiac	Výroba [kWh.mes ⁻¹]	Výroba [kWh.deň ⁻¹]
Január	32 827	1 059	Júl	118 392	3 819
Február	50 152	1 791	August	108 481	3 499
Marec	84 212	2 717	September	88 094	2 936
Apríl	96 481	3 216	Október	74 715	2 410
Máj	116 094	3 745	November	36 204	1 207
Jún	107 125	3 571	December	25 434	820
Denný priemer v kWh		2 570	Mesačný priemer v kWh		78 184
Celková ročná výroba [kWh.rok ⁻¹]					938 031

Zdroj: Podkladové údaje spoločnosti SE, a.s. – Enel

Pri zohľadnení podpory uvádzanej v Zákone NR SR č. 309/2009 Z. z. a Výnose URSO č. 7/2009, je výroba elektrickej energie z FVE s celkovým inštalovaným výkonom zariadenia výrobcu elektriny nad 100 kW, uvedenom do prevádzky do konca roka 2010 vykupovaná počas obdobia 15 rokov garantovanou tarifou 425,12 €/MWh⁻¹. Takáto podpora je pre podnikateľské subjekty rentabilná zo strednodobého až dlhodobého hľadiska.

Podpora sa vzťahuje na všetku vyrobenú elektrickú energiu z OZE, okrem vlastnej elektrickej spotreby FVE. Podnik dosahuje príspevok na úhradu vo výške 425,12 €/MWh⁻¹, slúžiaci na pokrytie fixných nákladov a na tvorbu zisku.

Využitie obnoviteľných zdrojov energie prostredníctvom výroby elektrickej energie cez FVE, počas celej technickej životnosti fotovoltických panelov usporí približne 1 280 ton CO₂.

2.2 Plán realizácie projektu

Schválenie požiadavky na investovanie	03/2010
Vyjadrenie distribučnej siete o odbere elektrickej energie	04/2010
Stavebné povolenie	06/2010
Začiatok výstavby	06/2010
Začiatok komerčnej prevádzky	11/2010

2.3 Rozpočtové náklady

Celkové plánované rozpočtové náklady uvedené v tabuľke 2, predstavovali 2 380 000 € v roku 2010 s plánovaným uvedením novej fotovoltickej elektrárne do komerčnej prevádzky v novembri 2010. Náklady sú uvedené v reálnych hodnotách za rok 2010.

Tabuľka 2 Rozpočtové náklady na výstavbu FVE

Položky rozpočtu	Rozpočtové náklady [€]
Inžiniering	30 000
Stavebná časť	20 000
Stroje a zariadenia	
- technológie FVE	1 900 000
- systém kontroly a riadenia	100 000
- elektrické zariadenia	150 000
Ostatné náklady	
- investorská réžia	60 000
Rezerva	120 000
Spolu:	2 380 000

Zdroj: Podkladové údaje spoločnosti SE, a.s. – Enel.

2.4 Ekonomické hodnotenie projektu FVE

Hodnotenie investičného projektu je vypočítané za obdobie 2010 až 2035. To vzhľadom k tomu, že FVE bola plánovaná na uvedenie do prevádzky v roku 2010 a 25 ročná lehota životnosti uplynie v roku 2035.

Fixné náklady (FN) – zahŕňajú v sebe prevádzkové a udržiavacie náklady a tvoria vypočítanú hodnotu 826 000 € počas celej doby prevádzkovania FVE do roku 2035. Týkajú sa iba údržby areálu, ako je kosenie, odstraňovanie snehu, výmeny niektorých elektrických komponentov (meničov) a platenie poistenia. Vďaka polohe vedľa existujúcej elektrárne bude mať stráženie minimálny dopad na prevádzkové náklady.

Variabilné náklady jednotkové (VNj) – sú nulové nakoľko FVE je bezobslužná, neprodukuje žiadne emisie a palivo je nahradené slnečným žiarením. Vlastná spotreba elektrickej energie FVE nie je závislá od množstva vyrobenej elektriny, preto ju nezohľadňujeme vo VNj. Projekt s ňou uvažuje ako s konštantnou hodnotou 3 kW, počas celej prevádzkovej životnosti. Dodávka elektrickej energie na pokrytie vlastnej spotreby je napájaná nezávisle na činnosti FVE a je zohľadnená v FN.

Ekonomické hodnotenie investičného projektu je založené na hotovostných tokoch. Finančné prostriedky, ktoré plánujeme vložiť do hodnotenej investície môžeme investovať napríklad aj iným spôsobom. Ten nám môže priniesť výhodnejší výnos v podobe kreditného úroku z bankového vkladu, alebo v podobe zisku z iného druhu podnikania. Aby sme mohli povedať, že naša investícia je tá správna, musí nám prinášať vyšší výnos, ako ostatné zohľadnené alternatívy.

Vzhľadom na súčasné a predpokladané úrokové sadzby na bankovom trhu, ktoré sa pohybujú na úrovni 2,5 – 3,5 %, sa rozhodla účtovná jednotka počítať súčasnú hodnotu s požadovanou mierou výnosu vo výške 7,4 %. Investičný

projekt bude plne hrađený z interných finančných zdrojov SE, a.s. – Enel, kde v prípade ich vloženia do banky počíta na bankovom trhu pre rok 2011 s ponúkanou úrokovou sadzbou 2,8 %, pri jej postupnom znižovaním do roku 2035 na hodnotu 2,4 %. Čistá súčasná hodnota (ČSH) je založená na princípe diskontovaných hotovostných tokov. Zisťuje budúcu hodnotu investície v prepočte na súčasný okamih. ČSH pri požadovanej miere výnosu 7,4 % a počas 25 ročného obdobia posudzovania investície, dosahuje kladnú hodnotu vo výške 350 000 €. Táto požadovaná miera výnosu zvyšuje trhovú hodnotu podniku o 350 000 €.

2.4.1 Diskontovaná lehota splatnosti

To za aké obdobie sa nám investícia v podobe súčasnej hodnoty cash flow vráti, určuje diskontovaná lehota splatnosti. V našom prípade účtovná jednotka diskontovala cash flow 7,4 % úrokovou mierou. Za optimálnu investíciu považujeme takú, ktorá sa nám vráti približne v polovici svojej životnosti.

FVE stráca z technických dôvodov znižovania účinnosti FP každoročne 0,8 % z pôvodného inštalovaného výkonu. Po 15 rokoch nebude viac poskytovaná zvýhodnená tarifa a predaj vyprodukovanej elektrickej energie sa bude predávať v trhových cenách. Po 25 rokoch plánovanej technickej životnosti FVE nebude ďalej prinášať požadovanú pridanú hodnotu. Aj za takto nastavených podmienok diskontovaná lehota splatnosti FVE je 12,2 roka, čo je menej ako polovica životnosti investičného zámeru. Táto lehota splatnosti teda vyznieva v prospech celého investičného zámeru.

V tabuľke 3 sú uvedené kapitálové výdavky investície, ako aj súčasná hodnota toku peňazí počas celej doby životnosti plynúca z projektu FVE.

Tabuľka 3 Diskontovaná lehota splatnosti

Rok	SHCF	Σ SHCF	Rok	SHCF	Σ SHCF	Kapitálové výdavky
	[€]	[€]		[€]	[€]	[€]
2 010	13 000	13 000	2 023	98 000	2 462 000	2 380 000
2 011	298 000	311 000	2 024	91 000	2 553 000	
2 012	275 000	587 000	2 025	84 000	2 637 000	
2 013	254 000	840 000	2 026	13 000	2 649 000	
2 014	233 000	1 073 000	2 027	12 000	2 661 000	
2 015	215 000	1 288 000	2 028	11 000	2 672 000	
2 016	196 000	1 484 000	2 029	10 000	2 682 000	
2 017	181 000	1 664 000	2 030	10 000	2 691 000	
2 018	167 000	1 831 000	2 031	9 000	2 700 000	
2 019	154 000	1 985 000	2 032	8 000	2 709 000	
2 020	142 000	2 126 000	2 033	8 000	2 716 000	
2 021	131 000	2 257 000	2 034	7 000	2 724 000	
2 022	107 000	2 364 000	2 035	7 000	2 730 000	

Zdroj: Podkladové údaje spoločnosti SE, a.s. – Enel a vlastné spracovanie.

Diskontná lehota splatnosti vo finančnom vyjadrení:

$$\text{DDS} = 12 \text{ rokov} + \frac{2\,380\,000 - 2\,364\,000}{2\,462\,000 - 2\,364\,000} = 12,2 \text{ roka}$$

Vnútorne výnosové percento

Vnútornú mieru môžeme ju charakterizovať ako úrokovú mieru, pri ktorej sa kapitálové výdavky rovnajú diskontovaným hotovostným tokom. Je to jeden z prípadov čistej súčasnej hodnoty, keď sa ČSH investičného projektu rovná nule.

Táto metóda zohľadňuje taktiež časovú hodnotu peňazí. Vypočítaná úroková sadzba vyjadruje skutočnú rentabilitu investície.

Pri výpočte vnútorného výnosového percenta je potrebné určiť ČSH1, pri úrokovej sadzbe, ktorá nadobúda kladné hodnoty a ČSH2, pri úrokovej sadzbe, ktorá nadobúda záporné hodnoty. Účtovná jednotka stanovila výpočtom ČSH1 pri úrokovej sadzbe 7,4 % a ČSH2 pri úrokovej sadzbe 9,4 %. ČSH1 dosahuje hodnotu 350 000 € a ČSH2 dosahuje zápornú hodnotu – 7 000 €.

Vnútorne výnosové percento vo finančnom vyjadrení:

$$\text{VVP} = 7,4 + \frac{350\,000}{350\,000 - (-7\,000)} * (9,4 - 7,4) = 9,3 \%$$

Za daných legislatívnych podmienok investícia dosahuje VVP vo výške 9,3 %, čo môžeme hodnotiť pozitívne v porovnaní s úrokovými sadzbami ponúkanými bankovým sektorom, ak by účtovná jednotka tieto finančné prostriedky uložila v banke.

3 Záver

Dosiahnuté výsledky poukazujú na ekonomickú efektívnosť investície SE, a.s. –Enel do projektu fotovoltickej elektrárne pri plánovanej ročnej výrobe 938 031 kWh.rok⁻¹ a cene 425,12 €/MWh⁻¹.

Elektrická energia vyrobená prostredníctvom OZE sa vykupuje podľa cien stanovených Úradom pre reguláciu sieťových odvetví. Regulačný úrad v novele Výnosu č. 7/2009 o regulácii cien v elektroenergetike menil najmä výkupnú cenu elektrickej energie vyrobenej prostredníctvom slnečných elektrární. Výnosom č. 7/2011 Regulačný úrad určil pevnú cenu pre výrobcu elektriny s celkovým inštalovaným výkonom zariadenia výrobcu elektriny do 100 kW uvedenom do prevádzky po 1.7.2011 na 259,17 €/MWh čo do značnej miery mení výhodnosť ďalších investícií.

Za uvedených podmienok vyšla diskontovaná lehota splatnosti 12,2 roka a vnútorne výnosové percento 9,3 %, čím projekt spĺňa kritériá uskutočniteľnosti.

Literatúra

- [1] Interné materiály spoločnosti Slovenské elektrárne, a.s. – Enel.
- [2] Stratégia obnoviteľných zdrojov energie. Bratislava: Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2010. Dostupné na: www.sea.gov.sk
- [3] Výnos č. 7/2009 Úradu pre reguláciu sieťových odvetví O ustanovení regulácie cien v elektroenergetike.
- [4] Zákon NR SR č. 309/2009 Z. z. O podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [5] Výnos č. 7/2011 Úradu pre reguláciu sieťových odvetví zo dňa 29.3.2011 O ustanovení regulácie cien v elektroenergetike.

THE CONDITION AND THE FORECAST OF “GREEN” ENERGY IN THE YEARS 2000-2020

Andrzej Szromnik¹, Elżbieta Wolanin-Jarosz²

¹Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, PWSTE w Jarosławiu

²Katolicki Uniwersytet Lubelski (WZNPiE), PWSTE w Jarosławiu

Abstract: In the following thesis the condition and perspectives of renewable energy in Poland in the years 2000-2020 are introduced. The empirical material is based mainly on the official information of the Ministry of Economy concerning energy. The Polish government with the collaboration of the scientists, who deal with the renewable energy problems, created the energy policy programme for Poland from the year 2020. The realization of this programme will enable introducing the changes, which in turn, will prepare our economy and the society to the challenges of the new era, in which the electricity will be mainly based on the scattered generation, which uses, among others, the renewable sources of energy. It will enable the effective managing of the fossil fuel deposits, which are becoming empty. The basics of the energy security in Poland is the usage of the country's coal resources. It happens like that, but in the next decades the basics of energy security in the country will be other Poland's resources, including the renewable sources of energy (mainly biomass, biogas, solar and wind power).

Keywords: renewable sources of energy, biomass, biogas, solar energy, wind energy, policy energy programme in Poland until the year 2020

1 Introduction

One of the most important departments of the national economy is power industry. In the face of dangers which brings obtaining energy from conventional sources, bigger and bigger role is attributed to renewable resources. Their resources are unlimited and technology made from them is “clean”.

The interest in renewable energy resources (also called “green energy”) is connected, among others, to the fact of constant fossil resources shrinkage energy carrier and the influence of global warming on the natural environment. Taking into consideration the present speed of traditional energy resources usage, it is estimated that there will be enough of the world's coal resources

for about 200 years, natural gas for 50 years, however, crude oil will end in 40 years time. That is why the development and the usage of the renewable energy resources is becoming a very important field of study of economic policy in many countries.

In the following elaboration, the condition and perspectives of renewable energy in Poland in the years 2000-2020 are introduced. The empirical material is based mainly on the official information of Ministry of Economy concerning energy.

2 The programme of development of renewable energy resources in Poland

The Polish government with the cooperation of scientists, who deal with the problem of renewable energy, elaborated the programme of energy policy in Poland from the year 2020. The accomplishment of this programme will enable to introduce the changes, which will prepare our economy and the society to new era challenges, in which energy will be mainly based on the distributed generation which uses, among others, renewable sources of energy (OZE). Such attitude will enable effective managing of fossil fuel deposits, which are becoming empty. As the basis of Poland's power plant safety, nowadays, it is the usage of the country's resources of coal, in the following decades, as the basis of power plant safety there will be other resources, including renewable sources of energy (biomass, biogas, solar and wind energy).

By discussing renewable sources of energy, intelligent electroenergetic networks should be mentioned. Producing energy from, so called "green energy" requires new systems, which could effectively and economically integrate the behaviour and actions of all people using the network (the manufacturers, the consumers and the subjects who play both roles at the same time) by providing the balanced, low cost energy system, which has high quality and reliability of supply and safety. The intelligent energy systems satisfy the requirements. They are complex energetical solutions, which allow to connect the mutual communication and optimal control of the power plant network elements, which have been scattered so far. It would happen on both sides: the manufacturers and people who receive energy, all serving one purpose- to limit the demand for the energy . In other words, these are networks equipped in modern infrastructure (numerators, power switchers, recorders), which enables the mutual exchange and analysis of the information and in effect it leads to optimisation of the energy (thermal energy, electricity) usage or, for example, gas distribution. The renewable sources of energy and intelligent electroenergetic networks connected together, will allow to effective management of the possessed resources of fossil fuels.

The necessity of introducing "green energy" to electroenergetic system has been included in some acts of European Union . They have been implemented

to the Polish legal system and they have been included in the elaboration of the energy policy programme in Poland to the year 2020. It is assumed, in this programme, that building intelligent energy networks must be done sectorally: for a region, common market or to the whole economy. The key institution in a sectoral intelligent system is to establish an Independent Operator of Measurements equipped in necessary technology to manage the supply and demand of the electricity.

The programme of energy policy also includes National Action Plan in the field of energy from renewable resources- KPD. It presents, in the perspective of the nearest 10 years, the forecast of electricity production from the renewable sources in Poland (table 1). From the information presented in the table below, (table 1) it results that the average annual increase in production of “green energy” was about 13,8%: but it is planned that in the year 2020, comparing 2012 there will 200% bigger increase of the energy production from the renewable energy sources. Moreover, the participation of electricity created from OZE in the total country’s electricity usage gross weight in 2020 should reach the level of 19,13%.

Table 1. Predicted production of electricity from the renewable energy sources in the years 2012 – 2020.

The years	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
The production of electricity from OZE [TWh]	14,845	16,478	18,338	19,875	21,605	23,374	25,416	27,828	32,400
The average speed of dynamics	13,8%								
The participation of electricity created from the renewable sources in general energy [%].	10,19	11,13	12,19	13,00	13,85	14,68	15,64	16,78	19,13

The source: my own calculations based on the data from the Ministry of Economy, Warsaw, 2011.

In order to compare, it is also worth mentioning the data concerning the production and the participation of electricity in Poland in the years 2002-2010 – table 2. It turns out that in the analysed period, the production of electricity from OZE reached the highest point – 10,895 TWh, in 2010 (it was nearly 400% growth in comparison to the year 2002). The dynamics was in the years 2007-2010. The fact that the year by year the participation of energy created from the renewable sources in general value used electricity in Poland should be stressed. In the year 2002 the percentage of participation of “green energy” in general usage in the country was 2,02%, in the year 2007- 3,40%, and in the year 2010 it reached the level of 6,98%.

Table 2. The production and the participation of electricity created from the renewable sources in general usage of energy in Poland in the years 2002-2010.

The years	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
The production of electricity from OZE [TWh].	2,767	2,250	2,893	3,761	4,222	5,230	6,493	8,604	10,895
The usage of electricity in Poland [TWh].	137,1	141,5	144,8	145,7	150,8	154,0	153,4	149,5	156,1
The participation of electricity created from the renewable sources [%].	2,02	1,59	2,00	2,58	2,80	3,40	4,23	5,76	6,98

The source: my own calculations based on the data from the Ministry of Economy, Warsaw, 2011

3 Supporting the economic-financial investment in “green energy” in Poland

The sources of varied investment funding are being constantly improved and they undoubtedly contributed to enliven, in the last years, the renewable energy market in Poland. Economic support of bio- energy investments still is the dominant problem of a country’s energy.

It is worth mentioning at this point that from the 1st October 2005 the system of electricity made from renewable sources is running. According to the act – The Energy Law , energy companies make, circulate and sell energy to the final consumers, mind the fact that the final recipient is a member of the stock exchange . The companies are obliged to obtain and present the source of electricity made from renewable sources or to pay the substituted fee to the Chairman of the Energy regulation Department. The financial support system introduced in Poland is a formula of so called green certificates. Its element is to be in favour of the optimal development of the “green energy” market. Thanks to separating the certificates of electricity origin made from renewable sources from physical energy, the trade of the laws of property which results from these certificates was enabled on the stock exchange.

In addition to this mechanism, as a consequence of the physical division of the flow of electricity from the certificates of its origin, there is the obligation of the purchase of the whole electricity made from renewable energy sources, by the energy companies. They play the role of ex officio sellers. They are obliged to sell the sources joined to the network which are on the area of a given ex officio seller. The price of the electricity must be average, as it was in the previous calendar year established by The Chairman of the Energy Regulation (according to the act- The Energy Law).

Additional encouragements to use renewable energy sources are:

1. 50% reduction of the actual cost to join the network for OZE (to 5MW).
2. An obligation to guarantee the priority of providing energy services from OZE by the energy system operator.

3. Releasing energy companies, which make electricity from renewable energy sources under the power of 5MW, from the duty of paying for giving concessions and from the payments connected to receiving registration of the certificates confirming the origin of electricity from OZE.

The very crucial element of the support of the renewable energy is also releasing the companies from the duty of paying the excise tax of the energy made from renewable sources.

In order to illustrate the costs resulting from the functioning of the support system, the table 3 presents the average weighted volume of the price of the laws of property – for 1MWh, in the years 2005-2010.

The prices have been calculated from the session transactions on the Law of Property Market of the Good Electricity Stock Exchange S.A (TGE S.A).

It is also worth mentioning that the estimated value of the costs of relieving the companies (from payment), which produce electricity from the renewable sources of energy, under the power of 5MW from the duty of paying for giving concessions in 2010 was 72 688zł (118 concessions were given that is $118 \times 616zł$), and in 2009 year 50 512 zł (82 concessions were given, that is $82 \times 616zł$).

Table 3. The average weighted volume of the price of the laws of property in the years 2005-2010

The years	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Instrument PMOZE* PLN/MWh	175,00	221,26	239,17	240,79	247,28	255,51
Instrument PMOZE_A** PLN/MWh	unrecorded instrument	unrecorded instrument	unrecorded instrument	unrecorded instrument	267,10	274,49

*Instrument PMOZE – for the laws of property resulting from the certificates of origin, which are the confirmation of the production of electricity in OZE in the period to the 28th February 2009 year.

**Instrument PMOZE_A – for the laws of property resulting from the certificates of origin which are the confirmation of the production of electricity in OZE from the 1st March 2009 year.

The remission of the laws of property in the instrument PMOZE_A enables the repayment of the income tax which is 20,00PLN/MWh.

The source: TGE S.A., Warsaw 2011.

Next to the mentioned above support system, there is also the direct financial support for the realisation of investments connected to the renewable energy, among others, from the European Union funds, but most of all from the Operation Programme “The Infrastructure and the Environment”, in particular within the Priority IX. “The energy infrastructure friendly to the environment and energy effectiveness”. According to this programme,

the reduction of energy sector on the environment should be noticed, as well as the increase of production efficiency, sending and distributing energy, the improvement of energy effectiveness in the process of using energy and the growth of the renewable resources energy usage. Taking into consideration the above priority, the action which has the biggest meaning for the development of renewable sources of energy is the action 9.4 “The production of energy from the renewable sources” and “the action 9.6 “Networks which smooth the path of receiving the energy from the renewable sources”.

Additionally, the possibility of giving support to the development of the industry producing appliances for renewable energy is predicted. It can happen within the Priority X “The Energy safety, including the diversification of the energy sources”, acting 10.3 “The industry development for renewable sources of energy”. The support is to build modern technological lines which produce the appliances used to the production of electricity and the heat from renewable sources.

The money connected to the development of renewable sources of energy are accessible within the Operation Programme “Innovative Economy”, including the priority axis 1 – the examination and the development of modern technologies, the priority axis 2 – the infrastructure of B+R sphere, the priority axis 3 – the capital investment, the priority axis 4 – investments in innovation undertakings and the priority axis 5 - Innovation Diffusion, as well as from the Programme of the Rural Areas development 2007-2013, in particular within the following actions: 121. The modernisation of farms, 123. The increase of the value added of the basic agricultural and forest production, 311. The differentiation in the direction of non-agricultural activity, 312. The creation and the development of microenterprises and 321. Basic services for the economy and the people who live in the country.

The total value of all signed agreements to grant the undertakings which have been written so far within the operation programmes is 1 199 762 367,25zł (from the 22nd April 2011).

The financial support from the European Union can also be received within Regional Operation Programmes (RPO). The management of the particular voivodeships are responsible for them. The grant can be obtained from the projects connected to building the units which use all known kinds of renewable energy. The regions use the computational procedure to choose which projects should be granted.

Below there is a table which presents the combination concerning the number of applications which were applied and the signed agreements in order to grant within the Operation Programme “The Infrastructure and the Environment”.

Apart from the sources in the table 3 of financing investments connected to the renewable energy, there is also another support which plays an important role, the money can come from The National Fund of the Environment and Water Economy. This fund has elaborated the programme of support the investments in the renewable energy sources and the objects of high-performance cogeneration.

The money to bring the programme into life come from fees and financial penalties, which according to the law regulations – The energy law is paid by the entrepreneurs to the separate account of The National Fund of the Environment and the Water Economy (NFOSiGW).

Table 3. the number of applications which were applied and the agreements within the Operation Programme “The Infrastructure and the Environment”.

Actions	Formally correct applications			Wnioski zatwierdzone przez Instytucję Pośredniczącą PO IiŚ			Allocation 2007-2013 In total PLN	Signed applications to grant		
	Number	Value in PLN	Allocation %	Number	Value in PLN	Allocation %		Number	Value in PLN	Allocation %
		FS/EFRR			FS/EFRR				FS/EFRR	
9.4	212	4634166513,2	306,1	31	676759141,4	44,7	1505846480,1	23	548324985,7	36,2
9.6	0	0,00	0,0	0	0,00	0,00	149928836,1	0	0,00	0,0
10.3	15	218311441,4	166,5	0	0,00	0,00	131125440,0	0	0,00	0,0
razem	227	4852477954,1	271,6	31	676759141,4	37,9	1786900756,2	23	548324985,7	30,7

The source: my own calculations based on the data from the Ministry of Economy, Warsaw 2011.

The programme has been divided into three parts:

1. The programme for the undertakings as far as the renewable energy sources and the objects of high-performance cogeneration – done directly by the NFOŚiGW. The budget of the programme is 1,5mld zł and it will be introduced until 2015. The programme is for all investors who want to build the renewable sources of energy and the objects of high-performance cogeneration which will cost to build more than 10mln zł. Within the programme the support of the following undertakings has been included:
 - production the thermal and electric energy in association, with the usage of biomass (the sources are expanded and scattered under the power of less than 3 MWe),
 - production of electricity and/or the warmth with the usage of biogas which has been created in the processes of draining or treating the sewage or even by decomposing of the remains of plants and animals,
 - wind power plants which have the power under 10MWe,
 - getting the energy from the geothermal water,

- water power plants which have the power under 5 MWe.
2. The programme for the undertakings in the field of renewable energy sources and the objects of high-performance congregation – put into practice by the voivodeship funds of the environment and water economy protection (WFOŚiGW).

The budget of the programme is 330mln zł, and the period of introducing it is to the end of 2014 year. The competitions are issued by WFOŚiGW including their own rules and the criteria. Granting is possible in the field of the value of investments from 0,5 to 10 mln zł. Within the programme, among others, the support of the following undertakings has been predicted:

- the production of electricity and warmth in association with the use of biomass (the scattered sources with the power under 3 MWe),
- the production of energy and/or warmth with the use of biogas, which has been created in the processes of draining or treating the sewage or even by decomposing of the remains of plants and animals,
- wind power plants which have the power under 10MWe,
- getting the energy from the geothermal water,
- water power plants which have the power under 5 MWe,
- the production of electricity in the photovoltaic installations.

Alongside with the above programme, other programmes are executed. They refer to the energy management and the use of Renewable Sources of Energy within the National System of Green Investments, from which the following are connected to the support of sources type OZE producing electricity:

- Green Investments System – Part 2 – agricultural bio-gas-works. This program has been prepared for the subjects (private people, corporate bodies or organizational units which do not have the legal status, to which the act grants the right to have legal capacity) who decide to produce and to work in the field of making electricity or thermal one with the use of biogas which has been created in the processes of draining or treating the sewage or by decomposing of the remains of plants and animals and also to produce the agricultural biogas in order to introduce it to the direct and distribution gas network.
- The System of Green Investments – Part 3 – thermal-electric power plants and thermal power plants which use the biomass. The program has been prepared for the subjects (private people, corporate bodies or organizational units which do not have the legal status, to which the act grants the right to have legal capacity) who decide to produce and to work in the field of making electricity in the field of renewable energy sources and the objects of cogeneration with the use of biomass

exclusively (the scattered sources which have the thermal power under 20MWt).

4 The main sources of renewable energy in Poland the condition and the perspectives of development

In the following thesis the up-to-date condition and the perspectives of the development of renewable sources produced in the certain technologies have been presented. In the beginning of the subsection discussed it is worth paying attention to the data presenting the quantity of electricity produced in the years 2005 and 2010 in the chosen sources of renewable energy in Poland (graph 1). In the year 2005 the biggest quantity of electricity, i.e. 2176 gigawatthours- produced hydro-electric power plants. It was about 60% in the ranking of energy made in the renewable sources of energy. The second place in the ranking of renewable sources of energy was taken place by bio gas-works producing the energy from the biomass (1345 GWh), and the third come wind power plants (135 GWh).

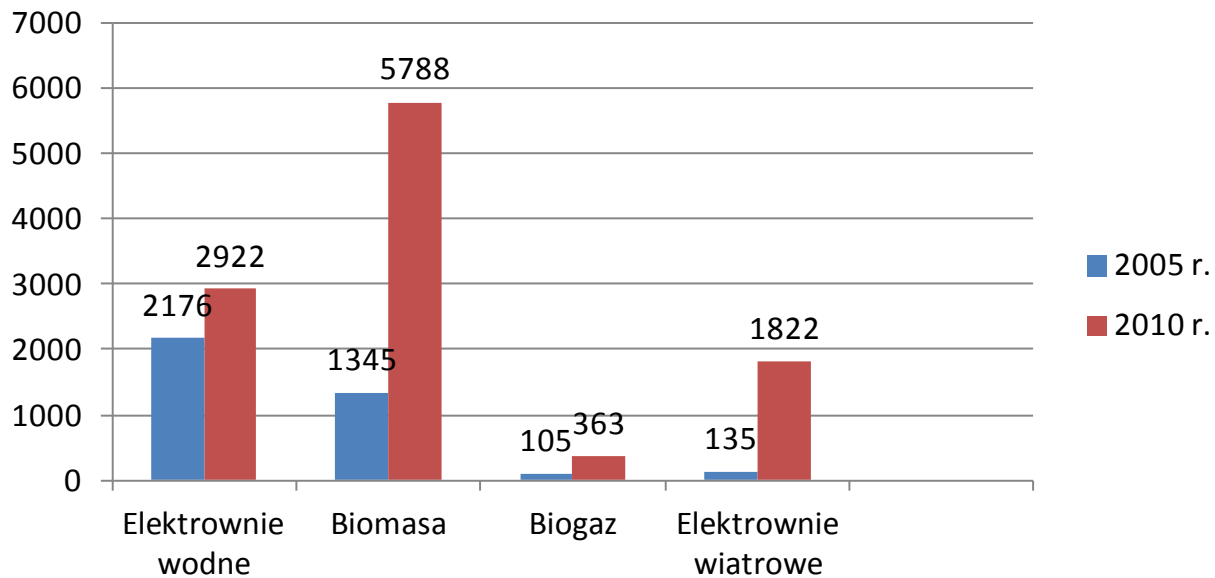
As far as the year 2010 is concerned, the biggest quantity of electricity was made from the biomass – 5788 GWh; it was over 400% growth in comparison to the year 2005. it should be added at this point that, until the 31st December 2010 in Poland there were 18 licensed biomass power plants. In 2010, 5,788 TWh of electricity was made. Until the 31st December there were 18 licensed biomass power plants (including: power plants which make from the biomass from the forest, agricultural and garden waste – 7, power plants which make from the biomass from the industrial, woodbased and pulp-and-paper – 6 and power plants producing from the mixed biomass – 5). Moreover, there were 41 power plants which worked using the technology of co-burning. It is assumed that in every Polish community there will be one biogas-work which uses the biomass from the agricultural waste until the year 2020 in average, under the condition that the community will have favourable conditions to start such an undertaking.

Next to the sources which use the biomass energy, the most crucial manufacturer of electricity in the renewable sources of energy are hydro power plants with the participation of over 26% in the year 2010. In the following years the growth of power, mainly in small water power plants is expected. It is very difficult to build new, big water power plants in Poland because of big investments, necessary in these kind of projects and environmental conditions. There were 727 licensed water power plants on the 31st December 2010 in Poland. They produced 2 921,8 GWh.

It should also be mentioned that in the years 2005-2010 there was a big growth of the electricity production of the wind power plants (from 135 GWh to 1822 GWh), and the power of installing the wind power plants increased to over 14 times (from 83, 3 MW to 1180,3 MW). The level 1822 GWh reached

in 2010 was 16,7% of the electricity produced in the renewable energy sources and 1,17% of the country's electricity usage gross weight.

Graph. 1. The quantity of electricity produced in the particular technologies of renewable sources of energy in the years 2005-2010 [GWh]



The source: my own calculations based on the data from the Ministry of Economy, Warsaw 2011

It is said that the participation of wind power plants in the production of electricity in the renewable sources of energy in 2010 will be about 47%. The development of wind energy is planned on land as well as at the sea. The initial data which include the period of the first half of the year 2011, concerns the installed power and the production of electricity from the wind sources, indicate that a big dynamics of development is still kept in the subject area . However, according to the substance “The forecast of the need to the fuel and energy until 2030 year.” (the attachment to “The Polish Energy Policy until 2030”), the market potential of wind energy at sea in the year 2020 is estimated on 1,7 TWh created electricity and 550 MW of the power installed.

As far as the electricity production from biogas is concerned, from the year 2005 it increased over three times from 105 GWh to 363 GWh in 2010. The production of electricity from biogas is from landfill (dumping ground), biogas from the fermentation of sludge in sewage treatment plant and biogas from agricultural biogas works. The perspective direction of the biogas usage, except the production of electricity and warmth (mainly in cogeneration) is the usage of biogas as the transport fuel. There were 144 biogas-works (including the power plants producing electricity from landfill biogas from the sewage treatment plant – 56, the power plants producing the electricity from landfill biogas – 80, the power plants producing energy from the agricultural biogas – 8) licensed until the 31st December 2010.

The biggest quantities of biogas are received from the landfill substratum

(dumping ground) and from the sewage treatment plant. During the last few years the production of electricity and the warmth in agricultural biogas-works has increased. It is estimated that in the future, there will be development of the sources of this kind which use, not only animal faeces, but also agricultural resources (biomass from energy cultivation), the by-products of agriculture, other by-products or the remaining from the agricultural-food industry or forest biomass in the process of methane fermentation to produce fuel. According to the biggest energy potential (producing biogas which has the quality parameters of the highlymethan natural gas) agricultural biogas-works will become in a big time perspective the dominant field of the energy notion development.

It is also worth mentioning, at this point, about the power plants which use the geothermal energy. The favourable hydrogeological conditions of our country create big possibilities of the geothermal water usage in the field of warmth. Poland has the meaningful potential and the geothermal energy resources. Theoretically the resources reach even 387 thousands of EJ. They are mainly connected to the underground waters which have the temperature of 20-130 °C, which appear deep in the below (3-4 km.) the surface. However, the technical potential of geothermia is much less possible to be used in the nearest time perspective. It is estimated that the production of warmth from the geothermal resources (without using the heat pumps) in 2020 will be 178 ktoe (kilon of equivalent oil) . However, the country's action plan does not take into consideration the geothermal energy usage to the production of electricity because of the economic bill which would be too high.

5 Conclusion

Summing up the following thesis, it should be stressed that the Policy Energy Programme until the year 2020, elaborated by the government and the scientists, has the aim to introduce the homogenous and clear support system for the manufacturers of “green energy”. This program should encourage investors to build new power plants, especially including the scattered generation, based on the local renewable energy resources. The same support mechanisms for all licensed energy producers which were used to this point, stopped playing the investment impulse role. At present, precisely elaborated rules will contribute to lowering of the prices of electricity, as well as they will influence the enlivening the interest to invest in these technologies, which has not been approved enough.

References

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego I Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (The Directive of European Parliament and the Council 2009/28/WE from the 23rd April 2009 to promote the usage of the energy

- from the renewable resources) oraz/and Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej (the Directive of European Parliament and the Council 2009/72/WE from 13th July, which concerns the common rules of the internal electricity market)
- [2] Energia-Efekt-Środowisko (Energy-Effect-Environment). Inteligentne sieci energetyczne (Intelligent energy networks), Raport Narodowego Funduszu Ochrony Zdrowia i Gospodarki Wodnej (The Report of National Fund for Health Protection and Water Economy), Warszawa 2010.
 - [3] Manion A. M., Zmiany środowiska Ziemi (The changes of Earth's environment). Historia środowiska przyrodniczego i kulturowego (The history of the natural and cultural environment), PWN, Warszawa 2001.
 - [4] Michalski M. Ł., Makroekonomiczne uwarunkowania rozwoju polskiej energetyki w dobie globalizacji, (Macroeconomic conditions of Polish power industry in times of globalization) Wydawnictwo ONZ, dnia 14.04.2006r.
 - [5] The Ministry of Economy (Ministerstwo Gospodarki) report –September 2011
 - [6] The programme of the support of the investments In the renewable sources of energy, NFOŚiGW, Warsaw 2009
 - [7] The country's action plan in the field of energy from the renewable sources, the Ministry of Economy, Warsaw 2011.
 - [8] The country's action plan in the field of energy from the renewable sources, the Ministry of Economy, Warsaw 2011.
 - [9] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. (The Act from the 10th April 1997) – Prawo Energetyczne (The Energy Law); Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 525, z późn. zm. (The Journal of Law from 2006, Nr 89 position 525 with the later changes).
 - [10] <http://www.mi.gov.pl/2-4e393a7f7308f.htm>

MATERIALS USED IN PHOTOVOLTAIC CELLS

Boris Cintula¹, Peter Janiga², Dominik Viglaš³, Peter Hajduček⁴

Institute of Power and Applied Electrical Engineering, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovak Republic

e-mail: ¹boris.cintula@stuba.sk, ²peter.janiga@stuba.sk, ³dominik.viglas@stuba.sk,
⁴peter.hajducek@stuba.sk

Abstract: Article describes the materials used in the photovoltaic cells structures and specifically deals with the scientific and commercial use chronology of selected semiconductors, efficiency, but also description of the most significant semiconductors of the respective generations. Further, in the article are expressed challenges for photovoltaic efficiency increase and decrease in costs associated with the photovoltaic cells production and comparison of selected commercially available cells focused on efficiency.

Keywords: photovoltaic cell; materials; silicon; thin film cells; efficiency

1 Introduction

Currently, the renewable energy sources achieve still more significant share in the energy mix of particular countries worldwide and due to exhaustible of fossil fuels it is highly probable that this trend will continue.

Some renewable energy sources have been dramatically developed and some are just starting to built and use. Among the renewable sources with dramatic development includes photovoltaics, what is a method of converting solar radiation into electricity.

Despite a large global expansion of this source it is necessary to add that the photovoltaics conversion efficiency for commercial applications is relatively low (less than 20 %). On the other hand, in scientific applications has been achieved 43,5 % efficiency and there is still potential for achieving higher efficiency. Therefore, the research is focused on the use of various semiconductors (not only silicon as before), but also on development of new structures and applications in order to increase the efficiency of these devices, photovoltaics and its competitiveness.

2 Photovoltaic cells technology

Chronological overview of technology (semiconductor materials), which is used in photovoltaic cells has been classified into three basic groups:

- generation I,
- generation II,
- generation III.

The first, who came with this classification, was M. A. Green and the main classification criterion considered the following semiconductors parameters:

- efficiency of electricity production,
- technological processes,
- financial costs.

Generation I

Basic chemical element of Generation I semiconductors was the silicon. And right the silicon was an element which helped to a solar industry expansion in the most significant way. The first practical silicon use in photovoltaic system was its installation in the cosmos (in 1958 – Vanguard satellite), when six silicon panels supplied with energy the transistor oscillator. Currently, Generation I semiconductors are still used and the silicon dominates the market for over 50 years. For Generation I technology is characteristic a mean efficiency of solar radiation conversion into electricity and the relatively high price in comparison with other technologies, as shown in Fig. 1, where is compared an efficiency of all three semiconductors generations as a function of photovoltaic cells production cost (US\$/m²) and the ratio of production cost to generated power (US\$/W).

Generation II

Generation II has brought an efficiency drop and photovoltaic cells cost reductions due to the technological production processes, i.e. application of a relatively thin absorber layer to a low cost substrate (e.g. glass, metal foil or polymer), and just the semiconductor thickness reduction causes a decrease in production costs and ultimately also lower prices in the market. Generation II represents a significant step forward in comparison with Generation I, but the negative phenomena also occur in Generation II associated with semiconductor thickness decrease, concretely, it has been occurred surface recombination, trapping and absorption solar radiation. Generation II semiconductors have been known for over 30 years in the laboratory conditions, but the use in commerce have found only in the 2000s. Currently, the thin film photovoltaic cells are commercially available now and cost values are about 1\$/W (Fig. 1).

Generation III

Generation III semiconductors promise even more significant reduction

in the photovoltaic cells cost and even higher efficiency. Nowadays, it is confirmed that Generation III semiconductors comply with these criteria, but the concept is still under development and it is especially used in scientific and industrial laboratories.

It is also necessary to add that there exists a scope for the photovoltaic cells efficiency increase and in the future could play major role implementation methods in nanostructures. [1] [2]

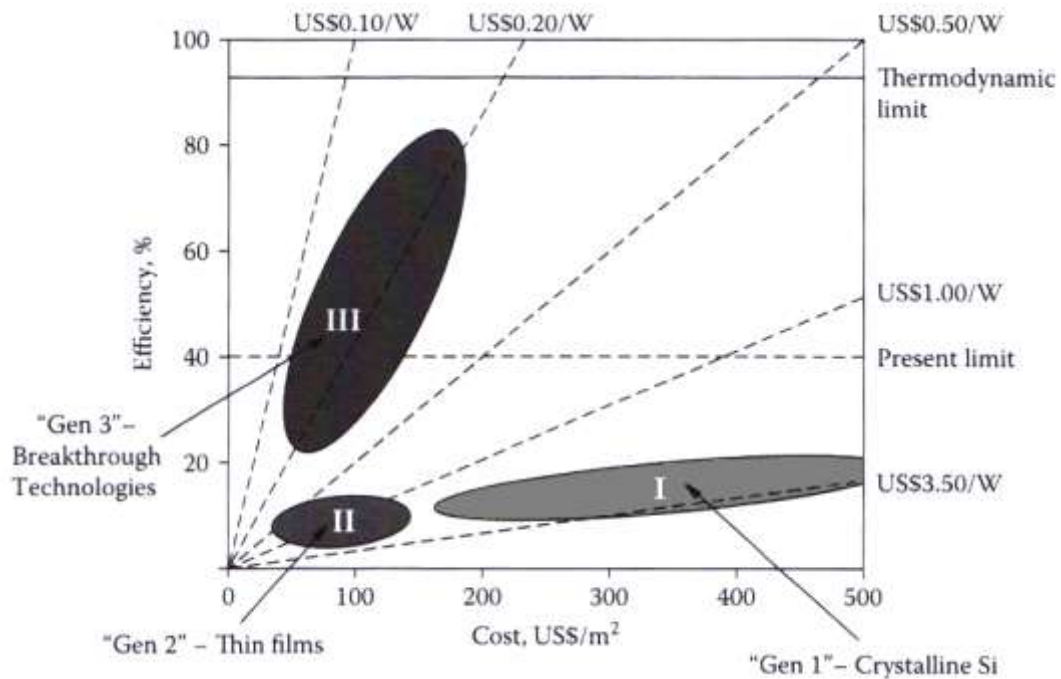


Fig. 1 Dependence of photovoltaic cells efficiency to production cost [1]

3 Silicon (Generation I)

3.1 Monocrystalline silicon

The first viable semiconductor based photovoltaic cell worked using monocrystalline silicon, and therefore the first photovoltaic commercial application used the silicon as well. Silicon covered approximately 95% of the photovoltaic market in 2004 and during the next years has achieved a decrease at about 85%, what has caused a strong development of thin films photovoltaic cells. Currently, silicon still maintains a “monopoly” status of the semiconductor use in photovoltaic cells, though not the ideal characteristic for use in photovoltaics.

Silicon is an indirect band gap of semiconductor, what means in comparison with direct (e.g. GaAs) that absorption coefficient is relatively low. When the silicon thickness approximately 125 μm it is necessary to absorb more than 90% of solar radiation with energy higher than the band gap energy, in comparison with GaAs semiconductor, which requires a thickness of only 0,9 μm .

Silicon, though its characteristics, is favoured semiconductor in photovoltaic cells and particularly on the reasons that it is relatively inexpensive compared to other materials and after the oxygen it is the second most abundant element in the earth's crust. [3]

Most of silicon semiconductor technology is based on the P-N junction, where the absorber is typically P type semiconductor due to lower price compared to N type, but it is better to use N type of semiconductor with considering higher performance perspective. Currently, the highest monocrystalline silicon cell efficiency is 24% in laboratory conditions and it is the highest silicon efficiency at all. [4]

In recent years, photovoltaics has achieved a strong expansion worldwide. Large number of photovoltaic cells production based only on silicon caused this expansion. This phenomenon then caused large silicon consumption and the market was no longer able to cover increasing demand and the photovoltaic cells prices were growing disproportionately. The only response to this fact could be the search for such methods of converting solar radiation into electricity, which will be competitive (market prices reduction) and along will restrict the large silicon consumption. Therefore the thin-film photovoltaic cells have been developed.

3.2 Polycrystalline silicon

In addition to the monocrystalline silicon is also used the polycrystalline silicon in the photovoltaic applications. The transition from monocrystalline to polycrystalline technologies mainly caused the price, concretely the easier technology production (controlled cooling). However, this has brought lower efficiency of converting solar radiation into electricity, but on the other side, greater resistance to negative impacts of increased cells temperature.

The highest polycrystalline silicon cells efficiency is 20% in laboratory conditions. [5]

4 Thin films photovoltaic cells (Generation II)

4.1 Crystalline silicon

As mentioned above, the target of thin films silicon cells development was to meet lower prices and silicon consumption reduction for the photovoltaic industry. The beginnings of Generation II semiconductor use brought new challenges in the photovoltaic field associated mainly with significant photons absorption losses (low absorption coefficient of crystalline silicon) and losses of conversion efficiency of solar radiation into electricity (recombination at the grains border and crystal defects in the grain volume).

These negative effects were minimized gradually by using an adjustment to light trapping (by the absorption losses), the front surface passivation and reflected junction on the back cell side by the surface recombination. [1]

4.2 Amorphous silicon

Photovoltaic cells produced based on amorphous silicon have in comparison with the crystalline silicon cells lower efficiency. The maximum achieved efficiency was 10% in laboratory conditions.

Among the significant advantages of amorphous silicon photovoltaic cells belong e.g. cheaper production compared to crystalline silicon; low semiconductor material consumption and low energy requirements of production, because silicon layer is very thin (units μm); easily combines with other materials such as carbon, nitrogen, tin, germanium.

Among the disadvantages belongs e.g. the need to pad use due to a thin semiconductor layer; amorphous silicon is sensitive to the wavelengths of visible light. [6]

Thin film photovoltaic cells are also produced based on compound such as CdTe, CIGS ($\text{Cu}[\text{In},\text{Ga}][\text{S},\text{Se}]_2$), CIS (CuInSe_2), or organic photovoltaic cells.

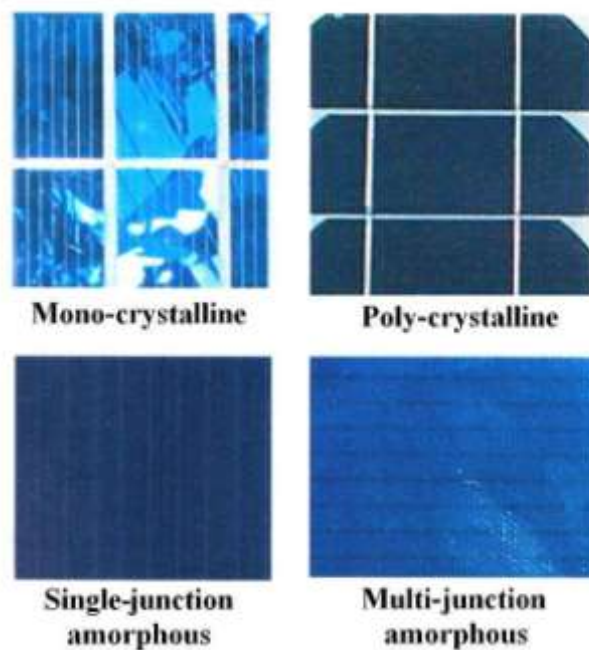


Fig. 2 Various types of silicon photovoltaic cells [4]

5 Generation III

Generation III semiconductor target is to provide a relatively high value of efficiency and low cost, while the cost depends on the production structures and strategies, but in general the cost is approximately the same price as the thin film technology.

Generation III issue is focused on dealing with the following challenges to photovoltaic cells efficiency increase:

- 1) wide part of solar radiation spectrum absorption and conversion, primary the low-energy photons which are not absorbed,

- 2) better use of high-energy photons in solar radiation spectrum which are usually converted into the heat,
- 3) creation more than one electron by the photon absorption in order to increase short-circuit current. [1]

Among the concepts that point to the possibility of photovoltaic cells efficiency increase (also confirmed by thermodynamic considerations) belong, e.g. multijunction photovoltaic cells (cells in super tandem), use of hot electron solar cells, etc.

Tab. 1 Table of some commercial available photovoltaic cells [4]

Type of photovoltaic cell	Maximum cell efficiency	Commercial efficiency	Note
Crystalline silicon			
Mono-crystalline	24%	11-17%	35% of world production in 2007
Poly-crystalline	20%	11-15%	45% of world production in 2007
Thin films photovoltaic cells			
Amorphous silicon	13%	4-8%	initial degradation in performance
Multijunction amorphous silicon	12%	6-9%	similar to amorphous silicon
CdTe	17%	7-8,5%	
CIGS	19%	9-11%	
Organic photovoltaic cell	12%	3-5%	relatively uncommon
Other types			
Hybrid HIT	21%	17%	combination of amorphous and crystalline silicon

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants.

References

- [1] TSAKALAKOS, L. Nanotechnology for Photovoltaics. Boca Raton : CRC Press, 2010. 436 s. ISBN 978-1-4200-7674-5.
- [2] DUŠIČKA, P. - HUTŇAN, M. - JELEMENSKÝ, Ľ. - KOLLÁTH, Ľ. - PACKA, J. - ŠÁLY, V. - ŠULEK, P. Obnoviteľné zdroje energie: biomasa – slnko - voda. Pezinok : Renesans, s.r.o., 2011. 304 s. ISBN 978-80-89402-37-3.
- [3] EMMETT, W. W. Hydrologic Evaluation of the Upper Salmon River Area, Idaho. Geological Survey Professional Paper 870-A. Washington : United States Government Printing Office, 1975. 116 s.
- [4] HANKINS, M. Stand-Alone Solar Electric Systems. Washington : Earthscan, 2010. 232 s. ISBN 978-1-84407-713-7.
- [5] SCHULTZ, O. - GLUNZ, S. W. - WILLEKE, G. P.: Multicrystalline silicon solar cells exceeding 20% efficiency. Prog. Photovolt. Res. Appl.

- 12:553-58.
- [6] JANÍČEK, F. a kol. Obnoviteľné zdroje energie 2 – Perspektívne premeny a technológie. Bratislava : Renesans, s.r.o., 2010. 196 s. ISBN 978-80-89402-13-7.
 - [7] PERNÝ, M., ŠÁLY, V.: PV Cell Complex Impedance and Its Voltage and Temperature Dependencies in Dark Condition. In: Power Engineering 2010. International Scientific Event. - Bratislava : STU v Bratislave. - Power Engineering 2010. Renewable Energy Sources : 1st. International Scientific Conference OZE. Tatranské Matliare, SR, 18.-20. 5. 2010. - Bratislava : STU v Bratislave, 2010. - ISBN 978-80-89402-24-3, CD-Rom.
 - [8] SMITKOVÁ, M., JANÍČEK, F.: Globálna energetika – súčasnosť a trendy. In: Energie 21 – časopis o obnoviteľných zdrojích energie. – (ISSN nemá) - No.1 (2011), s. 6-8.
 - [9] LIŠKA, M., KOVAL', P.: Replacement Non Linear Elements in the Electrical Networks Using the Model of Va-Characteristic. In: „Power Engineering 2011“ : 10th International Scientific Conference Energy – Ecology – Economy 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-40-3. – pp. 35-36.
 - [10] KALOČAY, R., TOMIŠ, I.: Photovoltaic Power Generation for Off-Grid Family House in Slovakia. In: „Power Engineering 2011“ : 2nd International Scientific Conference Renewable Energy Sources 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-38-0. – pp. 202-203.

INSTALACJE PIROLITYCZNE DO PRZEROBU I UTYLIZACJI TERMICZNEJ OSADÓW POŚCIEKOWYCH, ODPADÓW POUBOJOWYCH I ODCIEKÓW Z BIOGAZOWNI

Ryszard Jabłoński¹, Mieczysław Dietrich², Dariusz Czekan³

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska
e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

²Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska
e-mail: mieczyslaw.dietrich@wp.pl

³Szczecińska Szkoła Wyższa Collegium Balticum, Polska

Abstract: Pyrolysis is a method of thermal transformation of organic substances in the environment completely devoid of oxygen or with the small amount of it, at advanced temperatures. While thermal processing of wastes, pyrolysis is used to dispose wastes with direct combustion (afterburning) of resulting process gas (pyrolytic) or rich in coal pyrolytic coke. Fuel gas is produced from wastes as well as solid or liquid fuel. There are valuable chemical compounds separated from wastes that can be used in various industrial processes. Steady increase in the amount of sewage sludge, ban concerning their disposal as well as significant reduction of agricultural exploitation allow to conclude that sludge management will become an important environmental and technical issue.

Keywords: pyrolysis, thermal recycling, biogas

1 Wprowadzenie

Przedstawiamy technologię innowacyjnych instalacji, której odpowiedników nie ma w Polsce. Technologia ta oparta jest na zjawisku pirolizy.

Piroliza jest metodą transformacji termicznej substancji organicznych w środowisku całkowicie pozbawionym tlenu bądź przy niewielkiej jego obecności, w podwyższonej temperaturze. Proces ten prowadzi do wydzielania produktów, takich jak: gaz, olej i koks pirolityczny, ma charakter endotermiczny. W zależności od temperatury prowadzenia procesu wyróżnia się pirolizę niskotemperaturową (450-700°C) i wysokotemperaturową (900-1100°C). W procesie pirolizy uzyskuje się:

- fazę gazową, tzw. gaz pirolityczny, który zawiera przede wszystkim parę

wodną, wodór, metan, etan i ich homologi, wyższe węglowodory alifatyczne (C2-C4), tlenek i dwutlenek węgla oraz inne związki gazowe jak: H₂S, NH₃, HCl, HF, HCN.

- fazę stałą, tzw. koks pirolityczny, substancje obojętne oraz pyły.
- fazę płynną, którą stanowią kondensaty wodne i oleiste, składające się z mieszaniny olejów i smół, wody oraz składników organicznych. Produkty ciekłe są złożoną miksturą węglowodorów i wymagają dalszego przetwarzania przed wykorzystaniem. Z kolei wytwarzany gaz charakteryzuje się wyższą wartością kaloryczną niż ten uzyskiwany w procesie zgazowania. Wartość ta kształtuje się na poziomie 15-30 MJ/Nm³.

Składniki te mogą być przeznaczone do dalszego wykorzystania. Ilość i skład powstających produktów zależy głównie od rodzaju i składu odpadów, górnego zakresu stosowanych temperatur oraz czasu przebywania w reaktorze pirolitycznym.

Reaktory te mogą pracować pod ciśnieniem atmosferycznym albo pod obniżonym lub

zwiększonym ciśnieniem.

W termicznym przetwarzaniu odpadów piroliza jest wykorzystywana do:

- unieszkodliwiania odpadów z bezpośrednim spalaniem (dopaleniem) powstałego gazu procesowego (pirolitycznego) oraz uzyskaniem mało toksycznej fazy stałej (popiołu lub żużla albo bogatego w węgiel koksu pirolitycznego),
- wytworzenie z odpadów gazu opałowego i także paliwa stałego lub płynnego, nadających się do spalania w urządzeniach energetycznych,
- wydzielenie z odpadów cennych związków chemicznych możliwych do zastosowania w różnych procesach przemysłowych.

Poszukując efektywnych, ekologicznych i tanich technologii termicznej transformacji odpadów organicznych do postaci paliw przyjęto założenie, że powinna być to technologia uniwersalna:

Musieliśmy zastosować tu technologię:

- Możliwość uzyskania pożądanej temperatury procesu do 1200°C
- Możliwość uzupełniania energii z zewnątrz potrzebnej do przeprowadzenia procesu termicznej transformacji odpadów do postaci paliw w naszych konstrukcjach
- Możliwość regulacji temperatury procesu w szerokim przedziale temperatur niezależnie od wprowadzanych czynników utleniających (powietrze, tlen, para wodna, mieszanki powyższych)
- Dostęp do sprawdzonych technologii,
- Prostota konstrukcji,

- Możliwość rozkładu odpadowej materii organicznej (węglowodorów) do strumienia pierwotnych substancji prostych: tlenku węgla CO i wodoru H₂ należących do pierwotnych paliw gazowych paliw. W przyjętej temperaturze procesu nie istnieją złożone toksyczne związki chemiczne. Dla przykładu można podać, że skład pierwiastkowy organicznych odpadów komunalnych: 55% C, 38% O, 6% H₂ i tylko 1% to tzw. inne (S,N,Cl)
- Możliwość dowolnego kształtowania środowiska reakcji w przestrzeni reakcyjnej, w której można wytwarzać próżnię, lub można wprowadzać powietrze, tlen, obojętny argon, a w szczególności parę wodną jako utleniacz pozbawiony azotu

Cechy przedstawionych reaktorów:

- przestrzeń reakcyjna została oddzielona od bezpośredniego oddziaływania strumienia ciepła
- temperaturę reakcji w przestrzeni reakcyjnej można nastawić niezależnie od ilości substratu wprowadzanych do przestrzeni reakcyjnej
- łatwo jest utrzymać pożądaną temperaturę dzięki dużej pojemności cieplnej oraz sterowanym dowolnie kształtowanych warunkach tlenowych, beztlenowych procesów egzo- i endotermicznym w przestrzeni reakcyjnej
- w urządzeniu, w przeciwieństwie do innych znanych rozwiązań, żużel, szlaka, części smoliste nie przedostają się do produktów przemiany i mogą zostać zutyliczowane w urządzeniu i potem z niego usunięte.
- Poza okresowo przesuwanyimi śluzami- w urządzeniu nie ma części ruchomych.
- W urządzeniu nie występuje konieczność uszczelniania elementów wzajemnie ruchomych przez cały czas trwania procesu, jak np. w piecach obrotowych.
- elementy wymagające uszczelnienia, takie jak śluzy, pracują tylko sporadycznie, dzięki użytym materiałom, dzięki sposobowi prowadzenia procesu termicznej przemiany materii, dzięki objętości przestrzeni reakcyjnej porównywalnej z objętością cieczy – gradienty temperatury w tej przestrzeni reakcyjnej są bardzo małe, dzięki czemu z kolei proces termiczny zachodzi w stałej temperaturze, w całej objętości wprowadzonego materiału jednocześnie.
- urządzenie jest uniwersalne i można w nim utyliczować naprzemiennie odpady komunalne, odpady przemysłowe, odpady szpitalne, pestycydy, ropopochodne i osady porafinacyjne, odpady polakiernicze, które normalnie spalają się wybuchowo, osady ściekowe, popioły oraz odpady chemiczne specjalne wymagające do rozkładu (utyliczacji) wysokich temperatur.
- dzięki wysokim temperaturom możliwym do osiągnięcia w przestrzeni reakcyjnej, nawet w przypadku termicznej utyliczacji odpadów

niskokalorycznych, powstający gaz syntezowy zawiera węglowodory zredukowane do tlenku węgla i wodoru, pozbawiony węglowodorów złożonych (organicznych) dzięki czemu, w większości przypadków nie jest konieczna budowa stacji oczyszczania spalin w ogóle.

- urządzenie można wykorzystać do utylizacji odpadów wcześniej nagromadzonych, np. na komunalnych wysypiskach śmieci.
- w odróżnieniu od reaktora plazmowego urządzenie ma w przestrzeni reakcyjnej równomierne pole temperatur i nie wymaga użycia skomplikowanego zasilacza prądowo-napięciowego.
- stosunkowo czysty i wysokotemperaturowy gaz syntezowy - gazowe paliwo ekologiczne otrzymane z odpadów - może być w przyszłości wykorzystane do zasilania ogniw paliwowych wodorowych lub ogniw paliwowych pracujących na gaz syntezowy.

W tym przypadku zostaje realizowana idea : "odpady pracują na odpady", a ich przetwarzanie następuje bez udziału paliw i energii dostarczanych z zewnątrz. Proces przekształcania odpadowych tworzyw sztucznych na ekologiczne paliwo syntetyczne wymaga użycia ciepła. Jeśli do wytworzenia ciepła potrzebnego do podtrzymania procesu będzie się wykorzystywało potencjał energetyczny biomasy, to przy użyciu 1 kg biomasy można wytworzyć 1 litr paliwa o wartości opałowej 10 kWh. Układ "samolikwidacji" odpadów prowadzi do zamkniętych obiegów materiałowo-energetycznych w systemach gospodarki odpadami. Systemy z zamkniętymi obiegami materiałowo - energetycznymi można rozbudować do układów "samolikwidacji" odpadów. W układach tych energię pozyskaną z wybranych grup rodzajowych odpadów organicznych wykorzystuje się do zniszczenia (likwidacji) w reaktorze wysokotemperaturowym pozostałej części odpadów.

Wiadomo od lat, że proces pirolizy jest termiczną konwersją substancji organicznej bez dostępu tlenu. Jako produkt końcowy uzyskuje się węgielkoksik, frakcję ciekłą oraz mieszaninę palnych gazów.

W czasopiśmie VDI - Nachrichten firma Alphakat GmbH w Buttenheim koto Norymbergi poinformowała o możliwości zwiększenia ilości oleju napędowego podczas pirolizy drewna, słomy oraz osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych poprzez zmieszanie tych surowców z katalizatorem glinokrzemowym w postaci zeolitu. Powtórzyliśmy te badania w instalacji laboratoryjnej. Uzyskano faktycznie godną uwagi wydajność biooleju, a w nim sporo frakcji o zakresie temperatur wrzenia od 180 do 370°C.

Jednym z pierwszych bodźców w krajach członkowskich Unii Europejskiej oraz w krajach kandydujących do UE w zakresie stopniowego zmniejszania zawartości frakcji organicznych w składowanych odpadach była dyrektywa 1999/31/EG o składowaniu odpadów (wydana w kwietniu 1999 r.).

Cele dyrektywy zostały transponowane do prawa polskiego na mocy

przepisów Ustawy z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (DzU z 2007 r. nr 39, poz. 251, z późn. zm.). Przepisy art. 16a określają procentowy udział całkowitej masy składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji w stosunku do masy tych odpadów. Wartości te wynoszą:

- 50% clo 31 grudnia 2013 r.,
- 35% do 31 grudnia 2020 r.

Powyższe zapisy wymuszają działania mające na celu wyselekcjonowanie oraz utylizację frakcji organicznej pochodzącej z odpadów komunalnych, co może odbywać się na drodze kompostowania bądź fermentacji. Z punktu widzenia Polski prawidłowo prowadzona gospodarka frakcją biodegradowalną z odpadów komunalnych jest konieczna, ponieważ w wyniku wprowadzonych wytycznych w krajach UE od 2009 r. zamykane są składowiska odpadów niespełniające wymogów unijnych. Ponadto od 1 stycznia 2013 r. zacznie obowiązywać zakaz składowania nieprzetworzonych odpadów.

2 Instalacja do przetwarzania osadów ściekowych i frakcji stałych odcieków z biogazowni

Inne zadania stawiamy dla instalacji przetwarzającej osady pościelowe oraz odcieku z biogazowni . Jest to technologia innowacyjna, zarówno w przygotowaniu tych osadów do przetwarzania pizolitycznego, jak i samego procesu pyrolizy.

Stały wzrost ilości osadów ściekowych i jednocześnie zakaz ich składowania a także zdecydowane ograniczenie wykorzystania na cele rolnicze powoduje że w okresie najbliższych lat zagospodarowanie osadów stanie się ważnym zagadnieniem ekologicznym jak również technicznym. Szacuje się że do roku 2018 zostanie wyprodukowanych w Polsce ok. 707 tys. ton s.m. ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych. Na terenie naszego kraju istnieje kilka tysięcy kotłów zainstalowanych w ciepłowniach przemysłowych i komunalnych, duża część z nich jest przestarzała, wiele pracuje znacznie poniżej wydajności nominalnej, obiekty te nie są najczęściej wyposażone w żadne urządzenia oczyszczania spalin z wyjątkiem cyklonów czy rzadziej elektrofiltrów. Dlatego też istnieje pilna potrzeba ich zmodernizowania, a nierzadko znalezienia nowego sensu funkcjonowania, okazją taką jest utylizacja osadów ściekowych.

W procesie spalania i współspalania osadów ściekowych wykorzystuje się ich wartość opałową porównywalną do węgla brunatnego, jest to więc paliwo wartościowe z którego można uzyskać wartość opałową bądź energetyczną:

- 25000 kJ/kg dla osadu świeżego,
- 21000 kJ/kg dla osadu czynnego,
- 11600 kJ/kg dla osadu wstępnie przefermentowanego i frakcji odcieku stałego z biogazowni,

- 25000 kJ/kg dla węgla kamiennego,
- 22000 kJ/kg dla węgla brunatnego,
- 12000 kJ/kg dla torfu.

Porównując poszczególne wartości opałowe wykazanych powyżej paliw okazuje się iż zamiast marnowania osadów na składowiskach i ponoszenia dodatkowych kosztów, można osiągnąć korzyści z odpadów jakimi są osady ściekowe, poprzez ich spalanie.

W związku z zaostrzającymi się przepisami dotyczącymi składowania odpadów i wydanym niedawno zakazem składowania odpadów w morzu, proponuje się coraz częściej spalanie osadów w elektrowniach i ciepłowniach węglowych, a także współspalanie osadów w piecach cementowych. Testy technologiczne spalania i związanych z tym emisji zanieczyszczeń są od kilku lat prowadzone w krajach zachodnich jak i w Polsce. Na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego w Polsce komunalne osady ściekowe były zagospodarowywane następująco:

- 3,3% - przekształcone termicznie,
- 5,6% - magazynowane czasowo,
- 5,6% - stosowane do uprawy roślin,
- 13,6% - stosowane w rolnictwie,
- 16,1 % - przeznaczone na inne cele,
- 24,8% - stosowane do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne,
- > 31,0%-składowane.²⁴

Wypis ten pokazuje, że najpopularniejszymi kierunkami zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych było składowanie osadów i wykorzystanie do rekultywacji terenów w tym na gruntach rolnych, biorąc pod uwagę powyższe dane oraz obowiązującą sytuację prawną niezbędnym staje się wyznaczenie nowych kierunków zagospodarowania osadów ściekowych, z tego powodu termiczne przekształcanie osadów ściekowych w niedalekiej przyszłości może stać się jedynym praktycznym i możliwym rozwiązaniem zagospodarowania dużych ilości osadów z rozrastających się w bardzo szybkim tempie aglomeracji miejskich. Termiczne przekształcenie osadów może zapewnić: pełną higienizację osadów, maksymalną redukcję objętości, pełne zagospodarowanie. W aspekcie prawnym, technicznym i pod względem bezpieczeństwa ekologicznego o wyborze technologii termicznej utylizacji osadów powinna decydować tzw. zasada BAT, skłaniająca do wyboru technologii odpowiadającej najwyższemu dostępnemu poziomowi techniki i inżynierii ochrony środowiska, ustawowo zapisany w prawie polskim wymóg respektowania zasady BAT, w odniesieniu do spalania wszelkich grup odpadów, stanowi bezpośrednią gwarancję zastosowania najnowocześniejszej technologii utylizacji osadów ściekowych a tym samym bezpieczeństwa ekologicznego tego procesu. W krajach Unii Europejskiej średni koszt spalania osadów ściekowych

wynosi od 220 do 400 euro/Mg suchego osadu, w zależności od uwarunkowań lokalnych oraz stopnia nowoczesności instalacji (przede wszystkim stopnia rozbudowy systemu oczyszczania spalin).

Obecnie jednym z głównych problemów oczyszczalni ścieków jest zagospodarowanie osadów ściekowych. Osady te są bardzo uciążliwymi odpadami ze względu na wymaganą dużą powierzchnię składowania, emisję nieprzyjemnego zapachu, dużą zawartość wilgoci a także metali ciężkich i organizmów patogennych. Powstające duże ilości osadów w oczyszczalniach ścieków komunalnych (w Polsce. 370000 t s.m./rok, w krajach UE około 10 mln t s.m./rok) zmuszają do znalezienia racjonalnego sposobu ich utylizacji. Zawartość metali ciężkich lub organizmów patogennych uniemożliwia ich wykorzystania do celów rolniczych. W takim przypadku najbardziej rozsądne wydają się termiczne metody utylizacji osadów takie jak: spalanie lub piroliza i zgazowanie. W Polsce niestety tylko 5% osadów jest utylizowanych termicznie, większość jest składowana na, i tak już przeładowanych, wysypiskach, bądź lagunach. Gdy tymczasem w krajach EU utylizacja termiczna obejmuje prawie 40% produkowanych osadów. Należy zauważyć, że wartość kaloryczna wynosi średnio 17 MJ/kg s.m. osadu co odpowiada wartości opałowej węgla brunatnego. Jednakże jednym z głównych problemów utylizacji osadów ściekowych jest ich duże uwodnienie sięgające 75-80% masy, a suszenie osadów jest procesem bardzo energochłonnym. Niewielka ilość tej wody jest usuwana na filtrach taśmowych (max. do 30% suchej masy), a główna część wody znajdującej się w mikroorganizmach może być usunięta tylko poprzez odparowanie. Pociąga to za sobą znaczny wzrost zapotrzebowania na energię cieplną. Energię tą można uzyskiwać z pirolizy tych odpadów. W wyniku pirolizy osadów ściekowych przy braku dostępu tlenu (powietrza) w temp. 400-600°C powstaje koks i gaz pirolityczny zawierający lotne węglowodory oraz CO₂, CO i Pb., parę wodną i inne związki organiczne węgla.

Zawartość substancji organicznych w osadzie poddawany termicznej utylizacji decyduje o wartości opałowej powstałych produktów. Na odprowadzenie wody potrzeba, dużych ilości ciepła, czyli energii, która musi pokryć wartość opałową związków organicznych zawartych w osadzie. Wskutek fermentacji osad traci część swej wartości opałowej, którą oddaje w postaci gazu. Jednak zmniejsza się przy tym zawartość wody, a gazy z fermentacji, jeżeli nie są używane do ogrzewania komór, stanowią dodatkowy materiał opałowy. Z tego względu przefermentowany osad nadaje się do termicznej przeróbki równie dobrze jak i surowy. Wysokie koszty budowy i eksploatacji komór fermentacyjnych przemawiają jednak za stosowaniem odwodnionego osadu surowego, co w ogólnym bilansie kosztów przeróbki i utylizacji osadów przynosi znaczne oszczędności. Za stosowaniem osadu surowego przemawiają również efekty prowadzonych badań wg których różna jest wydajność procesu z surowych i po termicznej przeróbce osadów. Produkcja węglowodorów

w formie płynnej jest znacznie wyższa z osadów surowych niż z osadów przefermentowanych. Podobnie kształtuje się wartość oznaczonej lepkości względnej. Natomiast ilość stałych produktów zwęglania jest znacznie niższa. Z osadu surowego uzyskuje się 44-66% koksiku, a z osadu przefermentowanego 41-73%. Ilość gazu powstałego po kondensacji oraz wody poreakcyjnej nie zależy od rodzaju osadu.



Rysunek 1. INSTALACJA ZAPROJEKTOWANA I WYKONANA PRZEZ PROF. R. JABŁOŃSKIEGO I WSPÓLPRACOWNIKÓW

- jest to instalacja do przetwarzania osadów pościekowych,
- jest to instalacja mała, zapewniająca pełne przetworzenie osadów pościekowych w oczyszczalniach gminnych i biogazowniach,
- ta instalacja przerabia 4-5 ton dziennie podsuszonego osadu - około 45% wilgotności,
- urządzenie to jest mało skomplikowane, skuteczne – jedynie przy wprowadzaniu katalizatorów musimy wiedzieć w jakim miejscu, w jakim czasie i w jakiej ilości je wprowadzamy,
- nie ma tu kominów, a to co widać na zdjęciu – wysunięta w górę rura to jest skraplacz,
- zastosowaliśmy tu pyrolizę niskotemperaturową,
- z jednej tony suchej masy osadów pościekowych otrzymujemy około 400 litrów oleju pyrolitycznego i około 450-500 kg węgla pyrolitycznego – obydwa produkty są w pełni zbywalne.



Rysunek 1. INSTALACJA ZAPROJEKTOWANA I WYKONANA PRZEZ
PROF. R. JABŁOŃSKIEGO I WSPÓŁPRACOWNIKÓW

- instalacja druga służy do przerobu surowych kości i piór, jak i mączek kostnych na nawóz roślinny,
- kości zawierają fosfor w wystarczającej ilości do produkcji nawozu, natomiast pióra po pyrolizie zawierają przyswajalny azot,
- wiązany jest również tutaj za pomocą katalizatora wytworzony dwutlenek węgla, który wchodzi w skład nawozu,
- wydajność instalacji to 4-5 ton dziennego przerobu,
- instalacja ta została zrobiona dla potrzeb jednego z zakładów produkcji wędlin i mięsa,
- utylizacja termiczna odpadów organicznych 800-1000 stopni Celsjusza,
- utylizacja odpadów innych niż organiczne,
- utylizacja odpadów niebezpiecznych.

Literatura

- [1] Ambrożewicz P., Zwarty system zagospodarowania odpadów, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999
- [2] Borys T. Wskaźnik zrównoważonego rozwoju, Wyd. Ekonomia

- i Środowisko , Białystok 2005
- [3] Forowicz K, Odpady i Środowisko, Nr 3 (63)/10, Dziennikarska Agencja Wydawnicza MAXPRESS
 - [4] Griffin. R. W., Podstawy zarządzania organizacjami, PWN, Warszawa 2004
 - [5] Janikowski R. Rola polityki ekologicznej w kształtowaniu i ochronie środowiska Wyd. Politechnika Świętokrzyska Kielce 1998 r.
 - [6] Jurasz F. „Kompleksowa gospodarka odpadami w gminie. " ARP-POLIGRAFIA Warszawa 1999r.
 - [7] Kabat F., Pietraszewski M., Ekonomia i organizacja przedsiębiorstw - część 4, Wydawnictwo eMPi2, Poznań 1999
 - [8] Kisielnicki J., Zarządzanie organizacją, Wydawnictwo WSHiP, Warszawa 2001
 - [9] Kordus A., Plazma-Właściwości i zastosowanie w technice, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985
 - [10] Kozłowski S. Ekorozwój. Wyzwanie XXI w. WN PWN Warszawa 2000 r.
 - [11] Koźmiński A. K., Piotrowski W., Zarządzanie, Teoria i praktyka, PWN, Warszawa 2006
 - [12] Lebeda r. Oleszczuk P. „, Odpady komunalne i ich zagospodarowanie" UMS Lublin 2000r.
 - [13] Maciak R, Ochrona i rekultywacja środowiska, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003
 - [14] Notatki własne z przedmiotu Technologie stosowane w ochronie środowiska dr. Budzińskiej K. Uniwersytet Technologiczno Przyrodniczy w Bydgoszczy
 - [15] Obój K., Strategia sukcesu firmy, PWE, Warszawa 1998
 - [16] Pajak T. Zakład termicznego przekształcania odpadów komunalnych jako źródło użytecznej zielonej energii dla wytwórców odpadów. Materiały konferencyjne.
 - [17] Parysek J. Podstawy gospodarki lokalnej Wyd. UAM, Poznań 2001
 - [18] Poradnik - powiatowe i gminne plany gospodarki odpadami, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Warszawa 2002
 - [19] Pyłka- Gutkowska E. „Ekologia z ochroną środowiska "Warszawa 2000 R.
 - [20] Rogalski W., Gospodarka odpadami czy wywóz śmieci?: a może to jedno i to samo?, Aura nr 4/2005
 - [21] Słysz K, Zarządzanie i sterowanie środowiskiem, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2000
 - [22] Stoner J.A.F., Freeman R.E., Gilbert jr. D.R., Kierowanie, PWE, Warszawa 2001
 - [23] Szymański K, Gospodarka i unieszkodliwianie odpadów komunalnych, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierskiej, Koszalin 1996
 - [24] Żygadło M., Gospodarka odpadami komunalnymi, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1999.

WATER TREATMENT STRATEGIES, CARBON REMOVAL-SYSTEMS (CR-S) AND DIMENSIONING OF CR- PLANTS

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausen, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: Modern Aquaculture Systems are used for production of Aquaculture goods. One significant limiting factor for the productivity is the water quality.

A capable System for fulfillment of essential requirements for Carbon Removal out of the Water cycle is described. Calculations demonstrate the dimensioning of Carbon Removal. Software- based dimensioning it shown as additional tool with developed functionality.

Keywords: Aquaculture System, Water Treatment, Carbon Removal, Oxidation System, Dimensioning of Carbon Removal Systems, Ammonia Elimination, Nitrite and Nitrate Elimination, Fixed Bed Reactor, Software- based dimensioning, Operation and Maintenance Optimization, Operational Needs

1 Aquaculture Sources of Arsenic pollutions

1.1 What that means?

A common definition based on literature can be taken as follows:

- Aquaculture is the farming of aquatic organisms such as fish, shellfish and even plants. The term aquaculture refers to the cultivation of both marine and freshwater species and can range from land-based to open-ocean production. The jurisdiction of The Maine Department of Marine Resources (DMR), and the focus of this website, is the farming of marine species within the coastal waters of Maine. Marineculture is another term used for the farming of marine organisms in their natural habitats.

The technical equipment, needed for Aquaculture, related to the hereinafter described solution can be defined as follows:

- All technical relevant hardware and software components needed for water treatment to ensure professional, economically and ecologically operation, maintenance and control of Aquaculture Plants.
- An innovative system offers higher capacity and lower costs than other

solutions.

1.2 Demands for Technical Solutions for CR in Aquaculture

In this century, economical optimized systems are often more important than latest technical innovations, due to the fact that a lot of Aquaculture Farms are built in developing countries and / or countries with low staff expenses.

This does not mean, that old technical solutions will be preferred, but in direct comparison, taking into account Invest and also O+;M costs (operation/maintenance =O+M), proven technology with optimized (low) O+M-costs and also O+M- developing tendency (forecast!) will be preferred.

The following demands can be taken into account:

- The technical complexity has to be adapted to educational level of local staff.
- Spare parts have to be stored on site for 12 month independent O+M-phase.
- Service (e.g. for blowers, PLS and other essentials (has to be done in ≤ 48 hours.
- Aggregates with maximum operational importance have to be built redundant.
- Under water parts have to be manufactured corrosion free.
- Other steel parts have to be manufactured with corrosion protection.
- Pipes, valves and fittings have to be manufactured corrosion free, such as PE-HD.
- Invest costs (related to daily CR mass) should be less than $80 \text{ €}/\text{P.E.}_{(60 \text{ gr. BOD5-Unit})}$.
- O+M- costs: (related to daily water volume cleaned) should be less than $0.07 \text{ €}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$.

2 CR- Treatment Systems (extract)

There are hundreds of different systems available on the market. Regarding to the “Demands”, already defined in chapter 1.2, the main systems will be described hereinafter:

2.1 Fixed Bed Systems (FBS)

Fixed Bed means, that submersed materials such as compacted foams or structured materials such as Foam- Polymers, Foam- Glass, Foam-clay=expanded clay e.g.) with

- Low density (weight / related installation volume in tank), $1,05 \leq \text{density} \leq 1,2 \text{ kg}/\text{dm}^3$,
- Maximum Biological CR- surface(s) [internal (=inside the pores) and / or external surface =outside surface of the material, which is exposed to the water in CR- tanks).

Optimized self- cleaning effects, realized by contact between the structured Foam- Material parts (mutual friction, called “self-cleaning-effect”) to avoid blockings.

The FB-Systems will be installed in the CR- Tanks as shown in following sketch (Fig. 1).

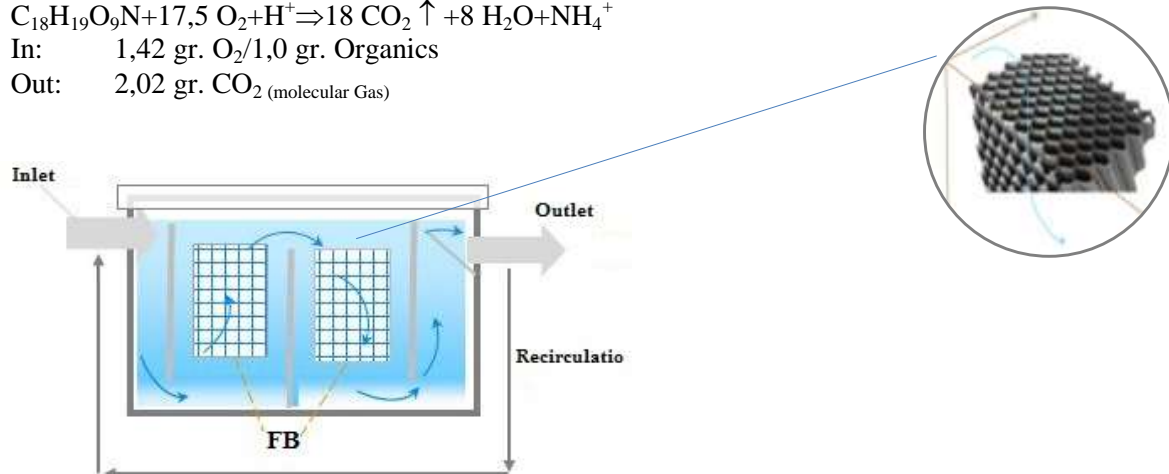
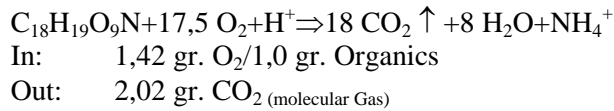


Figure 1: Fixed Bed (FB) System for Carbon Removal (CR) [below] and Biochemical formula for total Organic Removal (above)

A typical FB is shown in the following Image (Fig. 2).

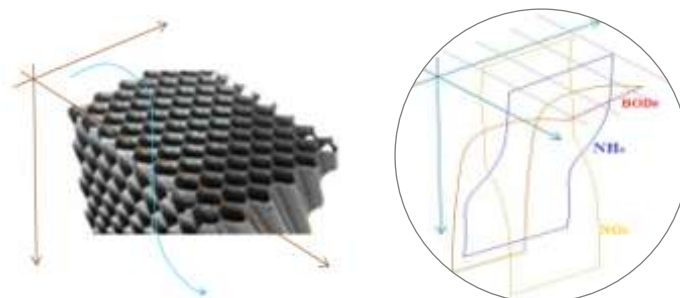


Figure 2: Fixed Bed (FB) Material- Honeycomb Construction (left) and internal Removal Graph of BOD₅, NH₄ and NO₃

The advantages of these systems are quite obvious:

- Self-cleaning effect and additional possibility to wash with spray nozzle, bottom- installed aeration system ensures high oxygen immersion rates.

The disadvantages- in some cases- are:

If foil is taken (e.g. foil made from PVC) the welding / stick- machines have to be carried on site and chemicals such as sealers (e.g. with Pthalates or aggressive aerosols).

2.2 Moving Bed Systems (MBS)

Moving bed is defined as system with submersed materials such as swimming foams or structured materials such rolls, packings, polymer- based foam materials, rings, hollow cylinders, bloated clay and glass (Fig. 4) and other

types are dispersed in the CR- Tank.

The Energy Intake for Moving of the Bed will be realized by:

- The water flow, created by pumps and / or inlet and outlet flow in / from the Tank(s).
- The Aeration system, such as membrane diffusers, e.g. for air vertical bubble flow.
- Mixers / Agitators to ensure water velocities more than 2 cm/sec.
- Injectors / Ejectors, for sucking of outside air and compression into the water as addition oxygenation capacity.

The MBB-Systems will be installed in the CR- Tanks as shown in following sketch (Fig. 3).

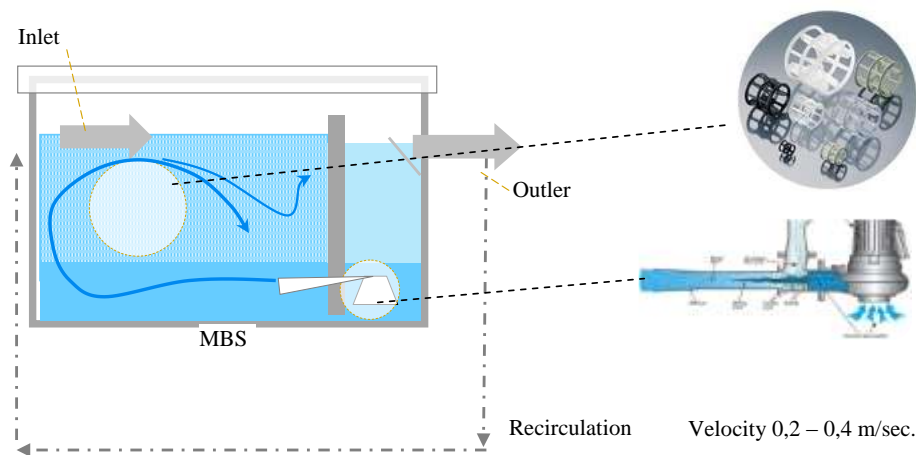


Figure 3: Moved Bed (MB) Reactor with FB-Material and Ejector for Aeration + mixing

A typical MBS is shown in the following picture (Fig. 4) (submerged, moved bed system).



Figure 4: Moved Bed Material for MB- Reactor, (RAUSCHERT, 1,0 kg/dm³, left side, from polymer), Bloated clay and- Glass (middle) and Bloated Recycling Glass sieving line (right side, below)

The open structure if polymer bodies allows intensified contact between water, sludge/ bacteria and optimization of chemical mass transfer.

The advantages of these MBS systems are quite obvious:

- High efficiencies due to CR- rates.
- Self cleaning effects are optimized due to effective turbulence by use

of Ejectors.

- Highest volume loads of BOD₅ (DOC/ TOC) possible due to high spec. volumes.

The disadvantages of MBS- in some cases - are:

- Higher Invest and O+M- costs than other systems, frequently operational problems, due to the complexity of the process.
- High compressed air amounts and/ or Ejector Pumps capacity (causing energy costs). Sometimes specific know-how from patent owner (Registered Trademark of the System) needed.
- Under practical circumstances (e.g. abrasive gravel/ sand particles inside water) the MB- filling material will be decreased, that means re-installation costs after a few years.

2.3 Activated Sludge System (ASS)

Activated sludge System (ASS) is typical for water and wastewater treatment for municipalities, in some cases for Aquaculture, too.

ASS can be used under circumstances, such as wastewater conditions, lead to bacterial/ microorganism growth forming “Biomass”.

The biggest difference to FB and MBS is, that sedimentation and/ or filtration stages have to be switched in series, exceeding the biomass, separate from the water flow.

The main stages (after pre-treatment) of the biological Stages of ASS are:

- Activated Sludge (AS) Tank with compressed air supply, e.g. membrane diffusors.
- Final Settling Tank for sedimentation and discharge of Activated sludge (surplus sludge).
- Excess sludge discharge and Excess Sludge Treatment, drying, pressing and re-use.

The ASS- Systems will be installed as connected AS- Tanks as shown in following sketch (Fig. 5).

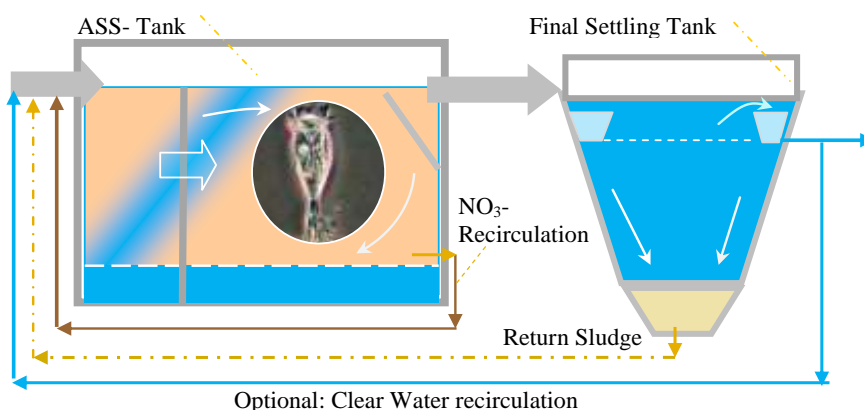


Figure 5: Flow Chart for AS- System

The advantages of these ASS systems are quite obvious:

- Middle and (in some cases) high efficiencies due to CR- rates. (due to water temperature).
- No filling material such as FB or MB needed, due to self producing biocenosis.
- Lower Invest costs than MBS.
- Easy to maintain and operate, no specialized staff needed.
- Oxidation/ CR, Nitri- and De-Nitrification, if needed, can be done in one system.

The disadvantages of ASS - in some cases- are:

- Higher Invest and O+M- costs than FBS.
- Additional installation area for.
- Additional final settling tank.
- Additional sludge treatment system.
- High compressed air amounts and/ or Ejector Pumps capacity (causing energy costs).

2.4 Chemical Oxidation systems (Ch-O_x)

Chemical Oxidation Systems (Ch-O_x) is mostly an enhanced, improved and/ or updated ASS by use of addition Oxidation Systems, such as Ozone or Hydrogen Superoxide.

The well known Ozone (O₃)- System will be described hereinafter shortly.

The main components of ASS will be used for Ch-O_x, too, but also the Ozone- cycle process will be instated, with following additional components:

- Ozone- Generator (high voltage electrodes with quartz glass tubes, increasing ozone in the out-gas from in oxygen in-gas).
- Ozone- Reactor (stainless steel pressurized tank with overpressure nozzle.
- Cooling system for process and air and Activated Carbon Filter or Catalyst.
- Ozone- intake system, e.g. “pump + injector” or ceramic- diffusors.
- Liquid oxygen pressurized tank or PSA (pressure swing adsorption, producing oxygen from outside air by molecular sieves) incl..
- Process control System (additional to PLC).
- Activated Carbon in clear water Flow as catalyst (to destroy residual ozone).

The Ch-O_x-Systems will be installed near AS- Tanks as shown in following sketch.

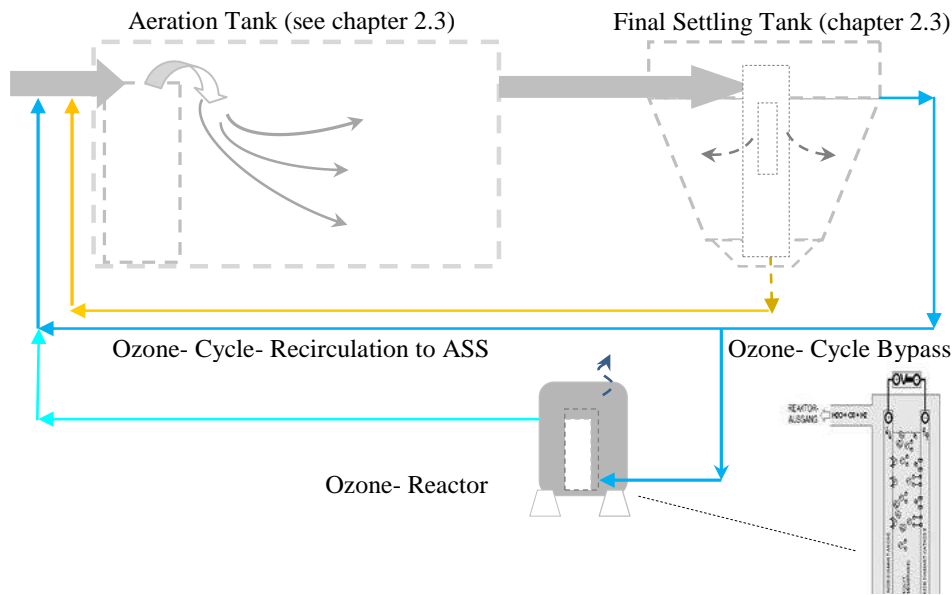


Figure 6: Flow Chart for Chemical Oxidation System with Ozone- Bypass + Ozone- Reactor

The advantages of these Ch-O_x systems are:

- Highest- possible CR and Oxidation rates.
- Oxidation of toxic and / or critical parameters also possible.
- Use of high oxygen concentrations in ozone- cycle for ASS in addition to ASS- aeration possible, no FB or MB- filling material needed.

The disadvantages of Ch-O_x- in some cases- are:

- Highest Invest and O+M- costs, more than FB, MBS and ASS.
- Additional installation area for Ozone cycle.
- Additional reaction tank for oxygen- enriched outlet flow from ozone cycle to ASS.
- Additional ozone destruction catalyst (e.g. thermal process or catalyst).
- High compressed air amounts and/ or Ejector Pumps capacity (causing energy costs).

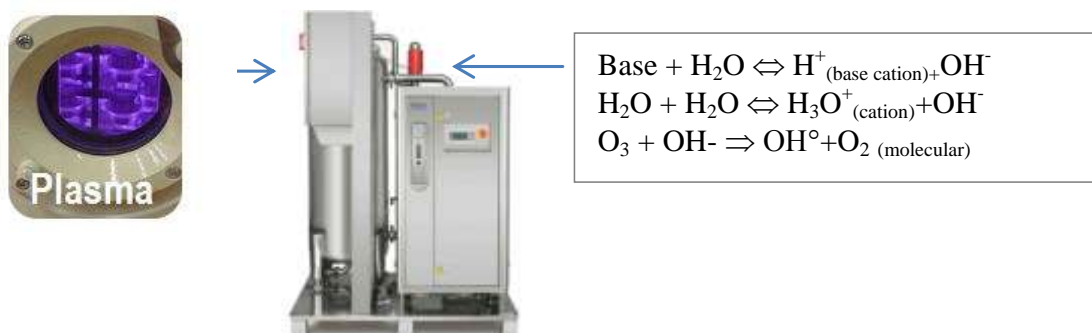


Figure 7: Ozone-Generator (middle), Plasma Reaction (left)- Ozone chemical Structure with Basic Ozone- Chemical Reaction (right)

The Ozone Cycle will be dimensioned with capacities of 1,5 – 3,2 kgO₃ / kgCOD

3 Dimensioning of Fixed Bed System (FBS)

3.1 Selection of adequately FB- Materials

As already shown in chapter 2.1, the FBS offers a lot of advantages for the owner, creating moderate Invest and O+M costs.

The CR- rates are satisfactory, and Nitrogen- Removal, if needed, can be also ensured by FB. The self-cleaning and air-using structure of the FB will be the main advantage compared with the other systems. Regarding the Aquaculture locations in developing countries, climatic “extreme areas” (offshore, coasts-sides, in greenhouses inside deserts and more), the FB sometimes is the only capable systems, if the investor and/ or owner summarizes all relevant facts.

From engineering point of view, an adequate FB- Material is produced like shown in the picture in chapter 2.1. In lots of cases, also the MB- Material, shown in the picture in chapter 2.3, is also advantageous.

3.2 Dimensioning of FB- Systems for Oxidation with CR

The dimensioning of Aquaculture systems such as FB, can be done inspired by the international guidelines for water and wastewater treatment, such as ARV-DVWK- guidelines.

In these cases, organic loads, calculated as Biological Oxygen Demand of the biocenosis in the period of 5 day [abbreviation: BOD₅] instead of also usual parameters like Total Organic Carbon (TOC) or Dissolved Organic Carbon (DOC) will be used.

Organic Carbon (TOC) and/ or Dissolved Organic Carbon (DOC) will generate BOD₅ and also biomass. The biomass is fixed in FB and excess sludge does not have to be calculated

Without taking into account the Nitrogen, Carbon Removal can be used as leading figure (parameter/ load) for dimensioning of the CR- Oxidation.

- **Volume Load (V_L):**

$$V_L = L_D / V_{FB-R} \quad \text{unit: (kg BOD}_5\text{/m}^3\text{*day)}$$

$$L_D = \text{Daily load of BOD}_5 \quad \text{unit: (kg BOD}_5\text{/day)}$$

$$V_{FB-R} = \text{Volume of Fixed Bed Reactor} \quad \text{unit: (m}^3\text{)}$$

- **Area Load (A_L) of FB:**

$$A_L = L_D / A_{FB} \quad \text{unit: (kg BOD}_5\text{/m}^2\text{*day)}$$

$$L_D = \text{Daily load of BOD}_5 \quad \text{unit: (kg BOD}_5\text{/day)}$$

$$A_{FB} = \text{specific surface of FB- material in reactor} = (V_R * A_{\text{specific}}) \text{ unit: (m}^2\text{)}$$

$$A_{\text{specific}} = \text{specific surface of 1 standard m}^3 \text{ of FB- Material} \\ \text{unit: (m}^2\text{/m}^3\text{)}$$

- Example: $A_{\text{specific}} =$ polymer material (high quality) up to $440 \text{ m}^2/\text{m}^3$ and more
- Filtration velocity (F_V) and surface related flow (q_A)
 $F_V = Q_D / A_{\text{FB}} =$ unit: $(\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}) =$ unit: (m/h)
 $Q_D =$ Daily Flow of water in the FB- system unit: (m^3/day)
 $A_{\text{FB}} =$ specific surface of FB- material in reactor $= (V_R * A_{\text{specific}})$ unit: (m^2)

Typical Ranges for plants with CR are:

$$V_L = 0,4 - 0,55 \text{ (kg BOD}_5/\text{m}^3\text{*day)}$$

$$F_V = 0,5 \text{ up to } \leq 1,0 \text{ m/h*}$$

*for FB- Materials with $\geq 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ the F_V can be up to 1,25 (m/h)

$$A_L = \text{up to } 4,0 \text{ (g BOD}_5 / \text{m}^2\text{*day)}$$

$$V_L = \text{up to } 0,6 \text{ (kg BOD}_5 / \text{m}^3\text{*day)*}$$

*By use of polymer material with $A_{\text{specific}} =$ specific surface of the FB $\geq 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$, the V_L can be $0,5 \text{ (kg BOD}_5/\text{m}^3\text{*day)*}$ or higher.

3.3 Operationally Needs

In addition to selection of adequate, capable FB- Materials and efficient dimensioning, as already shown in the above chapters, some operational facts and “needs” have to be noted:

- The backwash flow can be increased in intermediate intervals.
- If excess or surplus sludge will appear, due to biofilm re-moving processes, an additional settling tank and/ or mechanical sieve with fine polymer mesh ($e = 50 - 150$ microns pore size) can be installed , for filtration of backwash flow.
- In sensitive areas, the discharge of water (if any) and/ or for sensitive organism in the Aquaculture system, low pathogenic bacteria colonies less than 10 col/ ml are requested.

To ensure these low pathogenic parameters, an additional disinfection system such as UV- immersion beamer or Ozone dosage, as already described in chapter 2.4, can be installed.

- In some cases, Membrane filtration systems (Ultrafiltration= UF or Nano-Filtration= NF) can be used, but the operational needs, costs and complexity is quite high. The effluent of these filters is quite excellent. As an average, 0 up to 1 coliform bacteria/ ml will be in the effluent.

3.4 Software (SW) Based Dimensioning

There are different SW- Tools for Dimensioning according chapter 3. 2, depending on the type of process. Good experiences we user can make with SW-

Tools, originally developed for Dimensioning of Municipal Wastewater Treatment Plants. The dimensioning can be done accordingly, because of the growth rates for Nitrification and Denitrification and also CR- bacteria are the same for Aquaculture and wastewater Applications. The following examples will give a short impression regarding functionality of the SW [6].

Load:	Dimensioning	Lowest temperature	Highest temperature	Special load	
INFLOW:					
Wastewater flow rates	Q _{DW,D}	7500	7500	7500	0 m ³
	Q _{DW,H}	500	500	500	500 m ³ /h
COD	C _{COD,iat}	293	293	293	0 mg/l
Dissolved COD	S _{COD,iat}	45	45	45	0 mg/l
BOD	C _{BOD,iat}	145	145	145	0 mg/l
Filterable solids	X _{SS,iat}	63	63	63	0 mg/l
Kjeldahl-Nitrogen	C _{TKN,iat}	31,0	31,0	31,0	0,0 mg/l
Ammonia nitrogen	S _{NH4,iat}	27,0	27,0	27,0	0,0 mg/l
Nitrate nitrogen	S _{NO3,iat}	2,0	2,0	2,0	0,0 mg/l
Phosphorus	C _{P,iat}	3,0	3,0	3,0	0,0 mg/l
Alkalinity	S _{ALK,iat}	10,2	10,2	10,2	0,0 mmol/l
EFFLUENT:					
Ammonia nitrogen	S _{NH4,EST}	1,0	1,0	1,0	1,0 mg/l
Nitrate nitrogen	S _{NO3,EST}	24,3	24,3	24,3	0,0 mg/l
Phosphorus	C _{P,EST}	1,6	1,6	1,6	0,0 mg/l
Alkalinity	S _{ALK,EST}	6,8	6,8	6,8	0,1 mmol/l

Figure 8: Water Treatment Dimensioning tool for Carbon and Nitrogen- Removal (Inlet Data)

The Loads (Pollutions, such as BOD₅, COD, Total- Nitrogen, Ammonia, Total Phosphorous and Suspended Solids) have to be inserted left side. The load cases and secondary parameters (such as Temperature cases: high, average and low) have to be defined. The type of System (such as Carbon Removal/ only, + Nitrification, + Denitrification with DN- percentage) have to be defined and the Dimensioning will be done by the software automatically.

The Results of this Calculation will be given in the following tables (Fig. 9).

BIOLOGICAL REACTOR:					
Total volume	V _{AT}	2250 m ³			
Denitrification share	V _D /V	0	0	0	0 %
Nitrification volume	V _N	2250	2250	2250	2250 m ³
Denitrification volume	V _D	0	0	0	0 m ³
Dry matter suspended solids	SS _{AT}	2,75	2,75	2,75	2,75 kg/m ³
Temperature	T	12,00	9,00	28,00	0,00 °C
BOD ₅ sludge load	B _{SS,BOD}	0,176	0,176	0,176	0,000 kg/(kg
Sludge age	t _{SS}	8,2	7,8	11,0	0,0 d
Safety factor	SF	1,80	1,27	11,55	0,00 -
Nitrogen nitrified	S _{NN}	22,3	22,3	22,3	0,0 mg/l
Nitrogen denitrified	S _{ND}	0,0	0,0	0,0	0,0 mg/l

Oxygen uptake:					
...for carbon removal	OU _{d,C}	1119	1056	1398	0 kg/d
...for nitrogen removal	OU _{d,ND}	718	718	718	0 kg/d
Total	OU _d	1837	1773	2115	0 kg/d
Peak factor C-respiration	f _C	1,20	1,20	1,20	1,20 -
Peak factor ammonium oxidation	f _N	2,00	2,00	2,00	2,00 -
Hourly uptake rate	OU _h	106,4	103,8	118,0	0,0 kg/h

Fig. 9: Water Treatment Dimensioning tool for Carbon and Nitrogen- Removal (Results)

The variation of Temperature between summer and winter cases (9°C up to 28°C) shows the biggest influence in bacterial growth and also Carbon and especially Nitrogen Removal Capacity. The Sludge age (min) of 7,8 days is the limiting factor for the calculation (Carbon Removal only).

The Volume of the biological Reactor has to be chosen according negative assumption (worst case.). the Oxygen uptake has to be used for dimensioning of the aeration system with PLC- Control (Frequency Converter for adaption of the air blower capacity).

The effluent parameters which can be achieved by this system are quite realistic and can be used as a forecast. If additional Denitrification is needed, the system has to be re-designed and additional Bio-Reactor volume for Denitrification has to be added. The sludge age has to be increased, due to the fact that maximized Ammonia and Nitrite- Oxidation is prerequisite for Denitrification. The growth rates for Nitrificant Bacteria are quite low, due to this fact, for Nitrification sludge ages > 20 - 25 day have to be ensured. For Fixed and Moved Bed Systems, the sludge age calculation can not be done by this kind of calculation, due to the fact, that for Bed- Systems the sludge age is (theoretically) infinitely.

Calculations like this offers high planning safety and enables also assumptions for Operation and Maintenance costs, due to the fact, that needs (e.g. oxygen, power rates for pumps and aggregates) are included in the software.

4 Summary

4.1 Needs for CR-S “Type 2011”

In the above chapters, the usual Aquaculture water treatment and quality improvement systems are described. Also the dimensioning is shown and some advantages and disadvantages are mentioned.

The Carbon Removal (CR) is the first and very important stage, to ensure good raising water quality and low surrounding area contaminations, e.g. for the rivers, lakes and groundwater protection. The CR have to be complemented by use of

- Nitrification stage for Elimination of Ammonia (NH₄)

- De- Nitrification stage for Elimination of Nitrate (NO₃)
- Disinfection stage for Elimination of pathogenic bacteria
- Intelligent Process Control System for Nitri/De-Nitrification control
- Heavy Metal Elimination for De-Toxification

The Aquaculture System “Type 2011” can offer these stages combined with FB- CR to ensure optimized Aquaculture conditions based on moderate Invest and O+M- cost development. These systems will be presented in further publications.

References

- [1] SEKOULOV et al., ISBN-10: 3486262963, Oldenbourg Verlag, 304 Pages Stickstoff- Kreislauf im Wasser
- [2] CHANG, L., publication in „Korrespondenz Abwasser“, (1998), release no. 40/3 (1998). „Dimensioning of 1- stage Wastewater treatment Plants for Wastewater from leachate water from disposal sites. Release by: Technical University of Darmstadt, link: 3w.tu-braunschweig.de/isww/publikationen/schriftenreihe/hedt62
- [3] FRITSCH, St. S., M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034869-3, 46 pages, Dolphin- Verlag Construction and operation of De-Nitrification Filtration Systems with Process Control, Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, insert: ISBN
- [4] FRITSCH, St. S. , M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034868-6, 29 pages, Dolphin- Verlag Scientific Bases of Nitrification and De-Nitrification, Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, Insert: ISBN
- [5] LEITZKE, O., PhD, UV/Ozon- Kombination zur Wasserbehandlung, WLB Buchreihe, S. 24 - 25 (1990)
- [6] FRÖSE, G., Dimensioning of Water Treatment Plants with Activated sludge Systems, Internet Publication, Company Aqua Data, Link: <http://www.bexpert.gfroese.de/>
- [7] PALM, Prof. PhD, University of Rostock, International website of the Institute for Aquaculture and Sea Ranching, <http://www.auf-aq.uni-rostock.de/start/>

STRATEGY FOR AQUACULTURE PLANTS (AQC) CIR NITROGEN- ELIMINATION (NO_x) AND INDUSTRIAL UV- DISINFECTION SYSTEM

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausen, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: Aquaculture means intensive use of water. The requested water treatment systems will be described as far as Elimination of Hydrocarbons and Nitrogen with biochemical methods. The needs for bacteria, bacteria growth and process control strategy with online measurement will be pointed out. Finally, the Disinfection of water by use of Ultraviolet Light will be shown by use of practical Application example.

Keywords: Aquaculture Plants, Circulatory Water Treatment Systems, Carbon Removal, Nitrogen Removal, Biochemical Water Cleaning, Nitrification, Denitrification, Disinfection, Ultraviolet Light (UV-C)

1 Circulatory Systems in Aquaculture

1.1 Definition of CS

Circulatory Systems are typically for indoor or greenhouse Aquaculture plants worldwide, especially in EU with cold temperatures in winter, and (also) for fresh- water and warm- water breeding and rearing Systems. The tanks are connected in series. In the front tanks, ground water or water from springs, seawater, demineralized water or RO- permeate from seawater desalination will be filled in, whereas the effluent from the last tanks has to be recycled.

The sketch will show a typical CS- System:

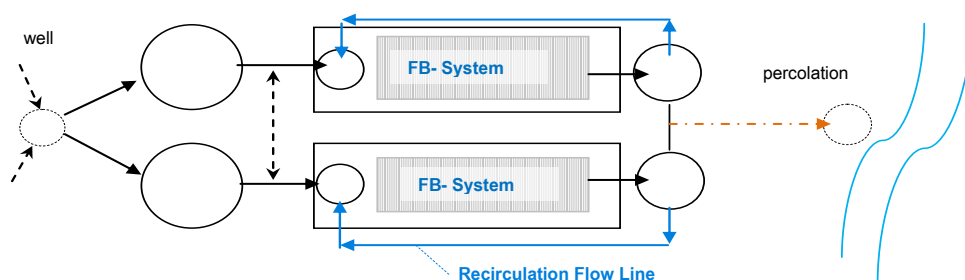


Fig. 1: Circulatory (CS-) System with 2 lines of Fixed- Bed Reactors as top- view layout plan

1.2 Advantages of CS

The main advantages are intensive savings in the fields of O+M costs, such as electricity for heating the fresh water (ground water with only 4°C has to be warmed up to 26°C (+ 30 Kelvin)).

The independence regarding weather conditions is very important in following areas:

- Desert region (mostly in greenhouse type)
- Humid region (mostly with shading)
- Monsoon area with interval- like rainy periods
- Hygienic sensitive areas, such as contaminated (pathogenic germs) areas and / or areas with protection programs for the population or mosquito problems
- Regions with contaminated groundwater resource
- Others due to local conditions

The constant breeding conditions, stabilized water parameters and controllable chemical and bio-chemical influences is the largest beneficial.

2 Needs for Aquaculture

2.1 Statistical Data of AC- development

The international need for products from Aquaculture is increasing more and more. The more (e.g. toxic and other) influences in other foods are uncovered, the more the demand is increasing.

This will cause several problems, due to the fact that ecological development will show slower growth than economically developments of “supply and demand “.

Please find the following statistical data, from 1990 up to 2020 forecast, both from wild caught (dark columns) and Aquaculture (light columns)

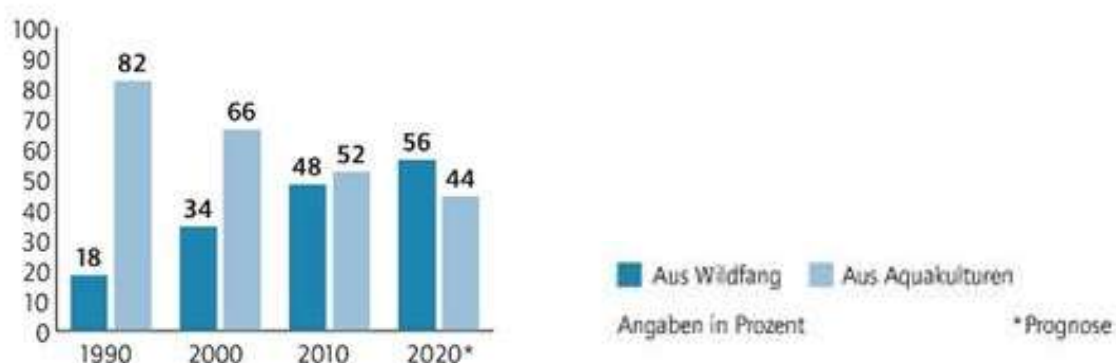


Figure 2: Worldwide fish consumption of Aquaculture and Wild Caught

Due to the stronger increase of demands for these goods related to the possible growth in AC- sector, wild caught are increasing, too.

2.2 Solution Strategies

The international need for products from AC is in inspirational drive for development of new water treatment strategies.

Higher efficiencies in smaller tank volumes and / or higher stockings of fish without hygienic disadvantages and risks will be capable solutions.

Updating and upgrading common systems has to be considered as well as new plant solutions.

A significantly **limiting factor** for fish growth is the concentration of Nitrate (NO₃) as dissociated

- Nitric Acid (HNO₃), int. CAS No. 7697-37-2. or
- Nitrous Acid (HNO₂), nt. CAS No. 7782-77-6.

Due to this fact, the DeNitrification has to be integrated in solution strategies for AC upgrading and also new AC- Systems.

2.3 Enhanced Bio-AC-Systems

Based on the a.m. facts in chapter 2.2 and due to the general of reduction of pollutants such as nitrogen compounds (NO_x), the elimination of oxidized and reduced state forms of nitrogen compounds has to be considered both.

- Oxidation of:
 - Organic Nitrogen (org.-N)
 - Ammonia-N (NH₄⁺)
 - Nitrite (NO₂⁻)
 - Hydrogen Sulfide (H₂S)
 - Heavy Metals (HM) into oxidized state to enable HM- discharge by use of flocculant liquids
- De-Nitrification of:
 - Nitric Acid (HNO₃) causes pH- lowering
 - Nitrous Acid (HNO₂) causes pH- lowering

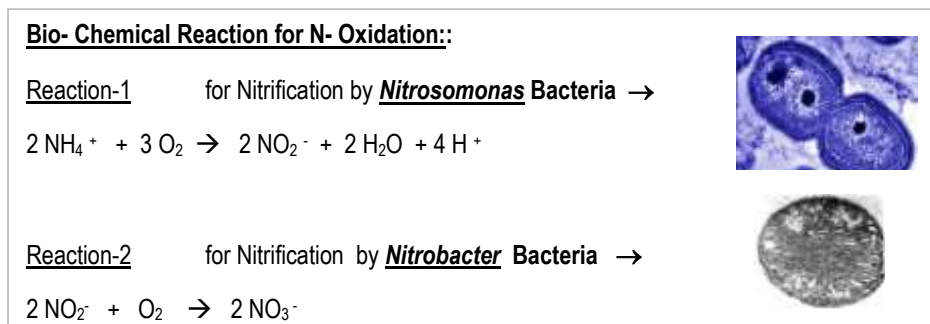


Figure 3: Bio-Chemical Reaction for Nitrification and De-Nitrification by bacterial oxidation

- Disinfection of:
 - Pathogenic bacteria (e.g. Coliforms)
 - Excess bacteria, increasing as result from Denitrification-bacteria-growth by use of carbohydrate liquids and also remove turbidity of water

3 Nitrogen Elimination in AC

3.1 Biochemical Backgrounds

The N- elimination has to be realized in several steps:

- Nitritation: means, conversion of Ammonia-N (NH_4^+) into Nitrite (NO_2^-)
- Nitratation: means, conversion of Nitrite (NO_2^-) into Nitrate (NO_3^-)

3.2 Dimensioning of NR- Systems

Compared with complex waste- water- treatment systems, the dimensioning in AC- Systems for Nitrogen Removal can be simplified, based on the good experiences and secured data collection. In principal, the increase of Substrate, for Nitrification this is Ammonia-N, NH_4^+ will cause an specific increase of Bacteria growth value, so called μ [$1/d$].

The value of μ is limited with an specific max- value (μ_{\max}) for each water pollution parameter (= Substrate, S_n).. Additionally, a specific MONOD-factor (K_s) has to be noted. MONOD is the developer of this equation.

The value of (K_s) is defined exactly with the specific value of the Substrate- concentration (conc. S) for which the bacteria growth (μ) will reach 50 % of the theoretical growth maximum = value (μ_{\max}).

MONOD- Kinetic- Equation:

$$\mu = [\mu_{\max} * (\text{substrate})] / K_S + (S)$$

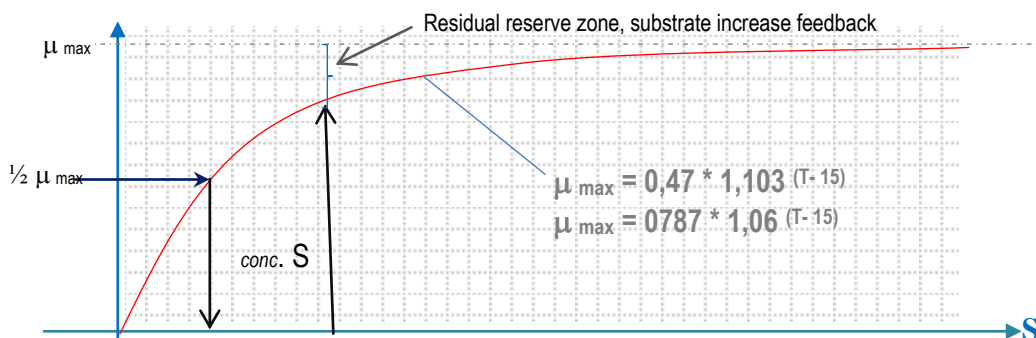


Figure 4: Kinetic Bacteria Growth Rate Graph from MONOD for Nitrosomonas and Nitrobacter

MONOD- Constant- Value:

K_S conc. S for $\mu = 1/2 \mu_{\max} \Rightarrow 50 \%$ Substrate increase feedback reserve !

The values are fix factors for multiplication during dimensioning. For Nitrification, the following growth values are essential, depending from temperature in water:

Growth rate for Nitrosomonas: This is the central limiting factor for Ammonia-N- Removal.

$$\mu_{\max} = 0,47 * 1,103^{(T-15)}$$

For 20°C results: $\mu_{\max} = 0,77 [d^{-1}]$

Growth rate for Nitrobacter: This is the central limiting factor for Nitrite-N- Removal .

$$\mu_{\max} = 0,787 * 1,06^{(T-15)}$$

For 20°C results:

$$\mu_{\max} = 1,04 [d^{-1}]$$

For low Ks-values only low concentrations of Ammonia are needed to reach growth.

Based on the a.m. Basic Data, the practical Dimensioning can be done with specific, well- known figures, such as volume- related Nitrogen Capacity.

These values are available for the main specific Fixed Bed (DB) materials, such as Foam Polymers for trickling filters, submerged FB and others.

For the bacteria, the form and type of reactor is less important than temperature and bio-chemical conditions such as Substrate- load per time- (batch load).

Volume Demand (V) of Oxidation Reactor:

$$V = B_{,h} / BR_{\max,h}$$

- $B_{,h}$ = max. BOD5- load per hour [kg/h]
- $BR_{\max,h}$ = max. hourly Volume- load
referred to Fixed Bed Material
- $BR_{\max,h} < 4,1 \text{ gBOD}_5 / \text{m}^3\text{d}$

Area Demand (A_{FB}) of Fixed Bed surface:

$$A_{\text{FB}} = Q / V_{\text{spec.}}$$

- Q = max. hourly water flow into FB
- V_{spec} = area related water feed per hour
- $V_{\text{spec}} = 5 - 7 \text{ m/h}$ incl. recirculation flows

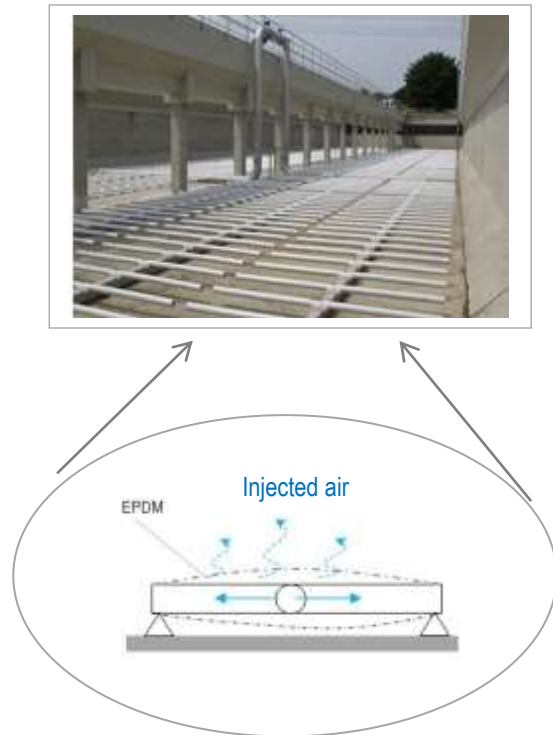


Figure 5: Membrane Air- Diffusor for oxygenation (below) in practice (above)

For aeration, special Membrane Diffusors Process Air for Oxygen Intake:

$$V_{\text{Air}} = 5 - 10 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$$

V_{Air} = nominal Norm- cubic- meter
of compressed air*

* (referred to standard conditions such as 1,01325 bar pressure, 0% humidity, Temperature of 0°C)

Q = max. hourly water flow into FB

V_{spec} = area related water feed per hour

$V_{\text{spec}} = 5 - 7,5 \text{ m/h}$ incl. recirculation flows

3.3 Construction of NR

The limiting factor for Nitrogen Removal is the oxygen supply parallel to optimized basic water conditions such as neutral pH- values with balanced acids and buffers

pH > 7 – 7,5 and

K_s 4,3 > 8 – 16 mmol/l acid capacity.

are capable according the following sketch:

By use of submerged FB or Trickling Filter with own ventilation the practical implementation according Design Criteria of chapter 3.2 will be satisfied.

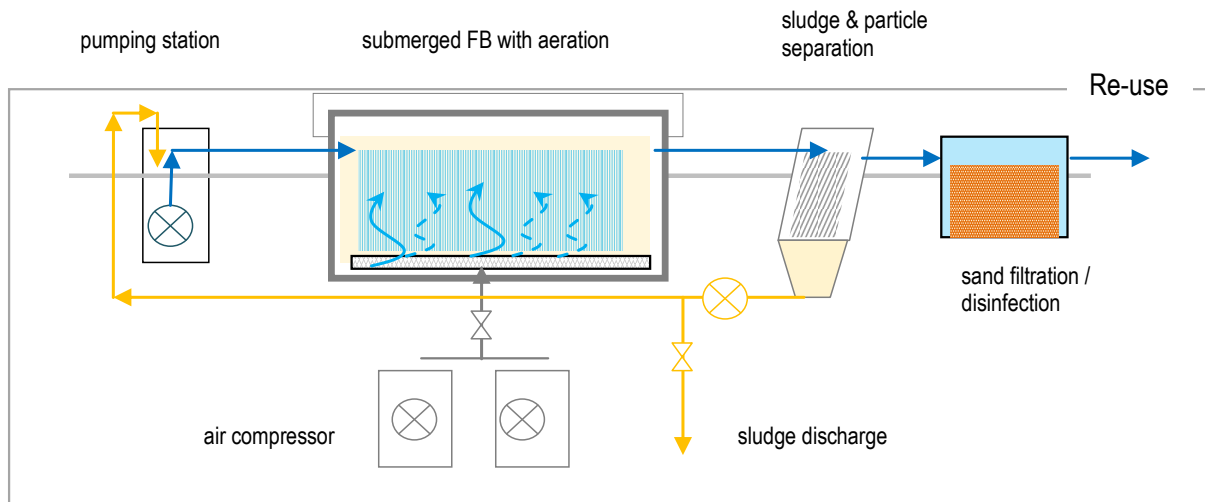


Figure 6: Process Flow Chart for submerged FB from Inlet to Outlet including aeration and sedimentation

Please find the following proves technical flow diagram (without pre-treatment and excess flow treatment): The development of the Ammonia Values is shown in the following diagram: as far as $E_H + O_2$

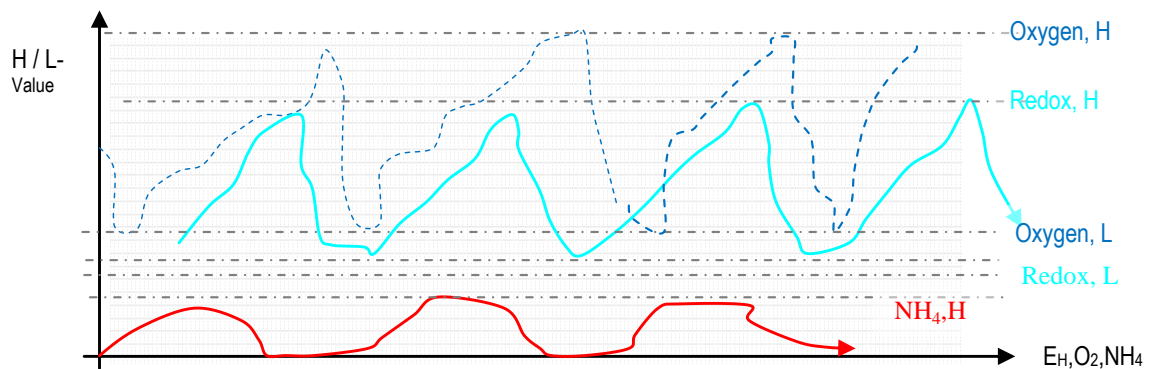


Figure 7: Software Visualization for Ammonia- Oxidation with Oxygen, Ammonia and Redox- Graph development over time period

According to the a.m. diagram, the values for parameters are interdependent. The PLC- control values (high and low switches) are: fixed.

NH_4 -value reaches set-point of 0,25 mg/l, so aeration is switched on upper set-point of 2,3 mg/l, the Redox/ E_H accordingly decreases down to 60 mV. Additional priority: should be $E_H \geq 50$ mV

Tab-1 Ranges for Oxygen, Redox and Ammonia Values for Nitrogen Removal Plants

A.Oxygen Range: outlet FB:		B.Redox- Range: outlet FB:		C.Ammonia- Range:	
Low:	0,7 mg/l	Low:	- 60 mVolt (+ / -)	Low:	0,05 mg/l
High:	2,3 mg/l	High:	+125 mVolt (+ / -)	High:	0,25 mg/l

The further Construction Design Criteria:

- No sedimentation of particles, causing oxygen- respiration

- Retention time in FB > 2 h for total NR.
- Surface load in FV and Final Treatment should be enlarged, if light substances cause foam on water surface
- Pumps with internal “open spiral” for gentle treatment (bacteria)
- Covering of the tanks is advantageous
- Moved Bed (MB) Systems are quite capable for Plants with high Ammonia- and Nitrite- loads (peak hourly load significant high). due to the intensified mixing and also dissociation, diffusion and pollution transfer effects. Moved Beds can be easily developed by enhanced sand-biofilters, such as DYNASAND- Bio-Filtration. The sand in a system like this, is responsible for filtration (elimination of particles) and also immobilization area for the biocenosis (Nitrosomonas and Nitrobacter). Compressed air moved the sand-bed by central suction pipe., during the sand – washing, the excess sludge particles will be discharged, clean sand can sediment at bottom cone a re-lifted in the next batch cycle.

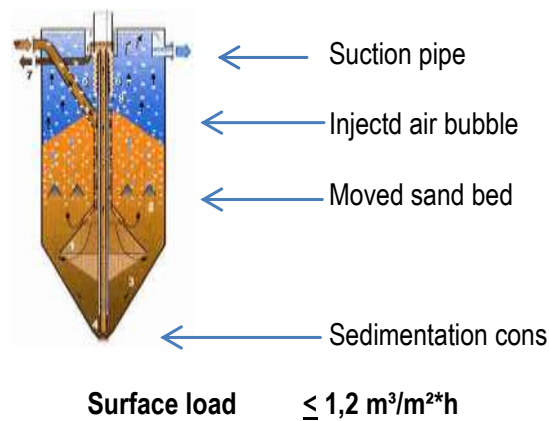


Figure 8: Moving Sand Bed Filter and Washer

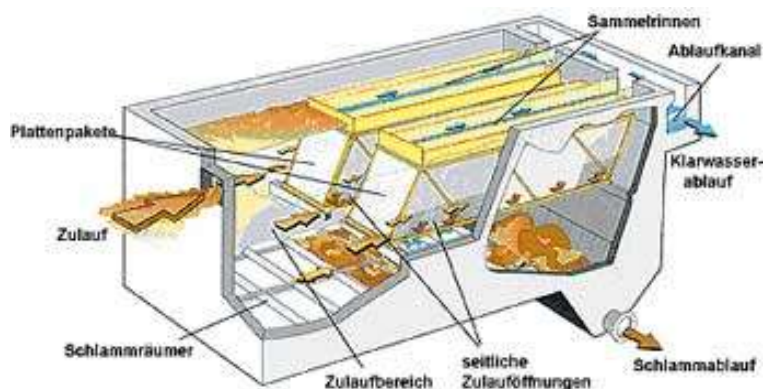


Figure 9: Suspended Sludge and Particle Sedimentation

For the sedimentation of sludge particles, a Lamella- type sedimentation tank can be used, connected with the outlet from NR. Due to the low growth rate of Nitrosomonas and Nitrobacter acc. Chapter 2.3, as much as bacteria has to be concentrated in NR stage.

3.4 Industrial UV- Disinfection System

Another essential limiting factor for AC- Plants, regarding the optimization of effluent water quality, is the Disinfection System.

Disinfection, this can be defined as follows:

- A) Use of UV-C-FUV light (254 nm wavelength)
 - Elimination of pathogenic bacteria, such as E. Coli, Streptococcus, Staphylococcus, Legionella
 - Elimination of protozoa such as Flagellates, Spironucleus and others
- B) Use of UV-C-VUV light (185 nm wavelength)
 - Photo-chemical Oxidation of TOC, DOC or COD with UV-C- light
 - Photo-chemical production of Ozone (O₃)

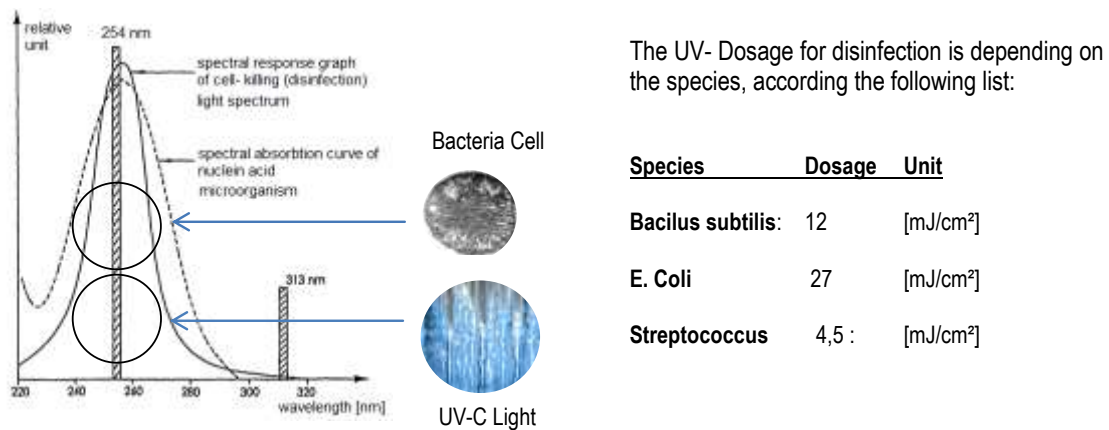


Figure 10: UV- Spectrum and bacteria UV-Absorption

3.5 UV- C- light Dosage Dimensioning

The dosage is expressed as energy per related area [mJoule/cm²] = [mWsec./cm²]. For average use, the dosage varies between 10 up to < 30 [mJ/cm²] and (in wastewater treatment effluent) up to 400 [mJ/cm²] acc. [5]

Basic Dimensioning Process for UV- Disinfection:

UV- Dosage = Intensity x Reaction time

⇒ UV- Dosage = UV Dos. [mJ/cm²].

⇒ Intensity = UV-C [mW/cm²]

⇒ Reaction time = RT [sec.]

Calculation of ^{min.} Required Reaction: time;

RT = UV Dos [mWsec/cm²] / Intensity [mW/cm²]

The Reaction time has to be chosen as prerequisite for System Design.

The required measure of the channel has to be calculated from

$$\Rightarrow V = Q / A_{\text{channel}}$$

$$= Q [\text{m}^3/\text{sec.}] / (B - (n \cdot b)) [\text{m}] + H_{\text{WL}} [\text{m}]$$

The required measure of the channel has to be calculated from

$$\Rightarrow V = Q/A = Q [\text{m}^3/\text{sec.}] / b [\text{m}] + h [\text{m}]$$

The following systematic sketch shows the water channel:

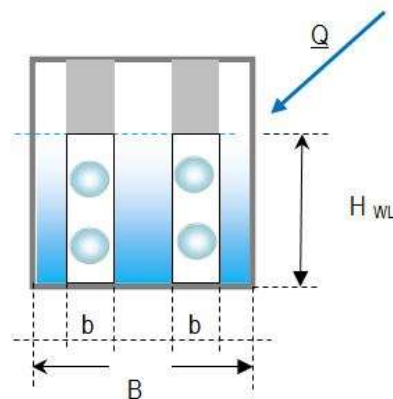


Figure 11: UV- Rack Installation Drawing in Water Channel

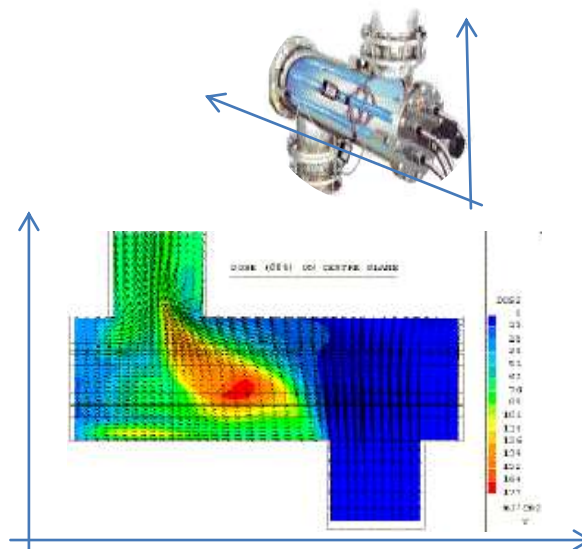


Figure 12: UV- Reactor in Test for Certification [6]

Under practical conditions, Reaction Times in < 20 seconds are enough, if the a.m. UV- Dosage will be ensured. The transmission, as a result from turbidity (concentrations of suspended solids in the water) is another essential factor.

Due to this fact, Fine Filtration such as Microfilters or Membranes are useful as upstream pre- treatment.

Based on lots of practical experiences with FB- Reactors, without suspended Biomass (Remark: biocenosis is completely fixed on FB- Filling Material, as shown in chapter 3.2), the transmission is > 75 %, this is good.

According to German Recommendations of GAGW [6] the constructional needs and energy intake inside UV- Reactors have to follow certain rules. The GAGW makes tests for each single module with single certificate for Application in Drinking Water or Processes for Production of Foods and products for supply of human essential needs.

In these cases, mainly stainless- steel UV- Reactors, like an example in Image I.15 with encapsulated Reactor Design were realized. These UV Systems can also be used for photocatalytic Oxidation, by use of UV- Light with approx.. $185 \text{ nm} < \lambda < 300 \text{ nm}$ wavelength.

For practical purpose of Dimensioning

Of UV- Systems, the following diagram according I.16 can be used

Energy transfer rate: 32 %

Lifetime Range: 4000 up to 8000 [h]

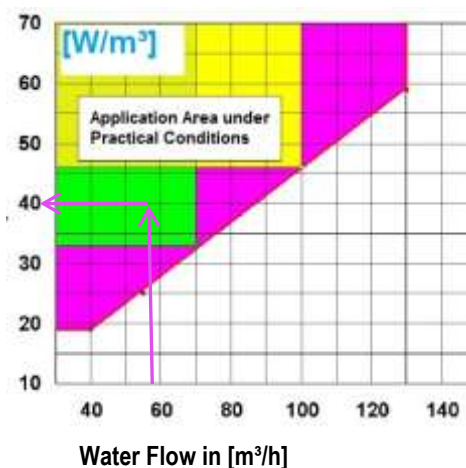


Figure 13: UV- Reactor Dimensioning Diagram

4 Water Analysis with Near- Infrared- Light [N-IR]

4.1 Laser- Spectrometric Water Analysis for Nitrogen- Components

According to the chapters above, Nitrogen- Components (NO_x) can be eliminated by Oxidation from Bacteria. The Oxide- Form such as Nitrate (NO_3), and Dinitrogen- Gas (N_2O) have to be analyzed for Process Efficiency Control. This device is connecting biochemical stage and chemical- physical evaluation. The daily Operation of the Water Treatment System is automated. Also, the Water Analysis can be automated by NIR, hereinafter called NIR-SA.

4.2 Scientific Background of Spectroscopic Analysis

The NIR is based on specific reactions of light and material (quantum mechanics background). The light areas are shown in the following table: The quantum mechanical ball- and- spring Model for Atoms of Molecules can be used for declaration of NIR-SA. The atoms are the **mass (weight) points** and the Atomic- Bonds are the **springs** (elastic bonds). Due to the **elastic**

couplings (springs), the atomic mass (atoms) after Immission of energy can **oscillate**. Based on **Hook's equation**, the Harmonic Oscillator and the specific oscillation frequency can be

- calculation of Oscillation Frequency:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

ν = frequency “f” in [Hz]

k = power constant of atomic bond (1/Nm)

μ = reduced mass, equal to $(m_1 * m_2) / (m_1 + m_2)$ for Nitrate

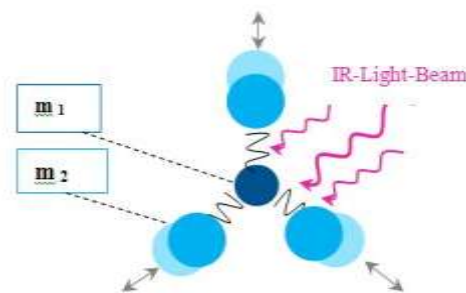


Figure14 : Atomic Model of Nitrate plus NIR-Light

- Calculation of Wavenumber ν'

The Wavenumber (ν') is the number of waves per registered length [cm]

$$\nu' = \nu / c \quad \text{or} \quad \nu' = f / c$$

\Rightarrow f in [Hz] c in [m/sec.] and c = light speed = 299.792.458 [m/sec],

\Rightarrow ν is equal to = frequency per second [Hz]

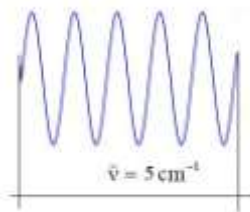


Figure 15 : Wavenumber per centimeter (Model)

- Calculation of Activating Infrared- Energy ΔE (IR-Energy)

$$\Delta E = (E_{\nu+1} - E_{\nu}) = h\nu_0 \left[(\nu+1 + \frac{1}{2}) - (\nu + \frac{1}{2}) \right] = h\nu_0$$

Energy of 1 Photon: $\Delta E = h\nu = hc / \lambda = 10^2 \text{ cm/m} h c \nu'$

ν_0 = Oscillation Frequency of Harmonic Oscillator

ν' = Wavenumber /cm

ΔE = Energy, needed for Activating the Molecule via (IR-) Light

The Oscillation Frequency of the molecule is proportional to the Activating

Frequency (ν_0). The position of IR- graph can offer Informations to the **reduced mass** and **power constant** of an Oscillator, with 2 dipolar Atoms with the mass (m_1) and (m_2), according to the Figures above.

The analyzed graphs in each IR-SA-spectrum demonstrate high wavenumbers, the lower the oscillating mass (m_x) is and the higher the power constant of the Oscillator is. The power constant (or “strength of elastic spring in quantum model”) is low, if the bipolar character of the molecule is high (e.g. the difference between polarity of the atoms).

4.3 Consequence of scientific model for IR-SA Analytic of Nitrate

Based on this calculation, mathematic results will show, that the molecular oscillation frequencies are located in the Infrared- Region. Different oscillation forms are known, in IR- Region all (only) oscillations are IR-active, which causes **changings in dipole moment** of the molecule.

These oscillations are specific for the most Atoms, and data bases for these essential atoms can be used. The IR- Absorption Graphs will be compared with data bases, and the analysis of the water contamination, such as Nitrate- Anions (NO_3^-) can be automated. The element type (molecule to be analyzed) and the type of oscillation of this specific molecule and the atoms of the molecule can be detected and evaluated. The “**fingerprint**” of the most molecules can be found in the range of 780 to ≤ 1.500 nm wavelength, this is the area of Near-Infrared (N-IR) - Range for IR- Spectroscopy NIR-SA. In this area, lots of deformation oscillations and valence oscillations of heavy atoms can be found.

4.4 Emission and Immission Model - Practical anal Analytical Results

Spectroscopic Analysis is based on the Immission of a light beam into the liquid to be tested, the specific absorption of light energy in the wavelength of the dissolved and/or dissociated pollutions, such as NO_x and others, and the Emission of (the remaining) light. absorption. The difference of (Immission-/Emission) is the amount of energy transferred to the molecules and/or their Molecule Bonds.



4.5 Function Description of NIR-SA- Applications

The area for Application of NIR-SA are quite wide, as shown in the following Table.

Tab-2: Light Areas for Spectroscopic Analysis of Water Components

Name	Abbreviation	Wavelength (nm)	Wavenumber (1/cm)	Frequency [THz]
Ultraviolet	UV	< 200 nm – 380 nm	50.000 – 26.316	1.499 – 788,93
Visible Light	VIS	380 nm – 780 nm	26.316 – 12.821	788,93 – 384,35
Near Infrared	NIR	780 nm – 1400 nm	12.821 – 7.142,9	384,35 – 214,14
Near Infrared	NIR	1.000 nm	10.000	299,792

4.6 Monochromatic Device for separation of specific wavelength

The Light source is a white light (\Rightarrow enables all frequencies needed for application) or monochromatic Laser Beam light, such as N-IR (780 nm) as shown below.

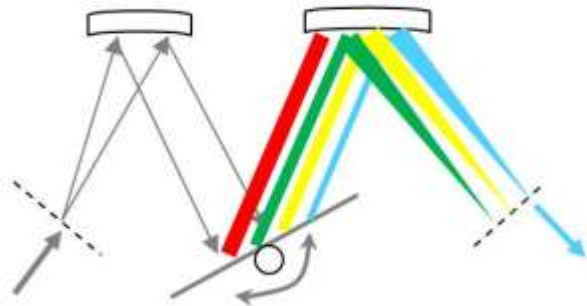


Figure16: Czerny Turner Monochromating System

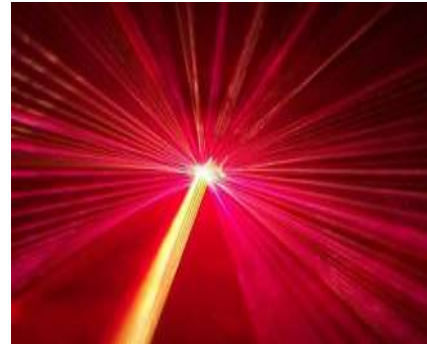


Figure-17: IR-Laser Light Beam

The incoming light is selected by a slit plate (left), us focused by a mirror (above), divided into its spectral colors (below) according their wavelength by use of a moveable gating , focused again by a mirror (above) , selected by a slit plate (right) and detected by the detector (not shown) , described below.

4.7 IR-Detector for Analytical Evaluation

After crossing the above mentioned Monochromatic Device, the light penetrates a glass (5) and gas-room (blue) and the reflective membrane (4) on which the light beam of the inner light source (1) after concentrating by the lens (2) and selection by a gating is reflected. The invers lens (3) produces a 1:1 reflection of the light from (1) - upper part and the light specification details contacts the reflecting membrane. The detector (6) , such as CCD color image camera, makes Images of the spectrum and evaluates the selected wavelength by analyzing the colors .

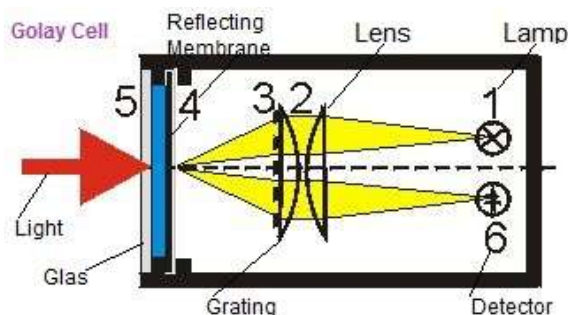


Figure-18: Golay- Cell IR- Detector

4.8 IR-Spectrum of NO_x – Molecules and Water

In Water Treatment Plants, the Oxidation Products such as Nitrate and Dinitrogen Oxide will show the specific graphs as IR- Absorption- IR- Results , compared with the IR- absorption of natural Water.

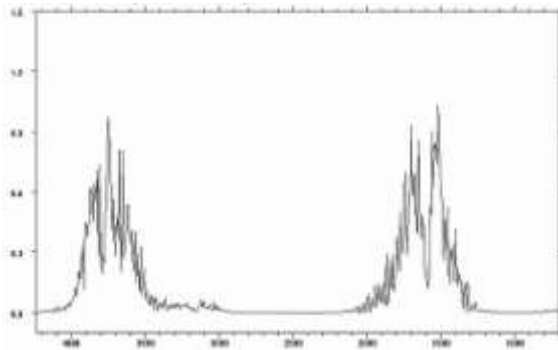


Figure 19: IR-Absorption of Water

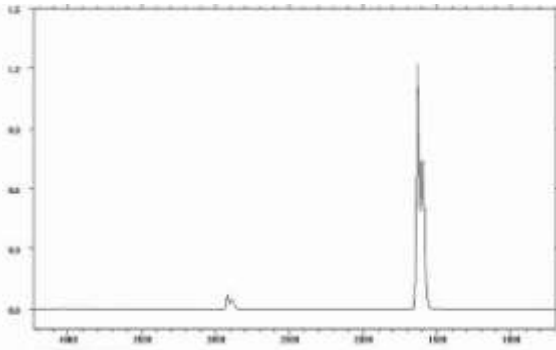


Figure 20: IR-Absorption of Nitrate

Definition of the Details in the graphs above:

- The x-Axis is the unit for Wavenumbers in (1/cm)
- The y-Axis is for the Absorption / Transmission in (%)
- The max. Penetration (zero Absorption) is in the upper part, and high up to total absorption is below near x- Axis. That means, Absorption rates are illustrated as negative peaks in the graph.

Summary

In Plants with integrated modern N- Removal Systems for improvement of Aquaculture conditions, water treatment efficiency and increase of the productivity, the a.m. dimensioning and design criteria (rules) can be used.

Further improvements such as Disinfection for reduction of the (growth limiting) influence of bacteria growth and De-Nitrification (to reduce limiting influence of Nitrate, especially concerning growth and health status) has to be considered

The implementation of both steps, N-Removal and Disinfection by PLC-controlled UV-C- immersion as elaborated in this article, will ensure optimized hygienic and production conditions – as an advantage for the Plant Owner and Environment.

Even for some toxic components, the same UV-C- Disinfection can easily be adapted and developed into an UV-C -Chemical- Oxidation system (Ch-Ox), by changing the UV- beamer lamps and PLC- control for the required Dosage.

This example at the end of this article is able to demonstrate the flexibility of a technology. like this.

References

- [1] LAZAN, B. ISBN-10: 6130108273, Fast Book Publishing, 2010, 64 Pages, Aquakultur, Fischzucht als Innovativer Wirtschaftszweig
- [2] SEKOULOV et al., ISBN-10: 3486262963 , Oldenbourg Verlag, 304 Pages, Stickstoff- Kreislauf im Wasser
- [3] FRITSCH, St. S. , M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034869-3 , 46 pages,

- Dolphin- Verlag Construction and operation of DeNitrification Filtration Systems with Process Control , Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, insert: ISBN
- [4] FRITSCH, St. S. , M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034868-6 , 29 pages, Dolphin- Verlag Scientific Bases of Nitrification and De-Nitrification, Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, Insert: ISBN
- [5] LENNTECH, Disinfection with UV- light (2009), website of Comp. L, link: <http://www.lenntech.de/bibliothek/uv/uv-info.htm> , Internet publication
- [6] GAGW, O. Hoyer, German Association for Gas and Water, Requirements for UV disinfection Systems and Operational Needs, Publication Journal, 2007, Link: www.gesundheitsamt-bw.de/.../UV_Desinfektionsgeraete_Hoyer.pdf
- [7] ANSYCO, IR- Spectroscopic Analysis Instruments, Internet Publication and Data Base for lots of Molecules / Pollutions, 2011, link: <http://www.ansyco.de/CMS/frontend/index.php?idcatside=44>
- [8] JACOB, Prof., University of Applied Science of Nürnberg, Quantum Mechanics for Spectroscopic Analysis, 2011, Internet Publication download, link: <http://www2.ohm-hochschule.de>
- [9] SUTTER et al. , IR- spectroscopy Analysis of Sulfate, Nitrate and Carbonate, www.lpi.usra.edu
- [10] GMBU e.V., Institute for biological, Medical and environmental science, Internet Presentation, 2011, Spectroscopic Analytic Methods and Imaging

ANOXIC AND ANAEROBICALLY NITROGEN- REMOVAL (A-NR), DIMENSIONING AND DESIGN CRITERIA FOR A-NR-PLANTS

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausen, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: Proteins in Water and Wastewater cause Nitrogen- Loads. The elimination of different Nitrogen- Forms by use of biochemical methods with specialized bacteria will be described, based on the biochemical process. The step- wise calculation of the N- Removal- Dimensioning of Moved Bed Bioreactors is shown in details. The online control of parameters Redox, Oxygen and Nitrate is shown in practical examples as far as the needs for the process phases.

Keywords: Biological Water and Wastewater Treatment, Carbon Removal, Ammonia Elimination, Nitrite and Nitrate Elimination, Fixed Bed and Moved Bed Bio- Reactors, Anoxic and Anaerobic Biochemistry of Microbiological N- Elimination, Dimensioning Calculation for Moved Bed Bio- Reactors, Online- Process- Control, REDOX- Value, Design Criteria, Examples for Practical Application

1 De-Nitrification

1.1 Definition of De- Nitrification

The De- Nitrification is a common expression and can be defined as follows:

De- Nitrification is the biological Removal of Nutrients such as (NO_x), that means, Nitrogen in the oxidated chemical state form like Nitric Acid (NO), Nitrous Oxide (N_2O), Nitrite (NO_2) and Nitrate (NO_3) based on biochemical reduction implemented by specialized bacteria such as *Pseudomonas denitrificans*, *Pseudomonas stutzeri*, *Thiobacillus denitrificans*, *Paracoccus denitrificans* and others.

For implementation of denitrification, **anoxic conditions** are needed, that means no free dissolved or dissociated oxygen, only oxygen in bound form as **N-O-x**.

The technical equipment, needed for De-Nitrification is a specialized bioreactor with several variation options. Some quite effective methods will be described in this publication.

As prerequisite for De-Nitrification, Nutrients such as Urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), Uric Acid ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$), Amino Acid (x-COOH-NH_2) and Amines (NH_2) which will be released during protein metabolization, have to be oxidized by Nitrify Bacteria, such as Nitrosomonas and Nitrobacter during the biochemical reaction of Nitrification.

The biochemical process and dimensioning of the De-Nitrification and also construction and design criteria for planning and engineering of these water treatment systems will be described in this publication, too.

1.2 Overview of the most effective De-Nitrification Methods (short description)

Due to the fact, that there are hundreds of variations of De-Nitrification systems worldwide, in this elaboration only some effective and advantageous and also innovative systems will be described. Innovative means, that elimination rates of NO_x - loads per hour will be enlarged, while O+M- costs can be reduced at the same time.

De- Nitrification Systems (extract):

- Submerged Fixed Bed (FB) with filling material such as foam glass, calcined porous clay, foam polymer, plastics rings and packings, sand, gravel, Activated Carbon or Anthracite.
- Moved Bed (MB) with filling material such as foam polymer balls, plastics rings and packings, fine sand, fine Activated Carbon (AC) or AC- dust and others.
- Simultaneous De-Nitrification such as a variant of Activated Sludge Systems (ASS).
- Ultrafiltration Membrane Systems (UF) such as MBR (Membrane Bio-Reactor).
- Submerged Rotating Drum filter (RDF).
- Interval- and Redox- controlled high capacity De-Nitrification.
- De- Ammonification by Activated Carbon (moved bed / “swirl bed”) AC- particles for fixed.

1. step: Elimination of the first 50% Ammonia- NH_4 direct into Nitrite- NO_2 and 2. step: the second 50 % Ammonia- NH_4 and the internal produced Nitrite- NO_2 (from step-1) into Dinitrogen- NO_2 by anaerobic oxidation. No carbohydrates are needed.

2 Biochemical Background

2.1 De-Nitrification Bacteria in specialized biocenosis

The following well known bacteria are enabled to denitrify NO_x into Dinitrogen- NO_2 –Gas (Fig. 1):

Pseudomonas stutzeri

Thiobacillus denitrificans

Pseudomonas denitrificans

Paracoccus denitrificans

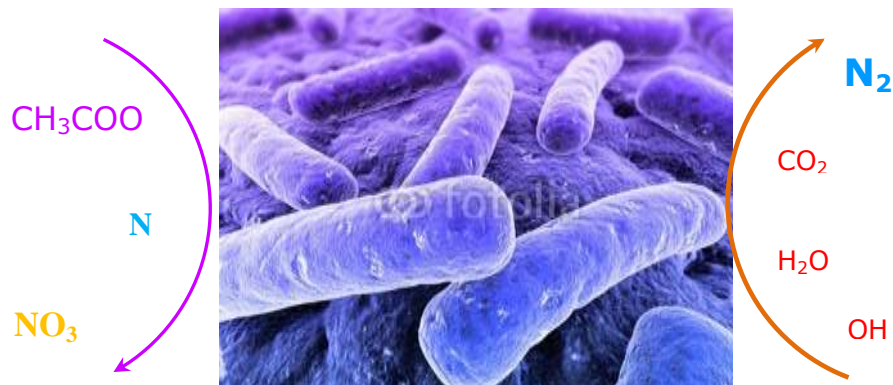


Figure 1: Pseudomonas Bacteria, REM- Image

The a.m. bacteria are suspended in the water treatment tanks, developing

- Sludge Flocs, micro- and macroflocs (several μm diameter) such as Activated Sludge.
- Sludge “pellets”, look similar to “balls”, predominantly in anaerobic areas, such as De-Ammonification.

Biofilms, formed in several layers, up to 1 – 2 mm thickness and more, basic layer: anaerobic zone, between layers anoxic zone, aligned to the water aerobic zone, if oxygen is available (Fig. 2, Fig. 3).

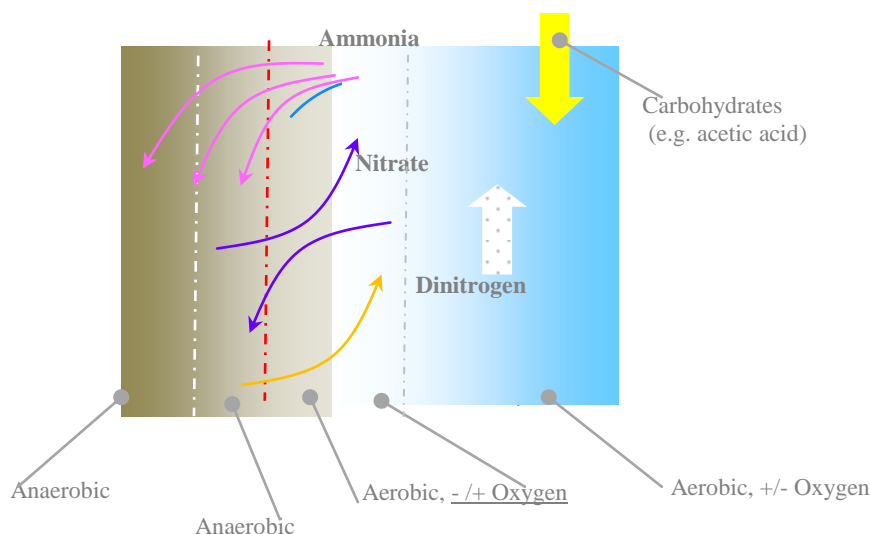


Figure 2: Biofilm with different layers

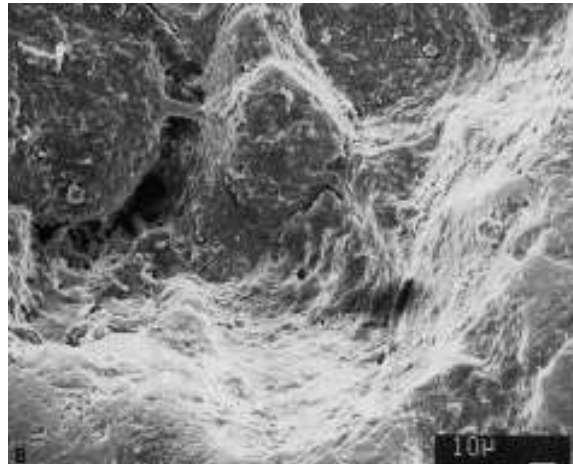


Figure 3: Biofilm on sand. REM- Image

The bacteria are **optional anaerobic specialists** (“facultative”), that means they are enabled to use dissolved oxygen (O₂) as good as chemical fixed oxygen like (NO_x), this is typical anoxic. For anoxic N- Removal (An-NR), carbohydrates and oxygen- concentrations near the zero point (approx. 0 up to < 0,1 mg/l).

The carbohydrates, such as acetic acid liquid with approx. 5 – 10% concentration, has to be injected with dosage pumps from outside. The nutrients, carbohydrates and excess-products such as Dinitrogen are moved by diffusion “in” and “out” (bidirectional).

2.2 Dimensioning of De-Nitrification

The essential factors for Design of Denitrification are:

- Denitrification capacity of the biocenosis and/or the Activated Sludge.
- Substrate supply, such as carbohydrates (e.g. acetic acid, measured as DOC).
- Temperature and chemical water conditions (such as ks 4.3, content of acid buffers).
- Avoidance of limiting factors, e.g. oxygen concentration (too high), Nitrite-concentration (too high), heavy metals concentration (inacceptable), Nitrous Oxide (N₂O, toxic).

The main chemical reactions for step- wise De-Nitrification are listed below on Fig. 4.

Reaction for **De- Nitrification** by *Pseudomonas denitrificans* *i.a.*

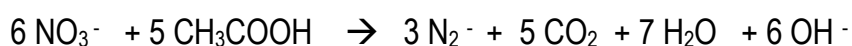


Figure 4: Equation of chemical oxidation of Nitrate with Acetic Acid

The Dosage of carbohydrates is essential:

Dosage of min. 5 mol acetic acid with specific molecular weight of 32 gr./mol for Denitrification of approx. 6 mol nitrate with molecular weight of 62 gr./mol. This stoichiometrically demand is only theory. Under practical conditions, approx. 30% more. That means: approx. 6,7–7,0 mol acetic acid for 6 mol nitrate elimination are needed. As liquid concentration approx. 10% for acetic acid (AAC) are capable. Other carbohydrate sources are Ethanol, Methanol, Citric Acid and similar derivatives.

The Flow- chart for upstream De-Nitrification with Nitrification and Final Settling for Activated Sludge Systems is shown in the next drawing, to explain Return Sludge (RS) and Recirculation Flow (RF) influence (Fig. 5).

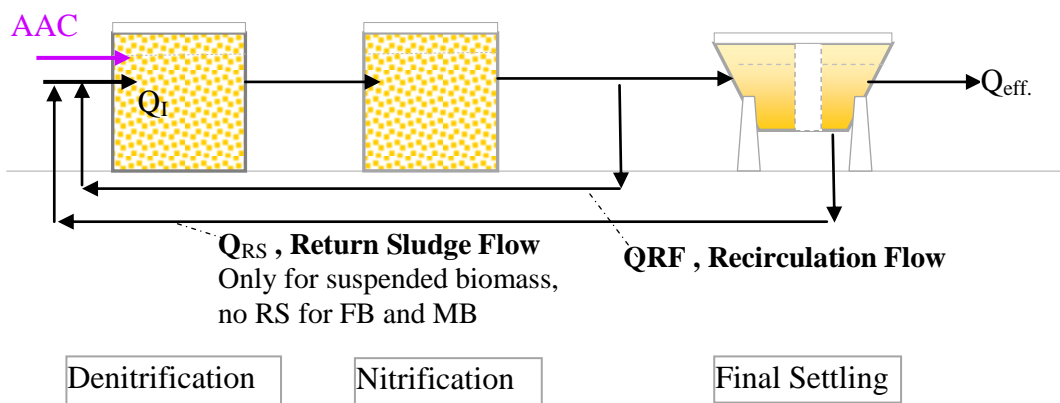


Figure 5: Flow chart for Upstream De-Nitrification with Nitrification and Recirculation

The main chemical reactions for step- wise De-Nitrification are listed below:

The Recirculation Rate is defined as relation of recycled water relative to Inlet Flow (IF) into the System.

$$RR = (QRF + QRS) / QI \text{ values: } QI,$$

$$Q_{eff.} = \text{Inlet and Effluent Flow} \quad [m^3/h]$$

$$QRF = \text{Recirculation Flow} \quad [m^3/h]$$

$$QRSI = \text{Return Sludge Flow} \quad [m^3/h]$$

For the a.m. example (upstream De-Nitrification), the De-Nitrification-capacity [%] is depending on the amount of nitrate, which can be recycled. Finally, the effluent value of nitrate in case of “total De-Nitrification” corresponds to the dilution factor, as result of Return Flow/Inlet flow ratio.

The dimensioning of De-Nitrification (DN) will be shown with an example for submerged Moved Bed Reactor.

Installation Diagram for Moved Bed DN- Reactor (Fig. 6).

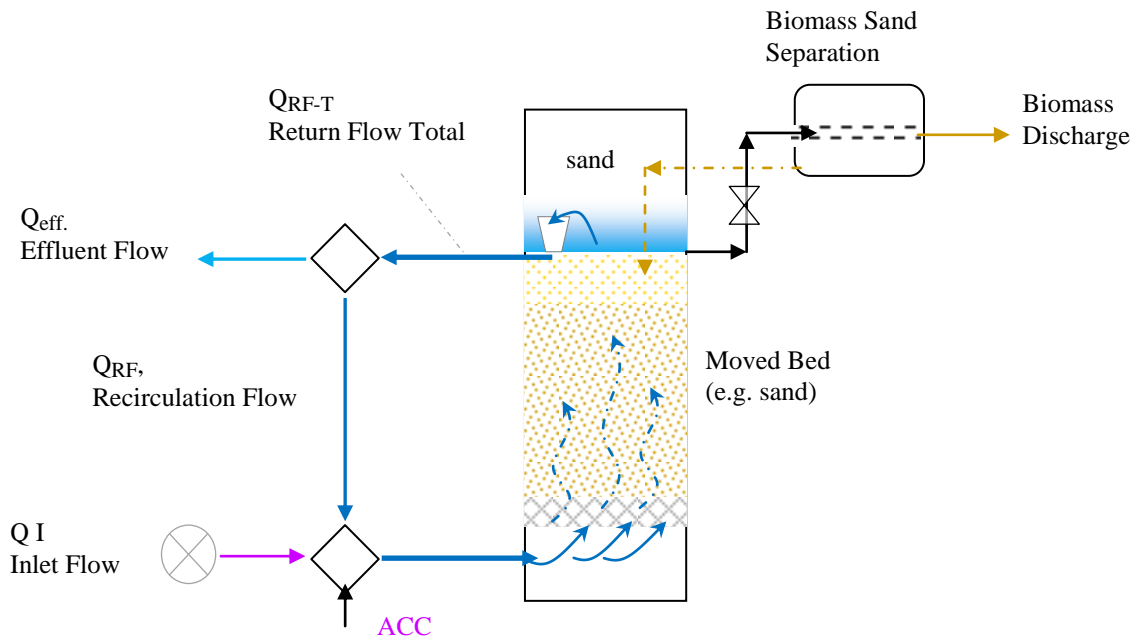


Figure 6: Process Flow Diagram for Moved-Bed-Denitrification

Process Description: The Inlet Water flow (to be denitrified) will be transferred to mixing chamber to be mixed with Recirculation flow. For 75% DN- Elimination degree, min. > 300% of Return Ratio has to be ensured. The mixture of Inlet and Recirculation flow will be injected near the bottom of MB-DN- Reactor, passing the MB (moved sand filling on which the biocenosis) (e.g. Pseudomonas denitrificans) is grown on (Biofilm!). During contact time, the NO_x -components will be de-nitrified into Dinitrogen (N_2), Gas eliminated by molecular ventilation.

One part of the denitrified Flow will be discharged to Sand-Biomass-Separation, for dividing into Biomass- Sludge flow (to be excessed outside the system) and Return Flow.

The Return Flow Total ($Q_{\text{RF-T}}$) consists of Effluent Flow (Q_{eff}) and Recirculation Flow (Q_{RF})

The collection and division chamber divides into these 2 streams and the will be recycled and mixed again, with the Inlet Flow (Q_I).

Table 1: Dimensioning Design Data: for Moved-Bed-Denitrification

Abbreviation	value	unit
Expand. height sand Filter Bed: (H_{FB}):	4,4	m
Expansion (Ex):	120,0	%
Filtration Material (sand(), diam.	0,5	mm
Recirculation Rate (RR):	0 - 300	%
Area Load (A_L):	22,0	m / h
Biol. DS. Concentration: (MLSS):	23 - 27	kg/m ³
Volume related: Denitrification capacity (η_{DN}):	2 - 5,2	kg[N] / m ³ *d

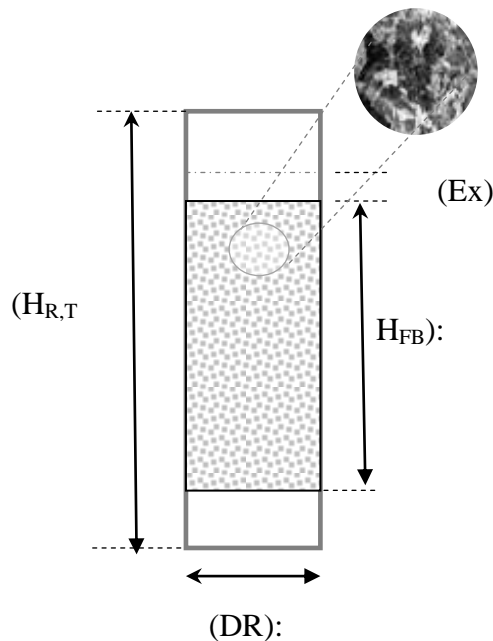


Figure 7: Basic Design Dimensions for Moved- Bed- Denitrification

Calculation for inlet flow

$(Q_I) = 25 \text{ m}^3/\text{h}^*$: *incl. peak factor (16/24) h/d

Nitrate-N concentration (Total-N): 34 mg/l equal to $(\text{g}/\text{m}^3) = 0,034 (\text{kg}/\text{m}^3)$

Daily water flow to be denitrified: $(16 \text{ h/d} * 25 \text{ m}^3/\text{h}) = 400 \text{ m}^3/\text{d}$

Total-N Load to be denitrified (ΔN): $(400 * [(0,034 * 1,1)]) = 14,97 \text{ kgN/d}$

Chosen η_{DN} : min. $1,9 \text{ kg}[N] / \text{m}^3 * \text{d}$

Chosen η_{DN} : max. $4,8 \text{ kg}[N] / \text{m}^3 * \text{d}$

Required Sand Volume (V_{sand}) min. $(14,97 / 1,9) = 7,9 \text{ m}^3$
 min. $(14,97 / 4,8) = 3,2 \text{ m}^3$

Required Reactor Area (A_R): min. $(7,9 \text{ m}^3 / 4,4 \text{ m}) = 1,8 \text{ m}^2$

Required Reactor Diam. (D_R): min. (DR): $= (4 * A_R / \pi)^{1/2}$
 $= (4 * 1,8 / 3,1416)^{1/2} = 1,52 \text{ m}$

Chosen total Height Reactor ($H_{R,T}$) $= (4,4 + 1,5) = 5,9 \text{ m}$

Chosen Reactor Diam. (DR): $= 1,6 \text{ m}$

Net Reactor Area (AR): $= (\pi * 1,6^2) / 4 = 2,011 \text{ m}^2^*$

*greater than required. AR $1,9 \text{ m}^3$

Total Net Sand Bed Volume $= (\pi * 1,6^2) / 4 * 4,4 = 8,84 \text{ m}^3$ Moved Bed Sand Filling

Requirement is fulfilled, because of $8,84 \text{ m}^3$ is greater than $7,9 \text{ m}^3$ min. required sand bed volume.

$$\begin{aligned} \text{Total Net Reactor Volume (V}_R) &= (\pi * 1,6^2) / 4 * 5,9 \\ &= 11,86 \text{ m}^3 \text{ Total Reactor Volume} \end{aligned}$$

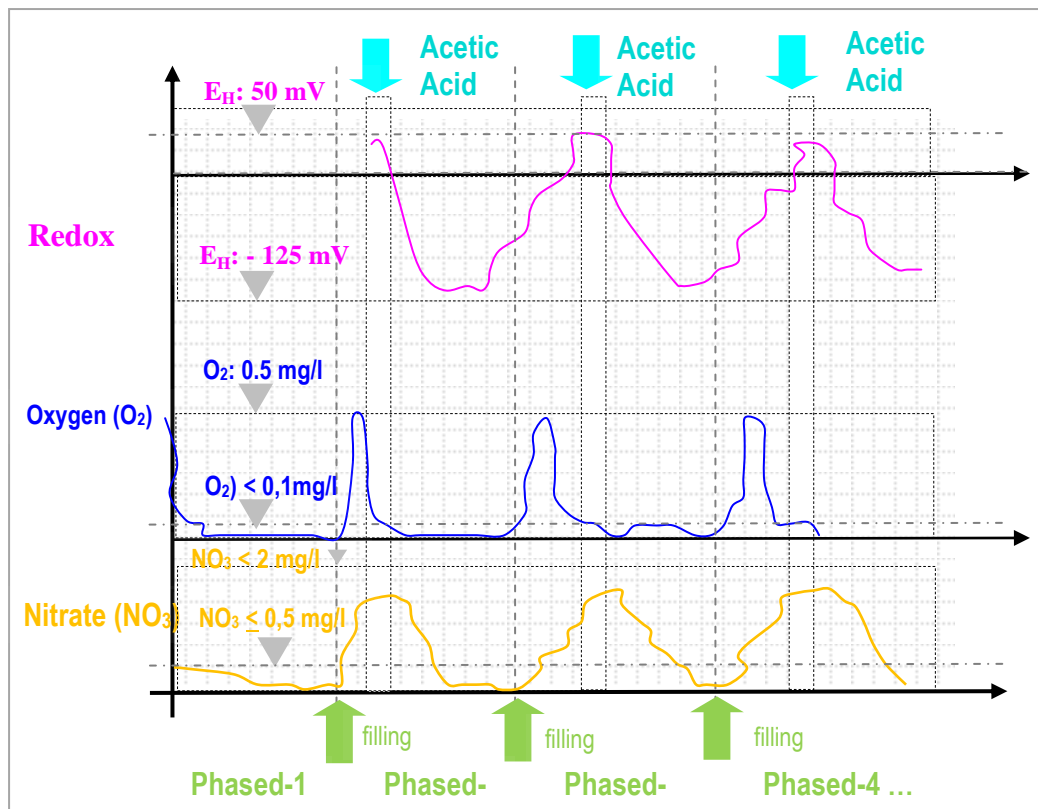


Figure 8: Process Control Flow Chart for phased operation

The **a.m. Process** will be controlled by REDOX- Controller with additional Limit Switches (priority!). The **Min- Value of Redox** (pink) is approx. $- 125 \text{ mV}$. Reaching this value, Nitrate will be eliminated near to the Zero-Point ($\leq 0,5 \text{ mg/l}$), which is less than required effluent value incl. reserve. The **Max- Value of Redox** (pink) is approx. $+ 50 \text{ mV}$. Reaching this value, Nitrate (**orange**) is gently rised but (priority) not reaching the Nitrate- Max- Value of $\leq 2 \text{ mg/l}$.

Nitrate can rise as raction from Filling the Rector (**green**) . (Note: phased / batch strategy is preferred for this reactor type) – meanwhile prerequisite the **Max- Value of Redox and Nitrate is below set- point**.

Under practical conditions, Nitrate (**orange**) is the entire time far below the limit value of $0,5 \text{ mg/l}$ and increase of this value is allowed and a consequence of the filling process. By filling the reactor, the **Area-Load of 22 m/h** is increased for a limited time (Filling time, which is $\leq 5 \text{ min.}$) with $+ 50$ up to $+100 \%$, but not more than 44 m/h , as a “mild increase”, but (priority) not reaching the Nitrate- Max- Value of $\leq 2 \text{ mg/l}$.

The **Max- Oxygen Value** (blue) is $< 0,5 \text{ mg/l}$ and any increase of this value is result from the a.m. filling phase, as already described for the Redox- Value- increase. Oxygen and Redoc- value will increase accordingly.

Due to the fact, that (indeed!) Oxygen is increasing but without reaching the Max- Oxygen Value (blue) is $< 0,5$ mg/l, although a filling phase is initialised, all the a.m. priorities are met.

Under practical conditions, this Process concept has proven and some special software and hardware products are available for the implementation of this technology [6].

2.3 Design Criteria for De-Nitrification

Based on the capable Dimensioning as already shown by the example. In Chapter 2.2, further Design Criteria have to be considered as essentials.

- Diameter/Height- Ratio: For Moved Bed (submerged) $D/H < 0,27 - 0,4$ [-].
- Sufficient Expanding Volume, due to volume demand in case of “lifting effect”, due to injection peak flow and injection average flow, needed for moving the bed- components (e.g. sand). Plus 20 – 40% height demand in function.
- Molecular Excess- Gas, such as Dinitrogen (N_2), have to be depressurized degased out of the Reactor (e.g. by non- return, one-way- gas-expansion valve or scalable pressure valve).
- In soft water types (low “hydro-” / bicarbonate concentrations, e.g. HCO_3^-) alternative the buffered, dissociated salt- form of the a.m. carbohydrates (e.g. acetate instead of acetic acid, citrate instead of citric acid) has to be used for C- dosage, as liquid solution
- Batch- Reactor Filling Strategy can be useful: This means definite no. of filling batches, for biochemical reduction, break and discharge phase plus sludge excess phase have to be realized. The phase-wise reduction of (N) has to be multiply with (n) no’s .of batches. This result has to correspond with “Total-N Load to be denitrified (ΔN)”.
- Recirculation Rate (RR) has to be controlled by (avoidable) oxygen transfer into anoxic Deni- Zone (or Deni- Phase for phased- function). Oxygen-concentration has to be controlled $< 0,1 - 0,2$ mg/l. and for short times (e.g. filling phase) $< 0,5$ mg/l. Otherwise, the Required Total Net Reactor Volume (V_R) and / or length of Deni- phase has to be enlarged accordingly.
- Further Design Requirements are possible, due to the special water type and wastewater characteristics.
- Components of the Process- control are shown in the following graphic (Fig. 6) according [6].

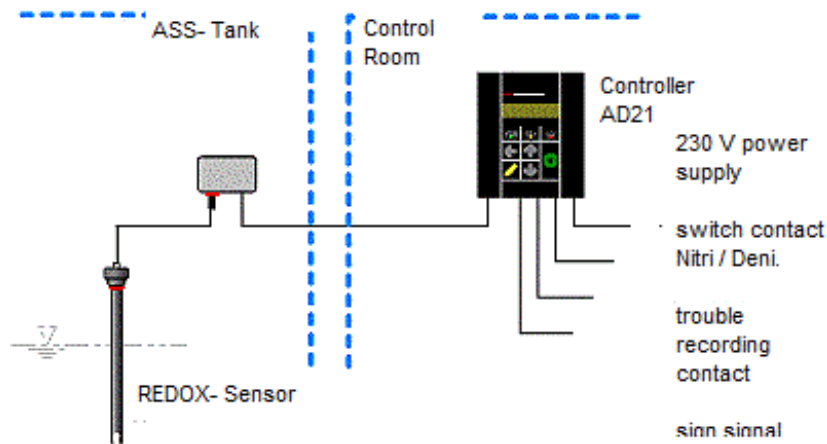


Figure 9: Hardware for Denitrification REDOX- Control [6]

3 Special N- Removal Systems

3.1 Moved- Biofiltration plus integrated De- Nitrification

De- Nitrification plus Fine- Filtration in 1 Biofilter- Reactor

The moved sand bed will be lifted with airlift pumps in central hose pipes, water and sand will be divided into the 2 components, sand will be sedimented and compacted to any effective sand- filtration bed. A part of sedimented sand will- again- be lifted and the next batch begins. Permanently and non-permanently function possible. Denitrification by injection of carbohydrates (Fig. 10).



Figure 10: Moved- Biofiltration plus integrated sand- filtration

3.2 N- Removal by De-Ammonification

De- Ammonification by specialized Biocenosis “Planctomyces”.

N- Removal under complete oxygen-free (anaerobically) conditions direct from Ammonia, without carbohydrates

1. step: Elimination of the first 50% Ammonia- NH_4 direct into Nitrite- NO_2
2. step: The second 50% Ammonia- NH_4 and the internal produced Nitrite-

NO₂ (from step-1) into Dinitrogen- NO₂ by anaerobic oxidation. No carbohydrates are needed.

This innovative system saves operation and energy costs, N-Removal > 90% possible

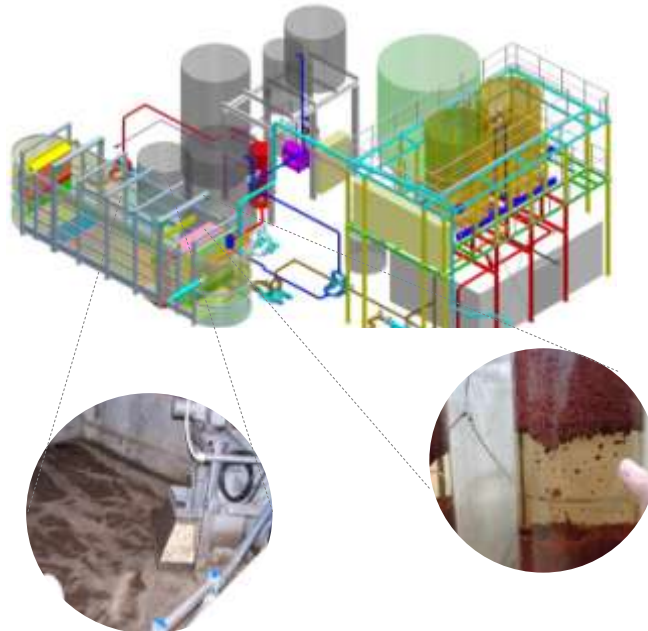


Figure 11: Deammonification- 3D Drawing / engineering, 2 fotos from typical DA-Biocenosis

4 Spectroscopic Nitrate Analysis – Light based Systems

4.1 Infrared (IR-) Spectroscopic Analysis

According to chapter 2.2, Nitrogen as Nitrate (NO₃) will be produced from Nitrobacter Bacteria and cumulates in water. The Analysis of water samples can be done by Spectroscopic methods, by using the **Immission Energy** of a light source in the sample and detector for measuring the energy and frequency of the **Emission Light** out of the water sample.

4.2 Infrared (IR-) Light Area for Spectroscopic Analysis

The following areas for IR- water Analysis are essential (Tab. 2).

Table-2: Infrared- Areas for Spectroscopic Analysis, e.g. for Nitrate

Name	Abbreviation	Wavelength	Application
Near Infrared	NIR	780 – 1.400 nm	IR- Spectroscopy
Short Wave IR	SWIR	1.400 – 3.000 nm	
Mid Wave Infrared	MWIR	3.000 – 8.000 nm	
Long Wave Infrared	LWIR	8.000 – 15.000 nm	
Wavelength = 1 [nm] / Wavenumber [1/cm], conversion factor [cm] into [nm] = 107 1 m = 100 cm = 1.000.000.000 nm [109] = 1.000.000 μm 1 cm = 10.000.000 nm [107] 1 nm = (1 cm / [107]) = (1 m / [109])			

The Wavenumber (ν') is the number of waves per registered length [cm] and can be calculated:

$$\begin{aligned} \text{Wavenumber} &\Rightarrow \nu' = \nu / c && \text{units} && f \text{ in [Hz]} \\ \text{or} &\Rightarrow \nu' = f / c && && c \text{ in [m/sec.]} \\ c &= \text{light speed} = 299.792.458 && && [\text{m/sec}] \\ \nu \text{ is equal to} &= \text{frequency per second} && && [\text{Hz}] \end{aligned}$$

Table 3: Wavelength and frequencies for Spectroscopic Analysis

Wavenumber	Wavelength	Frequency	Abbreviation
10.000 [1/cm]	1.000 nm	299,792 THz	IR- Spectroscopy
1.000 [1/cm]	10.000 nm	29,792 THz	IR/ Terra-Heart-Spec.

4.2 Infrared (IR-) Light Area for Spectroscopic Analysis

Wastewater and also Groundwater, e.g. percolation into the ground, includes the following dissociated Ions as pollution loads, such as Nitrate and Sulfate- Anions [NO_3^- , SO_4^{2-}] to be tested with spectroscopic water analysis. According to the method for field investigations for water, soil and contaminations [7], IR- Absorption indicates these above mentioned Anions in the areas, where Infrared- Light will be absorbed max.

- **Sulfate** (SO_4^{2-}) as Anhydrite (CaSO_4) can be found at 2.235 [1/cm] wavenumbers.
- Sulfate dissociates in water into Sulfuric Acid (H_2SO_4 or $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$).
- **Carbonate** (CO_3^{2-}) as Carbonic Acid (H_2CO_3) can be found at 1.429 [1/cm] wavenumbers. Carbonic Acid dissociates in water, as reaction partner of Calcium- Cations (Ca^{2+}), into Hydrogen [H^+] + Hydrogen Carbonate [HCO_3^-].
- Nitrate (NO_3^-) as Natrium- Nitratite (NaNO_3) can be found at 2.852, 2.426 and 1.394 [1/cm] wavenumbers. Nitrate is dissociated in water from Nitric Acid (HNO_3) or Nitrous Acid (HNO_2).

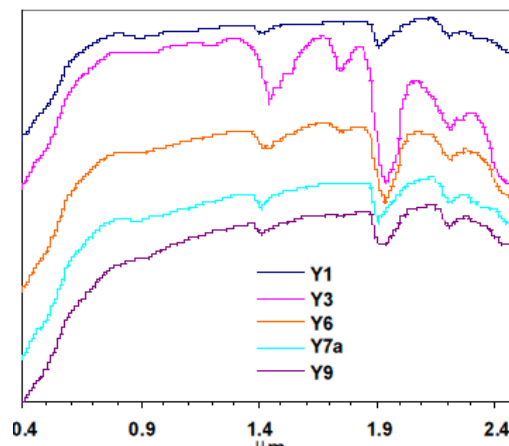


Figure 12: IR- Spectrum in [μm] of laboratory test (soil)

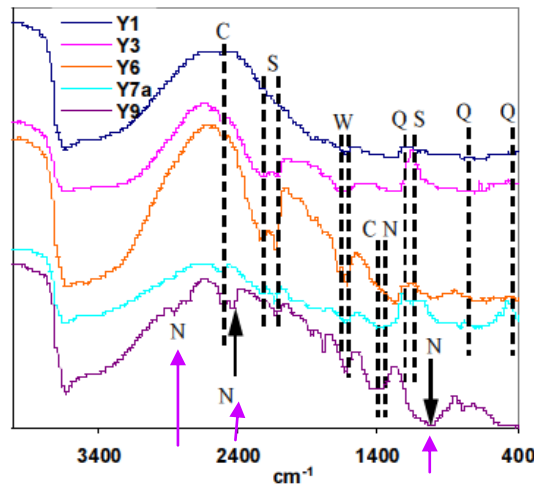


Figure 13: IR- Absorption

Table 4: IR- Spectrum in [μm] of laboratory test

Abbreviation:	Cation/ Anion of.	Colour in Image:
Y1	Feldspar, Quartz	blue, dark
Y3	Gypsum, Quartz, Feldspar	pink
Y6	Quartz, Anhydrit., Gypsum, Feldspar	orange
Y7a	Anhydrit., Feldspar, Quartz	blue, light
Y9	Halite, Quartz, Natrium- Nitratite,	violet

In Fig. 13, the Absorption regions, in which Nitrate absorbs the Immission IR- Light is marked with violet arrows near 2.852, 2.426 and 1.394 [μm].

The Analysis Range of the Test Instrument is

Area-1: 0,4 up to 2,5 [μm]Near- Infrared Region [NIR],

Area-2: 2,5 up to 25 [μm] Mid- Infrared Region [MIR], 4000 to 400 [cm^{-1}] wavenumbers.

Due to the fact, that the Absorption Graphs of the essential pollutions loads are well known, the software is starting to compare the tested Absorption numbers with the data, the Spectroscopic Analysis is full automated. The software measures the Nitrate and other Anions concentration from the probe, according to the graph in Fig. 13, and the water test result can be listed and evaluated. These Systems save lots of time and the results are quite accurate.

Summary

De- Nitrification, an Important step for improvement of effluent flow quality for fulfillment of [EU- directive 91/271/EEC].

In the a.m. chapters, an effective and capable solution for fulfillment of the requirements of the European Union regarding elimination of nutrient from water, which comes in contact with “sensitive areas” (protected areas of high interest and worth of protection status) is shown.

De-Nitrification is able to save approx. 30 – 35% of energy costs, compared with Systems with only Nitrogen- Oxidation and C- Removal. The anoxic biocenosis in these types of reactors offers a lot of advantages.

As logical consequence, the operator wants to supplement by 2 additional treatment steps such as

- Disinfection and (if needed) chemical enhanced Oxidation by use of UV-light (if needed: together with hydrogen peroxide H₂O₂)
- Heavy Metal Elimination, such as Copper (Cu) and Arsenic (As). By use of innovative technologies, such as adsorbers and / or enhanced oxidation by use of (Photon) Light and Lasers.

The use of Spectroscopic Water Analysis for pollution concentrations is a helpful, time- saving and accurate Technology for Operation and Maintenance of Water Treatment Plants.

The development and research of enhanced technologies for these 2 steps are representing a high demand in water sector for effective systems with, at the same time, low costs.

References

- [1] SEKOULOV et al., ISBN-10: 3486262963 , Oldenbourg Verlag, 304 Pages Stickstoff- Kreislauf im Wasser
- [2] CHANG, L., publication in „Korrespondenz Abwasser“, (1998), release no. 40 / 3 (1998). „Dimensioning of 1-stage Wastewater treatment Plants for Wastewater from leachate water from disposal sites. Release by: Technical University of Darmstadt, link: 3w.tu-braunschweig.de/isww/publikationen/schriftenreihe/hedt62
- [3] FRITSCH, St. S., M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034869-3, 46 pages, Dolphin- Verlag Construction and operation of DeNitrification Filtration Systems with Process Control, Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, insert: ISBN
- [4] FRITSCH, St. S., M.sc., 2010, ISBN: 978-3-00-034868-6, 29 pages, Dolphin- Verlag Scientific Bases of Nitrification and De-Nitrification, Link: <http://www.unibuch.de/typo/index.php?id=81>, Insert: ISBN
- [5] LEITZKE, O., PhD, UV/Ozon- Kombination zur Wasserbehandlung, WLB Buchreihe, S. 24 – 25 (1990)
- [6] FRÖSE, G. and KÖHLER, St., Practical Experiences and New Development with Process Control via Redox- Potential. Proceeding of the IAWO Spec. Conference in Wastewater Technology, Copenhagen (1995)
- [7] SUTTER et al., IR- Spectroscopy Analysis of Sulfate, Nitrate and Carbonate, Internet publication, www.lpi.usra.edu

TECHNOLOGIES FOR ARSENIC (As)- REMOVAL FROM WATER

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausen, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: The most Effective Water Treatment Systems for Elimination of Arsenic are described. Chemical and physical reactions and general conditions are pointed out. Specific Advantages, Disadvantages and Operation and Maintenance expenditures are pointed out as comparison of the single systems. Practical needs during operation are shown as far as Flow Charts for Practical Applications.

Keywords: Arsenic, Ground Water, Pollution sources, Chemical Oxidation of As(III) and As(V), Arsenic Acid, Arsenious Acid, Hydroxyl- Radicals, Chemical Oxidation by Ozone, Potassium Manganate, Hydrogen Peroxide, Manganese Dioxide, Membrane Filtration, Activated Carbon, Electron Transfer, Photo- Oxidation

1 Introduction

In the 21-st century, the global need for pure water is increasing. International changes of weather conditions, increasing temperatures, enlargement of desert zones and unexpectedly rainy periods are some keywords. Due to this development, the groundwater amount and quality is depending on these influences. The groundwater, as essential source for supply of the municipalities, to fulfill the needs of billions of people worldwide, is contaminated in some regions. On the one hand, nutrients such as Nitrogen and Sulfur and also Biological and Chemical pollutions are the main problem. For elimination of these pollutions, a lot of Standard Technologies such as BOD₅ / COD- Oxidation, Nitrification or Denitrification (elimination of Carbon-C + Nitrogen-N) are established.

These are all biological systems, based on biochemical oxidation. Due to the fact that there are further (toxic) pollutions such as Heavy Metals and Arsenic, which are limiting factors for bacterial growth and also toxic for them, further technologies have to be implemented.

Concerning Arsenic (As), the Standard Technologies for Removal of Arsenic- species will be described. Biological, Chemical and engineering background will be shown with examples. There are further Technologies for As- Removal, under practical conditions, the hereinafter described systems seems to be capable.

The International Guidelines and requirements arising from this will be discussed. Referring As- Risk- zones, please find the following graphic:



Figure 1: World Map of regions with high As- pollutions

2 Arsenic - Basic Data

2.1 Arsenic Sources

Arsenic (As) can be found in seawater with 2 – 4 µgr./Ltr and in fresh water with 0,5-2 µgr./Ltr. As will usually not show reaction with water in anaerobic area.. As is a natural element, in grey, metallic, yellow and brown color.

The main form of As are Arsenic Gravel (FeAsS) or (FeAs_2) with Sulfur or crystallized bounds with Silicon- Quartz (SiO_2). As can be fixe with a lot of further stones and minerals during ground forming and crystallization processes.

Very often, Metal- Components such as (Fe) are fixed based on Redox- Reactions in the ground. In Iron (Fe)- Production, the gravel containing As will be burned (620°C) and FeS will be the main product, meanwhile Arsenic (As) will be transferred into gas- form. The increase of As is direct result from this Fe- production process and has to be solved parallel. Depending on the EH- value (REDOX) the As forms in water are as shown in Tab.1:

Table 1: Arsenic in aquatic zones

HAsO_4^{2-} (aquatic)
H_2AsO_4^- (aquatic)
H_3AsO_4 (aquatic, 170 gr / Ltr. conc.)
AsO_4^{3-} (aquatic)

The sour forms (pH < 7) of As are forming Ionic- reaction partnerships with Hydrogen- Carbonate (HCO₃⁻) and will be transferred into Arsenate salt. International guidelines for limits of As in aquatic zones are released.

2.2 Arsenic Limit Values

According to EU- Directive (EU 98 / 83 EG 1998): and recommendation of WHO (2006) [1]

The Limit Value for Arsenic is As < 0,01 mg/Ltr. (equal to: 10 µgr. / Ltr.)

This value has to be taken under control by use of capable Removal Systems.

2.3 Basic Chemical Reactions of Arsenic

Burning of As- Minerals with normal air will produce As (III) Oxide Forms as shown in the following reaction:



This As (III) -Oxide Form will show intensive reactions under water influence into Arsenic Acid (H₃AsO₃), described as As-III- Acid, as shown in the following reaction:

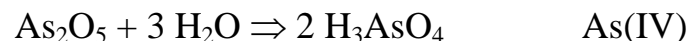


This As-III- Acid is not able to exist stably in water, but together with dissolved reaction partners, the acid- buffer components of the water (dissociation product: OH⁻ Anion).

The As (III)- Acid will show intensive reaction as shown in the following reaction:



The Arsenit- Salt (As O₃³⁻) is one of the main reaction product is dissolved as Anion and Cation in water. In this form, the As- problem can be solved by Removal of As- Ions.



The toxic As- (III)- Form has to be transferred in the (not- toxic) As- (V) Form. For this Basic Oxidation, 2 electrons (2 e⁻) has to be transferred. This means, that the Oxidant (electron acceptor) will absorb these electrons and the electronegativity of As- Form can be changed from (III) into (V) form.

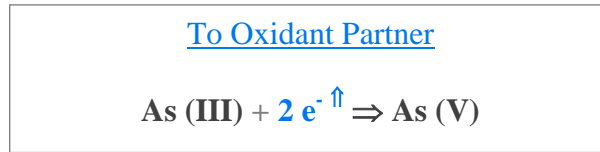
2.4 Electron- Transfer Process

There 2 essential Acid Forms of Arsenic are:

Arsenic-III- Acid: H₃AsO₃ and Arsenic-V- Acid: H₃AsO₄

Remark: Arsenic (III)- Acid, called (Arsenious) Acid. The As- Oxidation is illustrated in Tab.2:

Table 2: Principle of As- Oxidation

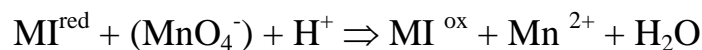


The Oxidation from As (III) into As (V) Form by delivery of the above mentioned 2 electrons, is the essential part of the Detoxification using the process of As- Oxidation. The Oxidant is varies, due to the Removal System. This reaction depends on REDOX (E_H), temperature [K/°C] and acid degree (pH). See also Ferguson-Davis- Diagram according TRETNER [2].

3 Arsenic Oxidation Systems

3.1 Oxidation with Potassium Permanganate

Potassium Permanganate (KMnO_4), called PPM, can be used as liquid solution. In water, the dissociation products are Potassium- Cation (K^+) and Permanganate- anion (MnO_4^-). The PPM is inclined to absorb electrons and to oxidize reaction partners, such as Arsenic. Abbreviation for [Metallic Ion] = MI. The systematic reaction is:



Abbreviations: Oxidized / reduced Metal-Ion: $\text{MI}^{\text{ox}} / \text{MI}^{\text{red}}$

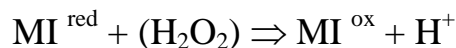
Operation + Maintenance Costs : O + M

Pros: The efficiency is very good.

Cons: The use of PPM requires compliance with safety, the O+M- costs are high, special equipment and is needed and the requirements for the operational personnel are highly.

3.2 Oxidation with Hydrogen Peroxide

Hydrogen Peroxide (H_2O_2), called HP, is a soft acid, dissociating in water into high amounts of reactive Oxygen (O_2), Hydroxyl Radicals (OH) and Peroxy Radicals (OOH°). 2 mol HP decay into 2 mol water and 1 mol Oxygen.



Pros: The efficiency is very good.

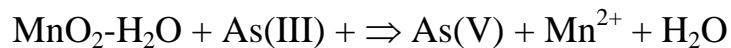
Cons: The use of PPM requires compliance with safety, the O+M- costs are high, special equipment and is needed and the requirements for the operational personnel are highly. High decay of HP while the water Temperature is increasing which requires chemical stabilizers.

3.3 Catalytic Oxidation in fixed bed filters with Granules

Granules such as Manganese Dioxide (MnO_2), called MnO, or Aluminium Silicate, called AlSi, which are often used have two advantages. They support

oxidation reactions meanwhile the reaction product, the oxidized form of the Metal- ion or Arsenic, is basis for enhanced chemical oxidation and also adsorbtion processes based on catalyst effects.

The granules can be used for water types with low, middle and high pollutions and also with / without Oxidation chemicals such as PPM or HP (see chapter 3.1 and 3.2). The need for PPM / HP has to be tested in laboratory scale.



The produced Manganese ions can also be oxidized by catalyst effects or oxidation liquid dosage like PPM / HP into MnO_2 which decays as a quite resistant covering layer on the granules. The granules diameters grow.

Pros: The efficiency is very good, the catalyst effect is effective. O+M costs are acceptable.

Cons: The use of Granules, in some cases, are not as effective as chemical oxidants (inhibitory influences are suspected of ingredients). In some cases, PPM or HP needed (laboratory scale tests needed). Fine Filtration for water with suspended solids (SS) needed.

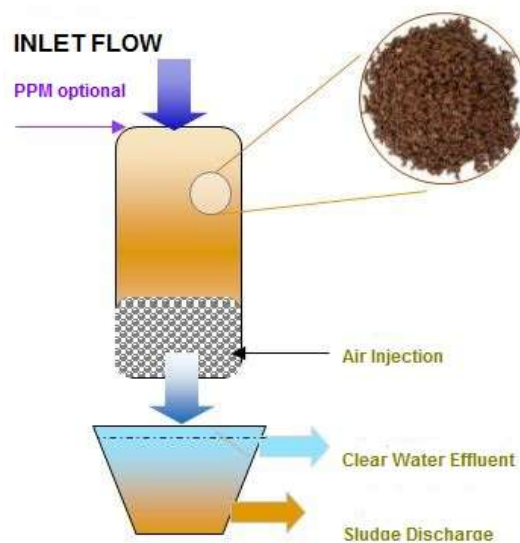


Figure 2: Schematic diagram for MNO- Granular Filter

3.4 Catalytic Oxidation with accelerated reaction (bio-/chemical)

The chemical process is very similar to chapter 3.1-3.3 but based on the effect, that specialized bacteria of the biocenosis, fixed on the granular filled in the Fixed Bed Reactors, ensure the Oxidation as shown in Tab.2, chapter 2.4.

This biological and biochemical effect occurs in practice in filters according Image-2 or usual sand filters, if the system is stabilized over several month. The growth rate of these chemotrophic bacteria is very low, it needs month to ensure sufficient biomass for the Oxidation. The biochemical and chemical processes run in parallel.

Table 3: Electron Transfer in biological As- Filters

Reduction:	<u>NADP⁺ / to NADH- Cycle</u>
Oxidation:	As (III) + 2 e ⁻ ⇌ As (V)

Pros: The efficiency is good, as additional effect to chemical Oxidation without additional costs. Saving of O+M costs and chemicals, ecological benefit, natural process from the ground and aquifer in aquatic area.

Cons: Low growth rates, sensitive against pH- fluctuations and toxic components, also high As- concentrations, concurrence with H₂S and Fe(II) to Fe(III), also Mn(II) to Mn(V)-Oxidation.

3.5 Chemical Oxidation with Ozone

Ozone (O₃) is a reactive, activated Oxygen- Form with high Oxidation potentials The REDOX- potentials in these systems are higher than in other systems. Control by online measurement.

Ozone has to be produced from normal air (after drying) or liquid oxygen pressure tank outside the system. The maximum indoor concentration (risk factor for staff) is 20 ppm and has to be below. Ozone dosage means always to enrich the process-gas with percentages of 8 – 10% of Ozone ref. to weight. The concentration in water is 0,7 – 5 mg/Ltr. acc. LEITZKE [4].

The As- Oxidation by Ozone will be catalyzed by OH⁻ - Anions (chain reaction), produced as result from Autoprotolysis of Water or reaction of water with base components. 4 reactions are essential:

- 1) Base + H₂O ⇌ H⁺ (base cation) + OH⁻ Anions
- 2) H₂O + H₂O ⇌ H₃O⁺ (cation) + OH⁻ -Anions
- 3) O₃ + OH⁻ -Anions ⇒ OH[°] + O₂ (molecular)
- 4) As(III) + OH[°] ⇒ As(VI) + H₂O



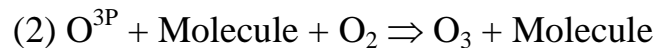
Figure 3: Ozone System with Plasma Tubes (right)

The Radicals (OH[°]) from Ozone- Photolysis will be produced from destabilized Ozone- molecules in light wavelength range 310 < λ < 1200 nm [4]. The activation of oxygen by use of SIEMENS Plasma Tube Type (silent discharge with high voltage use) will enable the plasma, the light and the electric

field, as simulation of natural processes in the stratosphere. The typical violet Plasma enables the production of Activated Atomic Oxygen in ground state of O^3P ($\lambda > 310 \text{ nm}$) and O^{1D} ($310 \leq \lambda$) according [4]. The first reaction (Ozone) is:



The atomic Oxygen (O^{3P}) is highly reactive, due to stimulation by light energy, and will recombined according (2) into Ozone. The second reaction (Atomic Oxygen) is:



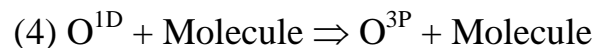
For this recombination, another Molecule, such as Arsenic, Iron, Dinitrogen or Oxygen, is needed, to absorb the surplus- energy of activated Oxygen (O^{3P}) [5].

For short wavelength $\lambda < 310 \text{ nm}$, as an intermediate product O^{1D} is produced and recombined to activated Oxygen (O^{3P}). The third reaction (Ozone) is:



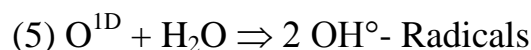
The main part will be recombined into Atomic Oxygen Basic O^{3P} - Form (see first reaction).

The fourth reaction (Atomic Oxygen) is:



A lower part of activated atomic oxygen reacts with water and water- vapor to OH° - Radicals.

The fifth reaction (Atomic Oxygen) is:



The As- Removal is similar to chapter 3.2 (Hydrogen Peroxide with reaction of OH°).

Pros: The efficiency is very good, additional carbohydrates, COD / DOC/ TOC will be eliminated, pathogenic bacteria will be eliminated, too.

Cons: Not possible with bromide water types, highest O+M costs, extreme supersaturation with molecular oxygen at the effluent (toxic for fishes), operational safety sometimes argument against, specialized staff and equipment needed.

4 Arsenic Elimination Systems

4.1 Elimination with Flocculants

For elimination of As in oxidized form, flocculants such as Iron Fe(III)-salts are needed. $FeCl_3$ is the most used detergent. The dosage varies between

0,5 –3 mgFe/ Ltr. and the acid value has to be decreased < pH 7,5. The electro-chemical potential (charge) of the Fe- flakes in this pH- range is positive, to enable the Absorption of negative Arsenic- Anions.

Micro- flakes will be formed directly after dosage of FeCl₃, and macro- flakes will be formed as result from chain- reaction.

Pros: Easy to use, low energy demand.

Cons: High O+M costs, Fe-sludge discharge has to be disposed (hazardous waste).

4.2 Activated Carbon Absorber Elimination

Activated Carbon (AC) is one of the first Elimination Systems for Arsenic. The specific area of 350 – 2000 m² per gram AC with an specific weight of approx.. 700 kg/m³ , the AC is an effective Adsorber for As(V) parts. Anthracite-AC shows macropores (p > 50 nm), mesopores (2<p<60 nm) and micropores (p<2 nm).

Depending on the pH- value and concentration of Suspended Solids (SS), limiting factors such as hydrocarbons, AOX and others, the specific elimination rate is 3000 up to 30000 times (multiply with the) volume of AC Filter.



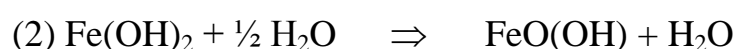
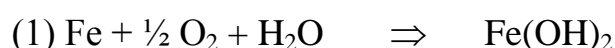
Figure 4: Activated Carbon Filter for As- Removal

Pros: Easy to use, low energy demand.

Cons: High O+M costs, Suspended Solids means blocking risks, high area demand

4.3 Elimination with Synthetic Hydroxides

The Elimination by use of hydrated iron oxide (FeO(OH)) is similar to the dosage of flocculant chemicals, as described in chapter 4.1. Two different reactions are essential.



The product FeO(OH) is chemical preliminary stage of rust and easy to produce. By burning of 2FeO(OH), the water will be discharged and Fe₂O₃ + H₂O will be produced.

The Fe- flakes have to be eliminated, e.g. by Membrane filtration (see following chapter 4.4).

Pros: Easy to use, low energy demand, effective reaction, removal capacity can be adapted by dosage control, low O+M costs, worldwide use with Fe is practicable.

Cons: Fe-sludge discharge has to be disposed (hazardous waste).

4.4 Membrane Filtration Systems

According to the above mentioned chapters, in the most Technologies suspended solids arise as reaction product or from bacteria (cellular sludge flake). As adheres to these flakes. For Removal of Arsenic, these flakes have to be eliminated to ensure effluent quality regarding Arsenic (As) and also regarding to requirements for Turbidity (which depends on the SS).

In the last years, Membrane Filtration Systems (MFT) have been developed for economic application of this interesting technology.

The pore size of the membranes have to be chosen regarding the effluent quality requirement. For As Removal, e.g. as downstream installation behind Hydroxide dosage (see Chapter 4.3), Ultrafiltration (UF) combined with Nanofiltration (NF) is sufficient and applicable. The pore sizes and operation pressure ranges are as listed in Tab. 4:

Table 4: Pore sizes and pressure range for Membrane Filtration

Ultrafiltration:	0,1 – 0,01 μm ,	< 5 bar
Nanofiltration:	0,01 – 0,001 μm ,	< 20 bar

A typical Membrane filtration consists of booster pumps for production of the feed pressure of inlet raw water (transmembrane pressure loss equalizing), PLC, online measurement system, clear water pump + CIP- cleaning (cleaning in place) mounted on a rack, according Image-5.

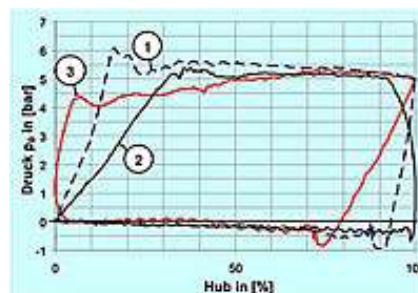


Figure 5: Membrane Filtration mounted on Frame Figure 6: Pressure Loss Diagram Antiscaling

Very essential is the control of Antiscaling Chemicals dosage, liquids for avoiding layers on membrane surfaces. In Figure-6 an innovative dosage system with compression phase (No.1), opening of pressure valve (No. 3), stop of dosage (No.3) and relaxation (No.4) is shown.

For Arsenic Removal, the FeO(OH) flakes, Heavy Metal oxide flakes, Manganese Dioxide and Suspended solids have to be eliminated and concentrated in the concentrate flow. The cleaning of the membranes is an essential point. 2 up to 3 stage cleanings with acid cleaner (such as citric acid), alkaline cleaner (such as NaOH) and anionic surfactants are needed to remove thin layers of reacted metal oxides.

The cleaning ensures longer lifetime, avoids blockings and saves high amounts of energy (and O+M costs), due to lower transmembrane pressure differences. Problems of Membrane Filtration Systems for AS Removal are:

- 1) Scaling: this means non-removable hard deposits occur on the surface of the Membranes, e.g. by organic components or inorganic chemical precipitation.
- 2) Fouling, this means bacterial growth can cause direct damage of the membranes by EPS (extracellular polymeric substances), in anoxic or anaerobic treatment conditions (low oxygen concentration).

In some cases, anti-scalings (chemicals, such as soft acids combined with cleaner) have to be injected during the process to ensure function of the membranes. New Systems, based on flat sheets or hollow fibers, have been developed as low-energy-demand systems with suction pumps on the clear water side instead of overpressure pumps on the pressure side of the membrane. These systems did not have been established for Arsenic Removal but some tests have been done with promising results.

4.5 Photochemical Oxidation Systems

These Systems are quite new and rare to find and should be described only briefly.

According to Leitzke [4], for disinfection purpose, elimination of pathogenic bacteria, min. 400 [J/m²] of UV-Dosage are needed, but several times more for Photo-Oxidation.

The wavelength have to be < 300 nm and Radicalisation (OH°) as already described in chapter 3.5 will be caused, not by Ozone, but by the photon-energy. A typical reactor with inside installed UV-beamer is shown in Image-6 below.



Figure 7: Photo- Reactor with UV- Beamer



Figure 8: Laser- Application [7]

New Technologies use Laser- Beam Light such as near-UV-VIS-NIR (300 to 780 nm wavelength) or mixed wavelength, depending on framework conditions [6], [7].

By use of Laser Light, the energy demand can be minimized and the Oxidation will be enhanced, but additional oxidative Adsorber Material for As (V) Elimination such as MNO (Manganese Dioxide: MnO_2) is needed downstream [7].

Conclusions

Proven Standard Technologies and Innovative new process developments enable the plants owner safe elimination of Arsenic with inexpensive and ecological meaningful methods. The further development should be considered.

References

- [1] WHO, World Health Organization, Arsenic in Drinking Water, Fact Sheet no. 210, Link: <http://3w.who.int/mediacentre/factsheets/en/>, editor: National Academy Press, Washington DC, Update for Arsenic in Drinking Water Report (1999), Update (2001)
- [2] TRETNER, A., Dissertation, Ruprecht- Karls- University Heidelberg, faculty chemistry and geosciences, Environmental and Geochemical Institute, Title: Sorption and Redox- processes from Arsenic on oxidic surfaces, experimental investigations, 2002.
- [3] DVGW – German Association for Gas and Water Water Informations No. 47, publication no. 5/95, publication of Technical Committee for Water Treatment, <http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/angebote/publikationen/infoschriften/wasserinfo47.pdf>
- [4] LEITZKE, O., PhD., UV/Ozone- combination water treatment, Journal: Water – Air and Ground (WLN), page 24 – 25 (1990)
- [5] LOGAN, Basics of Chemical Oxidation, chapter 2.1, Publication from University Library, Link: <http://bibliothek.uni-halle.de/>
- [6] FRITSCH, S., M. sc., Photocatalytic Oxidation for Arsenic Removal, Improvement of Water Treatment Systems by use of Photons, Dissertation Publication (2011)
- [7] FRITSCH, S., M. sc., Arsenic Removal with Photochemical Pretreatment, stepwise treatment of water and wastewater, catalytic reactions support, Dissertation Publication (2011)

PHOTOCATALYTIC OXIDATION FOR ARSENIC REMOVAL

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausien, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: For elimination of Arsenic Pollution, advanced Applications with different Light Sources for Energy Supply for chemical reactions are described. The Construction and Basic Needs for the use of IR- Laser Beam Light sources for Application of Infrared- Light – Enhanced Photo- Oxidation is shown in details. Furthermore, the requirements for specialized Reactors and their specific Design for Oxidation of Arsenic Pollutions is described in details. The efficiency of the energy transfer is shown by calculation and efficiency verification. The innovative, cost- effective use of Laser- Light and estimation of energy saving potentials is demonstrated in this Elaboration.

Keywords: Arsenic, Arsenic-III-Acid, Arsenic-V-Acid, Autoprotolysis of Water, Photochemical Oxidation, Ultraviolet (UV-) Light, Infrared (IR-) Light, Laser Beam, IR- Absorption of Water Molecules, Plasma Light emission, OH[°]- Radicals, Water Cluster Model, Intramolecular stimulation, Hydrogen bonds, Quantum effects, Photon Energy transfer

1 Problem of Arsenic pollution

1.1 Sources of Arsenic pollutions

Arsenic (As) is a natural semi-metal and can be found in natural ground resources, very often bounded with minerals, metals and crystals. The human body needs daily As- intake of 15 – 25 µgr., which is cumulating up to average level of 0,5 – 15 mg. In case of excess intake, first contamination signals (skin reactions, kidney problems) are possible.

The (lethal) toxic levels of Arsenic are > 100 mg. for Arsenic- Oxide and 10 - 180 mg for Arsenic- Trioxide, in dependence of further conditions, according WHO [2].

The Arsenic (As) content in fresh water is 0,5-2 µgr. / Ltr., but global studies can show [2], that several times more than the limit value of 0,01 mg/l (10 µgr. / Ltr.) according [3] can be analyzed. This is an essential problem and has to be solved by capable treatment. Main sources of Arsenic pollution

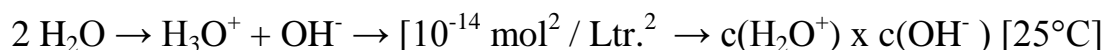
are mining, iron production, electro industry and agriculture. Pesticides such as Diarsenpentaoxide (As_2O_5) can show, that production increase due to population growth will lead to environmental risks. To avoid this development, engineering solutions are needed to meet the requirements. Due to this fact, the nature is able to demonstrate by photochemical effects in stratosphere, that photo- Oxidation is capable to be used as a solution strategy.

1.2 Chemical Background of Arsenic Oxidation

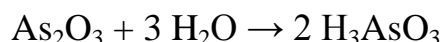
Oxidation of arsenic- rich rocks, such as (AsFeS) as source for Iron (Fe) during steel production, As- Ions, As- Minerals or As- Salts are released. In water, As- Ions and As- Salts dissociate into Cations and Anion. This process is very much depending on Temperature and acid value. As- Ions will not be free, but they are anxious to form reaction- couples with partners, such as Products from Water Protolysis. The production of As (III) by Oxidation (such as burning) is:



The Reaction Partners of the subsequent transforming process arise from Auto- Protolysis of Water, which is:

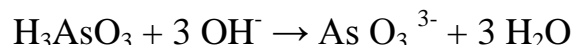


In this reaction, the water can occur both as a Donator or Acceptor for Electrons (e^-), as an acid or a base, which will be highly interesting for photochemical reactions (see also chapter 1.3). The Ion- product for 25°C is shown, too. The produced As (III)- Oxide from As- Oxidation (burning) will be transformed in water to an Acid- Form, such as



The produced Arsenious Acid (H_3AsO_3). dissociates in dependence of acid value [the pH has to be defined as Hydrogen- Ion conc., $-\log_{10}(\text{H}^+)$ as source for reaction partners for As- transforming].

This As-III- Acid is not able to exist stably in water and will be transformed as follows with intensified reaction in water:



The As- Salt Form (As O_3^{3-}) will dissociate in water into Ions. The frequently used pesticide (As_2O_5) will be transformed in water, especially in ground water aquifer, also in an Acid Form as follows:



The 2 essential As- Forms, such as As (III) [H_3AsO_3] and As (V) [H_3AsO_4] are in the focus of photochemical water treatment and have to be eliminated.

1.3 Electro- and REDOX- Chemical Needs

The principle of Electron transfer during photochemical Oxidation is shown in the following image.:

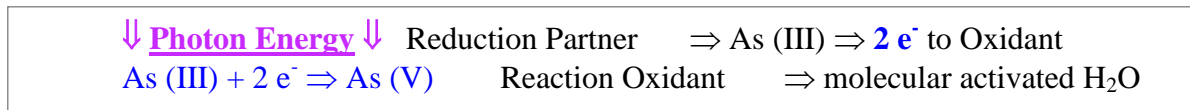


Figure 1: Electron transfer during photochemical reaction

According to TRETNER [4], not only pH and Temp., but also surface of Reactor granules and its specific surface charge (positive or negative) is essential for effective As- Oxidation. Due to negative charge (As- Anions, dissociation products from As(III) [H_3AsO^3] and As(V) [H_3AsO_4]) the surface charge of Adsorber Granules has to be chosen as positive charge. Frequently used, positive charged natural granules are goethite (FeO(OH)) and Calcium Carbonate (CaCO_3) with positive charge up to high pH- values ($7,2 < \text{pH} < 12$), respectively high (OH^-) concentrations.

To enable also As- Oxidation and elimination, the supply of Oxidants as Electron- Adsorbers and positive charged granule surfaces, or chemicals (or catalyst) forming these thin adsorption reactive- layers are needed. The photocatalytic system will supply both.

2 Arsenic Oxidation Standard Technologies

2.1 Arsenic Oxidation Technologies (overview list)

Frequently used Standard Oxidation Systems use typical Oxidants, for electron transfer [5].

- PPM Oxidation, with Potassium Permanganate (KMnO_4).
- HP- Oxidation, Dosage of Hydrogen Peroxide (H_2O_2),
- MNO- catalyst filtration, e.g. Manganese Dioxide (MnO_2),
- Catalytic Oxidation in fixed bed filters, e.g. by use of chemoautotrophic biocenosis (spec. bacteria population)
- Chemical Oxidation with Ozone, e.g. pump- injector- system. Dosage of O_3 - enriched Oxygen- entering gas with OH° - Radicals production (see chapter 2.2) and additional cold Plasma light effect (Photon- enhanced Oxidation).

2.2 Arsenic Elimination Technologies (overview list)

Frequently used Standard Elimination Systems [5] are:

- Elimination with Flocculants, e.g. FeCl_3 - Salt
- Activated Carbon Absorber Elimination
- Elimination with Synthetic Hydroxides, e.g. FeO(OH)
- Membrane Filtration Systems, e.g. Nano / Ultrafiltration
- Photochemical Oxidation by UV- Light/ H_2O_2 - Use

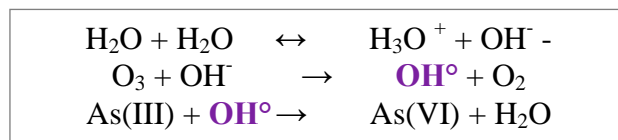
The HP and Ozone- systems offer helpful hints regarding photochemical effects [see following chapter].

3 Photocatalytic Oxidation

3.1 Basic Photocatalytic Oxidation Reactions

Referred to chapter 2.1, the oxidation by use of photochemical Radicals, such as OH° - Radicals, is shown in Table-1 (example with Ozone).

Tab.1 Arsenic Oxidation by free radicals support



The typical Plasma Light Emission, caused by high voltage activation (called “cold discharge“) of Oxygen Gas (O_2) during O_3 - Plasma application will be shown in Image- .

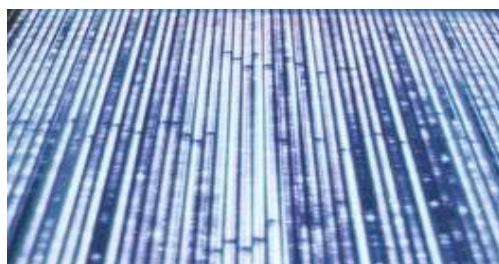


Figure 2: Plasma Light Emission (cold discharge)

The amount and type of Radicals depends on Voltage of discharge [kV], frequency [Hz], electric power rate [A] and light emission wavelength λ in [nm]. These systems can be used for oxidation in gas.

The Radicals (OH°) from Ozone- Photolysis will be produced from destabilized Ozone- molecules in light wavelength range $310 < \lambda < 1200$ nm [6] and [7]. The increased activation of oxygen by use of Plasma Tube Type of SIEMENS (silent discharge) with higher voltages than the Plasma Reactor shown in image-2, is illustrated in the following Image-3.

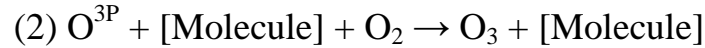


Figure 3: Plasma Light Emission (silent discharge)

The typical blue- / violet Plasma enables the production of Activated atomic Oxygen in ground state of Oxygen, called O^{3P} ($\lambda > 310$ nm) and O^{1D} ($310 < \lambda$) according to [7]. The first Photochemical Reaction is:



The atomic Oxygen ($\text{O}^{3\text{P}}$) is highly reactive, due to stimulation by light energy, and will recombined according (2) into Ozone. The second Photochemical Reaction is:

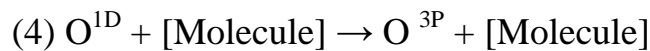


For this recombination, another Molecule, such as Arsenic, Iron, Dinitrogen or Oxygen, is needed, to absorb the surplus- energy of activated Oxygen ($\text{O}^{3\text{P}}$) [5]. For short wavelength $\lambda < 310 \text{ nm}$, as an intermediate product $\text{O}^{1\text{D}}$ is produced and recombined to activated Oxygen ($\text{O}^{3\text{P}}$). The third Photochemical Reaction is:



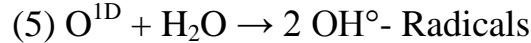
The main part will be recombined into Atomic Oxygen Basic $\text{O}^{3\text{P}}$ - Form (see first reaction).

The fourth Photochemical Reaction is:



A lower part of activated atomic oxygen reacts with water and water- vapor to OH° - Radicals.

The fifth Photochemical Reaction is:



The As- Removal strategy is similar to chapter 2.1 (HP- Oxidation). Hydrogen Peroxide (H_2O_2) is a soft acid, dissociating in water into high amounts of reactive

- Oxygen – Molecules (O_2)
- Hydroxyl - Radicals (OH°)
- Peroxy - Radicals (OOH°)

3.2 Efficiency Analysis of Water Activating Use

As demonstrated in chapter 1.3, for the Arsenic Removal the electron transfer to Oxidant is essential.

Also the Reaction Partner for As(III) comes from the Auto- Protolysis of water, meanwhile OH^- Anions will be supplied, as main reaction partners. The possible amount of (bound) energy can be calculated as follows:

Energy from H_2O - Protolysis: $4 e^- \times (1,23 \text{ V})$

Electron Energy (per e^-): $1 e^- = 1,6 \times (10^{-19}) \text{ [Asec.]}$

Energy per Protolysis: $2 e^- = 3,2 \times (10^{-19}) \text{ [Asec.]}$

Definition of [Asec.]: $\text{Asec.} = [\text{Wsec.} / \text{V}]$

Total Calculation of Energy Efficiency:

$$2 e^- \times (1,23 \text{ Volt}) = 2 [1,6 \times (10^{-19}) [\text{Wsec/V}]] \times (1,23 \text{ V})$$

$$\rightarrow 2 \times 1,6 \times 1,23 (10^{-19}) \text{ Wsec.} = 3,936 \times (10^{-19}) \text{ Wsec.}$$

The usable Energy content per 1 Ltr. Hydrogen: is equal to approx.. $2,116 \times 10^6$ Joule = equal to 0,588 kWh / Ltr. (H) with conversion factor of $3,6 \times 10^6$ Wsec. per 1 kWh, Substitute: $1 [\text{J}] = 1 [\text{Wsec.}] = 1 [\text{V} \times \text{Asec.}] = 1 [\text{kg} \times \text{m}^2 / \text{sec}^2]$

This example is related to a compressed Hydrogen bottle with 200 bar overpressure.

For Photocatalytic Oxidations, there are 2 energy sources, the Quantum Yield of the Photons and the chemical (bounded) Energy as shown in the above calculations. The objective of the Photocatalytic Laser- based Technology is, to activate (not to destroy !) the molecular bonds to cause mass transfer with low external energy demands.

As described in chapter 3.1, the energy demand for OH° - Radical forming (referred to O_3 feed gas) is quite high.

According to [8] , the electric energy demand less than approx. **7 kW / kg O_3** (produced).

4 Process of Photocatalytic Oxidation by Laser Use

4.1 Photons from Laser Light Sources

For the approach of laser- based treatment, the quantum physical model concept is helpful.

According to BRENDEL [9], Infrared- Light (IR) will be absorbed with high rates from water. Molecules. Absorption means, that the IR- frequencies can influence the water, the water molecules, the bounds of the molecules and the valence electrons on their molecular orbitals. .A typical Laser Photon source is shown in the next Image-4.

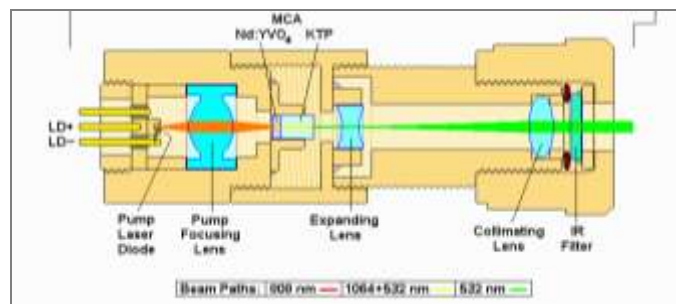


Figure 4 Basic structure of a laser light source

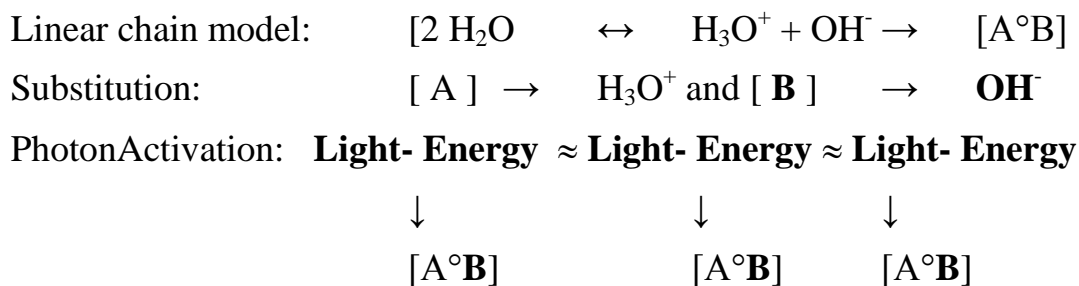
Inside the laser, a special gas or Lithium- crystal will be electric stimulated. Between 2 mirrors (optical resonance of photons) will be used and the coherent

light is focused. A typical situation by use of laser (with partial absorption) for photocatalytic oxidation illustrated in Image 5.



Figure 5: Penetration of Reactor by laser light

Coherent light means, that the phase length of the emitted photons is largely identical. This is very important for use in photocatalytic reactions, to avoid uncontrollable interference effects, with mutual influence between the amplitudes of the parallel emitted phases of light. Without phase differences or phase effects, tempering or interference of photon influence can be avoided. The focused light beam of the laser can be used to activate the water molecules, based on quantum- physical effects. The activation based on IR- laser light causes intensive effects inside the Hydroxyl (OH-) dipolar partner of water Cluster. The water clusters are internally formed according Autoprotolysis reaction as follows:



The activation usually means, that the water molecules will be “cracked”, that means molecule bindings are solved. For this process, specific energy demands have to be injected by light beams [12].

The 3-dimensional illustration can be done by use of substitutes for Hydrogen and Oxygen as follows: The Tetrahedral Model shows Oxygen (•) and Hydrogen (•)

The principle sketch for illustration of Hydrogen Bonds in Water or solutions / liquids with Hydroxyl bindings is illustrated in Image 7.

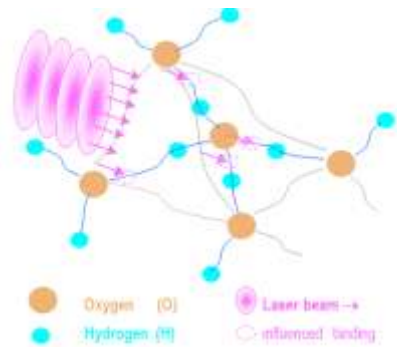


Figure 6: Laser Beam Entering (Water)

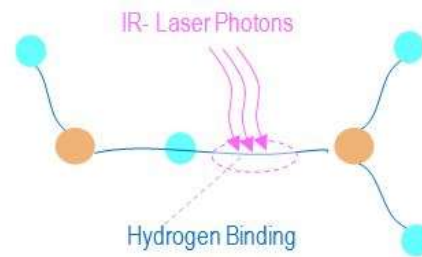


Figure 7: Hydrogen-bonds in Water/Liquids

Electronegativity relation (3,5) to (2,1) for (O) and (H). According to SEEHUSEN [12] researches for specific absorption of IR- Light and effects on Hydroxyl bindings (Molecule + OH) have been investigated. These researches did show, that based on ultra- short IR- laser- pulse influence (0,7 – 1,2 pico-seconds) the intracellular network of Hydrogen Bindings has been destabilized. The activating (photon) energy is divided over the whole molecule network, will be absorbed and emitted in two successive steps.

According to absorption and emission the vibrational dynamic can be described as vibrational relaxation after excitation. The Hydrogen binding network will be restored in its original condition after this process.

These researches demonstrate, that vibrational dynamics in water clusters or Hydroxyl bindings will be caused by IR- laser pulse, but no cracking of the bonds will be caused. This can be explained by low energy level of IR light compared with other wavelength of the spectrum. The quantum physics declaration for this effect is, that the quantum yield arising from light in material (water) is increasing with decreasing wavelength.

The quantum yield of the laser light is in inverse relation with respect to the wavelength of light.

4.2 Concept for Photocatalytic As- Oxidation (PAO)

In chapter 4.1 the principle effect of Laser Beam light into water has been demonstrated. This is fundamental for the concept which is described hereinafter.

As far as UV light is capable to crack Hydrogen bindings with effect to the whole Hydroxyl network of the water cluster according to DLR [10], it seems to be a capable solution to use IR light for intramolecular activation by use of photon energy for stimulation without destructive effects. This is the basic concept for a (laser) photocatalytic water treatment technology, but it seems to be also capable, to use different wavelength or mixed light sources (wide range beamer), to cause the following double effect:

- Effect No-1 : Intramolecular stimulation of Hydrogen bonds by IR- light with wavelength of $\lambda \geq 650$ nm.

- Effect No-2 : Additional energy for transformation of reaction partners of the REDOX- System, by use of wavelength between UV and IR spectrum (VIS- spectral range ($300 < \lambda < 650 \text{ nm}$).. Oxidation of As(III) into As(V) by release of 2 Electrons and transfer into the Autoprotolysis System of water (to Oxidant) during stimulation process.

The energy per Photon (at the border from VIS-to-IR) is approximately 1,88 [eV] referred for the IR light beam with $\lambda = 650 \text{ nm}$ with decreasing tendency to NIR ($\lambda > 780 \text{ nm}$).

4.3 Basic Needs for PAO

According to chapter 4.2, the Basic Needs for the PAO System are:

- (A) Laser Light Beam according to Effect No. 1 and 2
- (B) Catalyst for Reaction Support and Oxidation
- (C) Reflective Material for Reactor Process Intensification

The Basic Installation (Longitudinal Section) of the PAO- System shown in Image 8

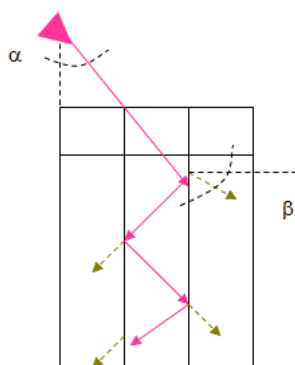


Figure 8: Photocatalytic Reactor Longitudinal Section

For the Reactor, natural Glass (soda lime glass) was used with specific reflection properties. Depending on the angle of incidence alpha (α) a part of the light beam will be reflected, meanwhile another part will be divided in the water.

It has been quite difficult to determine the right angle, because of coherence properties of the laser light. Finally the angle of ($\alpha = 20 - 23^\circ$) has been chosen successfully. The more Photons will be absorbed on the liquid, the more intense is the photocatalytic effect. For illustration purpose, a laser with 650 nm wavelength (red) has been used. In the practical application, mixed light emitters with (VIS + IR) will be used. The Visible Light (VIS) spectral range is approximately. 380 to 780 nm (+ /-) with wavenumbers of 13000 to 26300 $1/\text{cm}$.

The specific wavenumbers are needed for demodulation of light spectrum into vibrational frequencies.

The Basic Installation (Cross Section / Top View) of the PAO- System is shown in Image 9

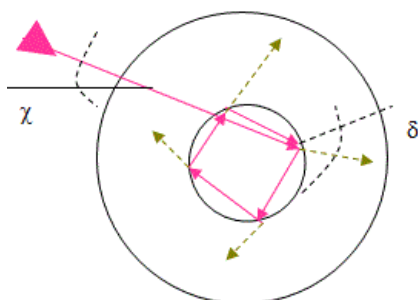


Figure 9: Photocatalytic Reactor (Cross Section)

The emission under practical conditions is shown in the next Image. Compared with Image 5, the predominant part of the Laser Beam light has been injected into water and absorbed from intramolecular effects, as described in chapter 4.1. and according to chapter 4.3, needs for PAO).

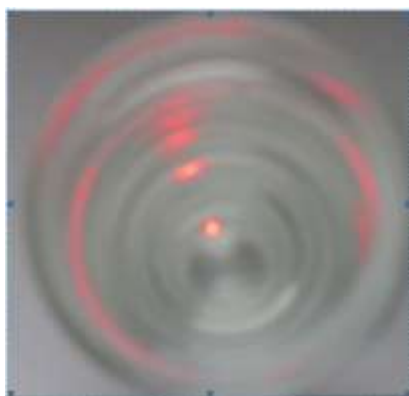


Figure 10: Absorption of Laser Beam by water (Top View)

These results, documented in Image 10 demonstrate, that the Laser beam is able to be used as activation energy source for photocatalytic reactions, if the Basic needs are fulfilled and basic geometric requirements of the reactor are fulfilled. Even the material of the Reactor and its photon- reflective properties have to be taken under consideration.

Summary

By this use of this Reactor Technology, combined with Laser Beam the absorption of stimulating IR light for Oxidation Enhancement is possible.

For stimulation, specific light wavelength of $\lambda > 650$ nm for activation and also $300 < \lambda < 650$ nm are needed for energy transformation.

The theoretical energy content in the water is approximately $2,116 \cdot 10^6$ Joule , what is equal to 0,588 kWh / Ltr (H), referred to the Hydrogen.

The Laser Beam causes intramolecular effects in the Hydroxyl Molecule Network and Hydrogen Bonds. The energy is divided over the molecule and used for stimulation of the molecules into activated status. To intensify the Process, additional energy, due to the specific Reaction demand, is needed.

The specific energy per Photon of $< 1,88$ [eV] for wavelength of $\lambda > 650$ nm have to be taken under consideration for energetic balance.

The quantum efficiency of light beams with shorter wavelength than ($\lambda < 650$ nm) is much more higher, but Absorption Rate in Water is lower.

The investigated optimized irradiation angle is in the range of ($\alpha = 20 - 23^\circ$) relative to the vertical axis.

Further investigations can show the Removal Rates for As(III) under practical conditions, by combination of the above mentioned PAO- Oxidation technology combined with downstream Fixed Bed Filters, filled with Granules such as MNO (Manganese Dioxide) or similar types as catalyst material for As(V) elimination and optional Filtration.

These steps seems to be needed to ensure high Elimination Rates of Arsenic from Water. by use of PAO.

It has to be emphasized, that the total energy demand of this PAO is lower than irradiation with other light sources.

This is caused by maximized absorption rates, inclusion of the photon reflection by specific Reactor Material selection and Reactor Geometry, wavelengths and Laser Beam sources.

References

- [1] FRITSCH, St., M. sc., Technologies for Arsenic Removal from Water, Mechanical, Physical and Biochemical As- Removal Systems, Dissertation Publication (2011)
- [2] WHO, World Health Organization, Arsenic in Drinking Water, Fact Sheet no. 210, Link: <http://3w.who.int/mediacentre/factsheets/en/>, editor: National Academy Press, Washington DC, Update for Arsenic in Drinking Water Report (1999), Update (2001).
- [3] EU- Directive (EU 98 / 83 EG 1998):, quality requirements of water and environmental protection measurements, Limit Values for Arsenic and Heavy Metals, Link: <http://eur-lex.europa.eu/>
- [4] TRETNER, A., Dissertation, Ruprecht- Karls- University Heidelberg, faculty chemistry and geosciences, Environmental and Geochemical Institute, Title: Sorption and Redox- processes from Arsenic on oxidic surfaces, experimental investigations, 2002.
- [5] DVGW – German Association for Gas and Water , Water Information No. 47, publication no. 5/95, publication of Technical Committee for Water

- Treatment,
<http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/angebote/publikationen/infoschriften/wasserinfo47.pdf>
- [6] LEITZKE, O., PhD, UV/Ozone- combination water treatment, Journal: Water – Air and Ground (WLN), page 24 – 25 (1990)
 - [7] LOGAN, Grundlagen der chemischen Oxidation, chapter 2.1, Publication from University Library, Link: <http://bibliothek.uni-halle.de/>
 - [8] LENNTECH, Water Treatment Solutions, Ozone Oxidation Systems, Link: <http://www.lenntech.de/systeme/ozon/wasser/ot-ozon-de.htm>
 - [9] BRENDEL, T., studies of IR- Ablation in water, Dissertation thesis, Georg-August University of Göttingen / Germany, Faculty of Mathematics and Natural Science, Prof. Dr. W. Lauterborn,, Link: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2004/brendel/brendel.pdf>
 - [10] DLR, German Institute for Solar Research, Hydrogen Production by Water Cracking with special Solar Oven, Publication Journal, Link: http://www.dlr.de/sf/desktopdefault.aspx/tabid-7159/11923_read-28158/
 - [11] KONETSCHNY, C., Ph.D., Cracking of Water with Carbon Nitride as Catalyst with Photoactivation by Natural Sun Photon Energy, Institute for Technology and Material Consulting, Internet Publication, , Link: <http://www.materialsgate.de/de/mnews/3994/Wasserspalter+mit+Doppelrolle.html>
 - [12] SEEHUSEN, J., Mathematics and Natural Sciences Faculty University of Bonn, Vibrational dynamics of intra- and intermolecular hydrogen bindings, Dissertation (2011), Link: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2425/2425.htm>

ARSENIC REMOVAL WITH PHOTOCHEMICAL- PRETREATMENT STEPWISE TREATMENT OF WATER AND WASTEWATER CATALYTIC REACTIONS SUPPORT

Stefan Sebastian Fritsch

Auf dem Knappe 11, D- 32 549 Bad Oeynhausien, Germany

e-mail: stefan.promotion@web.de

Abstract: Photochemical Systems are specialized for advanced options. The described System uses Laser Beam Light instead of electrical or kinetic energy.

For the elimination of Arsenic Contamination, the Oxidation stage from toxic into non-toxic Arsenic form including chemical background is described. The system will be compared with typical modules using UV- Light and practical Arsenic elimination tests in technical scale will be compared after evaluation.

The efficiency of wide-range spectrum Laser Irradiation with Infrared-IR-Light Absorption is a special point in the elaboration.

Keywords: Water Treatment, Oxidation, Detoxification, Light Energy, Laser Photon, Quantum Mechanical Background, Hydroxyl Radicals, Photochemical Oxidation, IR- Light Absorption, Manganese Dioxide, Fixed Bed Adsorber, Irradiation Angle, Light Spectrum , Spectral Analysis

1 Introduction

Arsenic and Heavy Metal pollution is often the biggest challenge of a modern water treatment system. While standard technologies for Arsenic Removal [1] are well known and frequently used, the Photocatalytic Oxidation systems are much more specialized and rarely [2], [11] and [15].

Arsenic pollution, e.g. in groundwater and the essential water treatment for production of potable water for human use, is often combined with further pollution, such as Nitrogen, Sulfur, DOC/TOC and pathogenic bacteria. For these additional pollutions, standard technologies have been implemented as well [3], [4], [5].

In this investigation report, a system for capable oxidation and Removal of Arsenic and other pollutions by use of Laser Light will be described

as an upstream installed Oxidation System [2], in combination with Standard As-Removal Systems [1] or as one essential step of a stepwise catalytic oxidation of water integrated in the overall treatment concept.

Furthermore, some backgrounds will be described for the purpose of illustrating the technological basis of the concept.

2 Arsenic in Water

2.1 Problem Analysis

Arsenic, hereinafter called (As), is a globally often used semi-metal from natural sources, which can be found together with minerals, crystals, Iron and sulfur and iron containing rocks.

The toxic value of (As) depends on the framework conditions, such as Oxidation degree of (As), pH- value (acid value), REDOX- value (EH) and oxygen content. The toxic levels of Arsenic are approx. 100 mg. for Arsenic- Oxide according to recommendations of the World Health Union [6]. According to European Guidelines (EU 98 / 83 EG 1998 [7]), the limit value for (As) is 10 µg/Ltr. water.

2.2 Water Chemistry of (As)- short description

The most common (As) forms in water are dissociation products of As- Ions, depending on dissociation degree. This process is depending on pH- value and / or Hydroxyl-/ Hydrogen- Ion- concentration. From As- containing rocks, such as (AsFeS), the oxidation by burning process release high amounts of toxic Arsenic (III)- Oxide (As_2O_3) together with the bounded Oxygen.

These pollutions can be found in the exhaust of power plants and steel factories. Even if there are exhaust catalysts, the As- Oxides cause catalyst poisoning and have to be removed by chemical washing. The washing liquids have to be discharged as hazardous waste, causing high O+M costs.

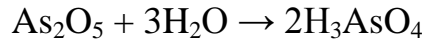
The As- pollutions from exhaust gas will be transformed into aquifer zones by natural rainfall due to absorption of As in the rain water. In the water flows, this toxic Arsenic (III)- Oxide (As_2O_3) will be transformed into (Arsenious) Arsenic (III)- Acids (H_3AsO_3) as the one of the main As pollution sources for water treatment. These Arsenic (III)- Acids (H_3AsO), which are unstable in water and also in aquifer areas will be transformed in the As- Salt Form (AsO_3^{3-} , called Arsenite) with Hydroxyl- Anions of the water (OH^-).

The Arsenite dissociates in the aquifer. Furthermore As- containing fertilizer and plant protection products from agriculture can be found in aquifer areas. Together with the Nitrate- Nitrogen (NO_3), which dissociates in the water forming Nitric Acid (HNO_3), there is a double- problem for water treatment.

As is able to react chemically with Nitric Acid (HNO₃) as follows:



Under oxic conditions with high REDOX- values (EH > +250mV), the oxidation of As(III)- Acid into As(V)- Acid is more likely according the following reaction:



Together with above mentioned As(III) [H₃AsO₃], the produced As(V) [H₃AsO₄] is the second main pollution source for water treatment.

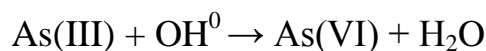
For the specific REDOX- Reaction As(III) + 2e⁻ → As(V) Electrons must be transferred. To an Oxidant. This Oxidant is inside water, arising from Autoprotolysis of the H₂O itself (2H₂O ↔ H₃O⁺+OH⁻).

2.3 Task for the Laser Technology

According to chapter 2.2, the Reaction Partner for As has to absorb Electrons arising from the Oxidation. For this REDOX- Reaction energy is needed and also a catalyst. Frequently used Granules based on oxidic surfaces such as MNO/ Manganese Oxide (MnO₂) according to [8] or TiO/ Titanium-Dioxide (TiO₂), called Titania according to [16] are downstream combined with dosage of chemical oxidation liquids, such as Potassium Permanganate (KMnO₄) or Hydrogen Peroxide (H₂O₂).

Due to the negative, anionic charge of the As- Ion, the Adsorber has to be positive charged and also the Oxidation has to be enabled by Oxidant, as an Oxidative Catalyst and as an Electron Acceptor (e⁻- Absorber) of the REDOX- Reaction according to chapter 2.2. As main task for this photocatalytic technology, the Photon Energy of the laser light will be used as photonic catalyst without chemical dosage.

The downstream installed granular based catalyst, removal effect, such as MNO, will be investigated. Similar to photocatalytic effects based on UV- light, with production of OH- Radicals (OH⁰), is has to be investigated, f the Radical- Production with high energy demand is needed or soft light application in the wavelength of Infrared (IR) is favourable. Based on cracking of water with UV according to [15] and radicalization, the chemical reaction from As(III) to As(V) is as follows:



The energy demand for elimination of bacteria with UV- light is approx. 400 [J/m²] .according to [10] and for radicalization (depending on the water condition, such as DOC/TOC, suspended solids content and turbidity) several thousands Joule per squaremeter [J/m²] according to [12] and [15]. Also Peroxy-Radicals (OOH⁰) are possible.

It is worth to investigate, if these energy demands can be decreased. As an example for light- based photooxidation the Fig. 1 will illustrate the UV- Photo- Reactor in laboratory scale.



Figure 1: Photocatalytic Oxidation based on UV- Light

As an example for Infrared- Laser- Light Application in water, the investigations of Brendel [13] are useful to demonstrate- principally- the influence and the impact of IR Light on the water (Fig. 2).

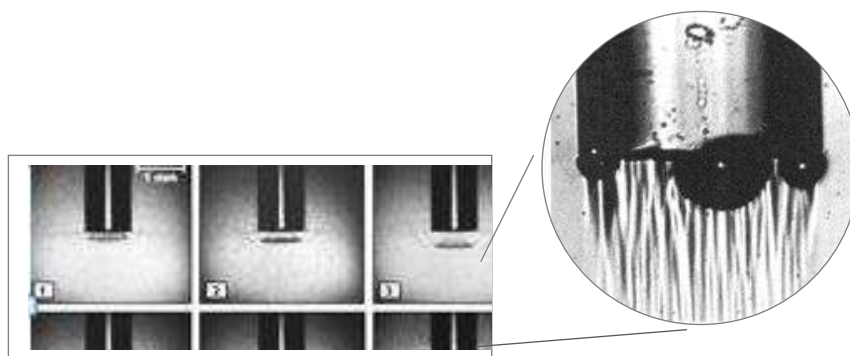


Figure 2: Intensive IR- light impact in water (above), Zoom of the fiber optic cable tip (right)

Caused by IR- Laser- Light, different effects in the water can be recorded:

- Vibrational Dynamics (Water Molecule Oscillation,)
- Cavitation (Cinetic Energy Emission),
- Photoacoustic Effect (Frequency Emission),
- Thermal Effects (Thermal Energy Emission).

In Fig. 2 the Thermal effect (heat and steam emission) which causes cavitation and photoacoustic effects which can be measured are illustrated. The fuzzy stream lines on the fiber- optic tip demonstrate the energy intake from light into water and stimulation of water molecules. According to SEEHUSEN [20], the IR- Laser- Light stimulates Hydroxyl Bindings (Molecule +OH) by use of ultra- short IR- laser- pulse influence (0,7–1,2 pico- seconds). The intracellular network of Hydrogen Bindings can be de-stabilized shortly. These results have been evaluated and were taken under consideration for the hereinafter described conceptual design.

3 Basic Concept of Photocatalytic As- Oxidation

3.1 Process Flow

To ensure an efficient Photocatalytic Oxidation, the following process steps have been implemented.

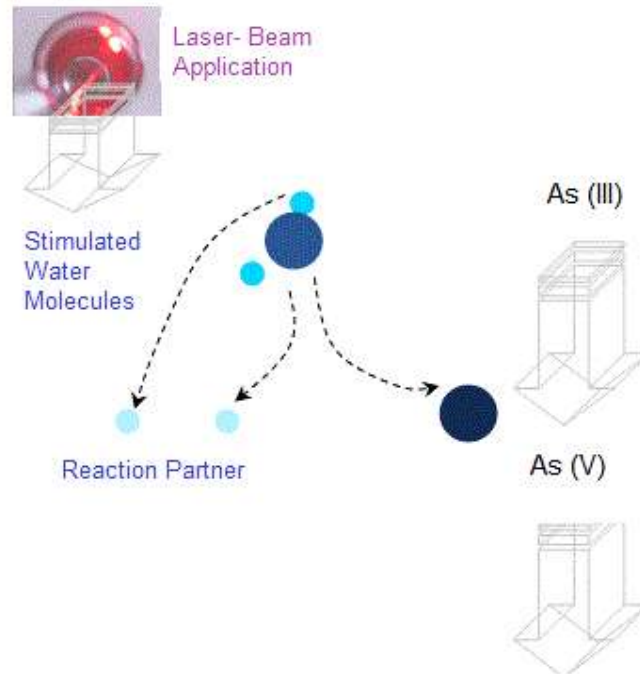


Figure 3: Photocatalytic Process Flow

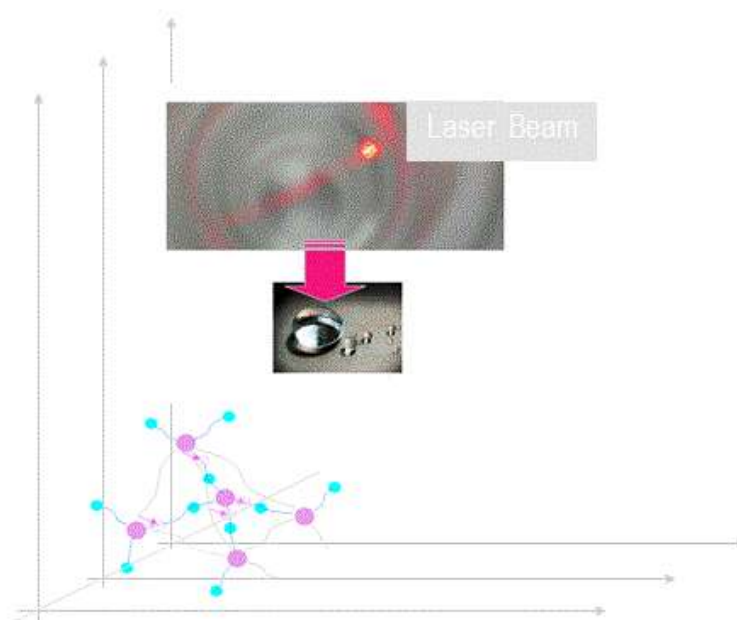


Figure 4: Molecular Laser Effect on Hydroxyl- Bindings

The influence of the Laser Beam is concentrated on the molecular effect,

- Maximization of Absorption and
- Minimization of side effects,

such as Thermal-, Cavitation- and Photoacoustic Effects. The Laser- Beam is used for stimulation of the Hydroxyl- Bindings (intracellular), as shown in the Fig. 4. The IR- Absorption Degree has been investigated. For this purpose, the spectroscopic picture (measurement) and differential amount between Immission and Emission energy is essential.

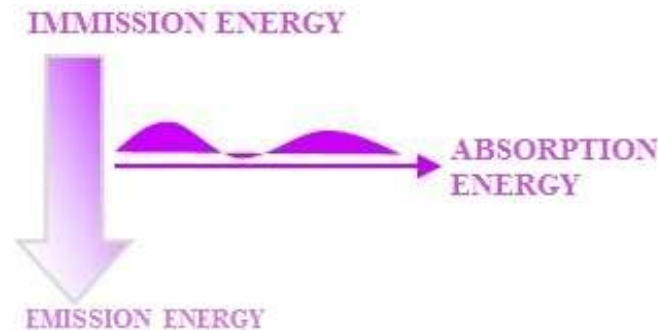


Figure 5: Light Im-/ Emission and Absorption Procedure

The step- wise, iterative changing of boundary conditions, such as Laser-type, type of excitation, angle of irradiation and materials of the Reactor have been investigated up to the Maximum Absorption Rate. Finally, the reactor has been designed by use of reflective material (silicate glass), cylindrical dimensions, pipe- in- pipe cylindrical geometrical arrangement for 2-phase-stimulation and for filling in of the catalyst granules for downstream treatment.

As much Photons as possible including their specific energy content has to be absorbed, depending on

- Contact time of photons in the reactor
- Contact probability between photon- quant and water molecule,
- Reflections on the Reactor Materials,
- Avoidance of undesirable losses.

to cause the specific intramolecular effect illustrated in Fig. 4 above. And already scientific proven acc. [20]. The Energy Amount per Photon is depending on the wavelength of irradiation Laser Light. As an example for Light wavelength of $\lambda = 650 \text{ nm}$ (borderline of VIS- to- IR) the Photon Energy is approximately $\geq 1,88 \text{ [eV]}$.

The unit of 1 [eV] is equal to 1 Electron Volts = $1,602176565 \cdot 10^{-19}$ [Joule]. *For conversion, instead of 1 [J] the unit 1 [V*Asec] is practicable.

As an interesting comparison value for this efficiency, the usable energy content of 1 Ltr. Hydrogen (H) with an amount of $2,116 \cdot 10^6$ [J/ Ltr. (H)], what is equal to 0,588 kWh/ Ltr. (H) can be considered. The Reactor Design is shown in the Fig. 6.

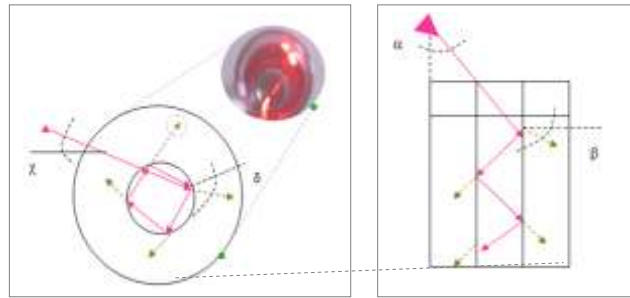


Figure 6: Reactor Top View with illustration of Laser- Beam direction and irradiation (left) and Reactor Longitudinal Section (α) angle of Irradiation has been varied (right)

The irradiation is quite essential. Based on investigations, the irradiation has been step- wise optimized what can be tracked with the following pictures (Fig.:8): (A) without-, (B) with only partial and (C) with final irradiation angle optimization.

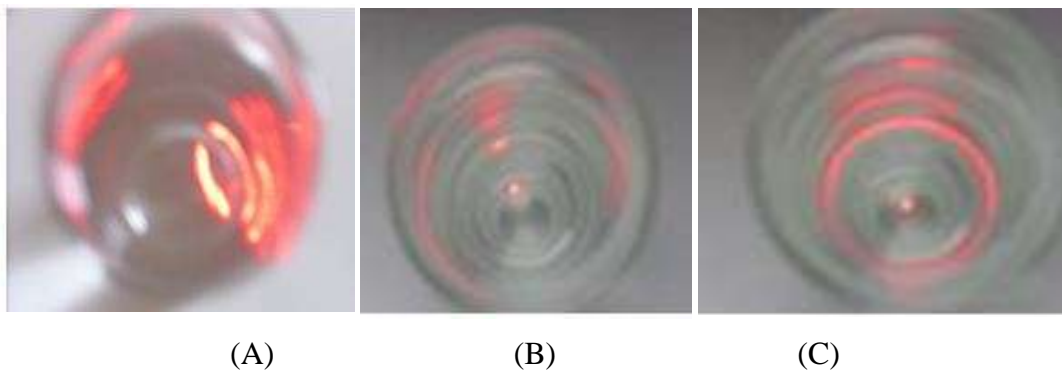


Figure 7: Laser Tests Laboratory

Laser- Beam Light is a specific coherent light, this means, that the phase length of the emitted photons is largely identic.

Also it has to be considered, that the efficiency of Photon irradiation into water as an essential, basic prerequisite for stimulation, is depending on the wavelength and due to this fact, depending on the quantum yield.

For calculation of the quantum yield, the proportional dependence of light frequency and light wavelength according to quantum- physical knowledge has to be calculated.

3.2 Conceptual Results

For this quantum yield (quantum efficiency) calculation the dependence has been used as follows:

$$\lambda = c / f$$

$$\lambda = \text{Wavelength [nm]}$$

$$f = \text{Frequency [Hz]}$$

$$c = \text{speed of light } (2,997925 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1})$$

$$Q_{E(\lambda),1} = [h c / (1,602176487 * 10^{19})] * (3,5 * 10^9 / 660 * 0,35)$$

$$= 9,45683 E-13 * h c$$

$$Q_{E(\lambda),2} = [h c / (1,602176487 * 10^{19})] * (3,5 * 10^9 / 430 * 0,35)$$

$$= 1,45151 E-12 * h c$$

Figure 8: Quantum Efficiency Calculation Results for Irradiation Light

The relation of the 2 results of $Q_{E(\lambda),2}$ which is the result for λ_2 referred to $Q_{E(\lambda),1}$ which is the result for λ_1 is approximately factor 1,53 [-]. This is able to show, that the energy of the light with short wavelength is higher than compared with light of longer wavelength. Otherwise, the Absorption rate of the light with longer wavelength is much more higher. Depending on this, a balanced medium of these 2 effects has to be chosen or mixed light beams can be used.

3.3 Photo- Optical Effects During Application

Based on the above mentioned conceptual design, the Irradiation wavelength was used for molecular stimulation. In addition to these (expected) effects, further unexpected results have been measured. Due to the use of reflective Reactor materials with specific refraction indices, several reflections have been watched. The Reactor material reflected and also distracted the Irradiation Light. These effects are explained by the energy loss of reflected light, whereby the wavelength of the Emission Light [longer λ] does not correspond to the Immission Light [shorter λ].

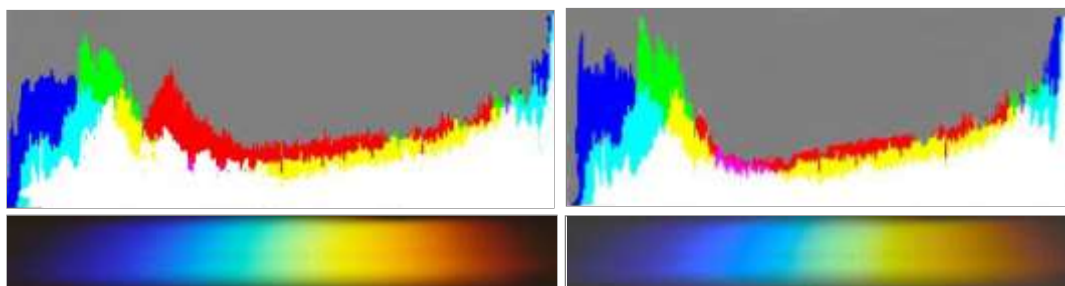


Figure 9: Spectral Emission Light of Reactor Cylinder before (left) and after activation (right)

In Fig. 9 (left) the spectral Emission before the Reaction is shown, with the Immission- spectrum of a wide- range Laser Beam Irradiation (UV-VIS+N-IR). On the right side, as a comparison, the same spectrum after Absorption of IR-Energy of the spectrum is shown. The user can easily see, that red light compartments of the Infrared- spectrum has been absorbed

This Image is capable for demonstration of multiple side- effects during photochemical Oxidation. While the Laser- Beam is specified with specific (selected) wavelength and energy and also, frequency, the multiple reflections cause additional wavelength and emission energies which have to be considered, too.

Due to this fact, the partly transmission, reflection and distraction of Light can be useful, caused by reaction- specific needs (e.g. each single reaction with ultra- specific optimized wavelength requires any kind of multiple mixed Light exposition. For the Reaction it does not matter if the Beam is caused by Laser itself or his reflection, spectral distraction or transmission.

According to knowledge from Titanium- Dioxide [TiO_2], called Titania, acc. to [BISSEN [16], the specific emission of TiO- layers is multiple, too. Depending on the framework conditions, the whole spectrum of distracted or reflected Immission Light can be essential for use. According to Titania layers, the spectral reflection measured in the system and illustrated in Fig. 10 consists of the specific wavelength of the emitted Light after Absorption process in the media.

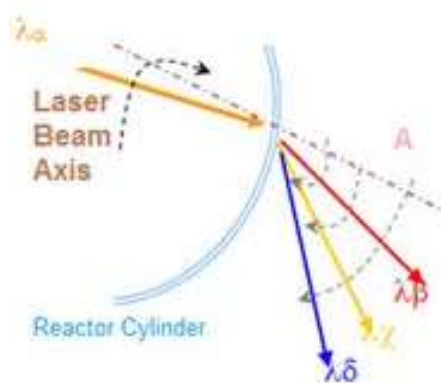


Figure 10: Spectral Emission (principle drawing)

3.4 Chemical Effects During Application

As further Effect and signal for (successful) stimulation with the purpose of Water Activation, small amounts of (surplus) Gas- bubbles appeared in the water.

It has to be pointed out, that no external aeration, mixing device or other energy source except Photo- Activation (Laser Photons) have been added or installed. Due to this fact, the gas appeared in the water is a clear signal for increased Protolysis with (O_2) or (H_2) Gas production parallel to Oxygen and H_3O^+ / OH^- Ions for As(III) to As(V) Reaction. The effect is shown in Fig. 11.



Figure 11: Gas Production during Photocatalytic Process

3.5 Reactor Design with Granular- based Catalyst

Combined with the Photo- chemical stimulation, the chemical Reaction of electron- transfer during As(III)- Oxidation to As(V) Elim. requires an Adsorber Material. Based on successful experiences in other Systems [8] and [9], MNO- Catalyst with manganese Dioxide and similar Granules have been tested. All these Granules was filled in the external cylindrical compartment of the Reactor, as shown in Fig. 12.

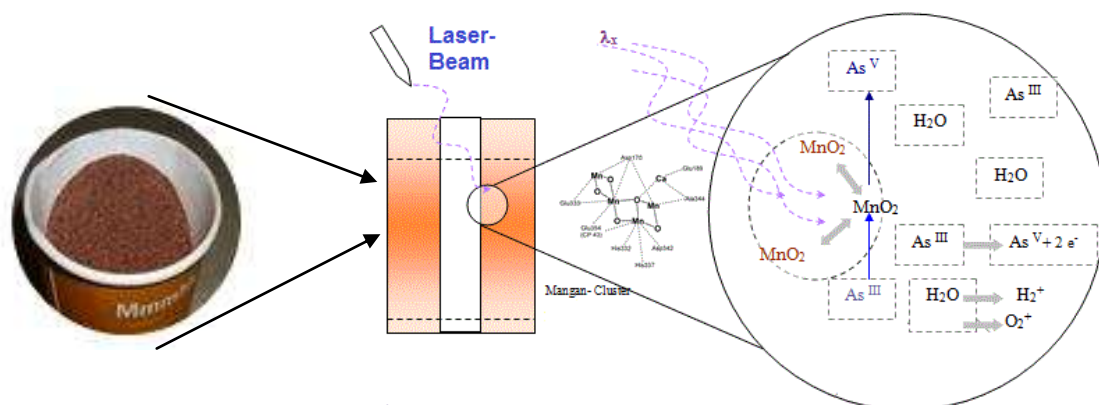


Figure 12: Reactor with Manganese- based Adsorber

The external cylinder is penetrated from central (inner) cylinder. This central cylinder is included to enable the Laser- Beam Irradiation from inside part of the media with specific distractions according Fig. 9 and Illustration Fig. 10 .These spectral (side-effect) beams are able to cause (additional) photochemical effects on the Granules. On the right side of Fig. 12, the detailed structure of Manganese- Cluster is illustrated. This is a natural molecule, included in natural plants as catalyst for Photosynthesis.

During light- reaction (I) in photosynthesis, Manganese- Ca- Cluster absorb 2 electrons (e-) for transfer to NADP+ to enable NADH- Synthesis. This Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate (NADP+) is the oxidated form, and NADH the reduced form of coenzymes for energy transfer during intracellular REDOX- Reactions. According to this comparison, the Manganese- Ca- Cluster acts as Electron- Transfer Catalyst during As(III) Oxidation. Also in photosynthesis light reaction (I), the light is the main energy source to enable this essential process, as far as Laser- Beam Photons in this Reactor Type is the main Energy source, too.

The Detailed Reactor geometrical design is shown in Fig. 13. The inner and outside cylinder of the Reactor is used to enable the filling of the granules in the external compartment.



Figure 13: Reactor with external cylinder for Granules and Laser Beam (red)

Based on the conceptual step- wise treatment, the 2 steps:

- No. 1: POT (Photocatalytic Oxidation Treatment) and
- No. 2: Adsorption (based on oxidative- catalytic Granules)

was evaluated and proven as quite advantageous. The tested Granules are listed in Tab. 1 below:

Table 1: Tested Adsorber Granules and Efficiencies

No.	Type	composition	Elimination $\Delta\beta$
1	MNO ₉₂	MnO ₂ , 92 %	81%
2	MNO ₈₅	MnO ₂ , 85 %	89%
3	MNO _{Si}	MnO ₂ + SiO ₂	94%
4	MNO _{Ca}	MnO ₂ + CaCO ₃	97% average

The other parameters have been stabilized as follows:

pH: 6,5 up to 7,5, E_H: 250 up to 400 mV, Temp.: 15–19°C

4 Water Treatment Results

4.1 Oxidation Efficiency of Granules with POT

The As concentration (β -In) of Inlet varied between 90 and 3120 [$\mu\text{gr/Ltr.}$] the As concentration of the outlet reached nearly zero- value, depending on the tested material. The maximum Elimination results have been reached with upstream POT and downstream Adsorber No. 4 [MNO_{Ca}] consisting of Manganese dioxide plus Calcium Carbonate as granular basis. The Elimination Rates could reach average values of $\Delta\beta \geq$ approximately. 97%, that means in numbers

(β -In): 90 up to 3122 [$\mu\text{gr/Ltr.}$] equal to 3,12 [mg/l]

(β -Out): 5 up to 47 [$\mu\text{gr/Ltr.}$]

The effluent values of As has been below the required limit value of 10 [$\mu\text{gr/Ltr.}$] in > 90% of the test- batches. The graph showing the results and tendencies is illustrated in Fig. 14 below.

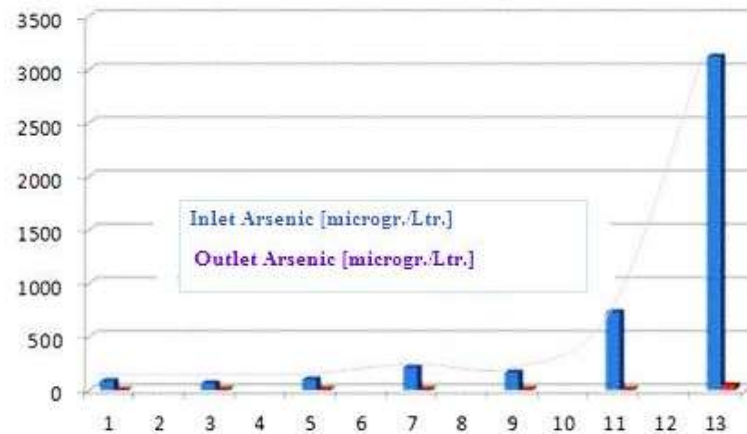


Figure 14: As- Adsorption Graph of 13 No'2 of test batches

The “break-through” point of the system in this 2-step-design has been evaluated near > 3000 [$\mu\text{gr/Ltr.}$] value. In these cases, a second “batch”, that means recirculation flow of the inlet after first batch, is required to reach the required values.

These, under laboratory conditions reconstructed values, seems to be quite realistic According to international investigations [21], e.g. in North America some tested As- values in groundwater probes was near 2500 [$\mu\text{gr/Ltr.}$], e.g. in region of Joaquin Valley.

The tests results according the tasks (2.3) were satisfactory.

5 Summary

The elimination of Arsenic by 2- step treatment from As(III) to As V) with Photochemical Oxidation for As III) and additional with Adsorber Granules Elimination of the As V) was tested under conceptual conditions.

Infrared- IR- light $> 660 - 780$ nm with lower energy content is capable for maximum Absorption of Photon- Energy in water. In addition to this, VIS- Light and Light near the UV- area of ≤ 430 nm seems to be capable for Applications with higher energy demands.

The Irradiation angle of the Laser Beam of $20 - 23^\circ\text{C}$ is an essential framework condition for effective use and the Reactor Geometry of 2 combined, reflective cylinders with external compartment for Additional.

For visual control of the process, VIS- Light sources based on parallel test batches are useful.

Oxidative Adsorber Granules based on Manganese Dioxide Surface Layers on Calcium- Carbonate Basic Layer ($\text{MnO}_2 + \text{CaCO}_3$) seems to be a promising process combination.

The test results were satisfactory, due to the final Elimination rates up to 97 % of the Inlet-As- concentrations in more than ≥ 90 % of the test batches.

The use of Laser Light seems to be capable for Enhanced Oxidation and support of frequently used Standard Technologies, as additional option for minimization of Operation and Maintenance costs, such as power consumption rates and chemical costs.

Further investigations with variation of the framework conditions and additional simulations will show the limits of this Innovative Technology and the performance limits of the procedure and its use in different areas of water treatment.

References

- [1] FRITSCH, St., M. sc., Technologies for Arsenic Removal from Water, Mechanical, Physical and Biochemical As- Removal Systems, Dissertation Publication (2011)
- [2] FRITSCH, St., M. sc., Photocatalytic Oxidation for Arsenic Removal, Improvement of Water Treatment Systems by use of Photons, Molecular Activation for enhanced Oxidation, Dissertation Publication (2011)
- [3] FRITSCH, St., M. sc., Effective De-Nitrification Systems,, Anoxic and Anaerobically Nitrogen Removal (A-NR), Dimensioning and Design Criteria for A-NR- Plants, Dissertation Publication (2011)
- [4] FRITSCH, St., M. sc., Improvement of Nitrogen- Elimination in Aquaculture Plants (AQC), Strategy for AQC Circulatory Systems, for Nitrogen- Elimination (NO_x) and industrial UV- disinfection System, Dissertation Publication (2011)
- [5] FRITSCH, St., M. sc., Water Treatment Strategies, Carbon Removal systems (CR-S) and Dimensioning of CR- Plants, Dissertation Publication (2011)
- [6] World Health Organization, Arsenic in Drinking Water, Fact Sheet no. 210, Link: <http://3w.who.int/mediacentre/factsheets/en/>, editor: National Academy Press, Washington DC, Update for Arsenic in Drinking Water Report (1999), Update (2001)
- [7] European Union (EU-Dir), Directive (EU 98 / 83 EG 1998):, quality requirements of water and environmental protection measurements, Limit Values for Arsenic and Heavy Metals, Link: <http://eur-lex.europa.eu/>
- [8] TRETNER, A., Dissertation, Ruprecht- Karls- University Heidelberg, faculty chemistry and geosciences, Environmental and Geochemical Institute, Title: Sorption and Redox- processes from Arsenic on oxidic surfaces, experimental investigations, 2002
- [9] DVGW- German Association for Gas and Water, Water Information No. 47, publication no. 5/95, publication of Technical Committee for Water Treatment, <http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/angebote/publikationen/infoschriften/wasserinfo47.pdf>
- [10] LEITZKE, O., Dr. phil, , UV/Ozone- combination water treatment, Journal:

- Water – Air and Ground (WLN), page 24 – 25 (1990)
- [11] LOGAN, Grundlagen der chemischen Oxidation, chapter 2.1, Publication from University Library, Link: <http://bibliothek.uni-halle.de/>
 - [12] LENNTECH, Water Treatment Solutions, Ozone Oxidation Systems, Link: <http://www.lenntech.de/systeme/ozon/wasser/ot-ozon-de.htm>
 - [13] BRENDEL, T., studies of IR- Ablation in water, Dissertation thesis, Georg-August University of Göttingen / Germany, Faculty of Mathematics and Natural Science, Prof. Dr. W. Lauterborn, Link: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2004/brendel/brendel.pdf>
 - [14] DLR, German Institute for Solar Research, Hydrogen Production by Water Cracking with special Solar Oven, Publication Journal, Link: http://www.dlr.de/sf/desktopdefault.aspx/tabid-7159/11923_read-28158/
 - [15] UMEX, UV- light based photo- oxidation, Internet publication, chemical backgrounds and efficiencies, Link: <http://www.umex-gmbh.de/photooxidation.html>
 - [16] BISSEN et al, Titan- Dioxide catalyzed photo- oxidation of Arsenit to Arsenat in aqueous samples, University of Karlsruhe, publication in Chemosphere journal 44 (2001), publication founded by German Federal Ministry of Education and Economic, result report, Link: <http://www.uni-karlsruhe.de/info/campusplan/>
 - [17] KÜCK et al., Institute for Environmental Process Engineering, University of Bremen, Laser activated analytical methods for detection of water and gas mixture and components, http://www.iuv.uni-bremen.de/iuv/index.php?option=com_content&task=view&id=115&Itemid=75
 - [18] TZW, Technological Centre Water (Germany), Oxidation by combination of Ozon/UV- light (O₃/H₂O₂), Internet publication , all rights: TZW, Link: http://www.tzw.de/de/projekte/analytik/oxidation_von_organischen_spur-69/
 - [19] KONETSCHNY, C., Ph.D., Cracking of Water with Carbon Nitride as Catalyst with Photoactivation by Natural Sun Photon Energy, Institute for Technology and Material Consulting, Internet Publication, Link: <http://www.materialsgate.de/de/mnews/3994/Wasserspalter+mit+Doppelrolle.html>
 - [20] SEEHUSEN, J., Mathematics and Natural Sciences Faculty University of Bonn, Vibrational dynamics of intra- and intermolecular hydrogen bindings, Dissertation (2011), Link: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2425/2425.htm>
 - [21] WEIGERT et. al./ Helmholtz Institute for Environmental Research, Internet Publication, Arsenic concentration in Groundwater, International investigation report (summary), Link: <http://www.arsolux.ufz.de/index.php?de=20704>

WYKORZYSTANIE TURBIN WIATROWYCH O OSI PIONOWEJ W TERENACH ZURBANIZOWANYCH

Ryszard Jabłoński¹, Witold Puszyński²

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz, Polska

e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

²Stowarzyszenie Edukacyjno-Konsultacyjne Lotnictwa, ul. Jagiellońska 44/13A, 03-462
Warszawa, Polska

Abstract: Nowadays, wind energy is converted into electricity by using wind turbines in power plants and wind farms. Production of energy is characterized by high dynamics of growth. Renewable resources cause significant fuel saving, the ability to work on a separate network, a fixed cost per unit of electricity generated, minimal or even no impact on the environment and considerable flexibility. The areas with the best wind resources are: the Suwałki Region, the Silesian Beskid and the Beskid Żywiecki, Baltic Sea Coast, Central and Greater Poland and Mazovia, the Dynowskie Foothill and Bieszczady Mountains. For technical reasons, frequent variation of wind speed makes it difficult to obtain the maximum wind energy. Optimization of wind turbines construction primarily concerns the specific speed range. Wind turbines with a vertical axis have many advantages, which makes them very attractive in terms of installation and exploitation. It is advisable to power houses that are properly insulated, which need small amounts of electricity. It is ideal in areas where there are frequent shortages in electricity supply. Using a backyard wind turbine system supports central heating and hot water system. This results in a significant reduction in consumption of conventional energy sources. Turbines of this type have a very wide range of implementation that makes it possible to provide a continuous production of electricity for a long time. It is independent from the wind direction. In this case, small power plants are probably the best solution. The big advantage is that there are relatively low investment costs, a very attractive appearance and it can be easily integrated in the surroundings.

Keywords: wind turbines, vertical axis, renewable energy sources

1 Wprowadzenie

Środowisko w którym żyjemy, jest zniszczone głównie przez przemysł oparty na energetyce konwencjonalnej wykorzystującej paliwa naturalne:

węgiel, ropę naftową i gaz ziemny. Sposobem na zahamowanie dalszej jego degradacji jest nie tylko modernizacja energetyki konwencjonalnej, lecz przede wszystkim stopniowe eliminowanie paliw naturalnych i wykorzystanie nowych, niekonwencjonalnych i odnawialnych źródeł energii.

Alternatywne metody pozyskiwania energii elektrycznej dają taką szansę. Stopniowe zużywanie się paliw kopalnianych (określa się że za około 40 lat wyczerpią się złoża ropy naftowej przy obecnym stanie jej zużywania) oraz kryzys energetyczny w 1973r. sprawiły, że wzrosło na świecie zainteresowanie niekonwencjonalnymi metodami wytwarzania energii elektrycznej. [Jastrzębska G.] Są coraz większą popularnością odnawialne źródła energii zawdzięczają jednak nie tylko ekologicznym, lecz również ekonomicznym względom. Pozyskiwane surowców konwencjonalnych stają się coraz droższe. Na przykład w czasach światowego kryzysu energetycznego lat 70 XX-ego wieku, wywołanego embargiem krajów arabskich na dostawy ropy naftowej do krajów zachodnich, cena ropy wzrosła dziesięciokrotnie, a w połowie 2005 roku osiągnęła zaś rekordowy poziom ponad 70 dolarów za baryłkę. Dlatego odnawialne źródła energii zaczęły się cieszyć coraz większą popularnością. Źródła odnawialne charakteryzują się:

- Oszczędnością paliw (eliminacja zużycia węgla, gazu i ropy w produkcji elektrycznej);
- Możliwością pracy na sieć wydzieloną;
- Stałym kosztem jednostkowym uzyskanej energii elektrycznej;
- Stale odnawiającymi się zasobami;
- Minimalnym lub nawet żadnym wpływem na środowisko;
- Rozproszeniem na całym obszarze, co rozwiązuje problem transportu energii, ponieważ może być ona pozyskiwana w każdym miejscu, co eliminuje również straty związane z dystrybucją i pozwala uniknąć budowy linii przesyłowych;
- Tworzą energetykę bardzo elastyczną.

Celem publikacji jest zobrazowanie zagadnienia związanego wytwarzaniem energii przez turbiny o pionowej osi obrotu oraz scharakteryzowanie ich rodzajów – pokazanie konstrukcji własnych turbin o pionowej osi obrotu.

2 Warunki wiatrowe w Polsce

Energia ruchu atmosfery, czyli energia wiatru jest przekształconą formą energii słonecznej. Wiatr jest wywołany przez różnicę w nagrzewaniu lądów i mórz, biegunów i równika czyli przez różnicę ciśnień między poszczególnymi strefami cieplnymi oraz przez siłę Coriolisa związaną z obrotowym ruchem Ziemi. Jest jednym z powszechnie występujących nośników energii, który wykorzystywano już w starożytności. [Iglinski B.]

W obecnych czasach energia wiatru jest przetwarzana na energię

elektryczną za pomocą silników wiatrowych w elektrowniach i siłowniach wiatrowych. Wykorzystanie wiatru do produkcji energii charakteryzuje się dużą dynamiką wzrostu. Dwie dekady postępu w rozwoju zaawansowanych turbin, które wykorzystują materiały syntetyczne, komputerowe wspomaganie projektowania i specjalistyczną kontrolę elektroniczną które zredukowały w porównaniu z 1980 rokiem koszty produkcji energii elektrycznej prawie pięciokrotnie. Od kilku lat możemy zaobserwować rozwój rynku elektrowni wiatrowych w Polsce. Początki tego rozwoju sięgają początkom lat 90, kiedy to wybudowano w 1991 roku pierwszą elektrownie wiatrową w Lisewie. (Bandzul W.). Inwestowanie oraz rozwój energetyki wiatrowej są zgodne z polityką prowadzoną przez Unię Europejską dotyczącą wykorzystania wszystkich odnawialnych źródeł energii. Strategia i założenia działań zawarte zostały w tzw. „Białej Księdze” przyjętej przez kraje członkowskie w 1997 roku. Cele ilościowe określone w dyrektywie Unii Europejskiej o promocji energii elektrycznej pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych nakładają na kraje członkowskie wspólnoty obowiązek, aby udział zielonej energii w bilansie zużycia energii elektrycznej w Unii wzrósł z obecnych 13,9% do 22%. Konieczność wypełnienia zobowiązań ekologicznych spowodowała określenie w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 30.05.2003 r. udziału ilościowego zakupionej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Rozwój odnawialnych źródeł energii w tym energetyki wiatrowej jest w Polsce nieunikniony.

Zasoby energii wiatrowej w Polsce są bardzo dobrze rozpoznane.

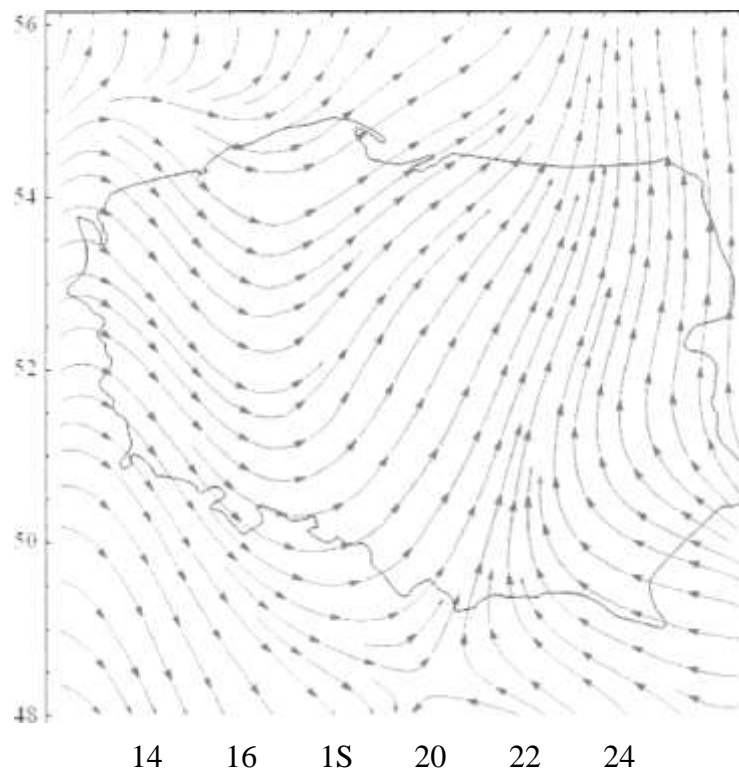
Tereny posiadające najlepsze zasoby wiatru to:

- Suwalszczyzna
- Beskid Śląski i Żywiecki
- Wybrzeże morza Bałtyckiego, a przede wszystkim jego centralna, najbardziej wysunięta na północ część od Koszalina po Hel oraz wyspa Uznam
- Środkowa Wielkopolska i Mazowsze
- Podgórze Dynowskie i Bieszczady

Polska leży w strefie przeciętnych warunkach wietrzności, z prędkościami wiatru na poziomie 3,5- 4,5 m/s. Ze względu na możliwość wykorzystania energii wiatru przez turbiny o osi poziomej dla prędkości powyżej 4 m/s korzystne są warunki praktycznie na 2/3 terytorium Polski. Natomiast turbiny; osi pionowej których praca w niektórych przypadkach rozpoczyna się nawet już przy 1,5m/s tak więc ich praca jest możliwa praktycznie na terenie całej Polski. Ze względów technicznych częsta zmienność prędkości wiatru utrudnia maksymalne pozyskiwanie energii wiatru. Optymalizacja konstrukcji siłowni dotyczy przede wszystkim określonego przedziału prędkości. Wiąże się to zarówno z wytrzymałością mechaniczną wibroakustyczną jak i możliwością współpracy turbiny z generatorem. Przy prędkościach 10-14 m/s elektrownia pracuje z mocą nominalną, a przy prędkościach powyżej 25 m/s musi być

wyłaczona. Względnie dobre warunki panują w Wielkopolsce i na Mazowszu. Prędkość wiatru wzrasta oczywiście wraz z wysokością oraz ma na nią wpływ ukształtowanie terenu, jego pofałdowanie a także architektura terenu, kiedy przepływ strugi powietrza zostaje zaburzony.

Kierunki wiatrów w Polsce.



Rys. 1 Kierunki wiatrów w Polsce (www.windandpower.pl/edytor)

W Polsce wiatr wieje najczęściej z kierunku południowo-zachodniego do zachodniego. Zestawienie występowania wiatru o określonej prędkości z innych kierunków nazywane jest prędkościowo-częstościową różą wiatru.

Przeszkody terenowe znajdujące się na drodze przesuwających mas powietrza powodują zmniejszenie prędkości wiatru i występowanie turbulencji. W dzisiejszych czasach na rynku jest szerokie spektrum rodzajów wirników i ich odmian oferowanych przez producentów.

3 Budowa elektrowni wiatrowej VAWT

Charakteryzują się wysoką wydajnością. Okazuje się bowiem, że najbardziej efektywna jest turbina, która spowalnia wiatr do $\frac{2}{3}$ jego początkowej prędkości - prawo Betz'a, podstawowe prawo aerodynamiki - turbin wiatrowych. [Majchrzak H.]. Sprawność elektrowni wiatrowych jest zbliżona do sprawności elektrowni węglowych - ok. 30%. Zdolność wytwórcza elektrowni lirowych to 25% (kiedy to wiatr wieje optymalnie), elektrowni węglowych - 75%. Chodzi o to, że na 100 dni elektrownia wiatrowa pracuje 25, ze względu na prędkość wiatru, a węglowa 75% dni, ze względu na przestoje w wyniku konserwacji itp. Gdy jedna turbina wiatrowa

wytwarza ok. 275- 500 tys. kWh energii elektrycznej, wystarcza to dla 20 domów.

Podstawowym kryterium podziału elektrowni wiatrowych jest położenie osi obrotu wirnika, zgodnie, z którym rozróżniamy dwa rodzaje elektrowni:

- Z poziomą osią obrotu - HAWT (ang. Horizontal Axis Wind Turbines); najpopularniejsze - ponad 95% stosowanych rozwiązań;
- pionową osią obrotu - VAWT (ang. Vertical Axis Wind Turbines).

Turbiny wiatrowe o osi pionowej dzielimy na dwie podstawowe kategorie: Savoniusa i Darrieusa. Żaden z tych typów nie jest obecnie szeroko stosowany. Turbiny te są dwóch rodzajów: działające w oparciu o siłę nośną i opór.

Modele wykorzystujące opór działają jak wiosło kajaka w wodzie: jeśli teoretycznie przyjąć, że wiosło zanurzone w wodzie porusza się bez poślizgu. Ta sama zasada działania występuje w turbinach oporowych. Urządzenia dodatkowo wykorzystujące siłę nośną mają wyższą sprawność.

Turbiny wiatrowe typu VAWT charakteryzują się prostopadłą do powierzchni ziemi osią obrotu. Wiatraki tego typu doskonale sprawdzają się w strefach zurbanizowanych. Powszechnie używane turbiny wiatrowe są wrażliwe na zawirowania powietrza oraz często są źródłem hałasu dlatego ich możliwość użytkowania na terenach zabudowanych mogłaby być uciążliwa. Zgodnie z przepisami (Rozporządzenie ministra środowiska z 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu - DzU 2002 r., nr 8, poz. S1) obiekty i urządzenia stanowiące źródła hałasu należy lokalizować tak, by nie naruszały dopuszczalnych poziomów hałasu. Najcichszymi urządzeniami są elektrownie wiatrowe o pionowej osi obrotu, w tym świderkowe. Elektrownie przydomowe z reguły spełniają wymogi wynikające z ochrony przed hałasem już w odległości 30- 100 m od budynków mieszkalnych. Opracowane na świecie obecnie przeszło 300 patentów dotyczących rozwiązań turbin wiatrowych o pionowej osi rotacji. Większość tych siłowni małych mocy, które mogą być wykorzystywane dla potrzeb indywidualnych odbiorców szczególnie jako dodatkowe źródło energii elektrycznej. Najlepiej sprawdzają się jako zasilanie domów niskoenergetycznych" bardzo dobrze ocieplonych, które potrzebują małych ilości prądu. Elektrownie te stają się coraz bardziej popularne i w niedalekim czasie mogą one trafić w swoją niszę. Taka przydomowa elektrownia może dostarczać prąd na potrzeby odbiornika autonomicznego (wydzielonego), czyli działającego niezależnie od sieci elektroenergetycznej. Mogą one zasilać m.in.:

- jachty,
- urządzenia pomiarowe,
- urządzenia grzewcze - idealne są w połączeniu z grzejnikami akumulacyjnymi do ogrzewania pomieszczeń oraz podgrzewania ciepłej wody użytkowej,

- oświetlenie uliczne,
- urządzenia sygnalizacyjne (znaki sygnalizacyjne, banery reklamowe, tablice informacyjne,
- szeroki zakres zastosowań, gdzie jest utrudniony lub ograniczony dostęp do standardowej sieci energetycznej.

Z powodzeniem mogą obniżać rachunki za prąd w gospodarstwach domowych lub kompletnie je eliminować w przypadku małych potrzeb energetycznych.

Kolejną zaletą turbin VAWT jest brak zanieczyszczenia wizualnego, są łatwe do wkomponowania w otoczenie a istnieje także możliwość uczynienia z nich elementu ozdobnego lub nadającego większą wartość wizualną. Taka funkcja może być wykorzystana w centrum handlowym. Ten rodzaj turbin świetnie sprawdza się w ekstremalnych warunkach a także trudnych warunkach przyrodniczych. Odporne są między na burze piaskowe, cyklony czy sztormy i mogą pracować w temperaturach od -50 do 50stopni Celsjusza. Stosuje się w nich dwa rodzaje prądnic: a)prądu stałego - która jest częściej instalowana mogą zasilać wyżej wymienione obiekty, jeżeli są wyposażone w regulator napięcia. Pionowe turbiny wiatrowe nie wymagają skomplikowanych systemów kontrolnych i jedną z dużych ich zalet jest niezależność ich działania od kierunku wiatru. Turbina przyjmuje siłę wiatru wiejącego z każdego kierunku- nawet biegnący w kierunku pionowym. Siła wiatru wiejącego z różnych kierunków i pod różnymi kątami może być teraz swobodnie przekształcona w energie elektryczną. Szczególnie w terenach miejskich, w których tworzą się przeciągi. Żadna z dotychczas dostępnych na rynku rozwiązań nie odnosi się do specyfiki miejskiej i zmienności wiatru, który najczęściej występuje. Stale zmieniający się kierunek wiatru jest poważnym problemem dla tradycyjnych turbin wiatrowych. Lecz w tych zmiennych warunkach świetnie sprawdzają się turbiny VAWT. [Jabłoński W.]

Turbiny pionowe trudno instalować na wieżach, w związku z czym zwykle instalowane są na obszarach turbulencyjnych:

- dachach budynków - obliczenia wykazują, że kilka metrów nad dachem budynku w porównaniu do przepływu bez obecności budynku występuje zwiększenie prędkości o 30%. Jest to najbardziej ciekawa i praktyczna koncepcja turbin o osi pionowej, która zagospodarowała by nie użytkowane przestrzenie. Dodatkowym plusem jest brak obowiązku modyfikacji budynku. Tego typu instalacje zwiększają możliwości architektoniczne,
- pomiędzy budynkami, które tworzą jak gdyby swoisty dyfuzor wykorzystujący efekt koncentracji prędkości wiatru,
- w kanale przechodzącym przez budynek, za pomocą którego różnica ciśnień pomiędzy stroną wietrzną a zawietrzną wywołuje większy

przepływ powietrza,

Podział turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu

3.1 Turbina Darrieus'a

Za jednego z prekursorów turbin o prostopadłej względem kierunku wiatru osi obrotu uważa się francuskiego konstruktora Darrieus'a , który w 1931 roku opatentował wirnik, nazywany jego nazwiskiem. Opatentował on w zasadzie dwie turbiny - najpopularniejszy typ , tzw. Trzepaczkę do piany z zagiętymi łopatom, oraz tzw. Giromill, czyli turbinę typu „H” która miała być również stosowana w hydroenergetyce. Podstawowa wada tych wirników jest praktycznie zerowy moment startowy, dlatego wymagają one wstępnego rozruchu. Typowa turbina posadowiona na wieży na wysokości 5-7,5 m oraz średnice rotora 2m przy mocy 2,5 kW. Według obliczeń holenderskich naukowców, w związku z koncentrującym działaniem budynków, 5 m nad dachem budynku o wysokości 20 m panują podobne warunki wiatrowe jak w terenie niezabudowanym na poziomie 10 m, z czego też wynika że turbina ta o mocy 2,5 kW jest w stanie wytworzyć rocznie ok. 1800 kWh energii elektrycznej (dla obszarów o prędkości średniej - 3 m/s). Od początku 2005 roku pięć turbin tego rodzaju pracuje w ostatecznej wersji w Holandii.

3.2 Turbina Savoniusa

Drugim głównym rozwiązaniem konstrukcyjnym siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu jest wirnik skonstruowany w 1920 roku w Finlandii przez S. J. Savonius'a. Jest to jedna z najprostszych konstrukcji, w której wykorzystano idee VAWT. Jest to turbina typu oporowego i obraca się relatywnie powoli, lecz generuje dość duży moment obrotowy. Małe turbinki Savonius'a montowane były kiedyś na dachach wagonów kolejowych i napędzały wentylację, stosuje je się także do mielenia ziarna, pompowania wody itp., W celu zmniejszenia wpływu położenia wirnika względem kierunku wiatru na wartość momentu startowego montowane są zespoły, specjalnie wyprofilowanych łopat, które są obrócone względem siebie o kąt 90 stopni. Wirnik tego typu ma znacznie mniejszą sprawność od typowych generatorów o poziomej osi obrotu, a także od turbin typu Darrieus'a. Ze względu na niską prędkość obrotową poniżej 1000obr./min. Najlepsze do wytwarzania prądu. Ich niewątpliwą zaletą jest natomiast prostota konstrukcji, duży moment rozruchowy, który umożliwia pracę nawet przy stosunkowo małych prędkościach wiatru. Kolejnymi zaletami mogą być praktycznie bezgłośna praca samego wirnika oraz przy odpowiednim wykonaniu, takie turbiny mogą przetrwać podmuchy wiatrów dochodzące do około 60 m/s. Zasada działania turbiny Savonius'a polega przede wszystkim na wykorzystaniu siły parcia wiatru, a w mniejszym stopniu siły nośnej. Ze względu na stosunkowo duży moment rozruchowy, wirniki tego typu są zwykle wykorzystywane do napędzania pomp wodnych. W trakcie badań w tunelu aerodynamicznym

w Sandia National Laboratories przeprowadzono testy kilkunastu różnych konfiguracji wirnika na podstawie których stwierdzono, że optymalną budową turbin Savonius'a jest wirnik wyposażony tylko w dwie łopaty. Sprawdzone, iż zwiększenie liczby łopat znacznie zmniejsza uzależnienie wartości momentu rozruchowego od kąta położenia łopat względem kierunku wiatru, ale jednocześnie obniża sprawność tego typu wirnika. W celu uzyskania równego momentu startowego, na osi zaleca się umieścić dwa zestawy łopat, które będą względem siebie obrócone o kąt 90 stopni, z tym że przerwa między łopatami powinna zawierać się w granicach $(0,1..0,15)$ średnicy jednego płata. Także stosunek wysokości do średnicy ma wpływ na sprawność tego wirnika. Z doświadczeń i badań wynika, że koła ograniczające łopaty od góry i od dołu powinny mieć o około od 5 do 10 % większą średnicę od samych łopat, co efektywnie blokuje „ucieczkę” wiatru bokami. Drugim sposobem zwiększenia skuteczności takiego rozwiązania jest brak pionowej osi w wolnej przestrzeni między łopatami.

Na tej podstawie profesor Ryszard Jabłoński i współpracownicy zaprojektowali i wykonali szereg prototypów turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu.



- turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu,
- rozruch przy 1,5 m na sekundę,
- moc turbiny w zależności od siły wiatru od 2-4 kWh.

Elektrownia wiatrowa o pionowej osi obrotu:

- turbina dwustopniowa,
- rozruch przy sile wiatru 2 m/s,
- moc turbiny 3-5 kWh



- nowy prototyp turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu testowany od 3. miesiący.
- turbina na skrzydłach posiada dodatkowe łapacze wiatru, jak również ciąg odprowadzający nadmiar powietrza.



- turbina wiatrowa o mocy 2-3 kWh przeznaczona do posadowienia na wodzie,
- turbina posiada metalowy pływak ze stali nierdzewnej, może być

zakotwiczona w pobliżu plaż, na stawach rybnych, oczyszczalniach ścieków, lagunach,

- główny cel to doprowadzenie tlenu do środowiska wodnego.



- agregat prądowórczy własnej konstrukcji, płaski, z zespołem cewek i dwoma kołami obrotowymi, z magnesami neodymowymi,

Zalety przedstawionych turbin wiatrowych o osi pionowej:

- Wykorzystanie siły wiatru już od 1,5 m/s.
- Prawie bezgłówna praca.
- Możliwość przetwarzania silnych wiatrów.
- Łatwa instalacja
- Przy małych turbinach konstrukcja może być przenośna
- Możliwość połączenia różnych systemów m.in. fotoogniwami
- Odporność na mocne podmuchy wiatrów
- Napęd wirnika przechodzi bezpośrednio na prądnice bez stosowania przekładni.
- Stabilna praca
- Bezproblemowa instalacja w strefach zurbanizowanych
- Szeroki zakres zastosowań.
- Zmienny wiatr nie ma wpływu na pracę turbiny
- Nie ma potrzeby zajmowania, dużych, płaskich przestrzeni
- Nie stwarza zagrożenia dla ptaków
- Możliwa instalacja na dachach lub w innych miejscach.
- Brak stosowania hamulców, dzięki specjalnej aerodynamice
- Długa żywotność urządzenia, do 25 lat bezawaryjnej pracy
- Nie ma potrzeby regulacji maksymalnej prędkości obrotowej
- Możliwość zastosowania przy wysokich i niskich temperaturach
- Łatwość konserwacji urządzeń

3.3 Turbiny świderkowe

Następną modyfikacją turbiny Savonius'a są wirniki typu świderkowego zaproponowane przez fińską firmę Windside. Podstawową zaletą zastosowania tego typu wirnika jest możliwość pracy w bardzo szerokim zakresie prędkości: od 1,5 m/s do 60 m/s. Dodatkowym bardzo dużym plusem jest bardzo cicha praca, prawie bezgłówna. Siłownie tego typu już przy powierzchni łopaty wynoszącej 2m kwadratowe (na które działa wiatr o prędkości 6m/s) osiągają moc 50 W. Ich współczynnik generowanej mocy wielkości zakreślonego przez wirnik obszaru wynosi 0,3 kW/m². [Nowak W i współ.]. Jest to wartość dużo mniejsza od uzyskiwanych w elektrowniach zawodowych, ale zbliżona do wartości uzyskiwanej przez typowe trzyłopatowe elektrownie małej mocy. Napęd z wirnika przenoszony jest bezpośrednio na prądnice, bez wymagania jakichkolwiek przekładni zębatych. Co sprawia, że siłownie te są lekkie i niedrogie. Pozwala to na montaż na budynkach, obiektach, murach bądź wieżach itp. Turbiny te nadają się także do instalowania w zestawach składających się z kilku a nawet kilkunastu jednostek, co konsekwencji zaspokoi potrzeby energetyczne nawet dużych obiektów typu hal czy wielkich obiektów. Przy założeniu, że siłownie będą umieszczone na wysokości o zasobach energetycznych równych 100W/m² i prędkości średniej 5 m/s można uzyskać około 300kW*h/rok energii elektrycznej. Niezwykle atrakcyjne jest także wykorzystanie turbin o osi pionowej do reklam marketingowych. Tego typu reklama nie tylko działa swoim logo ale także nadaje firmie miano dbającej o środowisko oraz nowoczesnej.[Lisik A.]

4 Energia wiatru a ochrona środowiska

Ogólnie przyjęty pogląd, iż wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii prowadzi do maksymalnego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska jest trochę mylne w niektórych wypadkach. Ten generalnie słuszny pogląd w odniesieniu do niektórych rodzajów energii nie zawsze jest uzasadniony. Dotyczy to np. energii geotermalnej, przy eksploatacji której emitowane są często duże ilości szkodliwych związków chemicznych w tym także promieniotwórczych, w zależności od składu chemicznego wód geotermalnych, paliw stałych pozyskiwanych z biomasy w zakresie wydzielania substancji chemicznych w tym między innymi: dwutlenku węgla, tlenków azotu i innych, paliw płynnych z udziałem biokomponentów, gdzie możemy jedynie mówić o ograniczeniu emisji szkodliwych gazów w stosunku do paliw konwencjonalnych. [Gronowicz J.]. Hałas występujący przy produkcji prądu przez turbiny wiatrowe także negatywnie wpływa na otoczenie, aczkolwiek turbiny VAWT w znaczącym stopniu ograniczają hałas. W przeciwieństwie do turbin osi poziomej, które muszą być oddalone od zabudowań a nawet gospodarstw rolnych. Turbiny pionowe z powodzeniem stosowane są na dachach budynków mieszkalnych a nawet jachtach jako zasilanie niezależne. Tak więc hałas w tych wirnikach został skutecznie ograniczony

zwiększając jego neutralność na środowisko. Z punktu widzenia zasad ekorozwoju, energia ze źródeł odnawialnych jest uważana za jedyną alternatywę elektroenergetyki opartej na paliwach węglowodorowych. Roczna produkcja energii elektrycznej przez odnawialne źródło o mocy 160kW (np. elektrowni wiatrowej) zapobiega wyemitowaniu do atmosfery dużych ilości zanieczyszczeń:

- dwutlenku węgla -250 000kg
- dwutlenku siarki - 2 000 kg
- dwutlenku azotu - 1 500kg
- pyłów i żużli - 17 500k

5 Podsumowanie

Rozwój cywilizacji jest ściśle związany ze zużyciem energii przez człowieka. Zużycie energii służy głównie zaspokojeniu potrzeb egzystencjonalnych oraz zapewnieniu postępu technicznego. Jak dotychczas ludzkość korzystała w szczególności z energii konwencjonalnej. Wzrastające zużycie energii na świecie, przy określonych zasobach energii nieodnawialnej, wymusza w coraz większym stopniu działanie prowadzące do oszczędności energii oraz intensyfikacji wykorzystania energii odnawialnej, przy równoczesnym zwiększeniu sprawności konwersji energii pierwotnej na wtórną. Prof. Jan Popczyk z Politechniki Śląskiej twierdzi, że „Energetyka wiatrowa” zawładnęła świadomością masową. Najczęściej, jeśli mówimy o energetyce odnawialnej, to ilustrujemy za pomocą wiatraków. Ta technologia dominuje w odbiorze społecznym.

Energia wiatru jest dziś powszechnie wykorzystywana w gospodarstwach domowych, jak i na szeroką skalę w elektrowniach wiatrowych. Stosowanie tego typu rozwiązań nie jest bardzo kosztowne, ze względu na niezbyt skomplikowaną budowę urządzeń jak i tanią eksploatację. Światowa organizacja Energii Wiatrowej (World Wind Energy Association) potwierdza, że pomimo kryzysu ekonomicznego, rynek energetyki wiatrowej spodziewa się dość dużego wzrostu. Bazując na badaniach członków WWEA potwierdza się teza, że energetyka wiatrowa jest wciąż interesem stabilnym, zyskownym, z niskim zagrożeniem inwestycyjnym.

Turbiny wiatrowe różnią się przede wszystkim mocą, a także konstrukcją co tworzy swoistą specjalizację tych urządzeń w różnych warunkach. Gazeta „Agroenergetyka” zarzuca, że turbiny o osi pionowej wykazują niższą sprawność od turbin typu HAWT. Jednakże posiadają one wiele zalet, które sprawiają, że są bardzo atrakcyjne pod względem instalacji i eksploatacji. Dzięki zainstalowaniu małej elektrowni wiatrowej w pobliżu domu mamy własne, niezależne źródło energii, z którego w razie potrzeby mogą być zasilane różnego rodzaju odbiorniki. Bardzo dobrze sprawdzają się do zasilania domów odpowiednio ocieplonych, które potrzebują niewielkie ilości prądu. Są idealne

na obszarach, gdzie są częste braki w dostawie prądu. Taka mała elektrownia może dostarczać prąd na potrzeby odbiornika wydzielonego, czyli działającego niezależnie od sieci energetycznej. Korzystanie z przydomowej elektrowni wiatrowej wspomaga system centralnego ogrzewania czy ciepłej wody. To skutkuje znacznym ograniczeniem zużycia konwencjonalnych nośników energii - oleju opałowego, gazu, węgla czy energii elektrycznej. Co skutkuje zmniejszeniem emisji CO₂ do atmosfery. W przypadku obiektów lub urządzeń znajdujących się poza zakresem infrastruktury energetycznej, VAWT znakomicie sprawdzają się jako alternatywne źródło energii. Tym bardziej, że turbiny tego typu mają bardzo szeroki zakres pracy co pozwala na długi okres ciągłej produkcji prądu oraz niezależną pracę od kierunku wiatru. W tym przypadku małe elektrownie są prawdopodobnie najlepszym obecnie rozwiązaniem.

Dużym atutem staje się także dość niski koszt inwestycji w stosunku do innych instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Stwarza to bardzo szerokie spektrum możliwości inwestycji na przykład przez osoby fizyczne. Turbiny o pionowej osi obrotu posiadają bardzo estetyczny wygląd oraz istnieje możliwość łatwego wkomponowania w otoczenie. Mogą być niekiedy jedynym urozmaiceniem monotonnego krajobrazu.

W świetle powyższych argumentów należy stwierdzić, iż przy obecnych perspektywach rozwoju technologicznego i niewątpliwie pozytywnym aspekcie, jakim jest ekologiczność energii wiatrowej przejście na ten system w niedalekiej przyszłości będzie nie tylko nieuniknione ale i opłacalne.

Literatura

- [1] Boczar T.,: Energetyka wiatrowa. Aktualne możliwości wykorzystania. Wyd. PAK, Warszawa, 2007.
- [2] Bandzül W.: Energetyka wiatrowa w Polsce, Elektroenergetyka Nr 3, 2005.
- [3] Gronowicz J.: Niekonwencjonalne źródła energii. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB. Radom- Poznań.2008
- [4] Gumułka S. Energetyka wiatrowa, Wyd. AGH, Kraków, 2006.
- [5] Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M.: Energia alternatywna w woj. kujawsko-pomorskim. Monografia. Wyd. UMK. Toruń, 2008.
- [6] Jabłoński W., Wnuk J.: Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii. Aspekty ekonomiczno- techniczne. Oficyna wydawnicza „ Humanitas” Sosnowiec, 2009.
- [7] Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, WNT, Warszawa, 2007.
- [8] Lewandowski W.M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii. Wydawnictwa Naukowo- Techniczne. Warszawa,2007.
- [9] Lisik A.: Odnawialne źródła energii w architekturze . Wyd. Politechniki Śląskiej. Gliwice, 1995.

- [10] Nowak W. i współautorzy,,: Zastosowanie odnawialnych źródeł energii.
- [11] Wydawnictwo uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin,2008.
- [12] Majchrzak H.: Stan rozwoju sektora energetyki wiatrowej w Polsce. Czysta energia nr 10, s 9,2009.
- [13] Szumanowska M., Szumanowski A.: Fotoogniwa i turbiny wiatrowe w systemach energetycznych. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 1997
- [14] <http://energiawiatrowa.pl>
- [15] <http://farml.static.flickr.com>
- [16] <http://greennclean.ca>
- [17] <http://www.mt.com.pl>
- [18] <http://patenty.republika.pl>
- [19] <http://www.stopbigfoot.com>
- [20] <http://www.svalbardmap.com>
- [21] <http://translate.google.pl>
- [22] <http://www.uwm.edu.pl>
- [23] <http://wind.com>
- [24] <http://windharvest.com>
- [25] <http://windside.com>
- [26] <http://tmawind.com>

VYUŽITIE VIZUALIZÁCIE A VIRTUÁLNEJ REALITY V OBLASTI VZDELÁVANIA A PRENOSU POZNATKOV Z VYUŽITIA OZE

František Janíček¹, Marek Pípa², Žaneta Eleschová, Miroslava Smitková³

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská
republika

e-mail: ¹frantisek.janicek@stuba.sk, ²marek.pipa@stuba.sk, ³miroslava.smitkova@stuba.sk

Abstract: Paper presents activities of the Laboratory of the renewable energy at Institute of Power and Applied Electrical Engineering of the Faculty of the Electrical Engineering and information technologies of SUT and possibilities of the visual measurement of the laboratory via internet side www.oze.stuba.sk

Keywords: renewable energy sources, visualization, education

1 Úvod

Laboratórium obnoviteľných zdrojov energie na Oddelení elektroenergetiky, Ústavu elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU (OE ÚEAE FEI STU) je zamerané na využívanie obnoviteľných zdrojov energie a slúži potrebám výskumu a edukačného procesu, zameraného na energetické zdroje, nekonvenčné zdroje a premeny energie. Laboratórium OZE dáva priestor na tvorivú činnosť nielen v rámci prác študentov našej školy, ale ponúka možnosť aj pre základné a stredné školy, či už vo forme exkurzií alebo po dohode s našimi pracovníkmi je tu možnosť pre žiakov najmä posledných ročníkov stredných škôl participovať na meraniach, alebo priamo si navrhnuť vlastné merania, pozorovania a projekty.

2 Laboratórium obnoviteľných zdrojov energie

V laboratóriu OZE sú zastúpené rôzne technológie funkčnými modelmi, na ktorých je v reálnych podmienkach možné realizovať pozorovania, pri ktorých je možné meniť rôzne okrajové prevádzkové podmienky, čo na reálnych komerčne fungujúcich zariadeniach v praxi nie je zvyčajne možné. V laboratóriu sú inštalované rôzne technológie v rôznom štádiu finalizácie základného hardvéru, pričom zariadenia sa neustále dopĺňajú a prispôsobujú potrebám nových experimentov.

V laboratóriu OZE sa nachádzajú veterné elektrárne s horizontálnou (dvojlistová a trojlistová) ako aj vertikálnou (Savoniov rotor) osou otáčania, fotovoltická elektráreň (obr. 1) s fixnou montážou panelov ako aj s trackerom, prečerpávacia vodná elektráreň, model tepelného čerpadla voda-voda, fototermálny systém s plochými slnečnými kolektormi, systém kogeneračnej jednotky s dvojpaliivovým systémom (zemný plyn /bioplyn), bioplynová stanica so suchou fermentáciou. V rámci laboratória OZE bol vytvorený model akumulátora elektrickej energie na báze stlačeného vzduchu.

Bolo vykonané osadenie snímačov a prevodníkov pre potreby meraní elektrických a neelektrických veličín. Sú využívané pre potreby meraní, vizualizácie a záznamu prevádzkových režimov jednotlivých zariadení laboratória OZE. Pre potreby sprevádzkovania laboratórných modelov, na ktorých sa vykonáva zber, záznam a spracovanie dát, bolo zabezpečené doplnenie už existujúcej technológie o potrebné komponenty.



Obrázok 1 Ukážky z laboratória OZE na FEI STU – prečerpávacia vodná elektráreň a fototermálny systém pre ohrev TUV

Informácie o laboratóriu a zariadeniach, ktoré sú v laboratóriu k dispozícii sú uverejnené na portáli (www.oze.stuba.sk/oze/laboratorium-oze/). V súčasnosti sú na portáli spracované informácie o nasledovných zariadeniach laboratória:

- Systém fototermálnej premeny s dvojicou použiteľných plochých slnečných kolektorov (jeden s čírim a druhý s difúznym presklením) so zásobníkom TUV.
- Veterné elektrárne s horizontálnou i vertikálnou osou otáčania.
- Prečerpávacia vodná elektráreň.
- Kogeneračná jednotka a bioplynová stanica so suchou fermentáciou.

V rámci laboratória bola vytvorená infraštruktúra pre možnosť vzdialeného prístupu ku technológii ORC (organic Rankin cycle) v Účelovom zariadení STU Gabčíkovo (UZ STU). Uvedené zariadenie, v ktorom je inštalovaná kogeneračná jednotka s elektrickým výkonom 200 kWe a tepelným výkonom približne 300 kW (obr. 2), sa týmto začlenilo do laboratória OZE. Pripojenie

je zabezpečené WIFI mostom a súvisiacimi zariadeniami, je zabezpečené aj pripojenie strojovne ku existujúcej internetovej prípojke UZ STU v Gabčíkove. Spojenie je využiteľné pre vzdialenú vizualizáciu, riadenie a prezeranie historických dát prevádzky zariadenia, ktoré sa takto využijú aj v pedagogickom procese.

Technológie, ktoré nie je možné inštalovať a prevádzkovať v podmienkach priamo na fakulte (FEI STU), napr. bioplynová stanica, tepelné čerpadlo, solárny koncentrátor (obr. 3) sú inšalované v detašovanom pracovisku ÚEAE FEI STU a to v Laboratóriu vysokých napätí (LVN STU). V laboratóriu LVN STU bol zriadený aj kamerový systém na sledovanie bioplynovej stanice (obr. 3) a vizualizáciu stavu zásobníkov bioplynu.



Obrázok 2 Ukážky ORC v UZ STU, Gabčíkovo



Obrázok 3 Ukážky bioplynovej stanice a solárneho koncentrátora na LVN STU

3 Vzdelávanie v oblasti obnoviteľných zdrojov energie

Pre vzdelávanie v oblasti OZE na všetkých úrovniach (ZŠ, SŠ, VŠ, verejnosť) bol vytvorený internetový portál „Obnoviteľné zdroje energie“ venovaný problematike obnoviteľných zdrojov energie, ktorý má za cieľ skĺbenie encyklopedických informácií a laboratórnych meraní študentov so zámerom zvýšiť efektívnosť vzdelávania v oblasti energetiky orientovanej na obnoviteľné zdroje energie. Portál je umiestnený na serveri STU a je voľne

dostupný pre užívateľov na URL www.oze.stuba.sk. Nosnými časťami portálu sú sekcie pre učiteľov, študentov základných a stredných škôl a verejnosť. Vytvorený portál propaguje vzdelávacie aktivity ako aj e-learningové a popularizačné moduly (Energia Zeme, Sila vetra, Biomasa, Vodná energia). Súčasťou portálu sú aj vytvorené hry pre študentov základných škôl zaoberajúce sa problematikou OZE. V sekcii „Pre študentov stredných škôl“ sú k dispozícii informácie o exkurziách a o možnostiach štúdia energetiky na vysokej škole. Pre tieto potreby bolo spracované informačné video o študijnom programe Elektroenergetika. Študenti sa tu v krátkom spote dozvedia informácie o možnostiach a priebehu štúdia, majú možnosť nazrieť do učební a laboratórií, v ktorých prebieha výučba. V sekcii „Pre verejnosť“ sú uvedené novinky z oblasti OZE. Verejnosť sa môže dozvedieť zaujímavé informácie o obnoviteľných zdrojoch energie v sekcii OZE, v ktorej sú popísané základné informácie, princípy činnosti a využitie veternej, slnečnej, vodnej energie a energie z biomasy. Rýchlejšiu orientáciu v problematike umožňuje vytvorený slovník vybraných pojmov. Nachádza sa tu aj sekcia venovaná rešeršnej činnosti v oblasti legislatívy, projektovania, výroby a dodávky elektrickej energie.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za podpory MŠVVaŠ v rámci riešenia projektu KEGA 3/7248/09 'Začlenenie laboratória OZE do vzdelávacieho procesu formou multimediálneho interaktívneho webového rozhrania' a podpory Agentúry VEGA MŠVVaŠ SR na základe zmluvy č. 1/1045/11 'Komplexná analýza obnoviteľných zdrojov energie'.

Literatúra

- [1] BENKOVSKÁ, J., STUHLÍKOVÁ, Ľ., ŠEBOK, J., RYBÁR, J.: e-Learning and Mysterious World of Science and Technology. In: ICETA 2010 : 8th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications. Stará Lesná, Slovakia, 28.-29.10.2010. - Košice : Elfa, 2010. - ISBN 978-80-8086-166-7. - S. 307-312
- [2] BENKOVSKÁ, J., STUHLÍKOVÁ, Ľ.: eLearn central – the journey to e-learning, 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning and 11th Virtual University 2011. Piešťany, Slovak Republic, September 21-23, 2011.
- [3] JANÍČEK, F. et al: Obnoviteľné zdroje 1. Technológie pre udržateľnú budúcnosť. Bratislava : FEI STU, 2007. ISBN 978-80-969777-0-3.
- [4] Internetová stránka: www.oze.stuba.sk

INVERTERS USED FOR OFF-GRID OPERATION OF RES

Peter Janiga¹, Boris Cintula², Dominik Viglaš³, František Janíček⁴

Slovak Technical University in Bratislava, Faculty of Electrical Engineering and IT

e-mail: ¹peter.janiga@stuba.sk, ¹boris.cintula@stuba.sk, ³dominik.viglas@stuba.sk,
⁴frantisek.janicek@stuba.sk

Abstract: The paper describes the basic types of inverters used in grid connected operation and off-grid operation. Now inverters are used the most frequently in connection with renewable energy sources. Different types of renewable resources can be connected to one grid and it is called hybrid power system. In this system is possible to achieve better production process in combination with consumption. If the system is used also batteries, the over-production energy can be stored.

The last part is oriented to the measurement, which shows waveforms measured at the specified inverter for off-grid operation. Used inverter is lower quality. On the measured behaviors is seen that the output voltage is not ideal sinusoidal. If this source is connected to the appliance with a switch source power supply (notebook, LED lamps, TV,...), may cause peak of current. Finally it could cause problems for the operation of appliances.

Keywords: Power quality, inverter, renewable energy source, harmonic distortion

1 Introduction

In recent years using of renewable sources increase. It is consequence to the use of various financial support options, the improvement of technologies and also results of price drop. With the rapid increase of using new technology creates possibility to better understand the impact on other elements of the electricity network. Renewable energy sources require higher requirement on the network in which they are connected because fluctuating power and non-harmonic currents. Bad design of renewable source can cause considerable problems.

2 Hybrid systems

Renewable energy is currently intensely discussed topic. This is mainly a consequence of the large increase in the use of this technology. With using

of renewable resources is also an increasing knowledge to better understand the various systems that are used for the grid. Better knowledge can optimize the design and operation, which markedly reduces costs. Depending on the transformation of the energy to electricity, some systems require the using of inverters. It is mainly for connecting photovoltaic power plant and hybrid power systems.

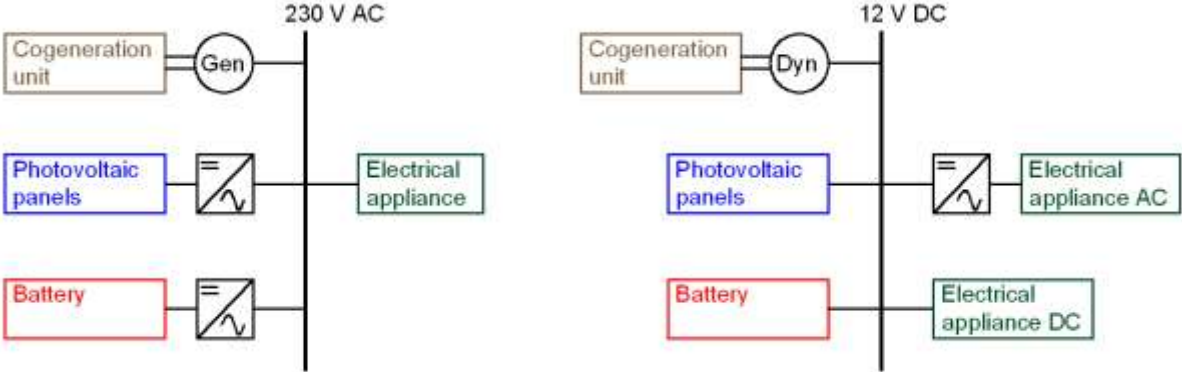


Fig. 1 Hybrid system in off-grid (left AC system, right DC system)

In the picture is an example of hybrid system using photovoltaic panels and a cogeneration unit. Oversupply and lack of energy is solved by using batteries. This system is suitable for places without connection to the distribution network or for places where they connect to the network is very expensive.

3 Inverters in connected grid

Common it is a true sine wave inverters. Their function is to convert direct current to alternating current. Control of the semiconductor is according to the frequency of the network where they are connected. These inverters can generate a current that is not exactly sinusoidal. The influence of the current harmonics distortion can generate the voltage harmonic distortion. When connecting the inverter to the distribution network is necessary to control the effects to a distribution network. Improperly designed of inverter can cause excessive heating of transformers and influence the functionality of devices of other customers connected to the network. Voltage quality parameters are defined in EN 50160 (Slovakia STN EN 50160).

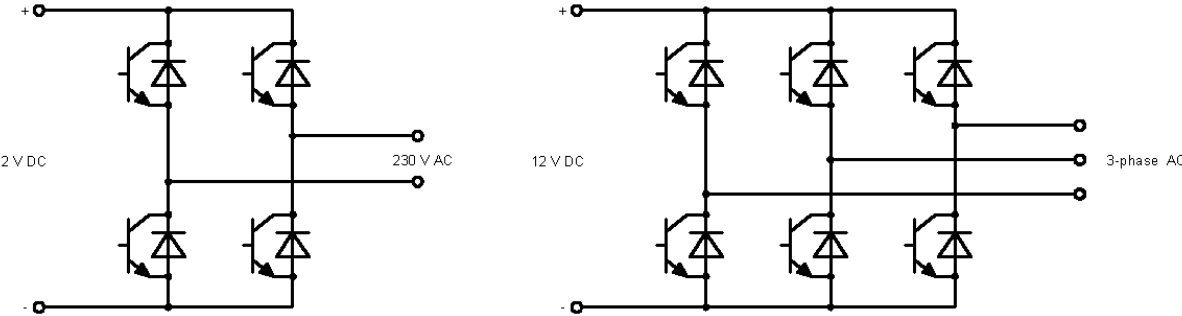


Fig. 2 Simplified diagram of single-phase three-phase inverter

Principle of operation of the inverter is to open a PN junction and connecting the battery. It increases the current flowing. This way can generate waveforms close to sine wave. Modern inverters used to operate mainly transistors (in the past much use thyristors). The main of transistors is the ability to change continuous control signal vary continuously conductivity of the transistor, and so the current passing through the output transistor. Another advantage of the transistors in the inverter is their ability to work significantly faster than thyristors.

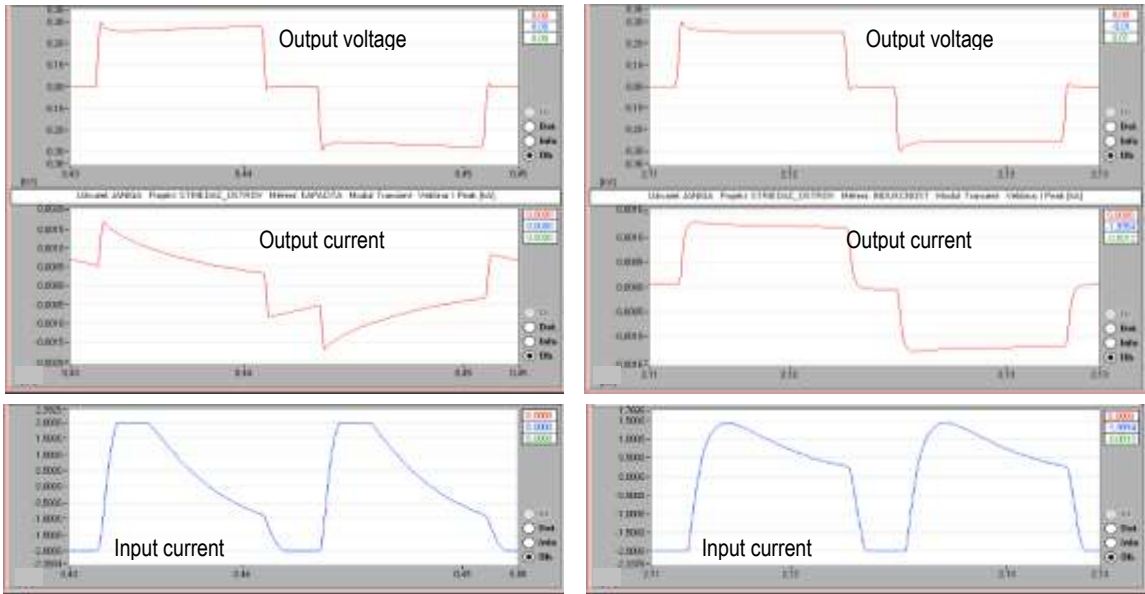
4 Invertes used in off-grid

Off-grid operation means that the inverter is not connected to the distribution network (in Slovakia, VSE and ZSE SSE). Frequently it is modified sine wave inverters. There are used to power mobile installations and installations that are remote from the utilities. They provide power for cottages, caravans and systems for mobile operators and they are not suitable for powering professional solutions mainly because of complications if they are involved with switching power supply. They are low cost solutions with low efficiency, approximately 70%.

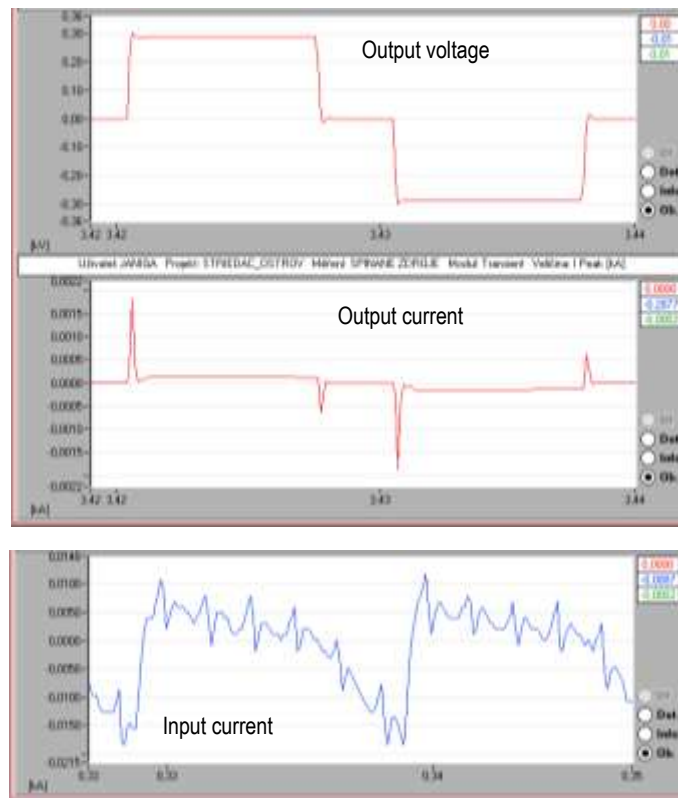
5 Measuring of inverter which is used in off-grid system

The measurement was performed on a simple inverter 12 V DC - 230 V, 50 Hz AC. It was the inverter, which is primarily designed for power in mobile applications such as homes, cars, but also to power cottages. Inverter output is 300 W, and peak power is 600 W.

Power supply for measurements were sufficiently strong DC source. Monitored were current and voltage waveforms in the side 230 V AC. In measurements were connected to the inverter loads of different character (inductive, capacitive, resistive, switched power sources).



Pic. 3 Waveforms of voltages and currents - capacitor load (left) and induction load (right)



Pic. 4 Waveforms of voltages and currents - switching power supply load

In picture 3 is seen running voltage and current with capacitive load and inductive load. For both types of load on the final behavior has the greatest impact the shape of the output voltage. Because it is not a sinusoidal voltage but rectangular, is heavily influenced by the behavior capacitor and inductance. In this case there is no shift of voltage and current. During rectangular voltage is a current first large current flow in case capacitor because the capacitor charge gradually decreases. Interesting is the behavior of the inverter when powering appliances with a switching power supply. In this case, the output current emerging peak, always for sudden changes in voltage. For this reason there may be adverse conditions such as when running PC and notebook. The advantage of these inverters is that they contain overload protection. The inverter is thus protected but the appliances and their operation may be unstable.

The measurements also showed that for the same load and change the nature of the supply voltage does not change the course of output voltage and current. Inverters can thus eliminate the fluctuating voltage at the input.

6 Conclusion

Renewable energy source are currently heavily discussed topic. They can be operated in off-grid operation or connected to the grid. Both solutions have advantages and disadvantages. The paper describes two solutions. In the last section is described a measurement of simple inverter, which is designed to power appliances in off-grid operation. The measurements show that this solution is not optimal for all types of loads.

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants.

References

1. IEEE S1547, IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems
2. SHAO, R., KAYE, M., CHANG, L.: Advanced Building Blocks of Power Converters for Renewable Energy Based Distributed Generators, 8th International Conference on Power Electronics - ECCE Asia, May 30-June 3, 2011, The Shilla Jeju, Korea
3. HAMZEH, M., MOKHTARI H.: Power Quality Comparison of Active Islanding Detection Methods in a Single Phase PV, IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2009), Seoul Olympic Parktel, Seoul, Korea July 5-8, 2009.
4. TOMIŠ, I., JANIČEK, F.: Thermofotovoltaic Application to Cogenerative Production of Energy. In: „Power Engineering 2011“ : 2nd International Scientific Conference Renewable Energy Sources 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-38-0. – p. 214.

PEC NA TERMICKÉ ZHODNOCOVANIE BIOMASY

Imrich Košťial, Ján Spišák, Ján Mikula, Dušan Naščák

Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Vývojovo realizačné pracovisko,

B. Němcovej 32, 042 00 Košice, Slovenská republika,

e-mail: imrich.kostial@tuke.sk Tel: +421 55 602 5177

Abstract: Economical effectivity of biomass energetical utilisation depends besides its costs, costs of its dressing on the costs of its thermal evaluation. In the presented contribution three basic modes of heat generation from biomass are presented: one stage, two stage and three stage. The three stage furnace with high temperature pyrolysis is presented. In this furnace pyrolytic gas and syngas are generated separately. By this arrangement heating value of the generated gas was increased by $1,5 \text{ MJ/m}^3$.

Keywords: biomass, heat generation, three stage furnace

1 Úvod

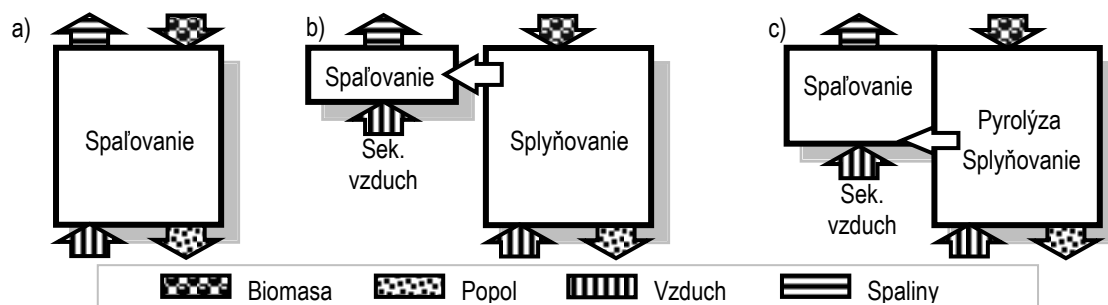
Na spracovanie biomasy existujú dve základné technológie - biochemické a termické. Termické zhodnocovanie biomasy zahrňuje výrobu tepla a výrobu plynu.

2 Spôsob termického zhodnocovania biomasy

Základné spôsoby termického zhodnocovania biomasy sú: výroba tepla a výroba palív.

Výroba tepla sa uskutočňuje priamym alebo nepriamym spaľovaním biomasy. Pri priamom spaľovaní biomasy sa spaľujú na jej povrchu všetky horľavé zložky. Nepriame spaľovanie biomasy pozostáva z jej splyňovania a následného spaľovania vygenerovaného plynu. Cieľom nepriameho spaľovania je zvýšenie efektívnosti termického spracovania biomasy. Energetickým kritériom optimálnosti tohto procesu je maximum energie biomasy pretransformovanej na teplo. Termodynamickým kritériom je maximálna teplota čerstvých spalín. Týmto kritériám neodpovedá žiaden základný spôsob konverzie. Vonkajšie prepojenie existujúcich základných spôsobov nie je výhodné, pretože pri ňom dochádza k strate tepla, čím sa znižuje efektívnosť celého procesu. Preto väčšina reálnych procesov sa uskutočňuje integrovane v jednom zariadení ako kombinácia základných spôsobov v rôznom

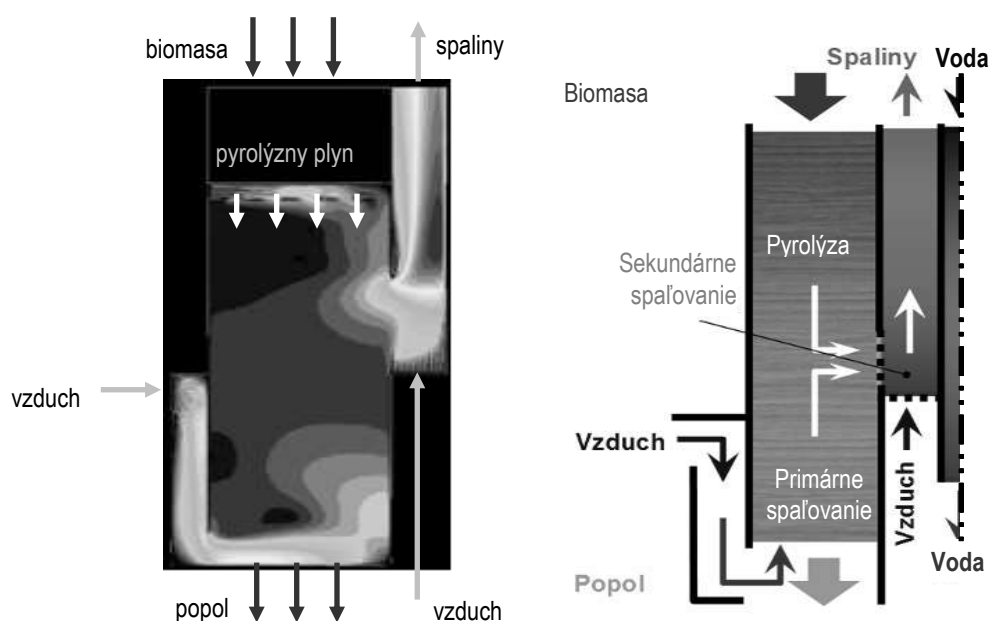
usporiadaní (Obr. 1). Na Obr. 1c je optimálne usporiadanie procesu generácie tepla z biomasy. Pri ňom prebieha proces pyrolýzy a proces splyňovania paralelne. Vygenerované plyny majú spoločné sekundárne spaľovanie.



Obr. 1 Typy spaľovania a) jednostupňové; b) dvojstupňové; c) trojstupňové

Trojstupňová pec (Obr. 2) pozostáva z pyrolýznej, splyňovacej a spaľovacej časti. Pyrolýzna a splyňovacia časť sú spojené materiálovým tokom. Plyny z pyrolýznej a splyňovacej časti prechádzajú do spaľovacej časti. Proces pyrolýzy sa uskutočňuje teplom odovzdaným spalínami. Efektívna je vysokoteplotná pyrolýza, nakoľko pri nej je najvyšší stupeň konverzie a tiež je vysoká výhrevnosť vygenerovaného plynu. Vysoká teplota tiež zabezpečuje, že všetky produkty pyrolýzy sú v plynnom stave a nevyžadujú žiadne špecifické spracovanie.

V splyňovacej časti sa spracováva pevný zvyšok pyrolýzy. Intenzita splyňovania závisí od množstva primárneho vzduchu. Zvýšené množstvo vzduchu spôsobuje zvýšenie podielu splyňovania na úkor pyrolýzy. Tým sa znižuje termodynamická účinnosť procesu. Preto parametre zariadenia je potrebné navrhnuť tak, aby pri požadovanom výkone bola výťažnosť pyrolýzy blízka maximálnej hodnote, ktorá závisí od chemického zloženia biomasy.



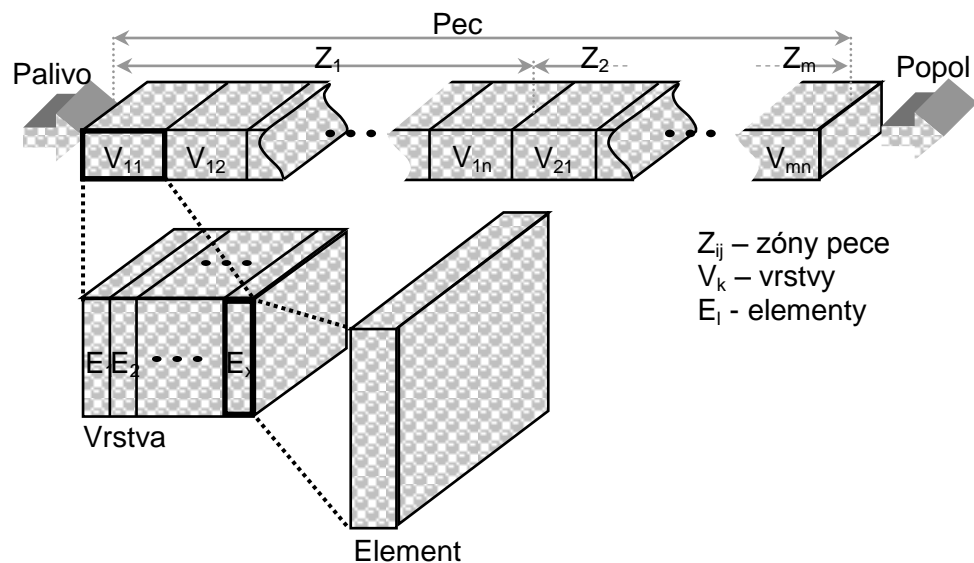
Obr. 2 Trojstupňová pec: znázornenie tokov médií

3 Simulácia procesov termického spracovania biomasy

Na simuláciu procesov termického spracovania biomasy bol vytvorený matematický model. Model zahŕňa nasledujúce procesy:

- procesy ohrevu,
- procesy sušenia,
- procesy pyrolýzy,
- procesy splyňovania,
- procesy spaľovania.

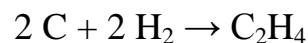
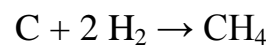
Pre procesy simulácie bola použitá metóda elementárnych bilancií (Obr.3).



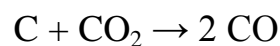
Obr. 3 Delenie pece

Pri tejto metóde je pec dekomponovaná na zóny vrstvy a elementy. V jednotlivých elementoch prebiehajú nasledujúce procesy:

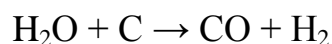
- odparovanie a kondenzácia
- pyrolýza



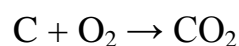
- splyňovanie



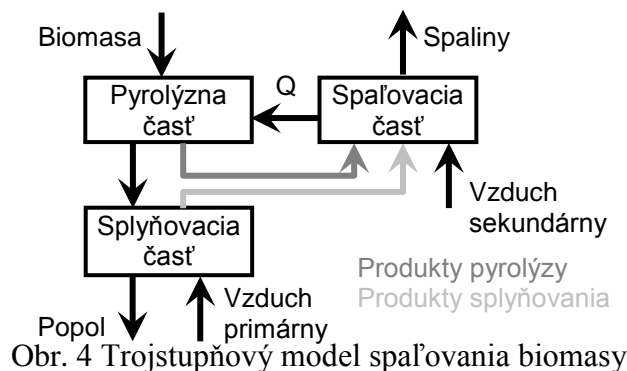
- tvorba vodného plynu



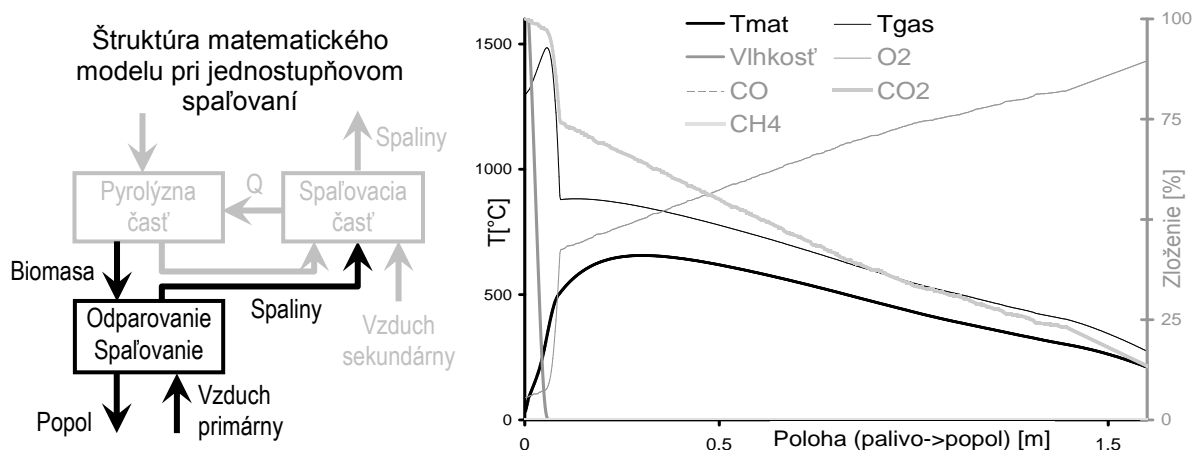
- horenie uhlíka



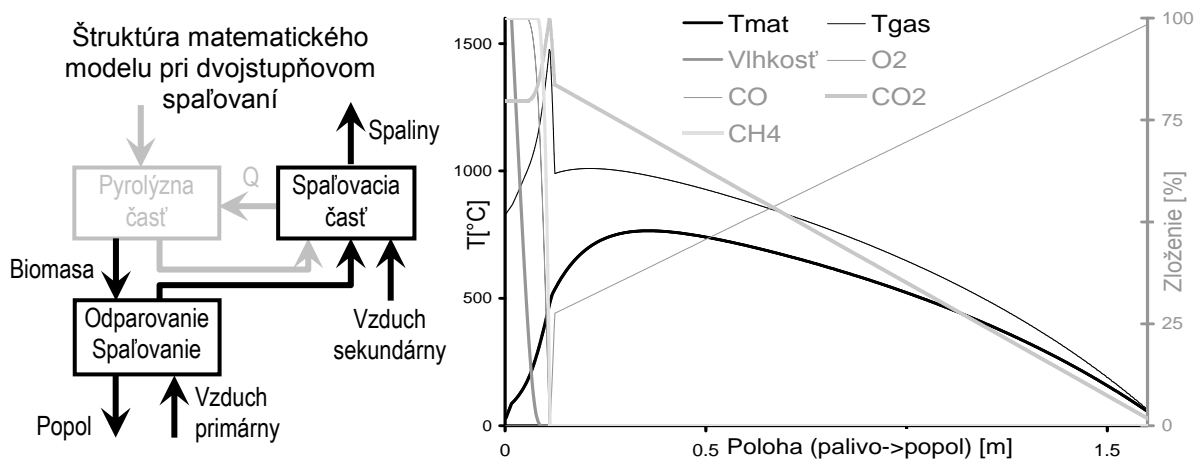
Model trojstupňovej pece (Obr. 4) pozostáva s pyrolýznej, splyňovacej a spaľovacej časti.



Simulácie boli uskutočnené pre jedno, dvoj a trojstupňové spaľovanie štiepok buka s 20% vlhkosťou a kusovosťou 2 cm. Výkon zariadenia bol 100 kg/h, pracovný objem 2 m³ a uvažované straty stenami 15%. Simulácia jednostupňovej pece je na Obr.5.

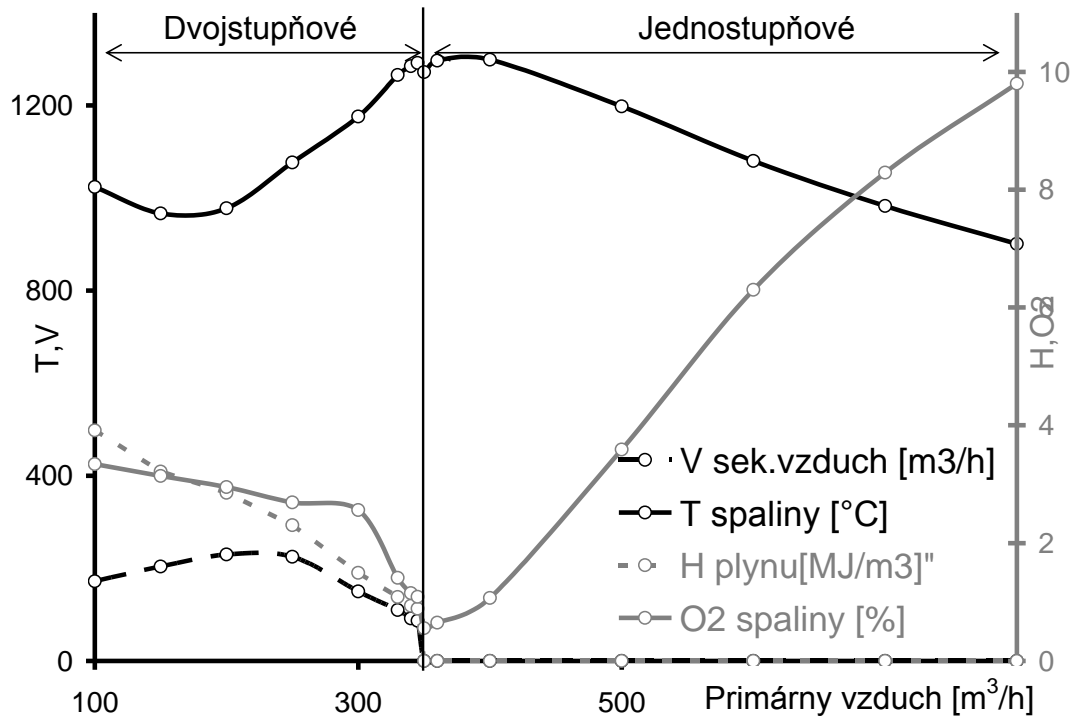


Priebeh simulácií dvojestupňovej pece a nastavenia modelu je na Obr. 6. Pri primárnom vzduchu 300 m³/h do spaľovacej časti vstupuje plyn s výhrevnosťou 1,8 MJ kde je spaľovaný sekundárnym vzduchom s teplotou čerstvých spalín 1176°C.

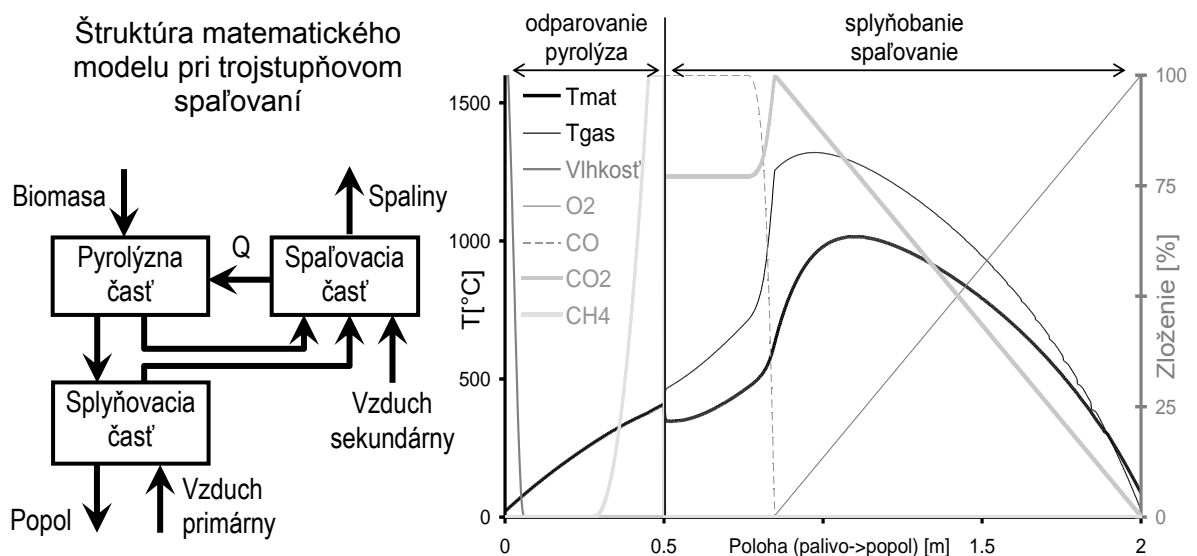


Na Obr. 7. je porovnanie jedno a dvojestupňového spaľovania je Pomocou primárneho vzduchu je možné dosiahnuť plyn o maximálnej výhrevnosti 4 MJ/m^3 . Pri nepoužívaní sekundárneho vzduchu je možné generovaný plyn použiť na technologické účely.

Simulácia trojestupňovej pece a nastavenie modelu je na Obr. 8. Do spaľovacej časti vstupuje plyn s výhrevnosťou $5,5 \text{ MJ}$ kde je spaľovaný sekundárnym vzduchom s teplotou čerstvých spalín 1176°C . Pri používaní nízkeho množstva sekundárneho vzduchu je možné získať plyn.



Obr. 7 Výsledky simulácií pri zmene primárneho vzduchu o výhrevnosti 5 MJ/m^3



Obr. 8 Trojestupňové spaľovanie -pribeh simulácií pri primárnom vzduchu $200 \text{ m}^3/\text{h}$

4 Záver

Pri oddelenej pyrolýze a splyňovaní výhrevnosť plynu vygenerovaného v trojstupňovej peci prevyšuje výhrevnosť splyňovacej pece o $1,5 \text{ MJ/m}^3$. Práca trojstupňovej pece pri vyššej teplote vytvára možnosť spaľovať komunálny odpad. Konceptia pece umožňuje jej využitie na výrobu tepla alebo na výrobu plynu.

Kombinovaným spôsobom spaľovania, pyrolýzy a splyňovania biomasy možno dosiahnuť energeticky a termodynamicky optimálne riešenie. Dosiahnutá energetická a termodynamická efektívnosť procesu umožní zvýšiť ekonomickú efektívnosť energetického zhodnocovania biomasy a tým podporiť jej širšie využívanie.

Pod'akovanie

„Tento článok, bol vytvorený realizáciou projektu Nové technológie pre energeticky environmentálne a ekonomicky efektívne zhodnocovanie biomasy, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“(Kód ITMS: 26220220063).

Literatúra

- [1] Košťál, I., Spišák, J., Mikula, J. at. all Inovácie procesov termického zhodnocovania biomasy, 17. medzinárodná konferencia Vykurovanie 2009, 2-6. marec 2009, Tatranské Matliare, ISBN 978-80-89216-27-7, pp. 191-195
- [2] Košťál I., Spišák J., Mikula J., Gloček J. : Metódy energetického zhodnocovania biomasy a odpadov, zborník z konferencie Moderné procesy spracovania odpadov, Košice, 2007, vydala Technická univerzita v Košiciach
- [3] Kuznetsov I. V. : Pyrolysis of biofuel in the bell and combustion of its product in the system of "Free gas movement", Ekaterinburg, 2004, dostupný z WWW: [<http://stove.ru>] (2007-11-09)
- [4] Jandačka J., Malcho M., Mikulík M. : Biomasa ako zdroj energie - potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív, 2007 dostupný z WWW: [<http://www.biomasa-info.sk>] (2007-11)

EXPERIMENTAL BIOGAS PLANT BASED ON DRY FERMENTATION

Marek Pípa¹, Juraj Kubica²

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská
republika

e-mail: ¹marek.pipa@stuba.sk, ²juraj.kubica@stuba.sk

Abstract: Slovak University of technology in Bratislava builds the technological research and development center financed by the Structural Funds of the European Union focused on use of different energy sources. In terms of renewable energy is discussed use of biomass energy available through biogas technology with a dry fermentation process. This is a pilot project of experimental physical model, which will be attempting to verify and optimize the pre-project phase parameters and technology already in commercial projects in scaled-down model. The paper deals with the design of this device.

Keywords: Biogas, dry fermentation, experiment, power plant

1 Introduction

In Institute of Electrical Power Engineering and Applied Electrical Engineering of Faculty of Electrical Engineering and Information technology at Slovak Technical University in Bratislava we build a laboratory aimed on use of energy of renewable energy sources. This laboratory is to serve the needs of research and education process, focusing on energy sources and transformation, unconventional resources and transformation and provides space for creative activity in the bachelor theses, diploma theses as well as team projects, in which ultimately the redeveloped. Different technologies are represented on functional physical models, which may be in the different real conditions observing and where it is possible to change various marginal operating conditions for a tests, what in the real commercial establishments operating in practice it is usually impossible. In the laboratory, different technologies are installed in various states of completion of the basic hardware, and it is possible to say that none state of all devices is probably not entirely definitive, but devices are constantly added and adapted to the needs of new experiments. Among other devices presenting representatives of various non-

conventional technologies had been collected for research, development and learning process.

This project aims on development of experimental dry fermentation technology and outputs of the project will be experimental pilot plant for testing of principles in practice application. It would be also physical model for investigate technical and economic aspects of this type of technology. This experimental technological platform will be used for experimental as well as for educational purposes.

2 Dry mass fermentation process

The current conventional biogas generation technology focused mainly on so-called wet fermentation with slurry and bio-waste. Biomass as a renewable energy source with high solids (eg, corn silage, grass catcher, etc.) or dry livestock manure could be added in this way only to a limited extent.

The so-called dry fermentation allows metanization of loose biomass from agriculture and municipal bio-waste without having to change their consistency to the liquid state. Instead, the substrate in the fermentation chamber maintained in a moist condition by sprinkling a fermentation solution (percolate) circulating in a closed circuit. Dry fermentation allows fermentation of biomass with dry matter content of 50% versus 10% in the wet method.

Dry fermentation process advantages:

- use of hitherto unused energy substrates – particularly suitable for municipal bio waste
- Compact dimensions, modular method of construction with expansion possibilities, as appropriate
- low sensitivity to contaminants and harmful impurities (foil, timber, sand) – is not necessary to regulate the substrate fermentation (when appropriate and as the "fragmentation" of the smallest particles)
- robust device with a minimum of moving parts – low maintenance demands and low wear
- Low auxiliary power consumption compared to wet fermentation process (no need for pumps, mixers) – better cost efficiency of equipment
- auto stability of fermentation process, i.e. low-sensitivity of device for operator error and the simple elimination of potential failures in process
- high yield and quality of biogas – no need for desulfurization
- retention of nutrients in fermented substrate, reducing its volume and the possibility of direct application to agricultural areas the minimum need for manpower and time of its deployment, minimum service requirement working techniques (just one wheel loader)

As sources for dry fermentation substrate can be used:

- Agricultural wastes and products:

- dry livestock manure,
- poultry manure,
- green stuff directly from unused agricultural, lying areas,
- grass and corn silage,
- easily fermentable loose biomass in all forms - potato skins, hop cones, etc.
- Communal sphere and industries:
 - municipal biowaste,
 - waste from maintenance of urban green areas and roads,
 - grass on golf courses,
 - residues from fruit and vegetable warehouses, retail chains,
 - solid waste from restaurants, sugar pulp, pressed rapeseed, etc.

Dry fermentation method characteristic by a discontinuous manner fermentation substrate, which means that during fermentation in the fermenter does not add fresh substrate, nor was it taken, as necessary to quasi-continual wet method. There lies a strong virtue of dry fermentation – it allows the parallel process of various substrates in individual chambers (e.g. Chamber 1: fresh grass; 2: municipal bio waste; 3: dry manure ...).

This technology uses the process of converting organic material in sealed containers using dry fermentation into highly valuable biogas. Gas is transformed into electricity and heat through cogeneration units. Schematic illustration of the system is apparent from the Fig. 1.

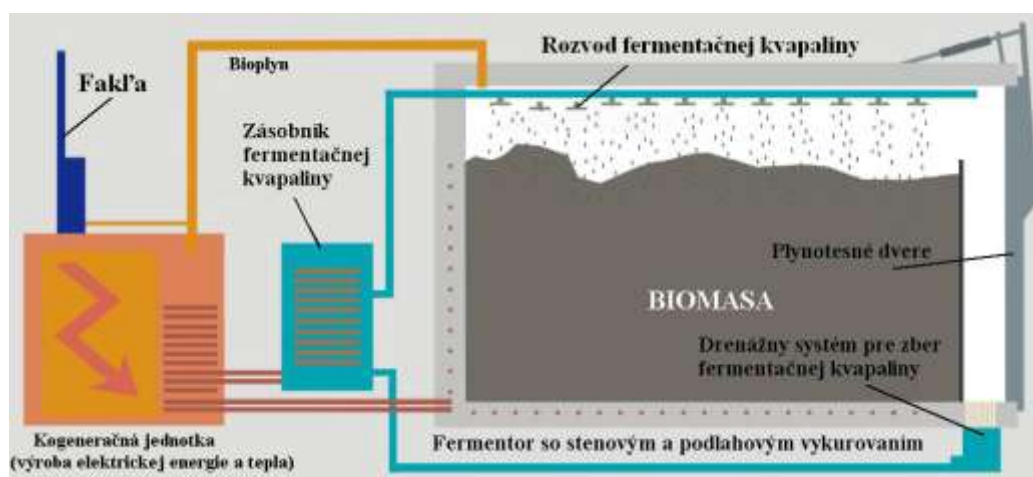


Fig.1 Dry mass fermentation principle

Construction of container equipment using dry fermentation will allow verification of the operation of technology, yield and availability of different substrates, as well as use of produced biogas for energy purposes. Operation

of equipment on the premises STU will enable students and academics to check laboratory results, or results presented in the literature and application possibilities of the technology to a semi-industrial scale. Surplus heat and electricity from the energy plant (CHP) will be primarily used in the heating system and electrical system for the facility LVN – SUT in Bratislava.

Place of realization marked in ortophotomap can be seen in Fig. 2.

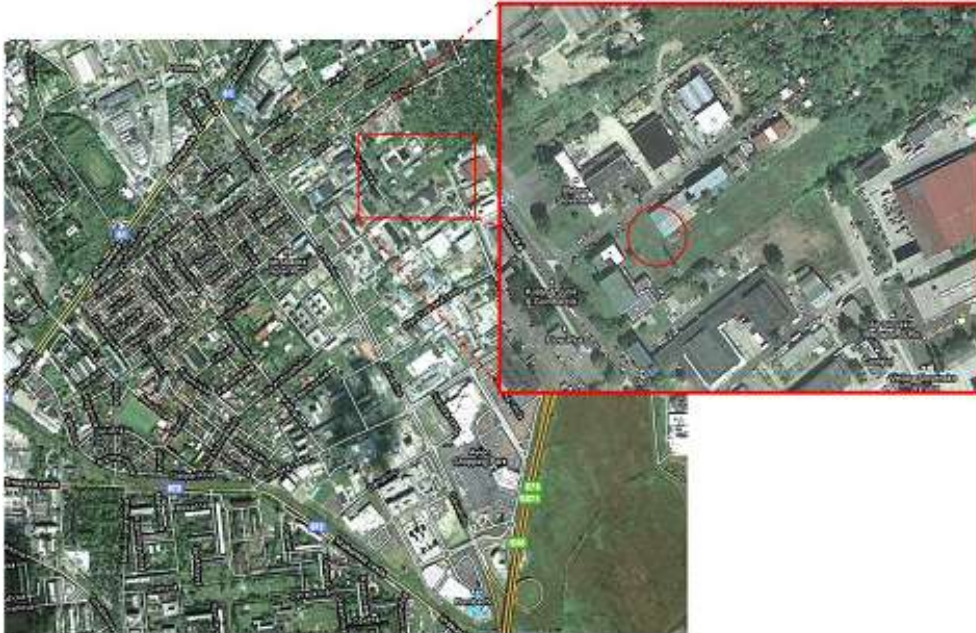


Fig.2 Place of realization of experimental biogas station

3 Prototype device description

Experimental prototype biogas plant consists of several devices. The biogas project itself is considered in the perspective of interface with the station evolving biogas, which can be burned in the torch, or transferred to an external appliance – the boiler or a cogeneration unit. The project encompasses also the heat source for pipes to the existing heat source. Extension to full biogas plant with electricity and heat production was possible in combination with cogeneration unit acquired from another project.

Cogeneration unit KATJA 25 CEC procured within the activities of the National centre for research and application of renewable energy sources from Slovakian company ELTECO, is a typical representative of the source for decentralized combined heat and power. The device consists of an internal combustion engine equipped with two fuel gas channels – for natural gas and biogas. Additional gas path for natural gas is created for the purpose of research applications that run on biogas project in parallel with the national center. Energy fuel in internal combustion engine is converted to mechanical energy transmitted through a rigid shaft coupling synchronous generators with a rated power of 20 kWe and heat energy tax for the cooling water through a heat exchanger to the water heating system object. This is followed by heating

the curd from the combustion engine in the flue gas heat exchanger to the projection system thermal gradient 90/70 ° C. Behind the flue gas heat exchanger follows a pair of silencers of exhaust noise and exhaust fumes are kept to the exterior. Eventual extra heat can be removed to the emergency cooler, which is rated for full output 44 kWt of the unit, so if necessary, CHP unit could serve as an alternative source of energy when power is lost from the network even if they produced heat cannot be rationally utilized. Control circuitry as well as conducting electrical power is implemented in a common switchbox. The unit is connected to the Internet and its operation can be monitored and managed through the integrated visualization interface. Existing cogeneration unit and hot water tanks can be seen in the Fig. 3.



Fig. 3 Existing cogeneration unit – source of technological heat and biogas burner

Station itself for the development of biogas is composed of several parts. Fermenter for a total volume of 60 cubic meters is dividing into two chambers on the 30 m³ volume. Fermentation chambers have been insulated, fitted floor and wall hot-water heating. Fermentor is gas tight, with the inner surface of stainless steel. They are installed spray systems for vaccination charge percolate, which is back through the filtration of particulate matter recovered and stored in the tank. Both chambers have the option of independent control of temperature and dosage percolate. Percolate is jointly set by adding reagent pH by dosage pump.

Expected start-up process station is to first undertake the work cycle with manure, and create a percolate and then apply batch of green matter – corn

silage. Biogas generated in the fermenters through safety valve actuators with compressed air (that is produced in a compact compressor station) is admitted into the inflatable container suspended biogas. From there, the turbo provides for the required pressure needed for the connected technology. Compressed biogas progresses through the desiccant (cold trap) to filter desulphurisation unit, while the route is the analyzer for the detection of methane and sulfur. Biogas further proceed with the incremental output of the gas meter for measuring the quantity of product delivered. Output of biogas purification unit is connected to the torch connected in parallel to the road biogas fuel cogeneration units. In the torch burns biogas unsuitable parameters for CHP in particular for start-up process. Torch but also serves as the unit for a possible overproduction or failure is used in CHP.

Completed installation of biogas plant can be seen in Fig. 4.



Fig.4 Realized biogas station

4 Conclusion

Because in the time of writing of this paper, the equipment has been tested only in parts, it is not possible to publish the specific characteristics of the whole device. In the future we plan to equip the device by system of measurement, recording, visualization and automatic control of operating parameters.

Acknowledgement

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants and by the agency VEGA MŠVVaŠ SR under Grant No. 1/1045/11 'Integrated Analysis of the Renewable Energy Sources'.

References

- [1] JANÍČEK F., et al. - Renewable Energy Sources 1, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2009, ISBN 978-80-89402-05-2.
- [2] JANÍČEK F., a kol, - Obnoviteľné zdroje energie 2, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2010, ISBN 978-80-89402-13-7.

EXPERIMENTAL ORC UNIT FOR UTILIZATION OF EXCESS HEAT FROM COGENERATION UNIT

Marek Pípa¹, Juraj Kubica²

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská
republika

e-mail: ¹marek.pipa@stuba.sk, ²juraj.kubica@stuba.sk

Abstract: Contribution deals with ORC power plant built in the object of STU Bratislava in Gabčíkovo as an additional system for installed cogeneration unit. In accommodation object in Gabčíkovo is installed cogeneration unit with power output 200 kWe and approximately 300 kW of thermal power. We “don’t know what with heat” in summer months in this installation, so we look for some principle of solution of this not sporadic problem. It provides us the opportunity to use excess heat in organic Rankine cycle. Using of ORC can increase electricity production by about 15 kWe,. It is an improvement of electrical efficiency of cogeneration units working in the summer, mostly in the electricity regime. In the paper we describe the design and implementation of this project. This device was acquired by the help of project which are financed from European Union’s structural funds. This paper brings current state, problems and prospects to the future of laboratory.

Keywords: Organic Rankin Cycle, power plant, electricity, excess heat, efficacy improvement

1 Introduction

Slovak University of Technology implements the project Research support and technology transfer in the field of low-potential heat utilization for electric power generation on SUT, which is co-financed from structural funds of the European Union. In Institute of Electrical Power Engineering and Applied Electrical Engineering of Faculty of Electrical Engineering and Information technology at Slovak Technical University in Bratislava we build a laboratory aimed on use of energy of renewable energy sources. This laboratory is to serve the needs of research and education process, focusing on energy sources and transformation, unconventional resources and transformation and provides space for creative activity in the bachelor theses, diploma theses as well as team

projects, in which ultimately the redeveloped. Different technologies are represented on functional physical models, which may be in the different real conditions observing and where it is possible to change various marginal operating conditions for a tests, what in the real commercial establishments operating in practice it is usually impossible. In the laboratory, different technologies are installed in various states of completion of the basic hardware, and it is possible to say that none state of all devices is probably not entirely definitive, but devices are constantly added and adapted to the needs of new experiments. Among other devices presenting representatives of various non-conventional technologies had been collected for research, development and learning process.

2 Use of low-potential waste heat

An experimental device that will use low-potential heat to generate electricity is developed in this project. On this prototype will be carried out applied research whose outputs will be useful in one of the priority development areas in Slovakia, as well as abroad – power generation based on renewable energy sources.

The device was designed to complement the existing natural gas boiler in the Gabčíkovo, where was installed a cogeneration unit, but in summer it must waste heat in radiator, if it has to generate electricity, which is not too effective. Therefore we proposed device based on ORC converting excess heat load from cogeneration unit.

Special purpose facility in Gabčíkovo is a complex of buildings which was built in 1978. It was originally intended for workers in the construction of the dam in Gabčíkovo. SUT took over the premises in 1992 and there established a special purpose facility for their own students. This facility currently provides training, and their ancillary accommodation, catering and other social services for faculty, staff and all parts of the SUT. To ensure a variety of service activities facility have already available 8 five-floor buildings for accommodation. Location of the project is shown on the orthophotomap in Fig. 1.

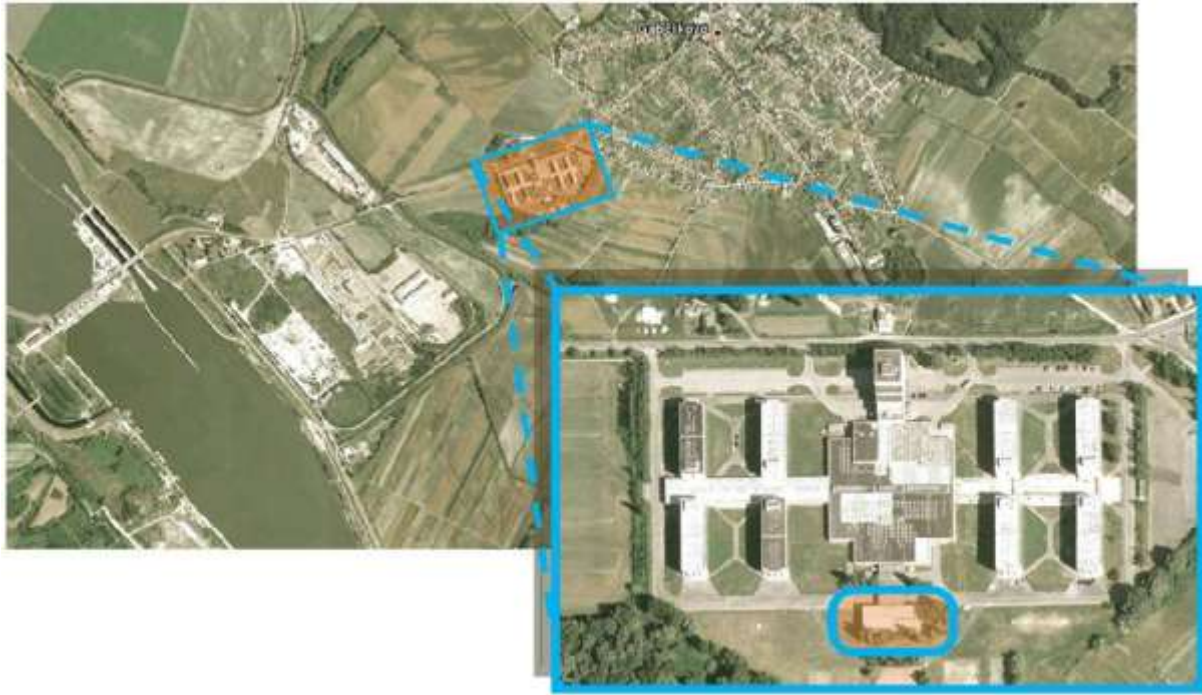


Fig.1 Place of installation of the device based on ORC

3 Prototype device description

Organic Rankine Cycle - ORC is in essence the same as for thermal power plants that use circulation of water / steam as a working fluid. When ORC is used as the working fluid is an organic medium with a low boiling point (“low-boiling fluid”), for the emergence of enough admissible steam is sufficient primary heat exchanger (steam generator – replacing the boiler of thermal power plants) and heated to a temperature below 100 ° C. The lower the temperature should be, the bigger problem is to find a suitable working fluid. Usually we are interested in working fluid similar with fluids for heat pumps. Generally speaking, the efficiency of primary energy conversion into electrical energy is worse with reducing systemic admissible steam temperature. If hot water from the cogeneration unit has to be used, which has thermal gradient 90/70°C, the estimated efficiency is relatively low, since the temperature gradient at the turbine will be naturally limited by the condensation temperature of a given medium using to condense steam. We can increase the effectiveness of such replacement of the conventional, but relatively cheap cooling with atmospheric air (e.g., dry cooler) – whereby the temperature in the summer months could also move around 35 °C, and use cooling water from a borehole with a relatively stable temperature of about 13 °C. This way we address the requirements of the highest efficiency of our device based on ORC in special-purpose facility in Gabčíkovo.

Installed cogeneration unit has electrical power 200kW, which corresponds to approximately 300kW thermal power, with thermal gradient 90/70 ° C. This unit operates in summer months only with five storage tanks (10 m³ each)

for hot water accumulation, in particular in the case of low occupancy of accommodation facility is this hot water useless and if we want to produce electricity, we wasting heat into the atmosphere. Existing cogeneration unit and hot water tanks can be seen in the Fig. 2.



Fig. 2 Present cogeneration unit and hot-water tanks

Experimental device based on organic Rankine cycle was projected, where practical experimental processes and theoretical calculations can be confronted in real operation of power source. Realized prototype with ORC is depicted on Fig. 3.



Fig. 3 Realized prototype with ORC

4 Conclusion

Because in the time of writing of this paper, the equipment has been tested only in parts, it is not possible to publish the specific characteristics of the whole device. In the future we plan to equip the device by system of measurement, recording, visualization and automatic control of operating parameters.

Acknowledgement

This contribution is the result of the project implementation: Support of research and technology transfer in the field of low-potential heat utilization for production of electrical power on Slovak University of Technology (ITMS: 26220220023), supported by the Research & Development Operational Programme funded by the ERDF.

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants and by the agency VEGA MŠVVaŠ SR under Grant No. 1/1045/11 'Integrated Analysis of the Renewable Energy Sources'.

References

- [1] JANÍČEK F., et al. - Renewable Energy Sources 1, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2009, ISBN 978-80-89402-05-2.
- [2] JANÍČEK F., a kol, - Obnoviteľné zdroje energie 2, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2010, ISBN 978-80-89402-13-7.

HEAT PUMPS OF LABORATORY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AT STU IN BRATISLAVA

Marek Pípa¹, Attila Kment², František Janíček³

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská
republika

e-mail: ¹marek.pipa@stuba.sk, ²attila.kment@stuba.sk, ³frantisek.janicek@stuba.sk

Abstract: Contribution deals with heat pumps built in the laboratory of renewable energy resources of the Department of Electrical Power Engineering FEI STU in Bratislava. These will be used mainly for educational and scientific purposes, but also serve as a low potential energy sources in the concept of heating / cooling system in place high-voltage laboratory, respectively. premises of the national center for research and application of renewable energy sources.

Keywords: Heat pump, renewable energy sources, low potential heating, cooling

1 Introduction

Among renewable energy sources usually also include the geothermal energy. This may be the environment in various forms. For high potential geothermal energy can be typically used relatively simple transformations. For the low potential sources such as atmospheric air, water and earth (soil), is their low-potential heat can be used either for heating, cooling or heat through various circuits that are associated with the technology of heat pumps.

Most commonly used are compression systems. Their most practical use in refrigerators, then the air conditioning (and these can usually cool, and heat), but also as a substitute for the heat source.

The teaching, research and development activities in laboratories are trying to build the broadest base of infrastructure from the perspective of this technology. Through activities financed from various sources, we ensure the acquisition of various interesting devices that serve different purposes.

2 Laboratory functional model of a compressor heat pump

The activities of the laboratory of renewable energy demonstration building

a small working model of a compression heat pump water to water. The system is based on components cooler refrigeration system. It consists of a compressor, expansion device (capillary) and two tubular exchangers. Water circulation in primary and secondary heat exchanger is secured aquarium circulator. They pumped water in a closed loop of two heat-insulated tanks, which simulates low-potential heat and power system (heat load) consumption. In the system, experiments can be relatively easy to change the working medium (coolant). The system includes a sensor system operating parameters. Monitors the water flow exchangers, coolant temperature at the entrances and exits exchanger, the water temperature in heat exchangers and tanks. Measured values is possible via USB I / O card (National Instruments) to collect, process and visualize the LabView environment. The device shown in the following fig. 1.



Fig.1 Laboratory functional model of heat pump water-water

3 Electrical heat pump

Within the activities of the national center for research and application of renewable energy sources for the needs of the center and purchased a unit of electrical heat-pump Mitsubishi PUAZ HRP200YKA - „Zubadan“ technology with additional injection of refrigerant. The unit is air-water type, and heat output is usable for the needs of renovated spaces of center, since in these areas were radiators replaced by fan coil. The unit has a heat output of 23kW, 20kW cooling. Power consumption is to the max 10.25 kW. The manufacturer guarantees the rated power and ambient temperature to -15°C . Installed equipment and its accessory can be seen on fig. 2.



Fig.2 Electric heat pump „Zubadan“ and their accessory

4 Natural gas heat pump

The idea of representation of the widest range of infrastructure for use of sources mainly based on renewable energy is in the ideological intention of tasks including technology of a natural gas heat pump. It is a compression heat pump with natural gas-powered internal combustion engine based on compressors (the number is chosen according to the required performance) on the shaft of engine, which are connected by mean of electrical clutch. There is min. one important advantage (in comparison to classical electric heat pump) - possibility of using waste heat of engine for reheating of heating water and in cooling mode is heat used for domestic hot water preparation.

5 Absorption system for replenishment of cogeneration to threeneration

In the future, we also count with the extending of the energy system of object of the national centre for absorption chillers, which should in the summer months to use excess heat from cogeneration units (67 and 44 kW of heat). This power would be used for air-conditioning of our building of national center.

Acknowledgement



This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants and by the agency VEGA MŠVVaŠ SR under Grant No. 1/1045/11 'Integrated Analysis of the Renewable Energy Sources'.

References

- [1] JANÍČEK F., et al. - Renewable Energy Sources 1, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2009, ISBN 978-80-89402-05-2.
- [2] JANÍČEK F., a kol., - Obnoviteľné zdroje energie 2, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2010, ISBN 978-80-89402-13-7.

THERMO-SOLAR POWERPLANT OF LABORATORY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AT STU IN BRATISLAVA

Marek Pípa¹, Juraj Kubica², Attila Kment³, Miroslava Smitková⁴

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská
republika

e-mail: ¹marek.pipa@stuba.sk, ²juraj.kubica@stuba.sk, ³attila.kment@stuba.sk,
⁴miroslava.smitkova@stuba.sk

Abstract: Contribution deals with thermo-solar power plant built in the laboratory of renewable energy sources of national center for research and application of renewable energies at the STU Bratislava. Photo-thermal power plant consisting of a solar concentrator with a shooting to the sun and heat engine like a Stirling type with a primary heat exchanger in the focal point of concentrator. These will be used mainly for educational and scientific purposes. This device was acquired by the help of project which are financed from European Union's structural funds. This paper brings current state, problems and prospects to the future of laboratory.

Keywords: Thermo-solar, power plant, electricity, sun, solar tracker

1 Introduction

In Institute of Electrical Power Engineering and Applied Electrical Engineering of Faculty of Electrical Engineering and Information technology at Slovak Technical University in Bratislava we build a laboratory aimed on use of energy of renewable energy sources. This laboratory is to serve the needs of research and education process, focusing on energy sources and transformation, unconventional resources and transformation and provides space for creative activity in the bachelor theses, diploma theses as well as team projects, in which ultimately the redeveloped. Different technologies are represented on functional physical models, which may be in the different real conditions observing and where it is possible to change various marginal operating conditions for a tests, what in the real commercial establishments operating in practice it is usually impossible.

In the laboratory, different technologies are installed in various states

of completion of the basic hardware, and it is possible to say that none state of all devices is probably not entirely definitive, but devices are constantly added and adapted to the needs of new experiments. Among other devices presenting representatives of various non-conventional technologies had been collected for research, development and learning process.

In the scientific research activities in the field of solar energy conversion technologies for electricity we have developed experimental device - prototype of photo-thermal power plant. Photo-thermal power plant consists of a solar concentrator with a shooting to the sun heat-machine like the Stirling engine type with a primary heat exchanger in the focal point.

2 Solar concentrator

The solar concentrator consists of six parabolic mirrors with focal length of 3m. Forming curve of mirrors is made of fiberglass with special ingredients. Mirror surface is coated by high reflective special self-adhesive sticker designed for outdoor applications. Each mirror has a reflective area of 1m^2 . Mirrors are fastened to an iron mechanical construction, automatically allowing to the sun in two axes. Finish structure is hot dip galvanizing. The concentrator is equipped with two drives for the shooting system of mirrors concentration. DC motors are controlled by a control unit with analog type of shield biaxial sensor. Power is chosen so that the device could be powered from a battery with a rated voltage of 12V. Solar parabolic mirror Concentrator with drives and other accessories are shown in Fig.1.



Fig.1 Concentrator of solar radiation with accessories

3 Expansion machine

Expansion machine is projected like a single cylinder engine with a flywheel in the capacity of the crankshaft, which is installed directly on the shaft of the generator. As the generator is used synchronous electric machine with permanent magnet excitation. Three-phase AC voltage is rectified by three-phase two-way bridge. Generator works through a rectifier to capacitor battery, from which is supplied dc battery charger. Again, the selected value of voltage is 12V, the system can easily operate in island operation mode. Also, all other self-consumption devices is solved at the level of DC 12V.

Expansion machine is designed as an open system. Compressed atmospheric air is used as a working substance. As a source of compressed air with a constant flow (increased pressure in the small reservoir is used only at startup) serves compressor with a working pressure 7 bar, which is decommissioning the pressure switch. The pressure behind the compressor is reduced to working pressure 4bar (during operation, however, drops and compressor is used only as a source of constant air flow). Compressed air is fill up into the working cylinder at top dead point by mean of solenoid valves, the opening timing is given photocell controlled diaphragm on the shaft of the machine. Air impressed into the cylinder is heated and expand by means of porous absorber heat, thus acting work. Power on shaft is the sum of energy delivered by the compressor and the energy delivered by solar concentrator by means of absorber thru glass hole directly into the working cylinder. Outlet air from the cylinder into the atmosphere is solved analogy, the second valve opening in the bottom dead point and closing on the top dead point. Block of the expansion machine with a generator that is mounted on the arm of the concentrator shown in the following Fig.2.



Fig.2 Block of expansion machine with electric generator

Module of source of compressed air, battery and charging controller is shown in Figure 3.



Fig.3 Module of source of compressed air, battery and charging controller

In Institute of Electrical Power Engineering and Applied Electrical Engineering of Faculty of Electrical Engineering and Information technology at Slovak Technical University in Bratislava we build a laboratory aimed on use of energy of renewable energy sources. This laboratory is to serve the needs of research and education process, focusing on energy sources and transformation, unconventional resources and transformation and provides space for creative activity in the bachelor theses, diploma theses as well as team projects, in which ultimately the redeveloped. Different technologies are represented on functional physical models, which may be in the different real conditions observing and where it is possible to change various marginal operating conditions for a tests, what in the real commercial establishments operating in practice it is usually impossible. In the laboratory, different technologies are installed in various states of completion of the basic hardware, and it is possible to say that none state of all devices is probably not entirely definitive, but devices are constantly added and adapted to the needs of new experiments. Among other devices presenting representatives of various non-conventional technologies had been collected for research, development and learning process.

This project aims on development of experimental dry fermentation technology and outputs of the project will be experimental pilot plant for testing of principles in practice application. It would be also physical model for investigate technical and economic aspects of this type of technology. This

experimental technological platform will be used for experimental as well as for educational purposes.

4 Conclusion

Because in the time of writing of this paper, the equipment has been tested only in parts, it is not possible to publish the specific characteristics of the whole device. In the future we plan to equip the device by electric starter and extending it to measure, record, visualization and automatic control of operating parameters.

Acknowledgement



This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants and by the agency VEGA MŠVVaŠ SR under Grant No. 1/1045/11 'Integrated Analysis of the Renewable Energy Sources'.

References

- [1] JANÍČEK F., et al. - Renewable Energy Sources 1, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2009, ISBN 978-80-89402-05-2.
- [2] JANÍČEK F., a kol, - Obnoviteľné zdroje energie 2, Vydavateľstvo Renesans, s.r.o., 2010, ISBN 978-80-89402-13-7.

TRENDY I PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ

Witold Puszyński¹, Ryszard Jabłoński²

¹ Stowarzyszenie Edukacyjno-Konsultacyjne Lotnictwa, Warszawa, Polska

² Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz, Polska

e-mail: bioenergia@utp.edu.pl

Abstract: Wind energy as a renewable energy source is currently the most viable answer to the need to obtain energy for mankind. Conventional Energy, based on fossil fuels, is a source of vast quantities of air pollutants. Prospects for running out of fossil fuels and concerns about the environment greatly increased interest in renewable energy sources and, consequently led to a sharp increase in their use in many countries. The most important feature of wind power is its high variability, both in space (geographical) and time (perennial, annual and synoptic). The basic environmental elements that affect the productivity of plants are wind, type of terrain and turbines location. Recent trends in the production of wind turbines are aimed at installation of units with high power, or wind farms (with a lower power on a compact field or at sea). Unfortunately, there are many technical barriers to wind energy development, resulting from the lack of sufficient information on wind energy resources in Poland and common access to that information. There is also the lack of information on the procedures connected with the preparation and construction of wind turbines. Considering unpredictability of wind energy production there are difficulties in planning and predicting the available capacity and energy production from wind turbines. Barriers are associated with environmental and social problems as well. Nevertheless, the role of alternative energy sources will become more important, because it is necessary to reduce the current burden on our environment through the use of conventional energy. Renewable energy technologies are already developed to such an extent that they can compete with conventional energy systems and can increase the level of energy security.

Keywords: wind energy; environment; energy

1 Wprowadzenie

Energia zawsze była, jest i będzie potrzebna ludziom w ich życiu. Sposoby

jej wykorzystania mogą być różne. Najczęściej jednak potrzebujemy jej do produkcji energii elektrycznej, w transporcie, ogrzewaniu domostw i oświetlania.

Zakłada się, że w roku 2060 zapotrzebowanie na energię wzrośnie trzykrotnie a udział energii z źródeł odnawialnych wyniesie około 60% z czego około 10% stanowić będzie energia z turbin wiatrowych.

Energia wiatrowa, jako jedno ze źródeł energii odnawialnej jest obecnie najbardziej realną odpowiedzią na potrzeby uzyskania energii dla ludzkości.

Energetyka konwencjonalna, oparta na paliwach kopalnych, jest źródłem olbrzymiej ilości zanieczyszczeń powietrza. Polska emituje około 1,08% globalnej ilości CO₂ w porównaniu światowym. Pyły i gazy odpowiedzialne są za zmiany klimatyczne i kwaśne deszcze. Paliwa konwencjonalne będą jednak jeszcze długo podstawowym źródłem energii w Polsce.

Wydobycie paliw kopalnych powoduje także inne straty w środowisku podczas gdy wykorzystanie energii wiatru nie powoduje żadnych istotnych zanieczyszczeń środowiska. Zasadniczą i kłopotliwą cechą energetyki wiatrowej jest nieprzewidywalność produkcji i jej zależność od warunków wietrznych. Pomimo tego energetyka wiatrowa przeżywa obecnie bardzo dynamiczny rozwój.

Opublikowany niedawno Statystyczny Przegląd Światowej Energii, dotyczący konwencjonalnych źródeł energii informuje, że potwierdzone światowe zasoby ropy wystarczą na 40 lat, złoża gazu ziemnego na Syberii, Alasce i Bliskim Wschodzie powinny wystarczyć na 20 lat dłużej, natomiast węgla (szacowane na 909 miliardów ton) na około 150 lat.

Polskie złoża węgla brunatnego, będącego w całości wykorzystywanym na potrzeby generacji energii elektrycznej, wystarczą (biorąc pod uwagę dzisiejszy poziom wydobycia tego surowca) na około 20 lat, węgla kamiennego na około 100 lat. Podobna sytuacja dotyczy gazu norweskiego, którego szacunkowo powinno starczyć na przyszłe 25 lat oraz gazem rosyjskim, który wystarczy na około 75 lat.

Perspektywy wyczerpania się zapasów paliw kopalnych oraz obawy o stan środowiska naturalnego człowieka znacznie zwiększyły zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii w latach 90-tych i w konsekwencji doprowadziły do dużego wzrostu ich zastosowań w wielu krajach. Od roku 1990 ilość energii (ciepła i energii elektrycznej) wytwarzanej z energii promieniowania słonecznego wzrosła ponad dwukrotnie, a z energii wiatru czterokrotnie. Po podpisaniu Protokołu z Kyoto w grudniu 1997 roku odnawialne źródła energii weszły w nowy i ważny etap rozwoju. Szacuje się, że udział odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym wysokorozwiniętych państw UE do roku 2020 wynosić będzie około 20%

(w Polsce 15%) . Przewiduje się, że największy udział w produkcji energii elektrycznej, uzyskiwanej z odnawialnych źródeł energii będzie miała biomasa oraz turbiny zasilane energią wiatru.

Odnawialne źródła energii są źródłami lokalnymi, dlatego mogą zwiększyć poziom bezpieczeństwa energetycznego, zmniejszając eksport paliw kopalnych, stworzyć nowe miejsca pracy, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach, promować rozwój regionalny. Produkcja np. biopaliw umożliwi na terenach rolniczych wykorzystanie silnie zanieczyszczonych gleb nie nadających się do uprawy roślin jadalnych. Modułowy charakter większości technologii odnawialnych źródeł energii pozwala na ich stopniowe rozszerzanie w miarę potrzeb, co ułatwia ich finansowanie.

2 Początki i rozwój wykorzystania energii wiatrowej

Wiatr był najczęściej, oprócz drewna, wykorzystywanym przez człowieka odnawialnym źródłem energii. W celu zmielenia ziarna lub pompowania wody ludzie zaczęli wykorzystywać wiatraki bardzo wcześnie. Pierwszy zapis mówiący o stosowaniu wiatraków w celu pompowania wody pochodzi już z roku 400 p.n.e. z Indii. Jednak początki wykorzystania energii wiatru sięgały 5000 lat wstecz, kiedy to w Egipcie wykorzystywano ją do napędu jednożaglowych łodzi, służących do transportu ludzi i towarów. W Europie czterokrzydłowe wiatraki rozpowszechniły się w VIII wieku. W ich budowaniu wyspecjalizowali się Holendrzy. Jednak z końcem XIX wieku napęd wiatrowy został wyparty z wielu dziedzin życia gospodarczego przez powstanie oraz rozwój maszyny parowej.

3 Charakterystyka energii wiatru

Wiatr jest to ruch powietrza spowodowany różnicą gęstości mas powietrza i ich przemieszczaniem się ku górze. Wytworzone podciśnienie powoduje zasysanie zimnych mas powietrza. Energia wiatru jest energią pochodzenia słonecznego. Ruch wirowy Ziemi oraz prądy morskie także mają wpływ na kierunki przemieszczania się mas powietrza. Około 1÷2% energii promieniowania słonecznego, docierającego do powierzchni Ziemi, jest zamieniane na energię kinetyczną wiatru, co odpowiada mocy 2700 TW. Wielkość światowych zasobów energii wiatru, jakie mogą nadawać się (z punktu widzenia technicznego) do wykorzystania wynosi 53 000 TWh/rok. Stanowi to równoważność czterokrotnego zużycia energii elektrycznej w 1998 roku. Wykorzystując jedynie 10% niesionej przez wiatr energii moglibyśmy zdobyć, aż 20-krotnie więcej energii niż wynosi światowe jej zużycie, w każdej postaci produkowanej przemysłowo.

Obecnie energia wietrzna zaspakaja jedynie w 1% zapotrzebowanie energetyczne świata, a mogłaby pokryć je w 20%. Udział ten wciąż rośnie.

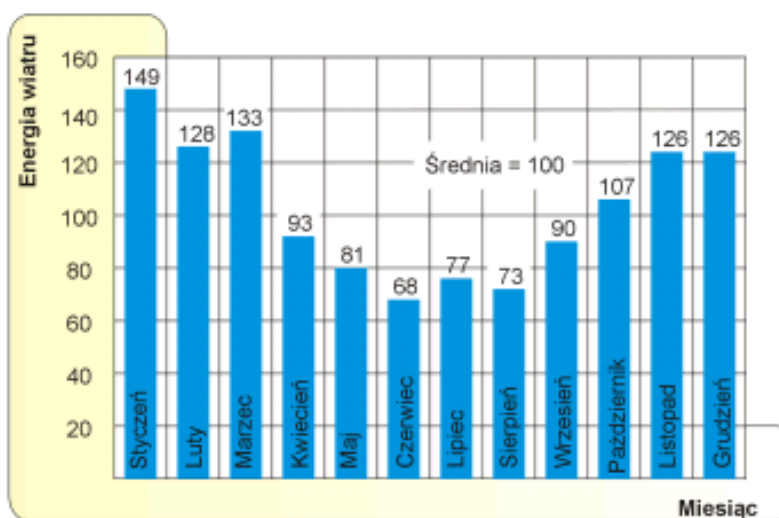
Energia wiatru przynosi największe korzyści, gdy przetwarzana jest

na prąd elektryczny. Niestety nie wszystkie wiatry da się wykorzystać. Tajfuny lub cyklony to wiatry, które przy użyciu dzisiaj dostępnej technologii nie są możliwe do wyeksploatowania. Najbardziej korzystne są wiatry o prędkości od 15 do 25 m/s, wiejące na wysokości od 70 do 150 m. Niestety najczęściej prędkość wiatru plasuje się pomiędzy 4, a 15 m/s. Takie warunki umożliwiają od 1000 do 2000 godzin rocznej eksploatacji elektrowni wietrznej.

Najbardziej istotną cechą energii wiatrowej jest jej duża zmienność, zarówno w przestrzeni (geograficzna) jak i w czasie. Zmienność wiatru w czasie dotyczy bardzo szerokiej skali czasu – od sekund do lat. Wyróżnia się następujące rodzaje zmienności w czasie:

Wieloletnią – na niektórych obszarach obserwuje się wyraźne trendy zmian (prawdopodobnie związane z postępującymi zmianami klimatycznymi). Na ogół występują wyraźne różnice o charakterze przypadkowym między kolejnymi latami, także wtedy, gdy badamy uśrednione warunki wiatrowe na dużych obszarach. Przypadkowa zmienność wiatru w tej skali czasu przekłada się na problemy w prognozowaniu i planowaniu pracy systemu elektroenergetycznego w odpowiednim horyzoncie czasowym.

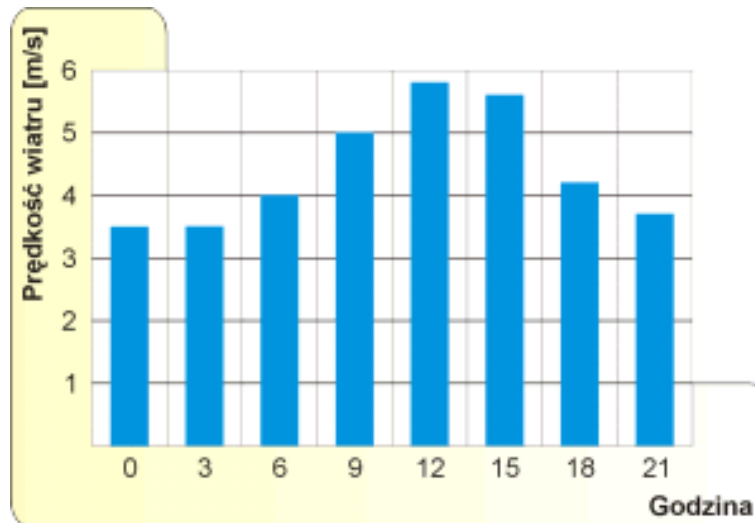
Roczną – warunkach Polski średnia siła wiatru jest bardzo mocno zróżnicowana w zależności od pory roku. Rysunek 4 pokazuje jak w warunkach duńskich wygląda typowy rozkład energii wiatru dla poszczególnych miesięcy roku (polskie wybrzeże ma zbliżony rozkład). Istotne jest, że zmienność energii wiatru w tej skali czasu jest dość dobrze przewidywalna. To pozwala wystarczająco dokładnie prognozować wielkość energii, która zostanie wyprodukowana w ciągu roku. Innym ważnym wnioskiem jest to, że energia wiatru jest największa w miesiącach od listopada do marca, czyli wtedy, gdy w warunkach polskich jest ona najbardziej potrzebna (Rys. 1).



Źródło: <http://www.elektrownie.tanio.net/energia.html>

Rysunek 1. Energia wiatru w poszczególnych miesiącach roku (wykres powstał na podstawie pomiarów na terenie Danii, ale jest wspólny dla klimatu umiarkowanego)

Synoptyczną – zmienność kilkudniowa związana ze zjawiskami atmosferycznymi dużej skali (przesuwanie się ośrodków wyżowych i niżowych). Zmienność ta ma charakter przypadkowy i jest trudno przewidywalna.



Źródło: <http://www.elektrownie.tanio.net/energia.html>

Rysunek 2. Typowa zmienność prędkości wiatru w ciągu doby

Dobową – wielu miejscach pomiary prędkości wiatru wykazują cykliczność o okresie jednej doby. Jest ona związana z lokalnymi powtarzającymi się zjawiskami termicznymi (np. nagrzewaniem się ziemi w ciągu dnia, oziębianiem w nocy i wywołany tym ruch powietrza). W warunkach Polski należy oczekiwać dość dobrego dopasowania się zmian dobowych energii wiatru do zmian zapotrzebowania w sieci. Najmniejsza energia wiatru występuje w nocy, maksimum w środku dnia. Zmienność wiatru w skali czasu synoptycznej, dobowej i minutowej ma wpływ na prowadzenie ruchu systemu (Rys. 2).

Minutową, sekundową – za te zmiany odpowiadają turbulencje i podmuchy wiatru, przechodzący front burzowy itp. Tego typu zmiany mają charakter przypadkowy, są nieprzewidywalne i należy je traktować jako zakłócenia. Minimalizacja niekorzystnego wpływu zakłóceń wiatru na prace elektrowni wiatrowej mogą zapewnić odpowiednie układy regulacji.

4 Techniczne aspekty wykorzystania energii wiatru – turbiny wiatrowe

Turbina wiatrowa są to urządzenie zamieniające energię kinetyczną wiatru na pracę mechaniczną w postaci ruchu obrotowego wirnika. Stosuje się kilka kryteriów podziału turbin wiatrowych na grupy. Kryteria te to przede wszystkim: moc elektrowni, **sposób** wykorzystania produkowanej energii, liczbę płatów wirnika, szybkobieżność, położenie osi obrotu.

Ze względu na wytwarzaną moc elektrownie wiatrowe dzieli się na modele

„mikro”, „małe” i „duże”. Do zasilania domów stosuje się głównie dwa pierwsze rodzaje. Moce elektrowni wiatrowych zawierają się w granicach od kilku kilowatów do kilku megawatów. Typowe moce to 180 kW, 370 kW, 600 kW, 1000 kW i 1500 kW, w nowszych rozwiązaniach nawet 2÷3 MW.

Mikroelektrownie wiatrowe są to modele wytwarzające poniżej 100 Watów (W) mocy. Używa się ich najczęściej do ładowania baterii akumulatorów tam, gdzie nie ma sieci elektroenergetycznej, lub z jakiegoś powodu nie chce się z niej korzystać. Takie elektrownie można wykorzystać do zasilania przez akumulatory części oświetlenia domu: pojedynczych lamp, a nawet poszczególnych pomieszczeń czy urządzeń .



Źródło: <http://www.instalacjebudowlane.pl/4309-77-12394.htm>

Rysunek 3. Mała elektrownia wiatrowa

Małe elektrownie wiatrowe są to nieco większe modele o mocy od 100 W do 50 kW. Modele z tej grupy mogą zapewniać energię elektryczną w pojedynczych gospodarstwach domowych, a nawet w małych firmach. W warunkach przydomowych najpopularniejsze są elektrownie 3-5 kW. Moc takich elektrowni, wspomagana energią zmagazynowaną w akumulatorach, wystarczy nierzadko do zasilania oświetlenia, układów pompowych, sprzętu i urządzeń domowych (Rys. 3).

Duże elektrownie wiatrowe – (w praktyce powyżej 100 kW), oprócz tego, że mogą zasilać dom, stosowane są przede wszystkim do wytwarzania prądu, który sprzedaje się sieci elektroenergetycznej. Taka elektrownia musi spełniać szczegółowe wymagania lokalnego operatora sieci, potrzebna jest też oczywiście jego zgoda na takie przyłączenie.

Ze względu na sposób wykorzystania produkowanej energii wyróżnia się na przykład siłownie energetyczne i siłownie pompowe;

Ze względu na liczbę płatów wirnika - elektrownie jedno-, dwu-, trzy-, cztero- i wielopłatowe;

Ze względu na szybkobieżność (stosunek prędkości obwodowej wirnika do prędkości wiatru) – wolnobieżne, średnobieżne i szybkobieżne.

Ze względu na położenie osi obrotu turbiny wiatrowe można podzielić na:

- a) turbiny o osi poziomej – HAWT (ang. Horizontal Axis Wind Turbines);
- b) turbiny o osi pionowej – VAWT (ang. Vertical Axis Wind Turbines).

Turbiny wiatrowe pracują w określonym zakresie prędkości wiatru zawartym w granicach od 4 do 18 m/s. Podstawową wielkością charakteryzującą siłownię wiatrową jest jej moc, zależna od powierzchni zakreślonej przez łopatki turbin. Turbina jest umieszczona na stalowej lub żelbetowej wieży.

Powszechnie stosowane są turbiny o osi poziomej z dwoma lub trzema łopatkami. Turbiny takie wymagają odpowiedniego ustawienia do kierunku wiatru, w przeciwieństwie do turbin o osi pionowej, które są stosowane coraz częściej jako małe turbiny wiatrowe (o mocy od 0,1 kW do 100 kW) (rys. 7).

5 Uwarunkowania wykorzystania energii wiatru

Podstawowymi elementami środowiskowymi, które mają wpływ na produktywność elektrowni, są wiatr i rodzaj terenu. Element trzeci składający się na to jak skutecznie będzie wykorzystany potencjał turbin to rozmieszczenie ich względem siebie.

Oprócz prędkości wiatru istotna jest również stałość jego występowania w jakimś miejscu. Od tego zależy ilość produkowanej dzięki wiatrowemu silnikowi energii elektrycznej w przeciągu roku, a to decyduje o opłacalności danej instalacji. Na miejscu przyszłej inwestycji bada się przebieg izowent, czyli linii łączących ze sobą punkty jednorodne pod względem prędkości wiatru. Prędkości te mierzy się w różnych okresach roku, zazwyczaj w lecie i w zimie. Pomiar prowadzony jest na poziomie powierzchni Ziemi.

Dotychczasowe badania wskazują, iż najkorzystniej są zlokalizować elektrownie wiatrowe na:

- wierzchołkach samotnych wzgórz nie wyższych niż 1000m;
- samotnych wzniesieniach na obszarach płaskich;
- wybrzeżach morskich.

Elektrownia wiatrowa działa najlepiej, gdy strumień wiatru jest laminarny (niezaburzony). Nawet wysoko ponad poziomem ziemi, na wysokości 1 km wiatr jest zakłócany przez ukształtowanie terenu. Im bliżej powierzchni tym te zakłócenia są większe. Tak więc rodzaj powierzchni, stopień zabudowania i jej ukształtowanie ma wpływ na prędkość wiatru. Im większe przeszkody tym bardziej ujemnie wpływają na przepływ wiatru. Jeśli wiatrak stoi w pobliżu przeszkody (dom, drzewo, las), za tymi przeszkodami (patrząc w kierunku

wiatru) strugi powietrza wirują. Aby więc wiatrak działał efektywnie, jego wirnik powinien znajdować się poza tą strefą – a sam wiatrak powinien być albo bardzo wysoki, albo znacznie oddalony od przeszkody (zwykle o odległość równą około 20 wysokościom przeszkody). Dużo lepszą sytuacją jest, gdy wiatrak znajduje się przed przeszkodą, bo strefa zawirowań powietrza jest wówczas znacznie mniejsza. Dzięki temu wiatrak może stać bliżej przeszkody i być znacznie niższy niż w pierwszej opisanej sytuacji.

Ze względu na takie zależności, w dziedzinie energetyki wiatrowej każdy rodzaj terenu określa się odpowiednią klasą szorstkości. Im bardziej "gładki" teren, tym klasa szorstkości jest niższa, a co za tym idzie jest on lepszy z punktu widzenia produktywności farmy .

Tabela 1. Skala szorstkości

Klasa szorstkości	Szorstkość długość [m]	Energia [%]	Rodzaj terenu
0	0,0002	100	Powierzchnia wody
0,5	0,0024	73	Całkowicie otwarty teren np. betonowe lotnisko, trawiasta łąka itp.
1	0,03	52	Otwarte pola uprawne z niskimi zabudowaniami (pojedynczymi). Tylko lekko pofałdowane tereny.
1,5	0,055	45	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami, oddalonymi od siebie o około 1250 metrów.
2	0,1	39	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami, oddalonymi od siebie o około 500 metrów.
2,5	0,2	31	Tereny uprawne z licznymi zabudowaniami i sadami, lub 8 metrowe żywopłoty oddalone od siebie o około 250 metrów.
3	0,4	24	Wioski, małe miasteczka, tereny uprawne z licznymi żywopłotami, las lub pofałdowany teren.
3,5	0,8	18	Duże miasta z wysokimi budynkami.
4	1,6	13	Bardzo duże miasta z wysokimi budynkami i drapaczami chmur.

Źródło: <http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl>

Szorstkość terenu możemy określić na podstawie danych zebranych z masztów pomiarowych lub na podstawie obserwacji (przybliżone wartości).

Ze względu na hałas, emitowany przez turbiny wiatrowe minimalna odległość między farmą wiatrową a domami mieszkalnymi powinna wynosić 500 m, z kolei z uwagi na produktywność elektrowni, dystans minimum 3000 m powinien dzielić jej zachodnią i południowo-zachodnią stronę od lasów i wysokiej zabudowy.

Najnowsze tendencje w produkcji siłowni wiatrowych zmierzają do instalowania jednostek o możliwie dużych mocach lub tzw. farm wiatrowych, czyli większej liczby siłowni o mniejszej mocy jednostkowej na zwartym terenie lub na morzu. Kolejną więc zasadą właściwego planowania jest

zachowanie odpowiedniej odległości turbin względem siebie. Według zaleceń producentów odległość ta powinna wynosić od 5 do 8 średnic wirnika turbiny, tak więc w przypadku elektrowni o mocy około 2 MW i średnicy wirnika około 80 metrów, powinno to być 400-640 m. Dystans mniejszy niż 400 metrów przyczyniłby się do wzajemnego pozbawiania się energii przez turbiny. Poza tym muszą one stać w taki sposób, aby możliwie najmniej nawzajem się zasłaniały. Elektrownie stojące w pierwszej linii względem dominujących kierunków wiatru mają zawsze największą efektywność.

Podsumowując można jednoznacznie stwierdzić, że idealna farma o maksymalnie wykorzystanej efektywności to rząd turbin, posadowionych na dużym obszarze wodnym, oddalonym od siebie o ok. 600 metrów, wyeksponowanych w stronę głównych kierunków wiatru. Elektrownie wiatrowe budowane wewnątrz lądu mają czas użytkowania mocy zainstalowanej od 500 do 1500 godzin rocznie, na wybrzeżach morskich – od 2000 do 3000, a na morzach około 3500 godzin rocznie (Rys. 4).



Źródło: <http://www.elektrownie.tanio.net/lokalizacja.html>

Rysunek 4. Elektrownia wiatrowa na morzu.

6 Wpływ na środowisko oraz bariery eksploatacji energii wiatru

Uważa się, że elektrownie wiatrowe stanowią bezpośrednie zagrożenie życia ptaków. Podczas pracy elektrowni wiatrowej istnieje niebezpieczeństwo,

że lecący ptak mając na drodze lotu turbinę, uderzy w nią. Do dzisiejszego dnia przeprowadzono niewiele analiz środowiskowych związanych z tym tematem. Wykonano kilka ekspertyz w USA i Europie. W Polsce problem ten podlegał badaniom w znikomym stopniu. Do dziś nie napisano gruntownego opracowania na temat wpływu energetyki wiatrowej na ptactwo. Głównym źródłem informacji są artykuły i opracowania w języku angielskim. W Polsce zasugerowali problem Jabłoński R. i współpracownicy na II międzynarodowej konferencji ECO-EURO-ENERGIA w 2005 r. w Bydgoszczy.

Na podstawie ekspertyz określono zasady lokalizacji elektrowni wiatrowych ze względu na ochronę ptaków; ich lęgówisk, żerowisk i szlaków przelotu:

- 200 m jako wielkość graniczna odległości lokalizacji elektrowni wiatrowej od atrakcyjnych lęgówisk ptaków,
- 800 m jako wielkość graniczna odległości lokalizacji elektrowni wiatrowej od miejsc licznego przebywania ptaków niełęgowych,
- 800 m jako wielkość graniczna odległości lokalizacji elektrowni wiatrowej od korytarzy ekologicznych .

Według M. Gromadzkiego nie stwierdzono by siłownie wiatrowe oddziaływały negatywnie na zwierzęta lądowe poruszające się po ziemi. Zmiany liczebności bądź składu gatunkowego fauny naziemnej, do jakich dochodzi na terenie posadowienia elektrowni, są zazwyczaj zgodne z art. 234 Ustawy Prawo Ochrony Środowiska, z dnia 27 kwietnia 2001 r. .

Wszystko co żyje w danym środowisku stanowi wraz z tym środowiskiem nierozdzielalną całość. Budując elektrownię wiatrową należy wziąć pod uwagę naturalne środowisko życia roślin i zwierząt a także ich wędrówki. Poczynania sprzeczne z prawami natury mimo doraźnych zysków prowadzą do wyraźnego zmniejszenia bioróżnorodności danego terenu a dalej do zagłady niektórych gatunków owadów, ptaków i roślin.

Farmy wiatrowe nie mogą powstawać na terenach wędrówek ptaków a, a tam gdzie je wybudowano – na czas wędrówek ptaków powinny być one unieruchomione. Farma wiatrowa nie może być wybudowana na terenie, który jest objęty jakąkolwiek formą ochrony przyrody .

Podczas pracy elektrownia wiatrowa stanowi dwa źródła hałasu. Pierwsze źródło ma charakter mechaniczny. Hałas powstaje w elementach takich jak przekładnia i łożyska. Hałas aerodynamiczny pochodzi od obracającego się wirnika. Hałas mechaniczny można wyeliminować poprzez odpowiednią konstrukcję elementów i tłumienie. Łopatki wirnika wydają świszczący dźwięk gdy elektrownia pracuje przy niskiej prędkości obrotowej. Współczesne turbiny wiatrowe posiadają określoną konstrukcję łopatek uwzględniającą emisję hałasu. Istotnym elementem jest też prędkość wirnika. Natężenie hałasu rośnie wraz ze wzrostem prędkości łopatki względem otaczającego powietrza. Wybierając

miejsce postawienia turbin wiatrowych należy uwzględnić odległość od budynków mieszkalnych.

Każdej elektrowni wiatrowej towarzyszy hałas. Pochodzi on od obracających się łopat, wirnika generatora i przekładni mechanicznej i przyjętą można je jako źródło hałasu punktowego. Na otwartej przestrzeni fale dźwiękowe rozchodzą się jednakowo we wszystkich kierunkach, przy czym w miarę oddalania się od źródła intensywność tych fal ulega zmniejszeniu. Pole akustyczne swobodne stanowi tę część pola akustycznego, w której występują wyłącznie fale akustyczne biegnące bezpośrednio od źródła, charakteryzuje się ono tym, że przy podwojeniu odległości od źródła poziom ciśnienia akustycznego zmniejsza się o 6 dB. Rozchodzenie się dźwięku na otwartej przestrzeni zależy zarówno od charakterystyki akustycznej źródła dźwięku, zmian zachodzących w atmosferze, jak również ukształtowania terenu oraz znajdujących się w nim elementów urbanistycznych. Przy założeniu, że dany obiekt hałaśliwy można uznać za źródło kuliste, na wielkość poziomu dźwięku w pewnej odległości od źródła mają wpływ następujące czynniki:

- odległość punktu obserwacji od źródła dźwięku,
- charakterystyka kierunkowości źródła,
- tłumienie dźwięku w powietrzu,
- zmiany temperatury w poszczególnych warstwach atmosfery,
- zmiany wilgotności powietrza, mgła, dym, wiatr,
- przedmioty stałe (przegrody urbanistyczne, np. zieleń, budynki),
- ukształtowanie terenu.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w szczególnych przypadkach możliwe jest oddziaływanie kilku czynników jednocześnie. Może wówczas wystąpić większe tłumienie, a w niektórych przypadkach nawet wzmocnienie dźwięku w pewnej odległości od źródła.

Analizę dotyczącą uciążliwości i zasięgu hałasu emitowanego z terenu inwestycji przeprowadza się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. (Dz. U. Nr 178 poz. 1841).

Zgodnie z § 4 rozporządzenia dopuszczalny poziom hałasu w środowisku określa się odrębnie dla dwóch pór doby:

- 16 godzin w porze dziennej w przedziale 6.00 – 22.00,
- 8 godzin w porze nocnej w przedziale 22.00 – 6.00.

Elektrownia wiatrowe nie wytwarza dźwięku o dużym natężeniu. Czynnikiem mającym wpływ na zachowanie odpowiednich odległości miejsc usytuowania wiatraków od istniejącej zabudowy zagrodowej jest konieczność zachowania równoważnego poziomu dźwięku na poziomie 45 dB w porze nocnej na elewacji tych budynków. Strefą ochronną powinien być objęty obszar ok. 200 m od masztu elektrowni.

Dla porównania podano poziomy natężenia dźwięków innych źródeł:

- Cichy szelest liści nocą, na otwartym polu 15-20 dB
- Szept, sala czytelni 25-30 dB
- Cicha rozmowa, spokojne biuro 40-50 dB
- Normalna rozmowa 50-60 dB
- Dom towarowy, głośne biuro 60-65 dB
- Duży ruch uliczny 80-85 dB
- Przejeżdżający pociąg pospieszny 110-120 dB
- Samolot, śmigło w odległości 3 m 120-130 dB
- Hałas wywołujący uczucie bólu 130-140 dB

Elektrownie wiatrowe podczas swojej pracy powodują wibracje środowiska które są niekorzystne dla zamieszkującej tam fauny.

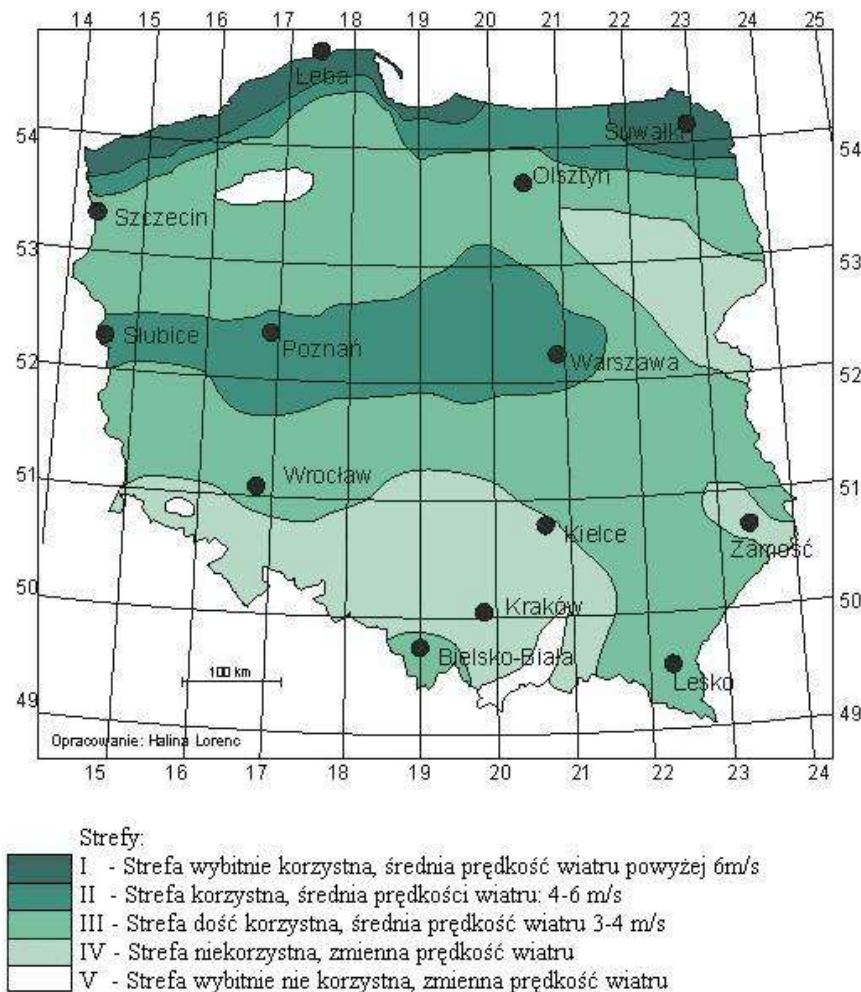
Bardzo ważny element pracy elektrowni wiatrowych stanowi eliminacja drgań które mogą być także uciążliwe dla klienta. Sposób wyważania wirników gwarantuje utrzymanie normalnego poziomu drgań VN zgodnie z normą PN-ICE 60034-14 oraz podstawowego poziomu mocy akustycznej zgodnie z normą PN-EN 60034-9.

Bariery prawne i finansowe obejmują skomplikowane, czasochłonne i czasami nielogiczne procedury administracyjne a także brak wystarczająco silnych i stabilnych mechanizmów ekonomicznych i prawnych pozwalających na bezpieczne planowanie inwestycji wykorzystujących energie wiatru i uzyskiwanie z ich realizacji odpowiednich korzyści finansowych. Problem stanowi niedostateczne ujęcie rozwoju energetyki odnawialnej w polityce energetycznej oraz koncepcjach rozwoju. Kolejnym problemem bardzo często jest fakt świadczący o braku możliwości uzyskania wsparcia finansowego z funduszu ekologicznego i innych pomocy mających wspomagać ten sektor energetyki odnawialnej. Relatywnie wysokie koszty produkcji energii w elektrowniach wiatrowych w porównaniu do źródeł konwencjonalnych jak również brak mechanizmów umożliwiających przewidywane w dłuższym okresie cen sprzedaży energii do sieci elektroenergetycznej także stanowią barierę rozwoju energetyki wiatrowej.

Bariery techniczne w rozwoju energetyki wiatrowej wynikają z braku wystarczającej informacji na temat zasobów energetycznych wiatru w Polsce oraz powszechnego dostępu do tych informacji jak również informacji o procedurach postępowania przy przygotowaniu i realizacji inwestycji budowy elektrowni wiatrowych. W związku z nieprzewidywalnością produkcji energii z wiatru występują trudności w planowaniu i przewidywaniu mocy dyspozycyjnej oraz wielkości produkcji energii z elektrowni wiatrowych.

Kolejną grupę barier rozwoju energetyki wiatrowej stanowi ochrona środowiska i problemy społeczne z tym związane. Niestety nie ma jeszcze wypracowanych metod uniknięcia konfliktów lub ich łagodzenia z ochroną

przyrody i krajobrazu. Problemem jest także brak dokładnego rozeznania wpływu elektrowni wiatrowych na środowisko przyrodnicze jak i brak wypracowanej strategii współistnienia farm wiatrowych z terenami o znaczących walorach środowiskowych (parki krajobrazowe, tereny Natura 2000). Obecnie trwają liczne badania związane z w/w problemem i coraz częściej pojawiają się propozycje jak go łagodzić. Dzisiaj barierą rozwoju stanowi także fakt postrzegania energetyki wiatrowej w społecznym odbiorze poprzez pryzmat tylko pojedynczych inwestycji, a nie poprzez ich wpływ na restrukturyzację sektora energetycznego, przemysłu i rozwój lokalny oraz inne korzyści ogólnospołeczne.



Źródło: <http://www.elektrownie.tanio.net/walory.html>

Rysunek 5. Strefy energetyczne wiatru w Polsce

W Polsce udział energii wiatrowej w bilansie kraju wynosi zaledwie 1,5%. Możliwości rozwoju energetyki wiatrowej są obiecujące, na co wskazują uzyskane wyniki badań prowadzonych w IMGW, na podstawie wieloletnich obserwacji kierunków i prędkości wiatru prowadzonych na profesjonalnej sieci meteorologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Uprzywilejowanymi w Polsce rejonami pod względem zasobów wiatru

są regiony Polski środkowej, najbardziej wysunięte na północ części wybrzeża od Koszalina po Hel, rejon wyspy Wolin, Suwalszczyzna, środkowa Wielkopolska i Mazowsze, Beskid Śląski i Żywiecki, Bieszczady i Pogórze Dynowskie.

Na mapie wydzielono pięć rejonów o różnych zasobach energii dla wysokości 30 metrów nad poziomem gruntu. Z mapy tej wynika, że około 60% kraju posiada dobre warunki do wykorzystania wiatru jako czystego źródła energii. Warunki lokalne terenu mogą sytuację tą dodatkowo polepszyć.

Na terenie gmin Słupsk i Ustka powstanie największa elektrownia wiatrowa w Polsce. Składać się będzie z 104 turbin wiatrowych o mocy 2.3 MW każda, co daje w sumie 240 MW mocy elektrowni. Zakończenie budowy planowane jest do końca 2009 r. Wiatraki będą miały ponad 100 m wysokości, a średnica wirnika wynosić będzie prawie 90 m.

Obecnie największa jest farma wiatrowa w miejscowości Tymień w województwie zachodniopomorskim. W roku 2006 uruchomiono tam 25 turbin, ale władze gminy wygospodarowały już miejsce dla 15 następnych. Umieszczenie siłowni na tym terenie to poważny impuls do rozwoju. Już powstały nowe drogi, a także przybędzie nowych miejsc pracy.

7 Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej

W ciągu ostatnich kilkunastu lat energetyka wiatrowa stała się jednym z najbardziej konkurencyjnych sposobów pozyskania elektryczności. Koszty instalacji turbin wiatrowych znacznie zmalały, a tym samym- cena energii produkowanej z tego źródła.

W Unii Europejskiej, w latach 2000-2007, częściej niż w energię wiatrową inwestowano jedynie w nowe instalacje gazowe. Obecnie jej udział na europejskim rynku wynosi ponad 3%(98 TWh), a zakłada się, że wzrośnie on nawet do 25% w roku 2030.

Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej w roku 2007 w Europie osiągnęła poziom ponad 56 GW (ponad 8 GW zainstalowano w 2007 r.) co plasuje Stary Kontynent na pozycji lidera. Jednak coraz większe moce stawia się także w Ameryce Północnej (5,5 GW w 2007 r.) i Azji (ponad 5 GW w 2007 r.).

Obecni europejscy liderzy w energetyce wiatrowej (Hiszpania, Dania, Niemcy) gonieni są przez tzw. drugą falę krajów inwestujących w energię pozyskiwaną z wiatru. Należą do nich przede wszystkim: Francja, Holandia, Wielka Brytania, Portugalia. To tam jest przewidywane największe tempo wzrostu zainstalowanych mocy. Według danych zebranych przy sporządzaniu europejskiego barometru rynku energetyki wiatrowej EuroObserv'ER szacuje się, że przeciętna zainstalowana turbina na naszym kontynencie osiąga moc prawie 2MW.

Paradoksalnie najmniejsza średnia moc turbiny jest w kraju, który ostatnio instaluje najwięcej nowych mocy – Hiszpanii (około 1,5 MW). Natomiast bardzo dużą średnią mocą turbiny mogą się poszczycić Brytyjczycy – ponad 2MW. Przemysł wiatrowy nie przynosi Europie korzyści w postaci czystej energii. Należy pamiętać, że to na Starym Kontynencie rozwinęła się ta branża i to właśnie europejskie firmy, a w szczególności duńskie i niemieckie, dysponują wiedzą i technologiami, na bazie których rozwija się współczesna światowa energetyka wiatrowa.

Szacuje się, że obrót w sprzedaży turbin wiatrowych wyniósł około 10 mld euro. Ocenia się także, że sektor energetyki wiatrowej stworzył 150 000 miejsc pracy w całej Unii Europejskiej. W ostatnich latach największym producentem turbin wiatrowych jest Vestas z udziałem w rynku na poziomie 26,5%. Firma ta zatrudnia około 14,5 tys. osób. Na dalszych miejscach są takie przedsiębiorstwa jak Gamesa (ponad 7 tys. Pracowników), Enercon, czy niemiecki Siemens.

Tempo rozwoju rynku energetyki wiatrowej w najbliższym okresie będzie nadal bardzo duże, przede wszystkim ze względu na poważne braki w podaży sprzętu niezbędnego do rozwoju projektów wiatrowych. Największe europejskie firmy produkujące turbiny wiatrowe dostarczają swoje produkty nawet z dwuletnim opóźnieniem. W związku z tym zauważalny jest wzrost produkcji podzespołów w takich krajach jak Chiny. Bardzo popularne ostatnio stało się produkowanie w chińskich fabrykach turbin na licencjach wykupionych od czołowych firm europejskich (Repower Fuhrlander, Vensys, etc.)

Są też przypadki rozwoju własnych technologii turbin wiatrowych przez chińskie firmy. Niejednokrotnie to duże jednostki (nawet 3-megawatowe), które w ciągu kilku lat na pewno zostaną wprowadzone na rynek i będą mogły być z powodzeniem wykorzystywane w nowoczesnych farmach. Już znane są przypadki eksportu chińskich turbin na rynek amerykański. Ekspansja firm z Kraju Środka na Europę wydaje się być jedynie kwestią czasu.

Z tego powodu coraz bardziej zauważana jest przez europejskie firmy potrzeba położenia większego nacisku na rozwój technologii morskich farm wiatrowych, gdyż zastosowane tam rozwiązania są dużo bardziej zaawansowane, a ich rozwój wymaga dużo większego doświadczenia, którym firmy azjatyckie jeszcze nie dysponują.

Wychodząc temu naprzeciw Repower już stworzył 5-megawatową turbinę wiatrową przeznaczoną do instalacji morskich. Kilka prototypów tego modelu zostało postawionych u wybrzeży Szkocji, a kolejne będą w najbliższym czasie na belgijskich wodach terytorialnych.

Kolejna firma – Multibird jest trochę mniej zaawansowana w rozwoju turbin wiatrowych o tak dużych mocach, jednak już udało jej się postawić kilka 5-megawatowych jednostek na terenie Niemiec.

Obecnie europejska energetyka odnawialna, a w tym energetyka wiatrowa, ma za zadanie zmierzyć się z zamierzeniem Komisji Europejskiej, jakim jest osiągnięcie 20% udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu. Cel ten został wyznaczony przede wszystkim ze względu na niepewną przyszłość energetyczną całego świata. Wspólnota europejska zdaje sobie sprawę, że współczesna energetyka nie może się opierać tylko na paliwach kopalnych, gdyż ich znaczne pokłady znajdują się w regionach o niepewnej sytuacji politycznej. Ponadto wykorzystanie takich paliw jak ropa, czy węgiel łączy się ze znacznymi kosztami środowiskowymi. Sektor energetyki odnawialnej umożliwi ograniczenie uzależnienia naszego kontynentu od konwencjonalnych sposobów pozyskiwania elektryczności i ciepła. Odgrywa także bardzo istotną rolę w stymulacji przemysłu zaawansowanych technologii. Mając charakter lokalny pomaga w skutecznej decentralizacji krajowych systemów energetycznych.

Szacunki wykonane przez Europejskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej mówią, że do roku 2020 UE powinna dysponować nawet 180 000 MW zainstalowanej mocy energetyki wiatrowej, co będzie pokrywać 13 % zapotrzebowania na elektryczność.

Mimo tak intensywnego wzrostu ilości zainstalowanych mocy na całym świecie, a przede wszystkim w Europie, jest kilka problemów, z którymi europejski przemysł wiatrowy będzie musiał się zmierzyć.

Najważniejszym wydają się być bardzo poważne braki w podaży podzespołów niezbędnych do stawiania farm wiatrowych, co może w pewnym stopniu powodować wyhamowanie liczby instalowanych mocy. Ocenia się jednak, że w najbliższym czasie produkcja powinna się dostosować do zapotrzebowania rynku. Kolejny problem, który od dłuższego czasu jest przedmiotem wielu badań, to pełna integracja europejskiego systemu energetycznego. Pozwoliłaby ona skuteczniej bilansować energię z elektrowni wiatrowych w Europie. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia energetyki wiatrowej, gdyż wówczas istniałaby możliwość transportu energii elektrycznej do rejonów, gdzie w wyniku niekorzystnych warunków pogodowych chwilowa produkcja elektryczności wiatru jest mniejsza z mieć, gdzie wystąpiła nadwyżka tej produkcji.

8 Energetyka wiatrowa offshore

Ponadto uważa się, że przyszłością jest energetyka wiatrowa typu offshore (instalowana na morzu), gdyż powoduje mniej konfliktów społecznych i ekologicznych, i jest bardziej efektywna energetycznie (na obszarach morskich, wieją dużo silniejsze wiatry i nie ma przeszkód powodujących zakłócenia w przepływie wiatru). Jediną wadą tego typu instalacji jest ich bardzo wysoki koszt. Mimo to, w ostatnim czasie morskie projekty wiatrowe są coraz intensywniej rozwijane, na co wskazuje kilka już oddanych do użytku:

brytyjskie Burbo Bank i Moray Firth (o mocy odpowiednio 90MW i 10MW) oraz szwedzki Lillgrund (110MW).

Ze względu na doskonałe warunki wietrzności na obszarach morskich, rozwój energetyki wiatrowej offshore stał się głównym kierunkiem rozwoju sektora na całym świecie. Obszary morskie zapewniają znacznie wyższą produktywność niż obszary lądowe, niestety stwarzają także konieczność zastosowania innych technologii budowy niż te, których używa się przy farmach lądowych. Obecnie rozwijane są nowe koncepcje technologiczne, możliwe do zastosowania przy budowie farm morskich, budowane są także prototypy coraz większych i wydajnych turbin, których moc znacznie przekracza moc turbin stosowanych na lądzie.

Jako strategiczne, dostępne lokalnie i w dużej mierze niewykorzystane źródło energii, energetyka wiatrowa offshore stanowi jedną z kluczowych technologii z punktu widzenia osiągnięcia celów energetyczno-klimatycznych UE. Będzie jednym z kluczowych elementów pomagających UE osiągnąć uzgodniony cel 20% łącznego zużycia energii w roku 2020 wytwarzanego w źródłach odnawialnych. Ze względu na skalę i eksterytorialny charakter, energetyka wiatrowa offshore powinna być postrzegana jako projekt o znaczeniu europejskim.

Energetyka wiatrowa offshore stanowi młodą branżę, będącą nowym użytkownikiem przestrzeni morskiej, której rozwój związany jest z konkretnymi wymaganiami infrastrukturalnymi i politycznymi. Technologia offshore wykorzystuje doświadczenia zdobyte podczas wykorzystania lądowych elektrowni wiatrowych. Jej przyszły rozwój będzie wymagał uczestnictwa innych sektorów, takich jak sektor morskiej inżynierii i technologii wydobywczej, umiejętności logistycznych dostawców usług dla sektora offshore, współpracy operatorów systemów przesyłowych, a także sektora technologii i infrastruktury energetycznej.

W pełni rozwinięte europejskie zasoby offshore mogą dostarczyć kilkaset GW mocy pokrywającej przyszłe zapotrzebowanie na energię. Pokrycie mniej niż 5% powierzchni Morza Północnego umożliwi energetyce wiatrowej zaspokojenie około jednej czwartej bieżącego zapotrzebowania UE na energię elektryczną.

Budowa morskich farm wiatrowych zapewni następujące korzyści:

1. Bezpieczeństwo dostaw

Energetyka wiatrowa offshore może znacząco zmniejszyć import paliw kopalnych. Szacuje się, że 40 GW zainstalowanej mocy może wytworzyć 140 TWh energii elektrycznej, co odpowiada 13 MToe (milionom ton ekwiwalentu ropy naftowej) w paliwach kopalnych.

Energetyka wiatrowa offshore odegra w przyszłości kluczową rolę

w dostarczaniu lokalnej energii i zmniejszaniu naszej zależności od importu energii.

2. Funkcjonowanie wewnętrznego rynku energii

Pomimo udokumentowanych zalet, do dnia dzisiejszego UE nie udało się stworzyć funkcjonującego i konkurencyjnego wewnętrznego rynku energii elektrycznej. Jednym z powodów są obawy związane z ograniczoną możliwością wymiany energii pomiędzy państwami członkowskimi wynikającą z braku fizycznej pojemności połączeń międzysystemowych i nieefektywnych mechanizmów zarządzania zdolnościami przesyłowymi. Ze względu na skalę i eksterytorialny charakter energetyka wiatrowa offshore powinna stworzyć zapotrzebowanie na zwiększoną przepustowość połączeń międzysystemowych i stać się katalizatorem polepszającym możliwości wymiany energii.

3. Zmiany klimatu

Zrównoważony rozwój stanowi centralny element polityk Unii Europejskiej. Oczekuje się, że sektor energetyczny odegra ważną rolę w spełnianiu unijnych zobowiązań wynikających z Protokołu z Kioto. Energetyka wiatrowa stanowi efektywny kosztowo sposób zmniejszenia przyszłych emisji dwutlenku węgla. Cel z Kioto wyrażony ilością CO₂ to 355,8 Mt. Czterdzieści GW mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej offshore pozwoli zaoszczędzić 105 Mt (około 30% celu). Przyjmując cenę CO₂ na poziomie 25 €/tonę, dodatkowe korzyści związane z unikniętymi emisjami CO₂ mają wartość około 3 miliardów€.

4. Przywództwo technologiczne

Energetyka wiatrowa offshore to najnowocześniejsza technologia. Europa posiada silną, światową pozycję w tym sektorze rynku: udział rynkowy europejskich producentów turbin wiatrowych sięga 80%. W przypadku sektora offshore jest to 100%. Rozwój energetyki wiatrowej offshore zwiększy konkurencyjność Europy poprzez stworzenie podstaw do silnej pozycji eksportera na rynku o ogromnym globalnym potencjale. Niezbędny rozwój technologiczny będzie odbywał się z korzyścią dla sektora onshore, zapewniając Europie ciągle przywództwo w tej branży.

5. Rozwój regionalny, nowe miejsca pracy

Potencjał energetyki wiatrowej w zakresie zwiększania rozwoju gospodarczego i tworzenia nowych miejsc pracy w przypadku zastosowań na lądzie jest bardzo dobrze udokumentowany. Ze względu na ograniczoną liczbę projektów, w przypadku sektora offshore wpływ ten nie jest jeszcze odczuwalny. Niemniej jednak energetyka wiatrowa offshore już dziś tworzy miejsca pracy w sektorach, w których ze względu na upadek stoczni, zmniejszoną skalę rybołówstwa czy spowolnienie w innych branżach poziom bezrobocia jest wysoki.

6. Rozwój działalności morskiej

Europa jest bogata w zasoby morskie, mające bezpośredni wpływ na życie jej mieszkańców: połowa populacji kontynentu żyje w odległości mniejszej niż 50 km od brzegu, a 40% PKB w UE pochodzi z sektora morskiego. W wielu państwach członkowskich tempo wzrostu w sektorze gospodarki morskiej było większe, niż dla całej gospodarki ogółem, w szczególności w regionach o wysokiej aktywności w zakresie logistyki morskiej.

Uwzględniając znaczne doświadczenie Europy w zakresie technologii morskich, potencjał europejskiego przemysłu związany z rozwijaniem najnowocześniejszych produktów morskich mogących zająć pozycję lidera na światowych rynkach dzięki innowacyjności technologii energetyki wiatrowej offshore jest ogromny.

Silny sektor energetyki wiatrowej oznacza nie tylko zmniejszoną emisję CO₂, ale stanowi także synonim zrównoważonego rozwoju gospodarczego, zmniejszonej zależności od importu energii, a także ogólnie szerszych możliwości eksportowych, rozwoju regionalnego, nowych miejsc pracy dla wykwalifikowanych pracowników oraz europejskiego przywództwa w zakresie przemysłu.

9 Podsumowanie

Perspektywa wyczerpania się surowców energetycznych jest dużym problemem. Już teraz należy zastanowić się nad nowymi źródłami energii, która za 100 lat zaspokoi potrzeby społeczeństw naszej planety. Być może będzie nią energia geotermalną, wody, słońca, a może wiatru. Dzisiaj to wszystko jest wielką niewiadomą. Faktem jest, że wymienione źródła energii alternatywnej starczą nam na przynajmniej milion lat, jednak należy się nauczyć je efektywnie wykorzystywać.

To do alternatywnych źródeł elektrycznej energii należeć będzie przyszłość, z uwagi na minimalny, bądź nawet zerowy, wpływ prawie wszystkich metod niekonwencjonalnego pozyskiwania energii na środowisko naturalne. Istnieją jednak pewne ograniczenia w stosowaniu ich, a mianowicie: technologia – biorąc pod uwagę postać występowania oraz możliwości wykorzystania w praktyce; ekonomia – koszty zastosowania ich nadal są wysokie.

Mimo to rola alternatywnych źródeł energii systematycznie będzie nabierać na znaczeniu, ponieważ konieczne jest zmniejszenie obecnego obciążenia naszego środowiska wskutek stosowania konwencjonalnej energetyki. Technologie odnawialnych źródeł energii rozwinęły się już do takiego stopnia, że mogą konkurować z konwencjonalnymi systemami energetycznymi. Odnawialne źródła energii są źródłami lokalnymi, toteż mogą zwiększyć poziom bezpieczeństwa energetycznego zmniejszając eksport paliw kopalnych,

stworzyć nowe miejsca pracy, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach, promować rozwój regionalny.

Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej, zobowiązany jest do ograniczenia udziału paliw konwencjonalnych w bilansie energetycznym kraju, na rzecz energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych na poziomie 12% w 2010 roku, w tym 2,3 % udziału energii wiatrowej. Fakt ten wymusza więc podejmowanie konkretnych działań zmierzających do zrealizowania naszych zobowiązań wobec UE pod tym względem. Jest to poważne wyzwanie, ale mimo wszystko realne do osiągnięcia. W 2006 r. udało się nam osiągnąć wskaźnik 3,7 %, ale przez następne lata udział energii ze źródeł odnawialnych powinien rosnąć średnio o ponad 2 % rocznie.

Aby w 2010 roku energia pochodząca z wiatru osiągnęła 2,3 %, potrzebny jest przyrost mocy w latach 2006 – 2010 o ponad 1800 MW, co oznacza potrzebę przyłączenia ok. 450 MW rocznie. Biorąc pod uwagę, że w samych Niemczech w ciągu jednego roku zainstalowano 2,5 tys. MW – założenia te wydają się być realne. Zainteresowanie energią wiatru rośnie, o czym świadczą regularny przyrost liczby siłowni wiatrowych.

Literatura

- [1] Boczar T., Energetyka wiatrowa. Aktualne możliwości wykorzystania. Wydawnictwo pomiaru Automatyka kontrola, Warszawa 2007, s. 10.
- [2] Dz. U. Nr 178 poz. 1841 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [3] Głosko W. „III Międzynarodowa konferencja procesorów energii ECO–EURO–ENERGIA” 7-8 czerwiec 2006r Bydgoszcz. „Bariery rozwoju energetyki wiatrowej”, s. 181-184. Norma PN-EN 60034-9 oraz norma PN-ICE 60034-14
- [4] <http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl> <http://www.elektrownie.tanio.net> "Ładny Dom", nr. 9/2006, "Własna elektrownia wiatrowa", Grzegorz Barzyk, <http://ladnydom.pl/budowa/1,106577,3528497.html>
- [5] <http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl> <http://www.ogrzewnictwo.pl>
- [6] <http://www.ogrzewnictwo.pl>
- [7] <http://www.wiatracyk.cba.pl>
- [8] <http://ziemianarozdrozu.pl/artukul/1366/swiatowy-przeglad-energetyczny-bp-2010>, dostęp 12.12.2010r R. Tytka, „Odnawialne źródła energii”. Wydawnictwo OWG, Warszawa 2009, s. 16.
- [9] Jabłoński R., Brudnicki W., Skoczylas B., Nowicki W., „II międzynarodowa konferencja procesorów energii ECO-EURO-ENERGIA” 7-8 czerwca 2005r. Bydgoszcz „Zrównoważony rozwój w energetyce wiatrowej na przykładzie Polskiego Wybrzeża Środkowego”, s. 207-212.
- [10] Jastrzębska G., „Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007, s. 32-34. G.

- [11] Krawiec F., „Odnawialne źródła energii w świecie globalnego kryzysu energetycznego. Wybrane problemy”. Difin, Warszawa 2010, s. 11-12.
- [12] Kucowski J., Laudyn D., Przekwas M., „Energetyka a ochrona środowiska”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997, s. 406-407.
- [13] Lewandowski W., „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006, s. 114-116.
- [14] Poskrobko B. Zarządzanie środowiskiem, PWE, Warszawa 1998.
- [15] Ustawa Prawo Ochrony Środowiska Dz. U. 2001r nr 62, poz. 627, z późniejszymi zmianami G. Barzyk „Własna elektrownia wiatrowa”, [w:] "Ładny Dom", nr 9/2006.
- [16] ww.elektrownie-wiatrowe.org.pl.
- [17] www.elektrownie.tanio.net dostęp: 20.12. 2011 r.
- [18] www.elektrownie-wiatrowe.org.pl dostęp: 20.12.2011 r.
- [19] www.elektrownie-wiatrowe.org.pl
- [20] Zimny J., "Problemy wykorzystania energii geotermalnej i wiatrowej w Polsce" [w:] Stan obecny i prognozy rozwoju energetyki wiatrowej na świecie, w Europie i Polsce do roku 2000", Seminarium Kraków/Zakopane, 26-27 Maj 1997.

ZACHRÁNI HYDROGENIUM BIOGÉNNY ŽIVOT OD ENERGETICKEJ SMRTI?

Pavol Sečkar

Emeritný docent, 949 76 Nitra, ul. Kozmonautov

Abstrakt: Po vyčerpaní zásob fosílnych palív sa budú musieť využívať iné zdroje. Nestále sa hľadajú iné – alternatívne zdroje. I o tom je táto konferencia. Palivom budúcnosti môže byť vodík. Autor v príspevku analyzuje historický vývoj formy výskytu vodíka v prírode, fyzikálne a chemické vlastnosti vodíka a poukazuje na možnosti a úskalia využitia vodíka ako nevyčerpatel'ného zdroja energie.

Kľúčové slová: fosílna paliva, vodík, formy vodíka, možnosti využitia

1 Vodík

Je najľahší plyn – 14 krát ľahší ako vzduch. S kyslíkom vytvára traskavý plyn. Zapálený zhorí na vodu – teplota plameňa dosahuje až 1900°C. Má zo všetkých plynov najmenšiu teplotnú vodivosť, najmenšie vnútorné trenie. Má výbornú difúznu schopnosť.

V roku 1671 ho zistil ako neznámy plyn R. Boyle. Jeho podstatu zistil v roku 1766 H. Cavendish. Za dnešný názor Hydrogenium vd'acíme A.L. Laviosierovi (1743-1794) čo vzniklo zložením gréckych slov „hydró“ (voda) a „gennaó“ (tvorím), čo značí z vody stvorený.

V prírode sa vyskytuje v plynch sopiek. Predpokladá sa, že sa uvoľňuje aj vo vnútri zeme pôsobením vody na žeravé kovy. Vznikne tiež celulóznym kvasením. Predpokladá sa, že je hlavnou zložkou vyšších vrstiev atmosféry (nad 50km). Spoločne s héliom je hlavnou zložkou planetárnych hmlovín najmladších hviezd. Najväčšie množstvo vodíka je vo vodách riek, jazier, morí, v ľadovcoch v organických latkách rastlinnej a živočíšnej ríše, v ktorých je ako dôležitý biogénny prvok vyhnutou súčasťou.

2 Izotopy vodíka

Sú známe 3 izotopy vodíka:

- prócium ^1_1H (99,98%)
- deuterium ^2_1H alebo D (0,02%)
- trícium ^3_1H alebo T superťažký vodík, ktorý je rádioaktívny;

Deutérium (ťažký vodík) je k dispozícii v prakticky nevyčerpatelných množstvách. Na každých 4700 molekúl H₂O pripadá v obyčajnej vode jedna molekula D₂O (ťažkej vody) výrobné metódy ktoré sú dnes dobre známe a rozšírené. Fyzikálne vlastnosti ťažkej vody sú odlišné od obyčajnej vody. Mrzne pri 3,8°C, bod varu je 101,4°C hustotu má 1,056. Pri odparovaní ľadovcov ťažká voda sa koncentruje v posledných zvyškoch až na rozprávkové "studničky mŕtvej vody". V živočíšnych bunkách výrazne brzdí biologické procesy.

Trícium T je trikrát ťažší než prócium. Je to rádioaktívny nuklid s polčasom 12,5 roka, ktorý je vlastne žiarič beta (β).

Reakciou jadier deutéria a trícia vzniká hélium, pričom sa uvoľňuje veľké množstvo energie. Aby však reakcia nastala treba ju zahriať na 10 mil. °C jadrovým výbuchom, čo je vlastne princíp vodíkovej bomby.

V tejto termonukleárnej zlučovacej reakcii a v jej regulovanom ovládnutí je skrytá energia. Tieto termonukleárne reakcie prebiehajú na slnku a na hviezdach. Základom týchto reakcií je vodík. V zložitom reťazci sa 4 atómy vodíka (protóny) spoja v jadro hélia a uvoľní sa obrovské množstvo energie. Ide o protón, protónové reakcie.

Priamym výpočtom sa dá dokázať, že z jedného kilogram ťažkého vodíka by bolo možné (ak nehľadáme na straty) získať energiu 30-90 mil. kWh, čo by znamenalo že z jedného litra obyčajnej vody by bolo teoreticky možné uvoľniť jadrovú energiu 1000-4000 kWh, čo približne zodpovedá 100-330l benzínu. Na fakulte špeciálnej techniky v Trenčianskej univerzity v Trenčíne bola v minulosti vypracovaná diplomová práca, ktorá navrhuje využívať energiu vetra a vody na výrobu elektrickej energie a túto bezprostredne pretransformovať elektrolýzou na vodík, ktorý sa dá skladovať v stlačenom i v tekutom stave a využiť tento produkt v prípade potreby.

3 Záver

Možnosti využitia vodíka sú obrovské i v iných oblastiach ako sú motory, rakety, chémia, metalurgia. Zvládnutie ďalších priemyslových aplikácií bude veľmi náročné, ale je morálnou povinnosťou vedcov a technikov čím skôr prestať plytvať fosílnymi energetickými zdrojmi.

Literatúra

- [1] Jirkovský, R. – Tržil, J. – Mažárová, G.: Abeceda chemických prvkov, Alfa, Bratislava, 1980;
- [2] Horák, Z. – Krupka, F.: Fyzika SNTL/ Alfa 1976;
- [3] Mosný, M: Spôsob alternatívneho vykurovania. Diplomová práca. FŠT . Universitatis Tenichinieusis, Trenčín 2005

PRICE TRENDS OF SOLAR CELLS AND THEIR INFLUENCE ON THE ECONOMIC RENTABILITY OF SOLAR POWER PLANTS

Dominik Viglaš¹, Boris Cintula², Peter Janiga³, Peter Hajduček⁴, František Janíček⁵

Institute of Power and Applied Electrical Engineering, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

e-mail: ¹dominik.viglas@stuba.sk, ²boris.cintula@stuba.sk, ³peter.janiga@stuba.sk,
⁴peter.hajducek@stuba.sk, ⁵frantisek.janicek@stuba.sk

Abstract: Support of the production of electricity from photovoltaics is declining, which can be observed in several countries. This is due to high demand for this technology by investors and also the fall in prices of solar cells on the market. The article deals with the price trends of solar cells and their influence on rate of return on investment in photovoltaic power plants.

Keywords: Solar cells; price trends; return on investment

1 Introduction

Photovoltaics in the world are developing rapidly in terms of technology and also recorded a great progress in global markets. Share of electricity produced from solar cells is growing, new technologies are developed while the emphasis placed on reducing production costs and increasing the efficiency of solar cells.

There are many semiconductor materials which are suitable for the production of solar cells, but it is still most widely used silicon. It is used a technology of thick layers, where solar cell consist of large area semiconductor diode. It is made from silicon slices either monocrystalline or polycrystalline silicon. Currently, this technology produces more than 80% of the solar cells.

The production technology of thin films lies in the fact that solar cells consists of a bearing surface, for example glass, where they are steamed a thin layer of amorphous or microcrystalline silicon. New technologies are developed that use organic compounds and polymers, such as cadmium telluride CdTe, alloys of CIS (CuInSe), CIGS (CuInGaSe). [1] The advantage of this technology is less material, which reduces production costs. The disadvantage is lower

efficiency and lower lifetime period.

2 Price trends of solar cells

There are many producers of solar cells on the market, which reduce production costs and final price of solar cells. At this price trend respond national governments to reduce subsidies for producers of electricity from photovoltaics. The question remains whether the reduction of subsidies is justified and whether it is directly proportional to the price of solar panels. Of course, parts of the solar system to generate electricity are inverters, combiner boxes and many other facilities, whose cost must be taken into account. The fall of prices mentioned facilities is not significant and therefore they are not considered. We focus on the price trends of solar cells from October 2010 to October 2011 and we compared crystalline silicon cells and thin film CdTe cells. Figure no.1 shows the price trends of solar cells. They take into account the average prices of cells in countries. The figure shows a downward price trends of solar cells and we can see that the lowest crystalline silicon cells are produced in China, while the most expensive in Germany. Thin film cells are about 30% cheaper than high quality crystalline silicon cells.

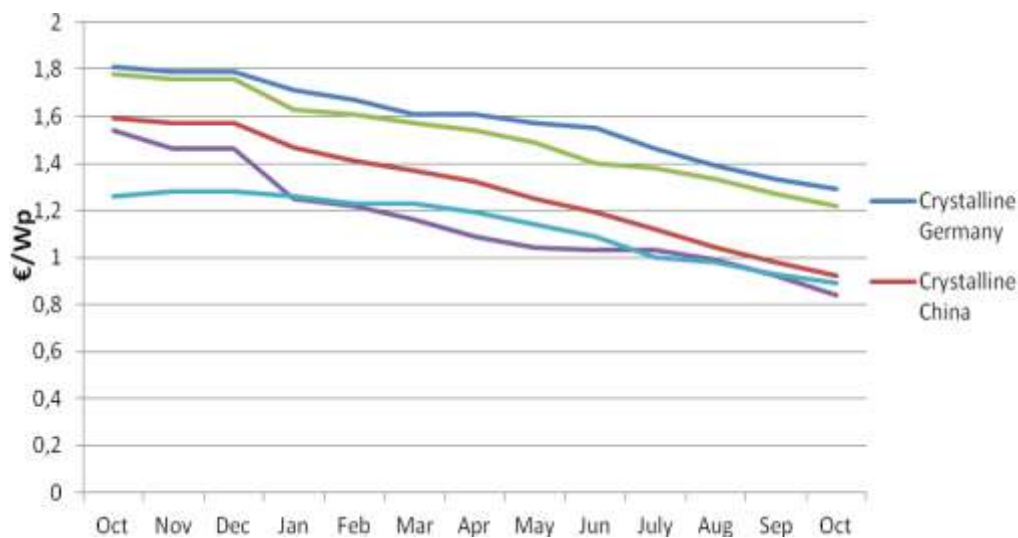


Figure 1. Price trends of solar cells [2]

Table 1 shows the percentage decline of prices of solar cells. It is seen that the cells based on crystalline silicon produced in China are the least expensive, their price has dropped most dramatically, by up to 42,14%. The prices of thin film CdTe solar cells has dropped by up to 45,46%.

Tab. 1 Percentage decline of prices of solar cells

	Crystalline Germany	Crystalline China	Crystalline Japan	Thin film CdTe	Thin film a-Si
October 2010 (€/Wp)	1,81	1,59	1,78	1,54	1,26
October 2011 (€/Wp)	1,29	0,92	1,22	0,84	0,89
Decline (%)	28,72	42,14	31,46	45,46	29,37

If we watch the decline in prices of solar cells and we are interested in return on investment to the solar system, we have dealt with the development of redemption prices of electricity in Slovakia. Currently, electricity from photovoltaic is supported by Act No. 309/2009 about support of renewable energy sources and high efficiency cogeneration. The basic parameter of support is redemption prices. By reducing redemption prices legislation flexibly responded to demand for installations and the decline in prices of solar cells on the market. By the end of 2010 the redemption price was 430,72 euro/MWh [3] for power plants with total installed capacity up to 100 kW. If that installation was put into operation between 1 January 2011 and 30 Jun 2011, the redemption price was 387,65 euro/MWh. After this date the redemption price was 259,17 euro/MWh for power plants with total installed capacity up to 100 kW placed on the roof or cladding of a building.

When we compare the redemption prices of 2010 with current redemption prices we find that decreased about 39,83 %. Such a decrease approximately follows the decline in prices of solar cells. If the prices of solar cells will continue to decline which is a very likely, state will further reduce the redemption prices or limit of installed capacity.

3 The rate of return on investment of solar power plant

This part deals with estimate of electricity generation from solar power plant and the rate of return on investment of solar power plant. The calculation of estimate was made in PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) for one year. Program PVGIS contains a vast database of solar and thermal conditions throughout Europe and Africa. Based on these data, we provide an estimate of daily, monthly and annual total solar radiation, temperature and electricity generation. The program can calculate the distance of sun above the horizon, diffuse and direct radiation, global radiation in cloudless and cloudy sky, optimum panel inclination and many other applications useful in determining the estimated production of electricity. A comparison was made for two solar power plants, with crystalline silicon panels and thin film CdTe panels. Crystalline silicon panels have these parameters:

- Technology: Crystalline silicon
- Nominal power of the PV system: 99,9 kWp
- Inclination: 35°
- Fixed system
- Orientation: -1° (optimum)
- Estimated losses due to temperature: 13,0%
- Estimated loss due to angular reflectance effects: 2,8%
- Other losses (cables, inverters...): 11%
- Combined PV system losses: 24,7%

Thin film CdTe panels have these parameters:

- Technology: Thin film CdTe
- Nominal power of the PV system: 99,9 kWp
- Inclination: 35°
- Fixed system
- Orientation: 0° (optimum)
- Estimated losses due to temperature: 2,7%
- Estimated loss due to angular reflectance effects: 2,8%
- Other losses (cables, inverters...): 11%
- Combined PV system losses: 15,8%

This application calculates the monthly and yearly potential electricity generation E (kWh) of a PV configuration with defined modules inclination and orientation using a formula:

$$E = 365 P_k \cdot r_p \cdot H_{h,i}$$

Where P_k (kW) is the peak power installed, r_p is the system performance ratio (typical value for roof mounted system with modules from mono- or polycrystalline silicon is 0.75) and $H_{h,i}$ is the monthly or yearly average of daily global irradiation on the horizontal or inclined surface. The calculator can suggest the optimum inclination/orientation of the PV modules to harvest maximum electricity within a year.

The next table (Tab. 2) shows the estimate of electricity generation from crystalline silicon panels and thin film CdTe panels. It is clear that due to lower losses of system with CdTe panels increased estimated annual electricity generation of 13,000 kWh to 120,000 kWh value.

Tab. 2 Estimate of electricity generation from Si and CdTe panels

Month	Average daily electricity production (kWh)		Average monthly electricity production (kWh)	
	Si	CdTe	Si	CdTe
January	124,00	133,00	3840	4110
February	200,00	216,00	5590	6060
March	292,00	320,00	9050	9940
April	408,00	455,00	12200	13600
May	411,00	465,00	12700	14400
Jun	416,00	475,00	12500	14200
July	412,00	471,00	12800	14600
August	392,00	447,00	12100	13900
September	325,00	367,00	9740	12000
October	249,00	278,00	7710	8620
November	175,00	192,00	5260	5770
December	100,00	108,00	3110	3350
Total for year	-	-	107000	120000

To calculate return on investment we need in addition estimated generation of electricity and redemption prices of electricity, the estimated finally price of installing solar power. We take into account the following items and parameters:

- Installation type: roof installation
- Roof installation for a sloping roof (800m²): 20500 €
- Inverter, AC = 100kW: 21900 €
- Combiner boxes 20ks: 6000 €
- Protective , grounding: 900 €
- Installation: 31100 €
- Review report : 800 €
- Project, application form: 900 €

Finally price: 82300 € + price of solar panels.

The next table (Tab. 3) shows calculation of return on investment, together with the cost of construction solar power plants with different solar panels. Purchase costs were determined from the price offer of Solarvolt, s.r.o. [5]

Tab. 3 Overview cost and the return on investment of solar power plant

Month	Purchase costs of solar panels (€)		Total purchase costs (€)		Return on investment (years)	
	Si	CdTe	Si	CdTe	Si	CdTe
October 2010	180819	153846	315743	283375	6,86	5,49
April 2011	160839	108891	291767	229429	7,03	4,93
October 2011	128871	83916	253405	199459	9,13	6,41

Purchase costs and the rate of return on investment were made for three months, October 2010, April 2011 and October 2011. Let's assume that the solar power plant has put into operation in these months and we assume 100% purchase of solar electricity. Calculations for these months we have taken into account purchase price of electricity, which applied in 2010, in the first half of 2011 and it is applicable today. It is evident that the downward trend in purchase price of electricity is higher than the downward trend in prices of solar cells.

Results from the table are reflected in the following graph (Figure 2), where we can see that despite a significant decline in prices of solar cells, increasing return on investment.

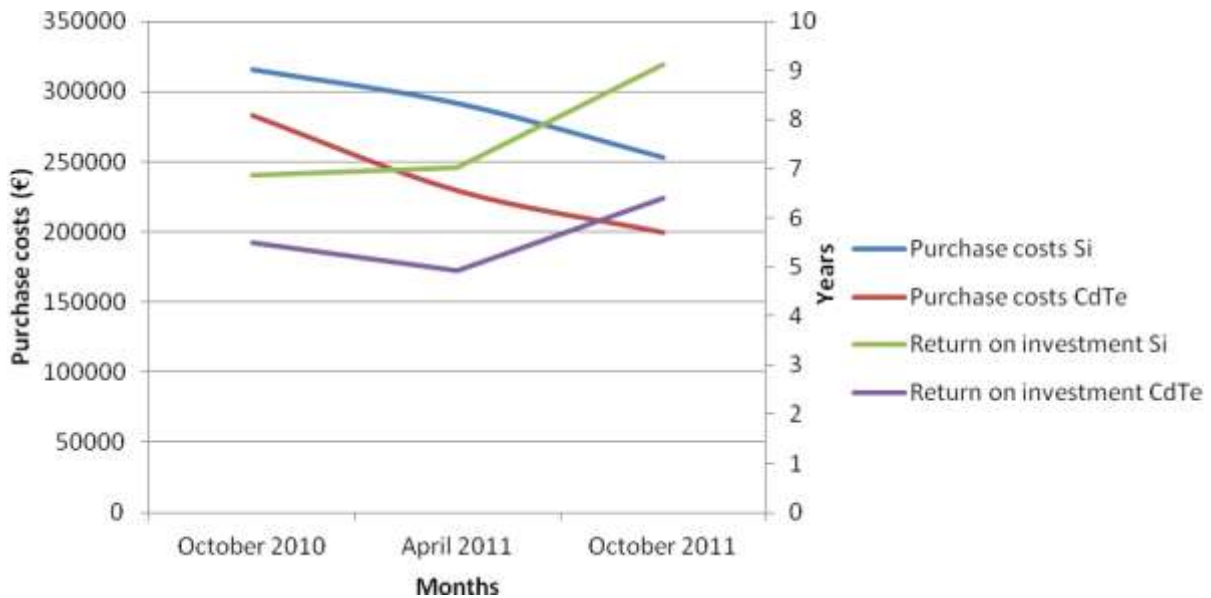


Figure 2. Trends of purchase costs and return on investment

4 Conclusion

Support of the electricity generation from photovoltaics is declining, which can be observed in several countries. This is due to high demand for this technology by investors. Government of the Slovak Republic has argued a reduction of purchase prices mainly due to continued decline in prices of solar cells on the market, thereby begin to advantage of electricity from solar cells over the other energy sources. The average decline in prices of solar cells since October 2010 is 35,43%. This number is only average value of decline in prices and it does not dismiss the ratio of different types of solar panels installed in Slovakia. Purchase prices in the same period decreased by 39,83%. Was this reduction in purchase prices justified? From these results it is clear that yes. In the absence of reduction, the generation of that electricity would be a huge advantage, and even today remains this purchase price on high level among the purchase prices of electricity from renewable energy sources. Despite a significant reduction in purchase prices, there is still scope to reduce the support of electricity from photovoltaics. One proposal envisages a reduction of installed capacity limit for taking over the responsibility for deviation by the regional distribution system operator and also the limitation of installed capacity, which is supported by the purchase prices.

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0280-10 Integrated Analysis of the Solar Power Plants.

References

- [1] Fotovoltický solárny systém. [online]. [cit. 2011.11.10.] Available on the Internet: <http://www.solarlab.mtf.stuba.sk/fotovoltika.html>
- [2] PVX spot market price index solar PV modules. [online]. [cit. 2011.11.10.] Available on the Internet: <http://www.solarserver.com/service/pvx-spot-market-price-index-solar-pv-modules.html>
- [3] Decree of the RONI No. 7/2011, amending the Decree of the RONI No.2/2008 of 28 July 2008 on the scope of price regulation in network industries and the method of its performance and amending and supplementing some decrees
- [4] Database PVGIS [online]. [cit. 2011.11.10.] Available on the Internet: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [5] Cenníky [online]. [cit. 2011.11.10.] Available on the Internet: <http://www.energiaslnka.sk/index.php?site=cennik>.
- [6] SMITKOVÁ, M., JANÍČEK, F., ELESCHOVÁ, Ž.: Energy Sector in European Union and its Impact to the Environment. In: Recent Advances in Applied & Biomedical Informatics and Computational Engineering in Systems Applications : International Conference on Environment, Economics, Energy, Devices, Systems, Communications, Computers, Pure and Applied Mathematics. Florence (Italy), August 23-25, 2011. – WSEAS Press, 2011. – ISBN 978-1-61804-028-2. – pp. 263-267.
- [7] JANÍČEK, F., ŠEDIVÝ, J., ŠULC, I.: The Impact of Liberalization on the Electricity Market, Operator Measured Electricity Consumption Data. In: „Power Engineering 2011“ : 10th International Scientific Conference Energy – Ecology – Economy 2011. Tatranské Matliare, June 7-9, 2011. – Volume of abstracts. Bratislava : STU, 2011. – ISBN 978-80-89402-40-3. – pp. 79-80.
- [8] PERNÝ, M., ŠÁLY, V., KUSKO, M., RUŽINSKÝ, M., SMITKOVÁ, M. Komplexná impedancia slnečných článkov a jej napäťová a teplotná závislosť za tmy In: Energetika. - ISSN 0375- 8842. - Roč. 60 (2010), s. 573-575

ONESKORENIE INVESTÍCIÍ

Rastislav Jurga

PHF Košice, Katedra matematiky a štatistiky, Ul. Tajoskeho 13,041 30 Košice

e-mail: rastislav.jurga@euke.sk

Abstract: The article is devoted to the economic dynamism of investment. Studying delays in investment and more difficult as in consumption. Planned investments may depend on several factors, eg. the income and interest rate, and also on other factors.

Keywords: investment, output, income, delays in investment

1 Úvod

Článok je venovaný ekonomickej dynamike investícií. Štúdium oneskorenia v investíciách I je zložitejšie ako napríklad v spotrebe. Plánované investície môžu byť závislé na viacerých faktoroch, napr. na dôchodku Y a na úrokovej miere r a tiež na ďalších faktoroch. Uvedieme názorný príklad, uvažujme jednoduchú investičnú funkciu a jej neoneskorený tvar

$$I = v \frac{dY}{dt}, v > 0 \quad (1.1)$$

kde Y predstavuje dôchodok. Vzťah (1) zrejme odráža spojitú situáciu. Pre nespojitý (diskrétny) prípad je situácia nasledovná

$$I_t = v(Y_t - Y_{t-1}), v > 0 \quad (1.2)$$

kde t je časová premenná. Vzťahy (1.1) a (1.2) vyjadrujú akceleračný princíp, kde plánované investície sú konštantným násobkom ($v = \text{konšt.}$) miery zmeny produkcie (dôchodku) Y .

Podstatnejšia komplikácia spočíva v zložitosti ekonomických rozhodnutí a procesov obsiahnutých v investičnom plánovaní. Celý proces možno rozložiť do dvoch častí a to tým, že investičné rozhodnutia sú závislé a oneskorené vo vzťahu k zmenám produkcie a tým že pripojíme ďalšie oneskorenie medzi investičnými výdavkami a investičnými rozhodnutiami.

2 Hlavné výsledky

Uvažujme najprv oneskorenie medzi investičnými rozhodnutiami

a investičnými výdavkami a označme ho $B(t)$ ak nenastáva oneskorenie tak v spojitom prípade možno písať

$$B(t) = v \frac{dY(t)}{dt} \quad (2.1)$$

a položíme $I(t) = B(t)$ čo predstavuje premietnutie rozhodnutí do investičných výdavkov. Všeobecne existujú v oboch týchto vzťahoch rôzne druhy oneskorenia. Oneskorenie veličiny $B(t)$ za veličinou $v \frac{dY}{dt}$ môže byť aj jednoduchého tvaru, ako napr. krátky odklad. Avšak ak je raz prijaté rozhodnutie investovať tak môže byť nasledovný proces objednávania, platenia a dodávky investičných statkov dosť zložitý a môže prebiehať v dosť dlhom časovom intervale. Teda očakávame, že investície $I(t)$ budú oneskorené za veličinou $B(t)$ podľa rozloženého oneskorenia, ktoré môže mať zložitý tvar.

K tomu aby sme získali oneskorenie, s ktorým sme schopní ďalej pracovať je potrebná starostlivá špecifikácia a značné zjednodušenie. Predpokladajme, že v priebehu celého procesu nastáva jednoduché exponenciálne oneskorenie, v ktorom priebeh investícií vyjadruje nasledovná diferenciálna rovnica

$$\frac{dY}{dt} + \kappa I = v\kappa \frac{dY}{dt}, T = \frac{1}{\kappa} \quad (2.2)$$

pričom T je časová konštanta. Jeden spôsob spočíva v tom, že v prvom štádiu nepredpokladáme žiadne oneskorenie, teda platí (2.1) a ihneď potom pripojíme jednoduché exponenciálne oneskorenie. Menej silným predpokladom je dvojnásobné exponenciálne oneskorenie, jedno medzi veličinami $B(t)$ a $v \frac{dY}{dt}$ a druhé medzi veličinami $I(t)$ a $B(t)$.

Dostaneme

$$\frac{d^2 I}{dt^2} + 4\kappa \frac{dI}{dt} + 4\kappa I = 4\kappa^2 \frac{dY}{dt}, \text{ kde } T = \frac{1}{\kappa} \quad (2.3)$$

Ešte vhodnejšie môže byť ak k prvému oneskoreniu ihneď pripojíme oneskorenie ľubovoľného tvaru medzi veličinami $I(t)$ a $B(t)$. Možno písať

$$\frac{dB(t)}{dt} + \kappa B(t) = v\kappa \frac{dY}{dt} \quad (2.4)$$

a tiež

$$I(t) = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t B(\tau) d\tau, \theta > 0 \quad (2.5)$$

kde druhé oneskorenie (useknuté rozloženie s konštantnou váhovou funkciou) predstavuje investičné výdavky ako priemer investičných rozhodnutí

v priebehu predchádzajúceho časového intervalu dĺžky θ , t. j. proces investovania je rozložený na θ časových jednotiek od času rozhodnutia investovať.

Chceme však študovať nielen investičné výdavky ale aj množstvo kapitálu K . Je obvyklé, že k dodávke zariadenia a k plateniu dochádza v rôznych obdobiach. Tak zatiaľ čo vzťahy (2.4) a (2.5) môžu predstavovať oneskorenie investičných výdavkov $I(t)$, môže sa stať, že dodávka investičných statkov a rast množstva kapitálu

$$\frac{dK}{dt}$$

sú oddelene oneskorené za veličinou $B(t)$. Vhodným oneskorením môže byť odklad dĺžky θ , ktorý sa dobre hodí k rozloženiu platieb, ktoré je popísané vzťahmi (2.4) a (2.5). Potom máme

$$\frac{dK(t)}{dt} = B(t - \theta), \theta > 0 \quad (2.6)$$

Tri typy oneskorenia uvedené vo vzťahoch (2.4), (2.5) a (2.6) predstavujú zložité investičné procesy.

3 Záver

Predložené výsledky vytvárajú predpoklady pre ďalšie štúdium oneskorenia v investíciách a možnostiach i rozloženia v dlhšom časovom horizonte. K podobným záverom sa dopracovali aj zahraniční autori /Felderer, Homburg/.

Literatúra

- [1] Felderer, B., Homburg, S.: Macroeconomics and New Macroeconomics. Springe-Verlag, Berlin, 1987
- [2] Husár, J.: Aplikovaná makroekonómia. Sprint, Bratislava, 2003
- [3] Jurga, R.: Spotrebné funkcie a funkcie úspor. Semafor 2007, zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, ISBN 978-80-225-2482-7, s:250-257
- [4] Vopěnka, P.: Meditace o základech vědy. Prah, Praha, 2001

VÝZNAM ANALÝZY VÝSLEDKU HOSPODÁRENIA V RIADENÍ PODNIKU

Albína Kostková¹, Eva Kafková², Eva Manová³, Jana Simonidesová⁴

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta v Košiciach
Katedra financií a účtovníctva, Katedra ekonómie, Tajovského 13, 041 30 Košice
tel.: +0421(0)55 / 722 31 11, fax.: + 0421(0)55 / 623 06 20
e-mail: ¹albina.kostkova@euke.sk, ²eva.kafkova@euke.sk,
³eva.manova@euke.sk, ⁴jana.simonidesova@euke.sk

Abstract: In market environment every company is trying to create conditions for achieving sustainable growth, and for filling their mission and objectives. The success or failure of enterprise is reflected in the financial situation of the company. According to the Accounting Act we can characterize the trading income/economic result of the company as “appreciated final effect of the activities of the accounting unit achieved in the accounting period”. It is a significant qualitative and quantitative indicator of results of overall company activities and gives information about the financial situation of the company. In this contribution, on the basis of profit and loss account for the period 2006 – 2010 the trading income of the company is analyzed for the accounting period after tax and trading incomes classified according to single activities. The results of analyses served for designing a proposition of measures for improving the financial situation of the company.

Keywords: analýza, výsledok hospodárenia, zisk, strata, výnosy, náklady, hospodárska činnosť, finančná činnosť, mimoriadna činnosť.

1 Úvod

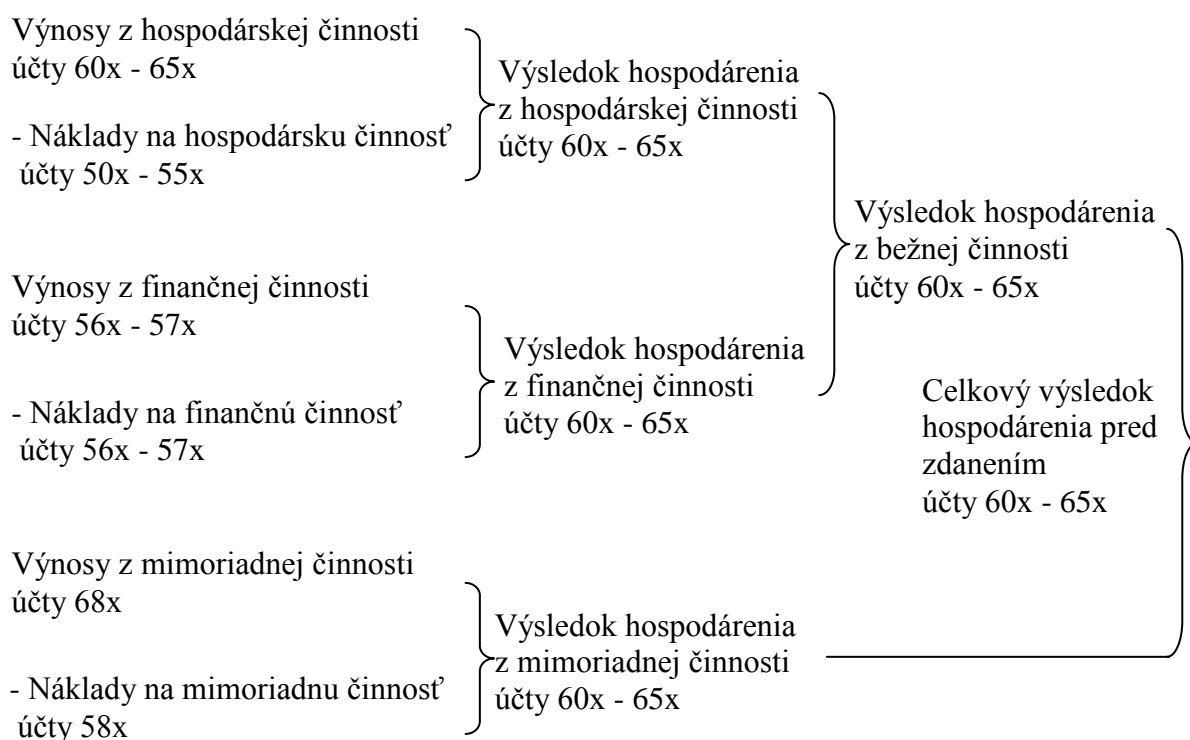
Zdravé fungovanie podniku v konkurenčnom prostredí je možné iba vtedy, ak podnik dokonale ovláda nie len obchodnú stránku podnikateľskej činnosti, ale aj finančnú stránku, ktorá má veľmi významnú úlohu. Stať sa úspešným, znamená nielen pružne reagovať na zmeny v okolí a vo vnútri podniku, ale pripraviť podnik dlhodobo na tieto zmeny. Je dôležité, aby manažment podniku mal informácie charakterizujúce potencionálne trhy a budúcich zákazníkov, konkurenčnú pozíciu v nasledujúcich rokoch, dlhodobú finančnú a operačnú výkonnosť, výkonnosť poskytovania služieb zákazníkom, výkonnosť dodávateľov a pod. Úspešnosť a neúspešnosť podnikania sa odzrkadľuje

vo finančnej situácii podniku. Cieľom príspevku je poukázať na dôležitosť sledovania výsledku hospodárenia a možnosti získania kvantitatívnych a kvalitatívnych informácií za účelom zlepšenia finančnej situácie konkrétneho podniku.

2 Analýza výsledku hospodárenia z pohľadu finančného účtovníctva

Výstup z transformačného procesu je súhrn podnikových činností vyjadrený kvalitatívnym ukazovateľom – výsledkom hospodárenia vo forme zisku alebo straty. Z hľadiska financovania podniku z vlastných zdrojov, zisk je najdôležitejším ukazovateľom úspešnosti a efektívnosti podnikania najmä vo vzťahu k vloženému kapitálu a nástrojom hmotnej zainteresovanosti majiteľov, manažérov i zamestnancov podniku. Skutočná využiteľnosť kapitálu v podobe zisku závisí od miery transformácie vyprodukovaného výsledku hospodárenia na peňažné prostriedky. Cieľom analýzy výsledku hospodárenia je odhaliť prípadné slabé miesta v zabezpečení a organizovaní transformačného procesu, ktoré znižujú ziskový potenciál podniku.

Východiskom na analýzu tvorby výsledku hospodárenia je spoznanie jeho štruktúry, pretože jednotlivé oblasti tvorby sú determinované rôznymi činiteľmi. Nie je možné určiť jeden činiteľ, ktorý by pôsobil na všetky oblasti tvorby výsledku hospodárenia, preto pre každú oblasť je potrebné určiť činitele špecifické, ktoré bezprostredne na danú oblasť pôsobia. Je dôležité poznať, ktorá oblasť podnikateľskej činnosti prináša zisk a ktorá stratu. Výsledok hospodárenia sa zisťuje v účtovníctve na účtovné obdobie v zákonom stanovenej štruktúre podľa jednotlivých činností.



Zo skúsenosti vieme, že rozhodujúca výška zisku za účtovné obdobie vzniká z hospodárskej činnosti. K **hospodárskej činnosti** patrí: výsledok z obchodnej činnosti – obchodná marža, výsledok z predaja vlastných výrobkov a služieb (tzv. výsledok hospodárenia z realizácie), výsledok súvisiaci s existenciou tzv. doplnkových výnosov (zmena stavu zásob vlastnej výroby, aktivácia, výsledok z predaja dlhodobého majetku a materiálu, tvorba a čerpanie rezerv a ďalšie).

Výsledok hospodárenia z **finančnej činnosti** – je výsledkom finančných výnosov a finančných nákladov, prevažne spojených s vlastnením cenných papierov a dlhodobého finančného majetku, z vplyvov kurzových rozdielov pri obchodovaní so zahraničím.

Výsledok hospodárenia z **mimoriadnej činnosti** – určujú mimoriadne, náhodné udalosti, ktoré zo strany manažmentu podniku nie sú ovplyvniteľné (napr. živelné pohromy).

Informačným zdrojom na analýzu zisku je účtovný výkaz – výkaz ziskov a strát.

Hlavným zdrojom dosiahnutého zisku podniku je výsledok z **bežnej činnosti**. Rozhodujúcim faktorom v štruktúre výnosov sú tržby a to: tržby za predaj vlastných výrobkov (výrobný podnik), tržby za predaj tovaru (obchodný podnik), tržby za predaj služieb (podnik služieb).

Podľa Zákona o účtovníctve môžeme charakterizovať výsledok hospodárenia ako „ocenený výsledný efekt činnosti účtovnej jednotky dosiahnutý v účtovnom období“. Je významným kvalitatívnym a kvantitatívnym ukazovateľom výsledkov celkovej podnikovej činnosti a vypovedá o finančnej situácii podniku.

Na základe podnikom poskytnutých výkazov ziskov a strát z obdobia od roku 2006 až do roku 2010 je analyzovaný výsledok hospodárenia podniku za účtovné obdobie po zdanení a výsledky hospodárenia v členení podľa jednotlivých činností. Ich vývoj je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Vývoj výsledku hospodárenia

Položka	2006	2007	2008	2009	2010
VH z hospodárskej činnosti	- 2 132 989	2 788 157	- 2 672 730	- 2 223 629	502 975
VH z finančnej činnosti	- 958 949	151 932	546 897	- 17 546	- 48 757
VH z mimoriadnej činnosti	- 3 030	146	- 694	-	-
VH po zdanení	- 3 094 941	3 810 420	- 1 744 317	- 1 831 846	354 043

Zdroj: vlastné spracovanie podľa interných materiálov podniku

Údaje v tabuľke ukazujú, že výsledok hospodárenia podniku sa pohyboval väčšinou v záporných hodnotách, najväčší podiel na tom mal výsledok hospodárenia z hospodárskej činnosti. Výnimku tvoril rok 2007, keď výsledok

hospodárenia nadobudol hodnotu 3 810 420 € a rok 2010, ktorý po dvoch rokoch so zápornými výsledkami, mal kladný výsledok, a to vo výške 354 043 €.

V tabuľke 2 sú uvedené percentuálne zmeny výsledkov hospodárenia z hospodárskej, finančnej a mimoriadnej činnosti a tiež výsledku hospodárenia po zdanení.

Tabuľka 2: Medziročné percentuálne zmeny výsledku hospodárenia

Položka	2007/2006	2008/2007	2009/2008	2010/2009
VH z hospodárskej činnosti	231%	-196%	17%	123%
VH z finančnej činnosti	116%	360%	-103%	-178%
VH z mimoriadnej činnosti	105%	-575%	100%	0%
VH za účtovné obdobie po zdanení	223%	-146%	-5%	119%

Zdroj: vlastné spracovanie

Najvyšší nárast výsledku hospodárenia, o 223% bol zaznamenaný v roku 2007 oproti roku 2006. Vynikajúci výsledok sa dosiahol z dôvodu mimoriadne nízkych cien vstupných surovín a vysokých predajných cien produktov podniku v tomto roku.

Na druhej strane najvýraznejší pokles, 146%, čo predstavuje zníženie výsledku hospodárenia až o 5 554 737 €, bol vyčíslený v nasledujúcom roku 2008. Hlavným dôvodom poklesu bol prudký obrat na trhu s tovarovými produktami, keď trhové ceny za tovarové produkty poklesli pod minimálne úrovne z roka 2006 a v neposlednom rade to bol aj začiatok svetovej hospodárskej krízy, ktorý priniesol prehĺbenie poklesu spotreby s dodatočným nepriaznivým vplyvom na ceny tovarových produktov a výrobkov v sledovanom sektore.

Ďalší rok bol pre podnik charakteristický reštrukturalizáciou a reorganizáciou, ktorých hlavným cieľom bolo zefektívnenie procesov a zníženie nákladov. Aj napriek tomu podnik zaznamenal v tomto roku pokles výsledku hospodárenia po zdanení oproti roku 2008 o 5%.

Obrat nastal v roku 2010, keď výsledok hospodárenia po zdanení dosiahol po dvoch rokoch kladnú hodnotu, a to 354 043 €, oproti predchádzajúcemu obdobiu vzrástol o 2 185 889 €, čo predstavuje 119%-tný nárast.. Dôvodom pozitívnej zmeny bola zmena štruktúry výroby, keď podnik začal uprednostňovať produkciu značkových výrobkov pred základnými tovarovými produktami.

2.1 Analýza výnosov

V nadväznosti na analýzu výsledku hospodárenia je potrebné analyzovať aj výnosy, keďže významnou mierou ovplyvňujú celkový výsledok činnosti podniku. V tejto časti je vyčíslený vývoj výnosov počas obdobia 2006 - 2010.

Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Vývoj výnosov z pohľadu finančného účtovníctva

Položka	2006	2007	2008	2009	2010
Výnosy z HČ	48 417 353	59 336 650	57 533 980	43 246 555	50 784 705
Výnosy z FČ	257 523	747 683	893 136	49 408	1 581
Výnosy z MČ	2 149	3 031	3 137	-	-
Výnosy spolu	48 677 025	60 087 364	58 430 253	43 295 963	50 786 286

Zdroj: vlastné spracovanie

Z výsledkov analýzy je zrejmé, že najväčší podiel na celkových výnosoch majú práve výnosy z hospodárskej činnosti. V sledovanom období dosiahli najvyššiu úroveň v roku 2007, a to 60 087 364 €, čo je v porovnaní s rokom 2006 nárast o 23%, ktorý bol spôsobený, vysokými predajnými cenami produktov podniku. V nasledujúcich dvoch rokoch výnosy z hospodárskej činnosti klesali, čo spôsobilo záporný výsledok hospodárenia. Nárast bol zaznamenaný v roku 2010 a to o 17% oproti minulému roku.

Zaujímavý vývoj je pri výnosoch z finančnej činnosti. V sledovanom období dosiahli maximum v roku 2008, ich výška sa pohybovala na úrovni 893 136 €. Dôvodom boli vysoké kurzové zisky podniku. Od tohto obdobia však výnosy z finančnej činnosti výrazne klesali, v roku 2009, a v roku 2010. V poslednom roku sledovaného obdobia dosiahli výšku len 1 581 €.

Výnosy z mimoriadnej činnosti majú v rokoch 2006 až 2008 rastúcu tendenciu, pričom najvyššia hodnota je 3 137 €. V rokoch 2009 a 2010 podnik výnosy z mimoriadnej činnosti nedosahoval.

Celkové výnosy nadobudli maximálnu výšku v roku 2007. Oproti roku 2006 ich hodnota vzrástla o 23%. Naopak najvyšší pokles bol zaznamenaný v roku 2009. Výška celkových výnosov v tomto roku bola 43 295 963 €. Úspešnejším pre podnik bol rok 2010, v ktorom výnosy dosiahli oproti predchádzajúcemu roku zvýšenie o 7 490 323 €, čo predstavuje nárast o 17%. Zásluhu na raste výnosov má predovšetkým rast tržieb z predaja vlastných výrobkov a služieb.

2.2 Analýza nákladov

Informácie potrebné na túto analýzu sú čerpané z poskytnutých výkazov ziskov a strát podniku za sledované obdobie, ktoré zahŕňajú podobne ako pri výnosoch tak aj pr nákladoch tri základné druhy – náklady na hospodársku, finančnú a mimoriadnu činnosť. Vývoj nákladov jednotlivých činnosti je uvedený v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Vývoj nákladov z pohľadu finančného účtovníctva

Položka	2006	2007	2008	2009	2010
Náklady na HČ	50 550 342	56 548 493	60 206 710	45 470 184	50 281 730
Náklady na FČ	1 216 457	595 751	346 237	66 954	50 338
Náklady na MČ	5 165	2 884	3 824	0	0
Náklady spolu	51 771 964	57 147 128	60 556 771	45 537 138	50 332 068

Zdroj: vlastné spracovanie

Z vývoja nákladov za sledované obdobie je vidieť, že najväčší podiel na celkových nákladoch, majú náklady na hospodársku činnosť. Ich podiel na celkových nákladoch sa pohybuje okolo 99%, a náklady z finančnej a mimoriadnej činnosti predstavujú zanedbateľnú časť. V rokoch 2009 a 2010 podnik nevykázal žiadne náklady vynaložené na mimoriadnu činnosť.

Vývoj nákladov na hospodársku činnosť nie je sprevádzaný prudkými výkyvmi. V prvých rokoch sledovaného obdobia podnik zaznamenal mierny nárast nákladov, výnimku tvorí rok 2009, kedy v podniku poklesli tieto náklady o 24%, čo predstavuje zníženie o 15 019 633 €. Príčinou poklesu bolo zníženie spotreby materiálu, energií a ostatných neskladovateľných dodávok z dôvodu zmien vo výrobnom procese. Podnik v tomto roku začal meniť štruktúru produkcie, do tohto obdobia bola výroba zameraná predovšetkým na produkciu výrobkov charakteru základných tovarových skupín, od roku 2009 sa stali prvoradými výrobky, ktoré sú známe pod určitou značkou a ich cenu nestanovuje trh, ako je to pri základných tovarových skupinách, ale samotný podnik.

Z uvedených informácií je vidieť, že náklady na finančnú činnosť za celé sledované obdobie rokov 2006 až 2010 majú klesajúcu tendenciu. Najvýraznejší pokles bol v roku 2007 oproti roku 2006 kde ide o zníženie nákladov o 620 706 €, čo predstavuje pokles o 51%. Dôvodom je pokles debetných úrokov podniku. Za týmto poklesom stojí zmena štruktúry pasív, najmä zvýšenie základného imania podniku.

Najnižší podiel na celkových nákladoch v podniku majú náklady na mimoriadnu činnosť, ktoré podnik dosahoval len v prvých troch rokoch sledovaného obdobia, pričom najvyššia úroveň týchto nákladov bola zaznamenaná v roku 2006, a to vo výške 5 165 €. V ostatných rokoch podnik náklady na mimoriadnu činnosť nevykazuje.

Celkové náklady podniku v rokoch 2006 až 2008 mali rastúcu tendenciu. V roku 2007 sa zmenili o 4 886 514 €, čo predstavuje medziročný nárast o 10%. Nárast o 6%, teda o 3 409 643 €, bol zaznamenaný v roku 2008 oproti roku 2007. Významný je pokles nákladov podniku v roku 2009 z 60 556 771€ v roku 2008 na 45 537 138 €, zníženie nákladov o 25 %. Dôvodom tejto výraznej zmeny bola reorganizácia výrobného procesu a zmeny v produktovom portfóliu.

Konečná výška celkových nákladov dosiahla v roku 2010 úroveň 50 332 068 €, čo znamená opätovný nárast nákladov o 11% oproti roku 2009.

3 Záver

Informácie o základných činnostiach podniku sú vo finančných výkazoch účtovnej závierky. Manažment podniku na základe týchto informácií by mal zistiť aktuálne problémy, ktoré podnik ťažia, určiť príčiny, ktoré viedli k vzniku týchto problémov a navrhnúť riešenia na odstránenie možných následkov. Každá analýza, ma byť pre podnik prínosom, musí priniesť nové informácie, ktoré zvýšia jeho konkurencieschopnosť na trhu. Jej úlohou je odhaliť slabé stránky podniku, ktoré môžu signalizovať vznik budúcich problémov, ale aj silné stránky, ktoré musí podnik viesť v budúcnosti správne využiť vo svojom prospechu.

Z uskutočnenej analýzy je vidieť, že podnik dosiahol najlepšie výsledky v roku 2007, keď výsledok hospodárenia po zdanení bol 3 810 420 €. Pripisuje sa to mimoriadne nízkym cenám vstupných surovín a vysokým predajným cenám. Podmienky, ktoré zabezpečovali bezproblémové fungovanie podnikateľskej činnosti sa v nasledujúcich rokoch zmenili a došlo k neočakávanému poklesu. Podnik sa z kladného výsledku hospodárenia z roku 2007 dostal v nasledujúcich dvoch rokoch do straty. K hlavným príčinám patrilo pokles trhovými cenami pod minimálnu úroveň a prepuknutie svetovej hospodárskej krízy, ktorá so sebou priniesla prehĺbenie poklesu spotreby s dodatočným nepriaznivým vplyvom na ceny výrobkov v danom sledovanom sektore. Výsledok hospodárenia nezlepšila ani reštrukturalizácia a reorganizácia v roku 2009. Snaha podniku o vytvorenie zisku sa prejavila v roku 2010, keď podnik po prehodnotení štruktúry výroby dosiahol kladný výsledok hospodárenia, a to vo výške 354 043 €. Ten v porovnaní s rokom 2007 bol zanedbateľný nepredstavoval ani 10%, ale bol signálom budúceho priaznivého vývoja podniku.

Návrhy a odporúčania na zlepšenie finančnej situácie, zvýšenie efektívnosti podnikateľskej činnosti, výsledku hospodárenia a posilnenie trhovej pozície sledovaného podniku sú:

- orientácia výroby na prevažne značkové výrobky, ktoré predstavujú perspektívu úspešného fungovania podniku,
- presunúť výrobnú kapacitu z nerentabilného produktu na nový alebo už zavedený značkový produkt, resp. produkt, ktorý by sa stal značkovým po rozsiahlej inovácii, pričom by sa výrobná kapacita postupne zvyšovala na svoje maximum,
- na základe pravidelného marketingového prieskumu, prispôbovať produktové portfólio požiadavkám a potrebám zákazníkov, využívať nástroje podpory predaja ako je hostesting a reklama.

Literatúra

- [1] HIGGINS, R. C.: Analysis for Financial Management. Chicago : Irwin, Inc. 1995, 440 s. ISBN 0-25-613568-1
- [2] HILTON, R. W.: Managerial accounting. New York : McGraw-Hill, Inc., 1994. 982 s. ISBN 0-07-028987-5
- [3] HVAŠTOVÁ, J,: Podvojný účtovníctvo podnikateľských subjektov.Bratislava: Ekonóm 2010, 234 s. ISBN 978-80-225-3082-8
- [4] KISLINGEROVÁ, E.: Finanční analýza. PRAHA : C. H. Beck, 2005.137 s. ISBN 80-7179-321-3
- [5] KOSTKOVÁ, A. a kol.:Ekonomická analýza podniku. Praktikum. Bratislava: Ekonóm, 2007.190 s. ISBN 80 – 225 – 2251 – 1.
- [6] MANOVÁ, E.: Základy účtovníctva učebné texty. Bratislava: Ekonóm, 2010.158s. ISBN 978-80-225-3108-5
- [7] Zákon o účtovníctve č. 431/2002 Z. z.

INSURANCE AND CATASTROPHIC DISASTERS

Ryszard Pukala

State School of Technology and Economics in Jaroslaw

Ul. Czarnieckiego 16, 37 – 500 Jaroslaw

Abstract: The article discusses the problems of global warming of the climate and necessities of enlarging the use of renewable sources of energy, including biomass in energetic industry. I have also presented the problems of insuring disaster risk as well as the role of the state in counteracting threats connected with natural disasters. We have noticed that natural disaster occur more and more often, because of climate changes. In this context, a possibility of catastrophic risk transfer by using insurance.

Keywords: renewable energy; natural disaster; catastrophic risk; disaster insurance; capital market

1 Introduction

Energy industry creates the base of any economic activity and at the same time the base of economic development of countries. The importance of energetic raw materials has changed with the time, some of them have grown in importance, others decreased their importance. At the end of 20th century the dominating use of oil, coal and gas dominated in fulfilling demand in the global economy. Such a structure is not beneficial from the point of view of the environment because solid fuel, due to their burning, deliver large amounts of powder, sulphur and nitrogen monoxide to the atmosphere. That is why renewable sources of energy, particularly solar, wind one, biomass, geothermal, sea and ocean as well river energies are becoming more and more popular. There are a lot of reasons for which the significance of these forms of energy is increasing. Environmental issues, zero cost of fuel, and their even location on the earth (a possibility of countries being independent of fuel suppliers) belong to the most important ones. This last issue has a particular significance in these counties which do not have their own raw material base, that is why they can experience energy shortage.

2 Renewable energy

The forecast for using energy and fuel for the world as well as for particular countries says that in the coming decades there will be an increase in the part of energy from renewable sources in the whole amount of delivered energy. A fast development of renewable sources of energy is vital for a balanced energy economy. In spite of various opinions about the improvement of energy effectiveness all scenarios show that the increase in the part of renewable energy sources in the world fuel-energy world balance may cause a balanced supply of energy. We observe an increasing significance of energy production from renewable sources in the European Union, which is visible, among others, in defining the aim, published in March 2007, which predicts that in 2020 20% of energy consumed in the EU will come from renewable sources such as solar, wind and biomass energy. The aim was reflected in the EU legislation by accepting the EU parliament and council directive 2009/28/WE of 23 April 2009, which will introduce a range of changes in the area of renewable energy in EU members. The legislative changes and the stress on renewable sources of energy is an answer to the necessity of climate changes. This also a prompt for investors who, upon their risk analysis and potential threats to investment coming from cost changes of a chosen technology of consumption and the assessment of the changes in financing conditions on the financial situation of a company, take decisions about capital engagement in new projects and technologies.

Climatic changes observed during the last decades cause an increasing frequency of natural disasters like floods, hurricanes, droughts as well as earthquakes and deepen energy and social problems whose solution is becoming more and more complicated. Is it worth asking a question if we can in any way insure ourselves against the effects of the above mentioned tragic events?

3 Disaster insurance

This is obvious to use insurance in this area. The liability amount of insurance companies may be enormous. It worth assessing disaster damage, taking into consideration the fact that the resulting damage show the disaster character. They are calculated into the amount of economic damage which determine the amount of insurance damage – vide table 1.

Table 1 : Catastrophes in 2010 by region

Region	Number	Victims	Insured loss (in USDm)	Economic losses (in USDm)	As a % of GDP
North America	36	139	15 348	20 551	0.13 %
Latin America and the Caribbean	39	225 784	8 977	53 378	1.10 %
Oceania/Australia	7	50	8 860	13 131	0.95 %
Europe	37	56 490	6 303	35 204	0.19 %
Asia	139	17 955	2 240	74 840	0.28 %
Africa	32	2 640	124	337	0.02 %
World total	290	303 059	41 852	197 441	0.31 %

Source: “Natural catastrophes and man – made disasters in 2010: a year of devastating and costly events”, SIGMA Nr 1/2011, Swiss Reinsurance Company, Economic Research and Consulting, Zurich, 2011, Switzerland, page 6.

We can differentiate a few areas while analyzing economic damage:

1. Material damage which are characterized by the loss, destruction or damaging of assets directly as a result of disaster or due to a rescue action. Usually, after a disaster, specialized services balance material damage. Their size shows the destroying force of a disaster. Disaster damage are characterized by the loss of benefits or necessary expenses which are connected with work and earning income (financial losses).
2. Personal damage which include body damage, health breakdown, loss of life as well as violation of personal assets. Damage is characterized is characterized this way that it is connected with a human being in a particular way. The notion of personal damage includes asset as well non-asset ones. In disasters their scope are confirmed by the number of victims. This way the number of died or injured people is possible to determine. However, in many cases it does not constitute a final list of the damaged. Victims may include: close relatives of the dead and lost, the injured and their close families and people who are saved without any injury. A disaster may ruin functioning of the damaged directly, their families and other people not directly involved in a disaster. An aid of social workers and psychologists is necessary for people who have experienced a disaster. Their scope exceeds material offering to disaster victims.
3. Environment damage which cause pollution due to, usually, an action of one or more harmful substances. One can state that these are negative effects caused by excessive pollution of :air, water and soil or changes in eco systems. A uniform definition of environmental damage has not been defined yet. Different insurance companies, depending on the legal system of a state in which they are active, define their responsibility. In this

context pollution due to natural disasters becomes an enormous problem for insurance companies and constitute because of risk transfer to them. In most cases, they are not interested in and not prepared organizationally to ensure protection in this segment because of:

- risk particularly difficult to assess,
- occurrence of so called hidden risk which is not recognized at the moment of a disaster and may appear in the future,
- threat for insurance company functioning because of badly assessed risk,
- the necessity of employing experts with special knowledge and performing expensive assessments of threat,
- occurrence of influencing on environment which are long-lasting, continual and difficult to determine at the initial stage, causing enormous and impossible damage to compensate.

Pollution causes far reaching effects which have a negative influence on health and quality of life as well as the level of economic development of whole regions of states. This is particularly visible in agricultural areas and touristy ones. Another problem arises – how should ecological insurance function in order to serve:

- protection of natural resources as understood as production tools,
- supporting enterprises dealing with pro-ecological investment (including those using renewable energy).

That is why, speaking about ecological insurance, we should underline areas which are characterized by two kinds of damage:

- damage which is unpredictable in the environment, (including disaster one) which, as a rule, may be covered by insurance,
- being the consequence of long lasting human negligence, not insurable as a rule.

Taking into consideration a complicated mechanism of ecological insurance, there is no interest in such insurance among insurance companies on the market. They are aware of difficulties which have to be overcome in order to introduce them. Apart from personnel and organizational problems there are economic barriers connected with insufficient capital at insurance companies' disposal. Unfortunately, risk connected with ecological insurance require a very big capital reserve. Let us concentrate on disaster risks being results of natural disasters. Is worth asking another question: "Do clients see a need to buy such an insurance policy?". As the Polish society experience of 1997, 2009 and 2010, when there were enormous floods, leaving thousand of people homeless, consumers still are not aware of a threat and don't see the need to buy an insurance policy. They think that such an insurance product

(disaster one) is not useful and does not fulfill its role. They do not know the risk involved with a natural disaster and that is why they resign from being safe by the purchase of a policy. Certainly, the lack of insurance needs should be considered more broadly, which is a consequence of consumer behavior. The research shows that consumers prefer taking a risk of unsure, but big damage than of a small but sure one in the form of a premium which should be paid. The lack of the willingness to buy an insurance policy is also a result of social behavior which shape an idea that in a disaster damage will be covered by state funds. IT must be stressed that insurance companies do not facilitate their clients to take a decision about purchasing a policy because they themselves are little interested in insuring disaster risks. This is caused by the size of potential disasters and consequently the size of insurance company liability. There are limitations which should be considered in two levels:

- insurance, containing limited interest of commercial insurance companies in covering natural disaster risk,
- social, covering state and social institution aid as well as introduction of obligatory insurance of natural disaster results.

The results of disaster risk exceed, in their financial measurement, capital capacities of insurance companies. The traditional insurance market, in most cases, because of a low probability of execution and an enormous size of damage in the event of a disaster, treats disaster risk as a non-insurable one. This is caused by not matching the amount of gathered insurance premium in a given year to enormous losses which can occur in the risk execution. The capacity of insurance and re-insurance market is too small to accept natural disaster risk. Therefore, this is an important aspect is joining of the state and local government in effective counteraction against natural disaster results, among others through: drawing maps of regions threatened with disasters, house, community utilities and companies moving from threatened regions. A prohibition of building in threatened areas should be introduced to land development plans. Promotion and education activities, directed to a wide number of people, which promote widespread insurance, social education in the area of counteracting effects of natural disasters play a very important role. The state should also participate in international initiatives aimed at:

- diversifications of financing sources of natural disaster risk,
- taking preventive initiatives aimed at counteracting natural disaster risk,
- improvement of compensation processes of financial resources received from European Solidarity Fund,
- opening alternative kinds of re-insurance, for instance, pool type with the participation and initiative of the state,
- engagement of the insurance branch in actions directed to counteract climate changes,
- strengthening of state engagement in initiatives connected with climate

change effects.

This is worth mentioning that natural disaster risk sources have a global character connected, first of all, with global warming and the problem of lack or insufficient cover will deepen without an increase in state engagement in solving natural disaster risk and compensation of risk effects. In this context we should look at the role of insurance companies aimed at covering assets of people and companies in case a natural disaster occurs through:

- offering easily available insurance policies,
- unifying of principles of damage liquidation,
- popularizing of insurance at the areas with natural disaster risk,
- co-operation with the government aimed at ensuring a fast and effective liquidation of damage,
- fast using of state guarantees of paying compensation.

Obviously, we must take into consideration different possibilities of financing disaster risk dividing it into financing ex-ante and ex-post. Keeping back risk on one's own account, before occurring damage, through lack of taking any action belongs to the most popular means of risk financing. Then damage will be covered from current income or with aid of external financing (for instance, loans, co-financing of damage, external financing). External risk ex-ante financing which is based on creating target funds to cover possible damage in the future (self-insurance) or risk transfer through insurance as well as alternative risk transfer (ART) is another possibility. The best instrument in this case is risk transfer to an insurance company. The price of risk transfer is an insurance premium. The differentiation of executing of insurance protection and means of risk transfer is characteristic for insurance. The widest insurance cover with the possible highest guarantees of receiving compensation in the case of risk occurring is the most important issue for a client. Insurance companies, in many cases, are not able to fulfill these expectations because of lack of possibilities of cover ensuring with disaster risk coming from lack of enough insurance capacity. Insurance companies, being aware of the problem, have started on their own developing instruments enabling the transfer of natural disaster risk to capital markets having a larger capacity. Such instruments are the following:

- disaster securities, whose market in being rebuilt intensively after losses after the financial crisis of 2008 - 2010, when hedging funds and speculator investors withdrew from them,
- disaster options which are most frequently used as a complementation of re-insurance programmes, when re-insurance does not appear to be sufficient, options are flexible enough to complete a current re-insurance program,
- insurance securitization has an attractive rate of return through the issue of securities. This also enables an increase in insurance capacity

of insurance companies by the transfer of disaster risk to financial markets.

As this can be seen, risk transfer allows a large number of clients to be covered by insurance it secures their interest in case of disaster events, which is beneficial for the both parties (insurance companies and clients).

4 Conclusion

Disaster damage will occur more frequently, concerning inhabitants as well as companies and insurance companies. Climate changes will increase the occurrence of natural disasters. Other factors, for instance a larger density of inhabitants will intensify the amount of damage as well. The insurance against natural disasters should be a popular means of protection because of this. Insurance commonness undoubtedly would contribute to a better cover of economic interest of a consumers as wee it would constitute an important element of pro-social policy of a state.

References

- [1] European Union Directive 2009/28/WE of 23 April 2009 concerning the promotion of applying renewable energy, changing and as a result cancelling the previous directives 2001/77/WE and 2003/30/WE.
- [2] M.Bac, “Disaster risk management of property. Insurance practice in Poland and in the world”, TNOiK Publishing House, Torun 2009.
- [3] W. Kardasz, “Securitization as a new element of risk management in an insurance and re-insurance company”, Insurance discussions, number 9 (2/2010) Warszawa 2010.
- [4] R. Pukala, Insurance as a means of risk limitation of a company’s activity, Conference “Effective management of a company and region”, Grodno State University, 27-28 May 2011, Grodno, Belarus.
- [5] “Natural catastrophes and man – made disasters in 2010: a year of devastating and costly events”, SIGMA Nr 1/2011, Swiss Reinsurance Company, Economic Research and Consulting, Zurich, 2011, Switzerland.

UBEZPIECZENIE JAKO ELEMENT EFEKTYWNEGO ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

Ryszard Pukala

State School of Technology and Economics in Jaroslaw

Ul. Czarnieckiego 16, 37 – 500 Jaroslaw

Abstract: W artykule przedstawiono problematykę konkurencyjności przedsiębiorstw na rynku oraz ich upadłości. Zwrócono uwagę na ograniczone stosowanie w podmiotach gospodarczych narzędzi związanych z zarządzania ryzykiem, które zwłaszcza w okresach zawirowań gospodarczych nabierają szczególnego znaczenia dla zachowania płynności finansowej podmiotu. Przedstawiono także możliwość wykorzystania ubezpieczeń jako narzędzia ograniczenia ryzyka prowadzenia działalności gospodarczej i optymalizacji procesów zarządzania firmą.

Keywords: konkurencyjność przedsiębiorstw, ryzyko, zarządzanie ryzykiem, transfer ryzyka, ubezpieczenia

1 Wstęp

Decyzja o założeniu lub rozwoju przedsiębiorstwa to zwykle mało znaczącą sprawą. Jednak już analiza konkurencyjności podmiotu to z reguły dość skomplikowane przedsięwzięcie. W realiach współczesnej globalnej gospodarki, konkurencyjność staje się jednym z ważniejszych wyznaczników i zarazem perspektyw oceny funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku. Dlatego też efektywne zarządzanie podmiotem gospodarczym przez pryzmat budowania przez niego przewagi konkurencyjnej jest istotnym elementem jego rozwoju. Należy zaznaczyć, iż każdy podmiot gospodarczy na swojej drodze napotka szereg problemów, które mogą zdestabilizować jego rozwój. Przeciwdziałanie im oraz minimalizowanie ich negatywnych skutków niewątpliwie przyczyni się do osiągnięcia sukcesu rynkowego firmy.

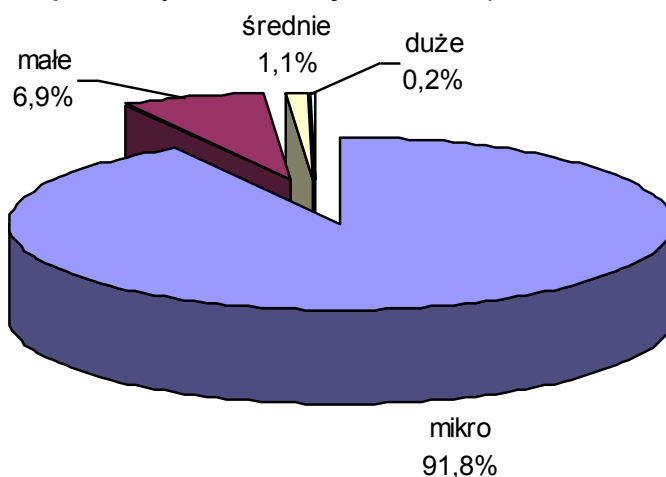
Celem niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi na niedoceniany problem zarządzania ryzykiem przedsiębiorstw, których zarządy rozliczane są przede wszystkim ze skuteczności podejmowanych przez siebie decyzji, dlatego też niejednokrotnie postrzegają ryzyko jako element niechciany, znacznie utrudniający funkcjonowanie firmy. Dopiero nieprzewidziane zdarzenia, rzutujące na funkcjonowanie podmiotu obnażają wszystkie jego problemy

i niejednokrotnie negatywnie rzutują na dalsze funkcjonowanie. W tym aspekcie podjęcie działań wyprzedzających, ukierunkowanych na przeciwdziałanie potencjalnym zagrożeniom nabiera kluczowego znaczenia. Zarządzanie ryzykiem powinno więc być procesem ciągłym, niezależnym od koniunktury gospodarczej, obejmującym kluczowe obszary działalności firmy. Pozwoli to na elastyczne reagowanie na negatywne zjawiska wewnętrzne i zewnętrzne mające wpływ na prawidłowe funkcjonowanie podmiotu.

2 Przedsiębiorstwa na rynku

Każde przedsiębiorstwo działa w określonym rynku i otoczeniu. Otoczenie przedsiębiorstwa to wszystkie elementy znajdujące się poza nim. Elementy te mają ścisły związek z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa. Od otoczenia w dużym stopniu zależy prawidłowe funkcjonowanie podmiotu gospodarczego. Przedsiębiorstwo na rynku występuje w podwójnej roli. Z jednej strony dostarcza na rynek towary lub usługi, zaś z drugiej strony zaopatruje się u innych przedsiębiorców w materiały i surowce niezbędne do produkcji. Przedsiębiorca przystosowuje swoją produkcję i sprzedaż do potrzeb rynkowych. Decyzje uzależnione są popytu i podaży na dane dobro. Celem działalności każdego przedsiębiorstwa jest wygenerowanie jak największego zysku, przy jak najmniejszych kosztach. Przedsiębiorcy produkując dobra i usługi zaspokajają potrzeby rynku. Przy dużym popycie na dane dobra osiągają duże zyski, co wpływa na dalszy rozwój firmy i w skali globalnej przekłada się na wskaźniki rozwoju gospodarczy kraju. Warto tutaj podkreślić, iż motorem napędowym gospodarki są mikro i małe przedsiębiorstwa, które stanowią zdecydowaną większość w UE pod względem liczby zarejestrowanych podmiotów – vide poniższy wykres nr 1.

Udział przedsiębiorstw w rynku UE-27 (na 31.12.2009)



Źródło: „Przedsiębiorczość w Polsce”, Raport Ministerstwa Gospodarki, Warszawa, lipiec 2010, str. 35.

Wykres nr 1

Podmioty te, choć same mają niewielki zasięg i wpływ na swoje otoczenie, to zebrane razem stanowią niewiarygodną siłę, która nadaje sferze ekonomicznej zupełnie nowy charakter. Stanowią one także, ze względu na niski poziom zatrudnienia oraz umiejętność ograniczania wydatków, rodzaj bufora dla gospodarki kraju w obliczu zmieniających się uwarunkowań gospodarczych oraz kryzysów. Patrząc na te firmy jako na jedną całość nie sposób nie dostrzec ich globalnego wpływu, a rozwój tych niewielkich przedsiębiorstw tylko utwierdza w przekonaniu, że cała gospodarka, jak i każde państwo z osobna, dzięki nim zyskuje siłę do dalszego rozwoju. Polityka gospodarcza wszystkich krajów o gospodarce rynkowej uznaje potrzebę wspierania rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw ze względu na korzyści wynikające z ich funkcjonowania w gospodarce narodowej. Kraje wysoko rozwinięte wyraźnie akcentują, że bez rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw niemożliwe jest harmonijne funkcjonowanie mechanizmów rynkowych. Dotyczy to zwłaszcza realizacji podstawowej zasady systemu rynkowego, jaką jest zasada rozwoju konkurencji. Wzmacniając konkurencję podmioty te umożliwiają uzyskiwanie równowagi rynkowej oraz stają się poważnym czynnikiem utrzymywania cen wyrobów na odpowiednio niskim poziomie, co sprawia, że mogą również umocnić pozycję konkurencyjną na rynkach zagranicznych. Małe i średnie firmy w przeciwieństwie do przedsiębiorstw dużych nastawionych na produkcję wieloseryjną i masową, łatwiej dostosowują się do zmieniających się postaw konsumpcyjnych. Częstokroć lepiej mogą zaspokajać różnorodne gusty i wymagania konsumentów. Są w stanie szybko reagować na zmiany popytu, a w razie jego zwiększenia – wypełnić braki na rynku. Sprzyja to wzrostowi konsumpcji i w konsekwencji podniesieniu stopy życiowej społeczeństwa. Na swojej drodze rozwojowej napotykają jednak wiele barier, spośród których trzy ma kluczowe znaczenie:

- bariery rynkowe i otoczenia, wiążące się z problemami wynikającymi zarówno z ogólnej sytuacji gospodarczej (kryzysy oraz wahania koniunktury) jak i zmian natężenia konkurencji,
- problemy zarządzania, wynikające z niewystarczającej wiedzy i umiejętności przedsiębiorców oraz kadry zarządzającej,
- bariery finansowe, będące niewątpliwie najpoważniejszą barierą rozwoju.

Wskazane czynniki destabilizują funkcjonowanie przedsiębiorstwa osłabiając jego konkurencyjność, rozpatrywaną jako system tworzony przez :

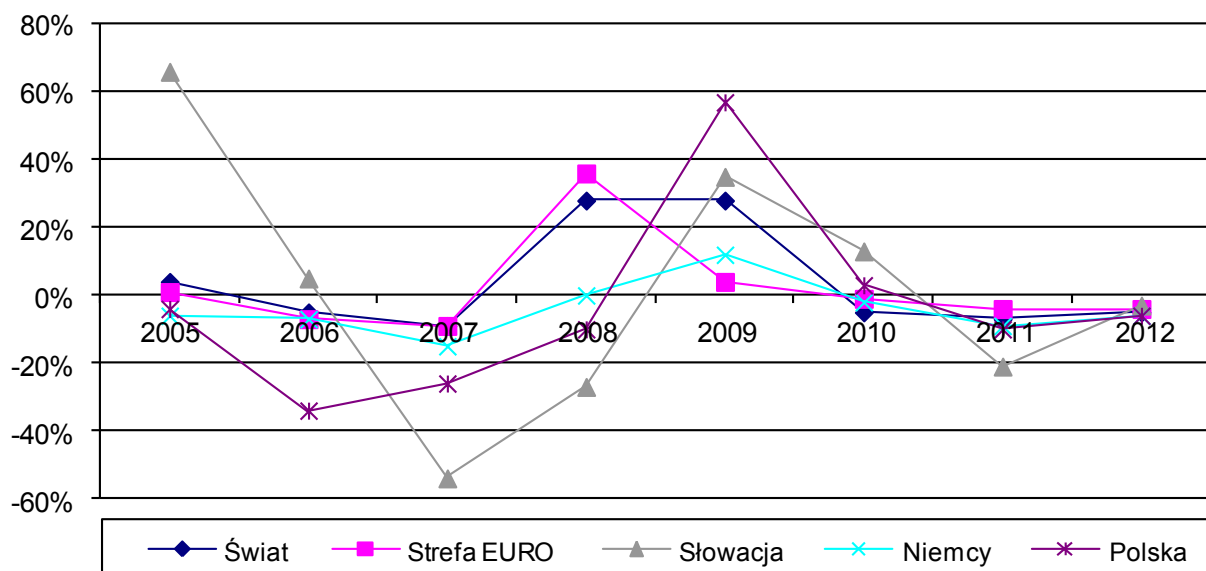
- potencjał konkurencyjności, rozumiany jako ogół materialnych i niematerialnych zasobów przedsiębiorstwa, kluczowych kompetencji i zdolności, umożliwiających zdobycie trwałej oraz trudnej do podważenia przewagi konkurencyjnej nad rywalami,
- przewagę konkurencyjną (mającą zawsze względny charakter), którą można rozumieć jako efekt skutecznego wykorzystywania konfiguracji składników potencjału konkurencyjności umożliwiających

przedsiębiorstwu generowanie atrakcyjnej oferty rynkowej i skutecznych instrumentów konkurencyjności,

- instrumenty konkurencyjności, które można określić jako świadomie i celowo wykorzystywane narzędzia i metody budowania kapitału klientów oraz kreowania wartości firmy,
- pozycję konkurencyjną, rozumianą jako osiągnięty przez przedsiębiorstwo wynik konkurencyjności w danym sektorze, rozpatrywany na tle wyników osiągniętych przez konkurentów, innymi słowy - miejsce na skali korzyści ekonomicznych i pozaekonomicznych, jakich przedsiębiorstwo dostarcza wszystkim swoim interesariuszom, w porównaniu z miejscami zajmowanymi przez konkurentów.

Utrata konkurencyjności przy działaniach ukierunkowanych na utrzymanie swojej pozycji rynkowej oraz stagnacji rozwoju zwykle skutkuje pogorszeniem wyników finansowych podmiotu, a w skrajnych przypadkach jego upadłością. Sprzyjają temu negatywne czynniki zewnętrzne do których niewątpliwie możemy zaliczyć m.in. kryzysy gospodarcze. Przykładem może tutaj być ostatni światowy kryzys finansowy, który doprowadził do upadłości ogromną liczbę podmiotów, a apogeum bankructw, jak pokazuje Globalny Wskaźnik Upadłości, przypadało na lata 2009 – 2010 – stosowne dane zostały zaprezentowane na poniższym wykresie nr 2.

**Globalny wskaźnik upadłości dla wybranych państw
(2000r = 100%)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie „Umiarkowany spadek liczby upadłości firm w latach 2011-2012 nie zniweluje jeszcze ich silnego wzrostu podczas kryzysu”. Prognozy Euler Hermes dotyczące upadłości firm na świecie”, Informacja prasowa, czerwiec 2011, Warszawa

Wykres nr 2

Z przedstawionych danych wyraźnie wynika, iż wskaźnik upadłości

przedsiębiorstw jest ściśle skorelowany z sytuacją gospodarczą w analizowanym kraju. Uogólniając można stwierdzić, iż występuje spadek liczny upadłości w okresie przedkryzysowym (lata 2005 – 2006) będący pochodną sprzyjającej globalnej koniunktury gospodarczej, zaś lata 2007 – 2009 to drastyczny wzrost upadłości, utrzymujący się na bardzo wysokim poziomie przez cały okres kryzysu. Stabilizacja nastąpiła dopiero w roku 2010. Wskaźniki wszystkich prezentowanych krajów mają zbliżony przebieg, będący odzwierciedleniem sytuacji panującej w gospodarce światowej, w Unii Europejskiej i wybranych państwa członkowskich UE. Jak wskazuje prognoza Globalnego Wskaźnika Upadłości na rok 2012, proces ten ulegnie osłabieniu, jednak negatywne tendencje będą się jeszcze utrzymywać.

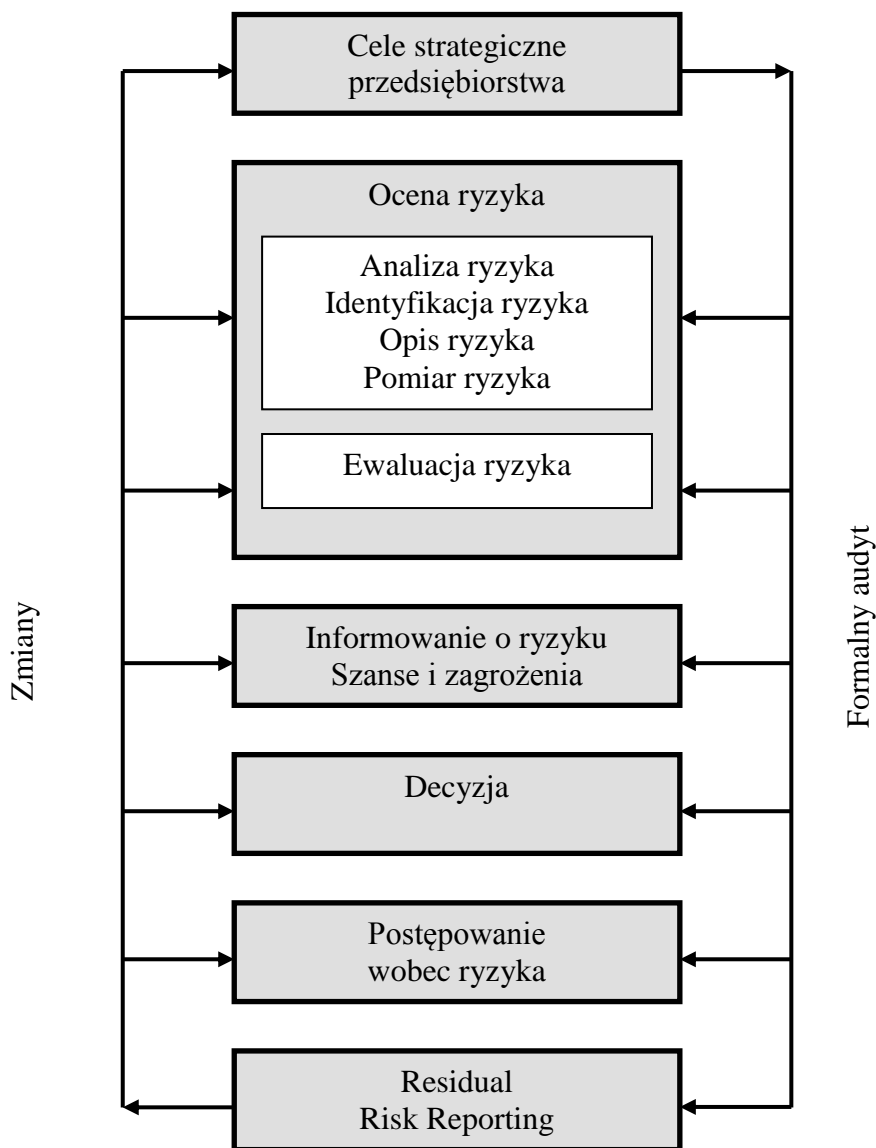
3 Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie

Zarządzanie ryzykiem jest kluczem do efektywnego zarządzania przyszłością firmy. Zapewnia stabilność funkcjonowania, niezależnie od warunków w jakich przychodzi jej prowadzić działalność. Ryzyko występuje przecież zawsze, jest nieodłączną częścią każdej działalności. Trudno jest jednak przewidzieć kierunek i siłę zagrożenia. Zmiana koniunktury gospodarczej, poziomu kosztów i cen, utrata kluczowych klientów, zmiana kursu walut, oprocentowania kredytów, pożar środków produkcji, awaria systemów informatycznych to tylko nieliczne zagrożenia z szerokiego spektrum ryzyk, które mogą zagrozić płynności finansowej przedsiębiorstwa i doprowadzić do jego upadłości. Zakres potencjalnych zagrożeń dla przedsiębiorstwa jest bardzo duży, więc kluczowego znaczenia nabiera problematyka zarządzania nimi w celu optymalizacji działalności podmiotów gospodarczych. Jest ona o tyle aktualna, iż w warunkach narastającej konkurencji, globalizacji i pojawiających się koniunkturalnych okresów wzrostu i spadku gospodarki światowej i krajowej, przeciwdziałanie możliwym zagrożeniom może uchronić podmiot (a przynajmniej ograniczyć negatywny wpływ) przed wieloma przeszkodami dezorganizującymi jego pracę. O charakterze każdego rodzaju ryzyka decydują trzy podstawowe składniki: zdarzenie, prawdopodobieństwo oraz skutki/straty. Prawidłowe zarządzanie ryzykiem chroni przedsiębiorstwo i zwiększa uzyskiwane przez niego i jego udziałowców korzyści, przyczyniając się do realizacji celów poprzez:

- określenie ram systemowych, dzięki którym działalność będzie prowadzona w sposób spójny,
- zmniejszenie ryzyka nieprzewidzianych strat,
- ochronę i zwiększanie wartości majątkowych i wizerunkowych,
- usprawnienie procesu zarządzania, planowania i kontroli,
- poprawę efektywności działania,
- efektywne wykorzystanie posiadanych zasobów materialnych i ludzkich.

Zarządzanie ryzykiem powinno stanowić więc nieodłączny element

funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa. Powinno być czynnikiem pobudzającym przedsiębiorczość i stwarzającym nowe możliwości jej rozwoju. Elementem stylu działania podmiotu. Procesem ciągłym i stale udoskonalanym, obejmującym wszystkie obszary funkcjonowania przedsiębiorstwa. Na poniższym rysunku nr 1 przedstawiono kluczowe elementy procesu zarządzania ryzykiem przedsiębiorstwa.



Źródło: „Standard dla zarządzania ryzykiem”, Federation of European Risk Management Associations”, Bruksela, 2003, str. 5,

Rysunek nr 1 : Proces zarządzania ryzykiem

Jak więc widać, jest to proces obejmujący kluczowe elementy funkcjonowania przedsiębiorstwa i oddziałujący na całą firmę przez pryzmat możliwych zagrożeń i podejmowanych działań ukierunkowanych na reakcję na ryzyko. Jeżeli więc jesteśmy gotowi uznać występowanie zagrożeń dla celów realizowanych przez nas przedsięwzięć jako coś oczywistego, powinniśmy wdrożyć mechanizmy zarządzania ryzykiem i zacząć włączać elementy

zarządzania ryzykiem w procesy zarządzania przedsiębiorstwem i uwzględniać je w strategii jego rozwoju. Tym bardziej, że firmy rzadko precyzują swoje długoterminowe strategie. Przedsiębiorcy zwykle skupiają się na doraźnym planowaniu czego efektem jest z jednej strony koncentracja na bieżącym funkcjonowaniu firmy, z drugiej zaś, niemal całkowita utrata z pola widzenia planów strategicznego rozwoju, w tym zarządzania ryzykiem. W okresie trudnej sytuacji rynkowej jest to praktyka, którą można zrozumieć, ale na dłuższą metę z pewnością powinna ona ulec zmianie, by firma mogła budować i umacniać swoją przewagę konkurencyjną. Należy pamiętać, iż w zarządzaniu ryzykiem i w podejmowaniu decyzji mamy każdorazowo do czynienia ze strategiczną kwestią dotyczącą funkcjonowania przedsiębiorstwa. Korzyści płynące z zarządzania ryzykiem to korzyści w postaci lepszych decyzji, mniejszej ilości niespodzianek, lepszego planowania, lepszych wyników, większej skuteczności oraz lepszych relacji z interesariuszami.

4 Ubezpieczenie jako narzędzie wsparcia dla przedsiębiorstw

Mając na uwadze optymalizację procesu zarządzania przedsiębiorstwem i podejmowaniu działań ukierunkowanych na minimalizację negatywnych czynników wpływających na działalność firmy, optymalnym sposobem zarządzania ryzykiem jest jego transfer i wykorzystanie w tym zakresie instytucji ubezpieczenia, które w swoim przeznaczeniu ma zaspokajać określone potrzeby podmiotów gospodarczych. Konkurencyjność ubezpieczenia można oceniać poprzez pryzmat kryteriów istotnych dla oceny i wyboru metod zarządzania ryzykiem:

1. Skuteczności - ubezpieczenie należy do metod kompensacyjnych, czyli tych, które mają na celu finansowe wyrównanie straty powstałej w efekcie realizacji ryzyka.
2. Kosztu – ubezpieczenie należy do bardzo atrakcyjnych cenowo narzędzi zapewnienia sobie ochrony związanej z transferem ryzyka prowadzenia działalności gospodarczej. Warto także podkreślić, iż umożliwia obniżenie zobowiązań podatkowych przez zaliczenie składki z tytułu ubezpieczenia w koszt uzyskania przychodu.
3. Dodatkowych korzyści – ubezpieczenia oprócz metody transferu ryzyka mogą zapewniać dodatkowe korzyści dla przedsiębiorcy rozpatrywane w dwóch płaszczyznach:
 - dodatkowe (poza kompensacyjne) świadczenia ubezpieczyciela, które mogą być pomocne w prowadzeniu przedsiębiorstwa (np. assistance),
 - korzyści będące pochodną posiadania ubezpieczenia, inne niż prawo otrzymania odszkodowania lub świadczenia (mając poczucie bezpieczeństwa przedsiębiorcy są bardziej skłonni do podejmowania niestandardowych decyzji biznesowych).

Ubezpieczyciele, mając na uwadze wielkość rynku aktywnie walczą o klienta oferując szerokie spektrum ochrony. Jest to o tyle istotne, iż około 30% firm nie posiada żadnego ubezpieczenia. Dlatego też ubezpieczyciele przygotowują różnorodne oferty, których nadrzędnym celem jest przede wszystkim zapewnienie ochrony ubezpieczeniowej dla małych i średnich przedsiębiorstw w przypadku zaistnienia zdarzenia skutkującego szkodą w mieniu podmiotu gospodarczego jak też jego odpowiedzialnością w stosunku do osób trzecich. Produkty oferowane obecnie przez ubezpieczycieli zawierają nawet kilkadziesiąt różnych ryzyk, które uwzględniają specyfikę podmiotu oraz sektora gospodarki, w którym on działa. Bardzo popularną obecnie formułą ubezpieczenia jest zasada all risk, która oznacza że odpowiedzialnością towarzystwa ubezpieczeniowego objęte są wszystkie szkody, których nie ujęto w katalogu wyłączeń. Takie podejście pozwala na zapewnienie przedsiębiorcy bardzo szerokiej ochrony ubezpieczeniowej, co stanowi efektywne, ogólnie dostępne i relatywnie niedrogi narzędzie wsparcia w prowadzeniu działalności gospodarczej.

5 Podsumowanie

Analizując problematykę wykorzystania ubezpieczeń jako narzędzia ograniczenia ryzyka prowadzenia działalności przez przedsiębiorstwa należy zwrócić szczególną uwagę na następujące aspekty:

- problematyka zarządzania ryzykiem w większości przedsiębiorstw jest traktowana formalnie i nie skutkuje faktycznym zajęciem się tym zagadnieniem,
- wiele przedsiębiorstw w ogóle nie stosuje zarządzania ryzykiem działalności i jest nieprzygotowana na jakiegokolwiek zdarzenia dezorganizujące ich pracę,
- wprowadzenie mechanizmów zarządzania ryzykiem powoduje większy nacisk kierownictwa na priorytetowe sprawy dla przedsiębiorstwa,
- stosownie procedur zarządzania ryzykiem prowadzi do lepszego wykorzystania posiadanych zasobów oraz zwiększa zaufanie pracowników, kontrahentów i społeczeństwa do przedsiębiorstwa,
- wiele podmiotów w niewystarczającym stopniu wykorzystuje ubezpieczenie jako narzędzia transferu ryzyka, co ogranicza możliwości optymalizacji działalności i stabilizacji aktywności operacyjnej.

Zarządzanie ryzykiem i wykorzystanie instytucji ubezpieczenia może więc odgrywać kluczową rolę w zarządzaniu działalnością operacyjną i usługową przedsiębiorstwa, a także w implementacji zmian, przed którymi stoją podmioty. Proces ten stanowi narzędzie, które służy podmiotom do osiągnięcia sukcesu. Nowoczesne przedsiębiorstwa muszą patrzeć z wyprzedzeniem w przyszłość, być dynamiczne, reagować na zmiany i optymalnie wykorzystywać dostępne możliwości. Zarządzanie ryzykiem oraz zapewnienie ochrony w postaci

ubezpieczenia stanowi dla nich podstawę takiego działania.

Bibliografia

- [1] R. Pukała, „Zarządzanie ryzykiem przedsiębiorstwa w warunkach recesji”, praca zbiorowa pod redakcją K. Kaszuby „Podkarpackie przedsiębiorstwa w okresie integracji Polski z Unią Europejską”, Podkarpacki Instytut Książki i Marketingu, Rzeszów, 2010, str. 233-247.
- [2] M.J. Stankiewicz, Konkurencyjność przedsiębiorstw. Budowanie konkurencyjności przedsiębiorstw w warunkach globalizacji, Wydawnictwo Tonik „Dom Organizatora”, Toruń, 2002
- [3] „Zarządzanie ryzykiem i ubezpieczeniami w firmach w Polsce. Raport AON Polska”, AON Polska Sp. Z o.o., Warszawa, 2009.
- [4] „Przedsiębiorczość w Polsce”, Raport Ministerstwa Gospodarki, Departament Analiz i Prognoz, Warszawa, 2010.
- [5] „Umiarkowany spadek liczby upadłości firm w latach 2011-2012 nie zniweluje jeszcze ich silnego wzrostu podczas kryzysu”. Prognozy Euler Hermes dotyczące upadłości firm na świecie”, Informacja prasowa, Warszawa, czerwiec 2011.

SUCCESSFULL INTERSECTORAL ACTION IN HEALTH

Nina Szczygiel¹, Małgorzata Rutkowska-Podolowska², Łukasz Popławski³

¹Department of Economics, Management and Industrial Engineering, GOVCOPP – Research Unit on Governance, Competitiveness and Public Policies, University of Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro

e-mail: nina.szczygiel@ua.pt

² Institute of Organization and Management, Department of Economy and Economics Law, Wrocław University of Technology, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

e-mail: malgorzata.rutkowska@pwr.wroc.pl

³ Agricultural University of Cracow, Institute of Economic and Social Sciences, Unit of Economy and Economic Policy, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

e-mail: rmpoplaw@gmail.com

Abstract: Modern understanding of health has evolved over time and so nowadays aspects of health have moved beyond of what the health sector can handle on its own. International community increasingly recognizes the potential and importance of intersectoral collaborations as a fundamental element of health and social strategy. Partnering across sectors encompasses particular concepts of collaboration, bearing in mind different areas of action, ranging from the strategy development, planning exact structures and processes, up to implementation of the project throughout the system and partners.

This article aims at illustrating the phenomenon of intersectoral action on the conceptual level, focusing especially on question of health care services provision. We describe intersectoral collaboration construct and its relevance as a feature of a health system. We deem multiple and coordinated strategies encompassing a number of actors as a premise for vital developments in light of health and social challenges societies are facing worldwide.

Keywords: intersectoral action, collaboration, partnership, health, sector, policy, strategy, success

1 Introduction

The World Health Organization emphasizes that the health of populations is determined not by health sector activities alone but by social and economic factors, and hence by the policies and actions beyond the mandate of the health sector. It is thus important for the health sector to work in collaboration with

other sectors to raise awareness of the co-benefits of acting together for people-centered policies that promote health (WHO, accessed 10 January 2012). The Alma-Ata Conference mobilized a “primary health care movement” of professionals and institutions, governments and civil society organizations, researchers and grassroots organizations that undertook to tackle the unacceptable health inequalities in all countries (WHO, 2006). Intersectoral approach was a fundamental principle of the Alma Ata Declaration, and is one the four pillars of Primary Health Care as laid out in WHO World Health Report 2008.

Clearly, the demographic challenge of an ageing population is a real one and has been pressing concern of social policy makers for more than a decade (Pierson, 2004). In an ageing society with an increasing care services demand and scarce resources there is an urgent need to provide tools and methodologies to guarantee and improve the continuity of care (Herbert et al., 2003: pp. e08). Above efforts strengthening linkages between sectors attention needs to be driven into promoting a conscious, aware and empowered system user.

2 Intersectoral action: conceptualization

Partnering across sectors can be defined as a process of forming common initiatives within at least two from three sectors, which compose socio-economic reality. These three sectors of society comprise government, business and civil society. The purpose of intersectoral partnership (ISP) moves beyond multiple organizations working together to accomplish what a single organization would not be able to achieve. Collaboration involves activities between different professional and occupational groups, functions, institutions, levels of intervention, as well as those for whom the collaboration seeks to benefits.

A cross-sector partnership is a strategic alliance:

- of organizations representing different sectors of economic and social reality,
- established with an objective of cooperation between each other,
- into which all partners contribute, by their unique skills and resources,
- within which all involved partners jointly bear the risks and costs,
- and share the benefits achieved throughout achieving common goals and individual members’ objectives.

Depending on the body initiating the common action, partnerships divide into:

- partnerships established from the initiative of individuals, often local partners, who wish actively influence their environment,
- local partnerships, built from the initiative of entrepreneurs, business or professionals organizations,
- partnerships created from the initiative of public bodies.

Although there is considerable variation in use of terms, collaborative practice models usually refer to several common change strategies and levels of working together. These can be broadly grouped as: networking and communication; cooperation and coordination; collaboration, integration and “whole of community” partnership. These strategies tend to build upon each other along a continuum of complexity and commitment (Himmelman, 1992). Intersectorality constitutes a concept that should lead to new rules and regulations of planning, implementation and control of the service provision (Junqueira, 2000: pp. 37). Intersectoral policy is based on the assumption that only integrated action of several sectors opens a possibility to significant, positive impact on the health of a population. Cross-sector partnerships can help reduce duplication of effort and activity that works at cross-purposes; they can also stimulate innovation and unusually creative solutions if the diverse goals of participants can be addressed. In effect, ISPs can produce activities in which “the whole is more than the sum of the parts” (Waddell and Brown, 1997: pp. 1-2).

3 Premises of a successful cross-sector collaborative initiative

Crisis of the public finances makes obligatory search for alternative ways of financing public services and public tasks.

As experience shows, intersectoral partnering may increase social cohesion while producing sustainable structural and social change (Ministry of Health, 2005; Peake et al., 2008) and have demonstrated a great success when one-sector initiatives failed.

Early cross-sector experiences shared the following characteristics (Reese et al., 2002: pp.15):

- high transaction costs due to the newness of the approach, miscommunication regarding the goals and objectives of the various partners, and culture clashes among sectors,
- lack of an agreed upon definition of what constitutes a “partnership” as opposed to other kinds of relationships between sectors, leading to confusion over roles,
- the development of a special initiative around a specific issue or program (which was therefore considered short-lived by some observers),
- an ad-hoc, unsustainable approach, often a last resort or a response to extraordinary circumstances (a natural or man-made disaster, for example),
- initial bursts of enthusiasm punctuated with recurrent frustration as representatives of different sectors struggled to learn how to work with one another,
- the availability of evaluation data on the results of a specific ISP program, but not on the ISP approach/strategy itself, leading to difficulty

in pinpointing the “value added” of this approach as opposed to alternative approaches,

- sufficient positive returns to ensure ongoing commitment to the ISP concept.

Researchers from Amherst H. Wilder Foundation determined main factors influencing the success of collaborative efforts. These include (Mattessich et al., 2001):

- mutual respect, understanding and trust,
- appropriate cross-section of members,
- open and frequent communication,
- sufficient funds,
- skilled convener,
- members see collaboration as in their self-interest,
- history of collaboration or cooperation with the community,
- members share a stake in both process and outcome,
- multiple layers of decision-making.

Their report comprises a description of each factor, implications for collaborative efforts, and illustrations from case studies. Focusing specifically on health purposes, as essential factors for effective intersectoral collaboration the Canadian Public Health Agency (Public Health Agency of Canada, accessed 14 January 2012) mentions:

- articulation of common values base and language,
- fostering trust,
- demonstrating flexibility and tolerance for instability, starting collaboration vertically, then horizontally, observing the opportunities,
- collaborating with provincial, municipal or other governments,
- collaborating with regional health authorities,
- collaborating with other federal departments,
- collaborating with community-based groups,
- collaborating with university researchers.

Fedorowicz and colleagues (2007) draw attention to factors which affect a collaborative network (look Table 3).

Table 3. Factors which influence collaborative networks

Factor	Examples of factors
External environment	
Critical events	Elections, new administrations; crises; media, interest group, or public demands
Economics	Competitive pressures and agreements; economic conditions (employment, recession, inflation, etc.); Federal, state, or local budget deficit or surplus; fiscal timing
Politics	Federal, state, and local laws and regulations; President's agenda, election politics and outcomes, partisan division within and/or between branches of government, separation of powers, federalism, public opinion
Agency context (for each participating agency)	
Strategy	Institutional charter, vision; objectives, priorities
Governance	Membership, roles, relationships, delineation of authority, policies or directives
Resources	Availability of staff, funding for R&D, experimental projects, ongoing operations
Processes	Operations and procedures
IT infrastructure	Compatibility and interoperability of networks, applications, databases
Collaborative network	
Strategy	Collaborative agreement and/or charter, vision, objectives, priorities
Governance	Membership, roles, formal or informal relationships, delineation of authority, policies or directives
Resources	Funding sources; operational business model
Processes	Collaborative and inter-organizational operations and procedures which implement decisions and support activities related to strategy, governance, and resources
IT infrastructure	IOS*

*interorganizational system

Source: Fedorowicz J., Gogan J.L., Williams Ch.B. (2007). A collaborative network for first responders: Lessons from the CapWIN case. *Government Information Quarterly* 24(4): pp. 789

On the other hand, from his experience as a broker, McKinnon (2009) emphasizes that health is one of the more complicated fields, where cooperation between sectors, public and private, has not necessarily been as beneficial to all parts and easy in terms of implementation as in others. McKinnon presents six tenets that have proved instrumental to developing mutually beneficial public-private partnerships:

- accept that “doing good” and “making money” are not mutually exclusive ideas but rather potentially complementary ends,
- leverage differences,
- do not let the perfect be the enemy of progress,
- design well,
- manage expectations,
- start with a more relevant shared objective.

Experience with intersectoral partnering has revealed a number of necessary conditions to be met while considering the multi-sector approach. These are discussed by Charles and McNulty (2003: pp.8):

- The focus must be a common issue that is important to all partners. Potential partners need to determine why forming an ISP is necessary to address a problem, how key actors are affected by the problem, and to what extent resources from the different stakeholders are required. While partners may hold very different points of view, the partnership should focus on the overlapping areas of interest.
- Belief in partnering as a strategy. Each actor must believe that this strategy can improve the outcomes compared to the status quo. They must be willing to treat each other as equal partners.
- Perception of equal power and influence in the relationship. An important factor in determining the long-term success of a partnership is a belief from all partners that there is approximate parity of power and influence in the relationship. There should be a clear understanding of each partner’s comparative advantage, and all parties should believe that they have leverage on decisions affecting the partnership.
- Willingness to commit the particular resources that it is able to share. Continued mutual influence depends on everyone’s resources being valued and used. Thus, implementation programs need to be designed to make use of the comparative advantage of different participants.
- Dynamic, committed leadership. The interest and commitment of the leadership of partner organizations is critically important if the partnership is to address and resolve issues that inevitably develop.

Charles and McNulty (2003: pp.8) highlight also that partners must also recognize some requirements for the process of partnering to ensure successful partnerships:

- The partnering process requires a long-term commitment. How slowly a partnership evolves will depend on the broader enabling environment as well as the specific rules and incentives adopted. It is important for the partnership to remain open to new partners as the activity evolves. Issues may redefine themselves over time.
- Partnerships require a sincere commitment from all partners. Partners must

develop a commitment to respect their differences. Partners should also be prepared to commit time and resources before the collaboration takes off. Furthermore, partners must be committed to making their motives clear to each other and be willing to hold each other mutually accountable.

- Partnerships are more effective when their members pay attention to both process and product. There are both process and product outcomes of any partnership. Focusing on just one or the other will lead to failure. The way decisions are made, the way meetings are conducted, and the level of participation all affect the products and outcomes of the partnership. At the same time, decisions and programs that produce concrete results on issues that originally stimulated the partnership are critical to partners' evaluation of it.

4 Discussion

With no doubts, there is a pressure on the change in the paradigm of the cooperation between care services providers. Investigations show that the provision is coordinated only at the individual level and the information flow between the entities is considerably low. The cooperation and integration, mainly in what information is concerned, is believed to be a conceivable answer to the inefficiency and redundancy problem and technology plays a significant role in this process. A good information system can contribute to better planning, treating and routing patients, better access to external information and knowledge and decisions timing. The fundamental goal is to introduce an existing theory and to develop methodologies that can bring significant insights to practice in care provision. Possible outcomes of intersectoral action, such as cost reduction and increase of the productivity and quality of services, have a strong impact on the standard of living and the society perceptions. The improvement of the health system effectiveness may lead to a better care services provision and to meeting the system users' needs in a more efficient and human way. Cross-sector collaborations will fructify with tangible and palpable outcomes and it will certainly influence on citizens' satisfaction. These fundamentals may be considered an answer to the exigency of improvement of the health and social systems, which are a concern object of successive governing parties.

An important component of the strategic planning for health and social care systems consists of the analysis of how to guarantee citizens the quality services provided in an efficient way. That is why satisfaction needs to be perceived as a valuable management tool. As a response to challenges occurring in care provision, the manifest failure in making the system sustainable in the medium and long term, the intersectoral approach toward collaboration may be the recommendable solution to be taken into account. The experience shows that intersectoral partnerships may increase social cohesion while producing sustainable structural and social change and have demonstrated

a great success when one-sector initiatives in the field have failed. The potential underlying in sectoral disparities makes ISPs beneficial in forming innovative solutions. Depending on a country-specific context, projects may engage different partners, within different settings and several cooperation modes. Partnerships thus can vary from a quite informal structure, through more coordinated forms of collaboration, where partners share resources and responsibilities at different level, into forming a unique body for the purpose of the initiative. What distinguishes these partnerships are the intensity of linkage, formality of agreement and complexity of purpose. Among potential partners, autonomies, town and district councils, municipalities, health centers, hospitals, non-profit institutions, fire departments or enterprises can be mentioned. Working together with different groups, different background and experience can help increase resources and expand the scope of the intervention. Continuous and structured information exchange between partners determines the quality of the collaboration and prerequisites further improvements of the learning organization. Improving individual capacities and sharing the experience with partners will consequently make profits to the whole network.

5 Conclusions

Reducing inequalities in health and guaranteeing citizens accessible quality health care goes currently beyond the capacities of the health care system on its own. Demographic and economic challenge puts policy makers under pressure on how to organize and manage the system in eyes of budget limitations, and urges out of the ordinary projects on economic and social policy basis. Such initiatives should involve actors from different sectors, each of them designed purposely to address a given issue.

Health is a too complex issue to be able to be dealt with separately by the health sector alone. Health promotion policy, specifically, is cross-sectoral in itself. Its main objective is to build supportive environment enabling people to live healthy lives and make healthy choices. The role of government, as a sector, in shaping conditions conducive to health, is unquestionable. However, other actors, such as trade unions, business partners, religious leaders, non-governmental organizations, also exert a significant impact on society's health.

A success of a collaborative arrangement depends of a number of factors and differs from setting into setting. It is highly recommendable to get acquainted with defined elements influencing a possible intersectoral action and features determining its success. Nevertheless, each cross-sector initiative needs to be analyzed individually at the planning stage in order to define additional, local and setting-specific key factors.

References

- [1] Charles, Ch.L., McNulty, S. (2003). Intersectoral Partnering to Promote Democracy and Governance. Issue Paper. The AED Global Civil Society Partnership.
- [2] Fedorowicz, J., Gogan, J.L., and Williams, Ch.B. (2007). A Collaborative Network for First Responders: Lessons from the CapWIN Case. *Government Information Quarterly*, 24(4).
- [3] Hebert, R., Durand P.J., Dubuc, N., Tourigny A. (2003). PRISMA: a New Model of Integrated Service Delivery for the Frail Older People in Canada. *Int J Integr Care*, 3.
- [4] Himmelman, A.T. (1992). *Communities Working Collaboratively for a Change*. Minneapolis, MN: The Himmelman Consulting Group.
- [5] Junqueira, L.A.P. (2000). Intersetorialidade, Transetorialidade e Redes Sociais na Saúde. *Rev. da Administração Pública* 34(6): 35-45, Nov/Dez.
- [6] Mattessich P.W., Murray-Close M., Monsey, B. (2001). *Collaboration: What Makes it Work*, ed. Saint Paul, M.N. Amherst H. Wilder Foundation.
- [7] McKinnon, R. (2009). A Case for Public-Private Partnerships in Health: Lessons from an Honest Broker. *Prev Chronic Dis*, 6(2).
- [8] Ministry of Health (2005). *New Zealand Intersectoral Initiatives for Improving the Health of Local Communities, 2005: An Updated Literature Review Examining the Ingredients for Success*. Wellington.
- [9] Peake, S., Gallagher, G., Valentine, N. et. al. (2008). *Health Equity Through Intersectoral Action: An Analysis of 18 Country Case Studies*. WHO, Minister of Health, Canada.
- [10] Pierson, Ch. (2004). *Beyond the Welfare State?: The New Political Economy of Welfare*. Cambridge: Polity Press.
- [11] Public Health Agency of Canada. *How to Develop Effective Intersectoral Partnerships*. http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/case_studies-etudes_cas/horizontal_analysis-analyse_horizontale/how_develop-eng.php Accessed 14 January 2012
- [12] Reese, W.S., Thorup, C.L., Gerson, T.K. (2002). *What Works in Public/Private Partnering: Building Alliances for Youth Development*. "What Works" Series. International Youth Foundation.
- [13] Waddell, S., Brown, L.D. (1997). *Fostering Intersectoral Partnering: A Guide to Promoting Cooperation Among Government, Business, and Civil Society Actors*. IDR Reports. Vol. 13, Number 3.
- [14] WHO (2006). *World Health Report 2006 – Working Together for Health*. Geneva.
- [15] WHO. *Track 4: Partnerships and Intersectoral Action*. <http://www.who.int/healthpromotion/conferences/7gchp/track4/en/index.html> Accessed 10 January 2012.

RUDOS RUŽOMBEROK s.r.o.



Kto sme

Sme stredne veľká spoločnosť, ktorá ponúka riešenia v oblasti alternatívnych zdrojov energie, stlačeného vzduchu a vákua, hydro-eko systémov a v oblasti koľajových vozidiel. Spojením zodpovednej práce, schopností pracovníkov a vysokou kvalitou ponúkaných produktov sme sa v relatívne krátkej dobe dostali medzi popredné spoločnosti v našom odbore na Slovensku. V snahe maximálne poslúžiť zákazníkovi, sme vybudovali mnoho obchodných kontaktov a zmluvných partnerov na európskej a svetovej úrovni.

Poslanie

Poslaním spoločnosti je pomôcť našim klientom v oblasti alternatívnych zdrojov energie a to špeciálne na energetické využitie biomasy a bioplynu v bioplynových staniciach.

Svoje služby ponúkame záujemcom z celého územia Slovenskej republiky.

Rudos Ružomberok s.r.o. ponúka :

- Analýza skutkového stavu
- Návrh riešenia, projektové štúdie
- Technické a ekonomické výpočty
- Projekčné práce
- Pomoc pri získavaní finančných prostriedkov z EÚ
- Dodávka BPS na mieru
- Uvedenie do prevádzky
- Spracovanie prevádzkových predpisov
- Profylaktické prehliadky
- Servis

Kontakt:

Štiavnička 190
P. O. BOX 112
034 50 Ružomberok

+421 44 432 22 76
+421 44 432 17 47

www.rudos.sk
rudos@rudos.sk



