

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

5. Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0489

3. Naslov projekta:

Razvoj strateških scenarijev in optimalnih struktur trajnostne proizvodnje biogoriv v Sloveniji

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Razvoj strateških scenarijev in optimalnih struktur trajnostne proizvodnje biogoriv v Sloveniji

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Development of strategic scenarios and optimal structures for sustainable production of biofuels in Slovenia

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

biogoriva, sistemska analiza, ocenitev tehnologij, viri biomase, matematično modeliranje, razvoj scenarijev

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

biofuels, systems analysis, technology assessment, biomass resources, mathematical modelling, scenarios development

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo
Gozdarski inštitut Slovenije

6. Sofinancer/sofinancerji:

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije,
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

11369

Zorka Novak Pintarič

Datum: 14. 07. 2010

Podpis vodje projekta:

Prof. dr. Zorka Novak Pintarič

Podpis in žig izvajalca:

Prof. dr. Ivan Rozman, rektor

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Zastavljeni cilj predlaganega raziskovalnega projekta je bila sistematična in multidisciplinarna ocena možnosti trajnostne proizvodnje biogoriv v Sloveniji, z namenom posredovanja informacij pridelovalcem rastlin, proizvajalcem biogoriv, potencialnim investitorjem ter pristojnim političnim organom za pripravo razvojnih scenarijev. Izvajanje projekta je temeljilo na 5 delovnih sklopih. Prvi delovni sklop je predvidel zbiranje informacij o potencialni biomasi, ki je primerna za predelavo v biogoriva (kmetijski viri, gozdni viri, sekundarni viri). Energetske rastline za proizvodnjo biogoriv prve in druge generacije so bile analizirane glede njihovega hektarskega donosa in optimalnih gojitvenih tehnik. Drugi delovni sklop se je ukvarjal z raziskavo razpoložljivih in prihodnjih tehnoloških postopkov pretvorbe biomase v biogoriva. Tretji delovni sklop je ocenjeval okoljske vplive proizvodnih tehnologij za pretvorbo biomase v biogoriva. V četrtem delovnem sklopu je bila osrednja naloga določitev struktur celotne proizvodne verige za biogoriva kot potencialnega koncepta za proizvodnjo biogoriv v Sloveniji. Peti delovni sklop se je ukvarjal z upravljanjem projekta. Aktivnosti znotraj posameznih delovnih sklopov so predstavljene v nadaljevanju.

Delovni sklop 1:

Aktivnosti projekta so se začele z izgradnjo baze podatkov za biomasne surovine za interno uporabo, pri čemer je bila izvedena obsežna raziskava literature in drugih virov za določitev zanesljivih ekonomskih podatkov za vsako vrsto biomasne surovine. Ta matrika različnih vrst biomase je služila kot osnova za modeliranje tehnoloških možnosti in sistemov proizvodnje biogoriv. Vsak podatkovni zapis za biomasno surovino (npr. sladkornice, kot sta sladkorna pesa (*Beta vulgaris*) in trajno proso (*Panicum virgatum*), škrobna žita, kot sta koruza (*Zea mays* L.) in navadni ječmen (*Hordeum vulgare*), oljnice, kot so oljna ogrščica (*Brassica* sp.), navadna sončnica (*Helianthus annuus*), navadna oljna buča (*Cucurbita pepo*), različni gozdni viri itd.) je vključeval parametre, potrebne pri nadaljnjem razvoju modela, kot so hektarski donos, skupni stroški, dohodek, prelomna cena, prelomna točka proizvodnje, koeficient ekonomičnosti, lastna cena na enoto pridelka, potrebne delovne ure itd. Podatkovna baza je bila pripravljena v obliki podatkovne baze, ki jo je programsko orodje AIMMS povežalo v model preko vmesnika za povezljivost.

Izvedena je bila raziskava, v kateri smo primerjali ekonomsko upravičenost konvencionalnega in organskega kmetovanja v Sloveniji (Pažek in Rozman, 2008, COBISS.SI-ID 2519084). Neposredni rezultat simulacijskega sistema je bil ekonomski potencial posameznega konvencionalnega in organskega kmetovanja. Simulacijski model je bil sestavljen iz 148 determinističnih simulacijskih modelov proizvodnje, ki omogočajo različne stroškovne in finančne izračune za konvencionalno in organsko pridelavo biomase. Razvit simulacijski model omogoča ekonomsko ovrednotenje nekaterih najpomembnejših ekonomskih parametrov kot so prelomna cena, prelomna točka proizvodnje, finančni rezultat, skupni prihodki in koeficient ekonomičnosti. Razvit je bil model za organsko kmetovanje s pristopom sistemske dinamike, z namenom podpiranja odločitvenih procesov na trgu organskih produktov. Formulirani so bili diagrami vzročne zanke in izvedene analize scenarijev ter izbrane sprejemljive strategije. Opisan je bil

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

koncept arhetipov na področju modeliranja organskega kmetovanja. Simulacijski scenariji so bili oblikovani kot študija primera za slovensko organsko kmetijstvo (Rozman idr., 2009, COBISS.SI-ID 6496275).

Z uporabo geografskega informacijskega sistema (GIS) je bila določena pokrovnost tal v Sloveniji po posameznih celicah velikosti 1 km x 1 km. Kartirani so bili podatki za nenamakane njivske površine, pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije, kmetijske površine drobnoposestniške strukture, vinograde, sadovnjake, pašnike, gozdove (listnate, iglaste, mešane), grmičast gozd, naravne travnike itd. Na ta način smo lahko ocenili potencial razpoložljivih pridelovalnih zemljišč v Sloveniji za trajnostno oskrbo z biomaso za proizvodnjo biogoriv. Zbrali smo tudi podatke o naklonu zemljišča v Sloveniji po posameznih celicah. Za nadaljnjo uporabo v GIS-u so bili pripravljene podatki za transportne poti v Sloveniji, na podlagi katerih smo razvili model za določitev primernih lokacij obratov za predelavo biomase v biogoriva na izbranem geografskem območju.

Delovni sklop 2:

V drugem delovnem sklopu so bili analizirani tehnološki postopki proizvodnje biogoriv, vključno s postopki v razvojni fazi, ki bodo potencialno razpoložljivi v komercialnem smislu nekje do leta 2015. Pripravljena je bila predloga za poročanje o tehnologijah za pretvorbo biomase v biogoriva, ki je bila pripravljena tako, da je omogočila uporabo podatkov v nadaljnjih delovnih sklopih projekta in v modelirnem orodju AIMMS. Predloga deluje kot skupna referenca pri razvoju modela in vključuje tehnološke informacije (materialni tokovi, energetske potrebe, vpliv na okolje itd.), podatke o ekonomskih vidikih (vrednost investicije, stroški obratovanja itd.) in informacije o stanju razvoja tehnologij. Izveden je bil podroben pregled tehnologij za pretvorbo biomase v biogoriva, pri čemer smo se osredotočili na najbolj pogoste, trenutno uporabljane tehnološke postopke proizvodnje biogoriv, kot so (1) pretvorba škrobnih substratov v bioetanol, (2) pretvorba sladkornih substratov v bioetanol in (3) esterifikacija maščobnih kislin v metilne estre (biodizel). Analizirali smo tudi tehnološke postopke za proizvodnjo druge generacije biogoriv za katere obstaja potencial komercializacije v obdobju 2010-2025. Pomembna prednost teh obetavnih tehnoloških postopkov je v uporabi lignocelulozne biomase (les, trave, slama, kmetijski ostanki ipd.), ki ne ogroža varnosti zagotavljanja hrane. Raziskali smo tehnološke postopke proizvodnje druge generacije biogoriv, kot so lignocelulozna biomasa v bioetanol s hidrolizo in fermentacijo, lignocelulozna biomasa v bioetanol s termokemično pretvorbo in fermentacijo, lignocelulozna biomasa v vmesne destilate s Fischer Tropschevim postopkom, lignocelulozna biomasa v mešane alkohole s termokemično pretvorbo, maščobne kisline v ogljikovodike (obnovljivi dizel). Razviti modeli tehnoloških postopkov proizvodnje biogoriv kot vhodni podatek zahtevajo vrsto in količino biomase ter na podlagi tega podajo proizvodni dobiček biogoriva, obratovalne stroške, investicijska sredstva, količino in vrsto stranskih produktov iz procesa.

Razvit je bil sistem za ocenitev energetskih rastlin za proizvodnjo bioplina (Vindiš idr., 2010, COBISS.SI-ID 2901548; Rozman idr., 2010, COBISS.SI-ID 2917676). Sistem je osnovan na simulacijskem modeliranju in večkriterijski analizi odločanja. Deterministični simulacijski sistem sestoji iz determinističnih proizvodnih simulacijskih modelov, ki omogočajo izračune različnih vrst stroškov pri proizvodnji energetskih rastlin ter proizvodnjo električne in toplotne energije pri proizvodnji bioplina. Rezultati simulacijskega modela so bili nadalje ovrednoteni z uporabo kvalitativne metodologije multi-atribucijskega modeliranja (podprte s programskim orodjem DEX-i) in

kvantitativnega analitičnega hierarhičnega procesa (podprtega s programskim orodjem Expert Choice 2000). Analiza je pokazala, da je pri uporabi trenutnega modela koruza najbolj ustrezna alternativna za energetske rastline za proizvodnjo bioplina.

Raba lesne biomase za proizvodnjo bioenergije dobiva vse večjo podporo v evropskih direktivah, predvsem zaradi perečih vprašanj, kot so podnebne spremembe, povečevanje odvisnosti od fosilnih goriv in višanja stroškov energije. Les kot domač, obnovljiv in cenovno ugoden energent je zopet pridobil na pomenu. V času trajanja projekta se je nadaljevala dolgoletna sistematična analiza proizvodnje in rabe lesa in lesnih ostankov v Sloveniji za energetske namene (Krajnc in Piškur, 2009a, COBISS.SI-ID 2363558). Informacije o trenutnem stanju pridobivanja, predelave in rabe lesne biomase so služile kot osnova nadaljnjega modeliranja in hkrati kot osnova za strokovne in politične odločitve pri sprejemanju ukrepov za nadaljnje povečevanje deleža obnovljivih virov, med katerimi ima les pomemben delež.

Proučevana je bila raba okroglega industrijskega lesa v lesni industriji in količine ter struktura zunanje trgovine z okroglim lesom v Sloveniji (Piškur in Krajnc, 2009b, COBISS.SI-ID 2412710, Piškur in Krajnc, 2009c, COBISS.SI-ID 2445734). Ocenjena je bila poraba v proizvodnji žaganega lesa, proizvodnji celuloze ter proizvodnji ivernih in vlaknenih plošč. Ocenjena je bila proizvodnja najpomembnejših oblik lesnega goriva, in sicer polen, sekancev in lesnih pelet. Pri trenutni rabi je bila ocenjena raba v gospodinjstvih, industriji in v energetiki (Krajnc in Piškur, 2009a, COBISS.SI-ID 2477990). Pri vključitvi lesne biomase v obliki lesnih sekancev kot surovine za proizvodnjo biogoriv je bil uporabljen katalog evidentiranih seklanikov v Sloveniji, razporejenih glede na njihovo kapaciteto (veliki, srednji, lahki) (Krajnc in Piškur, 2009b, COBISS.SI-ID 2398886).

Delovni sklop 3:

V tretjem delovnem sklopu je bil izveden pregled strokovne literature o študijah ocenitve vplivov proizvodnje biogoriv na okolje. Pridobljena je bila podatkovna baza Eco-invent, ki služi kot osnova za ocenitev življenjskega cikla (LCA – Life Cycle Assessment). Za vsako modelirano tehnologijo so bili ocenjeni podatki o porabi vode in izpustih toplogrednih plinov, ki so bili vključeni v sintezo in optimiranje superstrukture proizvodnje biogoriv. Ti podatki so bili določeni glede na razpoložljive podatke iz različnih študij LCA. Te študije uporabljajo podrobne analize vseh pomembnih vplivov rabe energije in izpustov emisij iz celotnega proizvodnega procesa biogoriv, vključno z emisijami iz pretvorbene procesa, emisije, povezane z rabo energije (električne energije in pare) ter emisije iz proizvodnje potrošnih materialov, potrebnih v procesu. Poudarek je bil na emisijah toplogrednih plinov, v zvezi s čimer je bila izvedena analiza ekonomike podnebnih sprememb in pregledano Sternovo poročilo (Glavič, 2008a, COBISS.SI-ID 12306710, 2008b, COBISS.SI-ID 12877590).

Javno dostopni podatki o analizah LCA za postopke pretvorbe biomasnih surovin v biogoriva so bili omejeni. Edini procesi z objavljenimi rezultati so trenutne tehnologije za pretvorbo žitaric do etanola in proizvodnja biodizla iz deviškega olja ter proces pretvorbe lignoceluloze v bioetanol z uporabo fermentacije in encimske hidrolize za nekatere surovine. Čeprav obstaja nekaj LCA študij za druge napredne procese proizvodnje biogoriv, so v njih običajno poročani samo skupni rezultati. Ti so bili nezadostni za naše analize, saj je analiza LCA odvisna od več vidikov, npr. lokacije obrata in načina proizvodnje surovin. Zato je bila v projektu analiza emisij CO₂ razvita na osnovi modelov tehnologij pretvorbe in podatkov iz drugih različnih virov.

Delovni sklop 4:

V delovnem sklopu za določitev struktur celotne proizvodne verige za različna biogoriva je bila izvedena analiza optimalnih struktur celotne proizvodne verige za različna biogoriva kot potencialnega koncepta za proizvodnjo biogoriv v Sloveniji. S simulacijskima programoma Aspen Plus in SuperTarget smo modelirani nekatere procese proizvodnje biogoriv in ocenili tehnične parametre. Investicijska sredstva so bila deloma ovrednotena s programom Aspen Icarus. Za vrednotenje in opredelitev obetavnih scenarijev proizvodnje biogoriv smo uporabili mešano celoštevilsko (ne)linearno programiranje. Model je bil razvit v programskem orodju za večkriterijsko optimiranje in načrtovanje AIMMS. Pri tem smo uporabili optimizacijo s pristopom superstrukture, v kateri upoštevamo vse možne scenarije optimalne proizvodnje biogoriv (različne vrste in kombinacije biomase kot surovine, različne kapacitete proizvodnje biogoriv, različne tehnologije proizvodnje biogoriv in drugi vidiki). Ker je optimiranje bioenergetskega sistema tesno povezano z namensko funkcijo, smo izvedli študijo vpliva izbora ekonomske namenske funkcije na značilnosti optimalnih procesnih shem (Kasaš idr., 2009, COBISS.SI-ID 13469974). V študiji smo obravnavali tri najpogosteje uporabljane ekonomske kriterije: dobiček pred obdavčitvijo, neto sedanjo vrednost in interno stopnjo donosnosti. Rezultat analize je bila optimirana superstruktura, v kateri smo simultano določili topologijo (strukturo) proizvodnje biogoriv v izbrani regiji Slovenije (optimalna vrsta energetskih rastlin, logistika surovin, uporabljene procesne tehnologije, maksimalni ekonomski in družbeni potencial, optimalna kapaciteta obratov proizvodnje biogoriv itd.). Optimiranje zastavljenega sistema je bilo modelirano kot mešano celoštevilsko nelinearno programiranje (MINLP), ki je vključevalo masne in energijske bilance vseh procesnih enot v sistemu, investicijska sredstva, obratovalne stroške, vplive na okolje, stroške surovin in pogonskih sredstev itd. Namenska funkcija optimizacijskega problema in kriteriji so bili definirani tako, da so vključevali večino ključnih dilem, nejasnosti in vprašanj glede proizvodnje biogoriv v Sloveniji, kot so določitev optimalnih lokacij obratov za proizvodnjo biogoriv (uporabljen geografski informacijski sistem za Slovenijo), določitev optimalnih proizvodnih kapacitet (trgovanje med nižanjem investicijskih sredstev in obratovalnih stroškov ter višanjem stroškov transporta surovin), razpoložljivost biomase ipd. V zvezi z modelirnim pristopom je bilo pripravljeno poglavje v knjigi mednarodne založbe Springer, z naslovom "Development of strategic scenarios and optimal structures for sustainable production of biofuels in Slovenia". Rezultati so bili predstavljeni na napredni raziskovalni delavnici (NATO Advanced Research Workshop) z naslovom »Vpliv energetskih možnosti na regionalno varnost« (Energy options impact on regional security) (Tocos idr., 2009, COBISS.SI-ID 13284630). Na prireditvi Slovenski kemijski dnevi 2010 bo predstavljen prispevek z naslovom »Odločitveno orodje za načrtovanje in ocenjevanje integriranega sistema rabe biomase za energetske namene na regionalni ali nacionalni ravni« (sprejeto v objavo). V njem bo predstavljen razvoj modelirnega orodja za sistemsko optimiranje rabe biomase za energetske aplikacije, ki nosilec odločanja omogoča opredelitev najbolj obetavnih načinov izrabe biomase na regionalni ali nacionalni ravni.

Spremembe v evropskem sektorju proizvodnje sladkorja so povzročile okrepitev raziskav glede alternativne rabe sladkorne pese. Proizvodnja bioetanola iz sladkorne pese je ena od privlačnih možnosti, zlasti zaradi presežka sladkorne pese na evropskem trgu kot rezultata sladkorne reforme in spodbujanja trajnostne proizvodnje biogoriv. V Sloveniji proizvodnja sladkorja v obdobju do leta 2013, do katerega bo v veljavi sistem kvot, ni več

mogoča. Po letu 2013 pa Slovenija glede reforme sladkorja nima več nobenih obveznosti. Z ukinitvijo kvot proizvodnja sladkorja ne bo več omejena in hipotetično bi se lahko pojavil investitor, ki bi bil pripravljen ponovno vzpostaviti proizvodnjo sladkorja oz. povezati obrat za proizvodnjo bioetanola z obratom za proizvodnjo sladkorja iz sladkorne pese. V podporo pri tovrstnem odločanju smo razvili matematični model na osnovi mešanega celoštevilskega nelinearnega programiranja, s katerim je mogoča hkratna presoja različnih strategij soproizvodnje sladkorja in bioetanola glede na spreminjajoče se tržne razmere (Krajnc in Glavič, 2009a, COBISS.SI-ID 13399318). Uporabljeno konceptualno načrtovanje procesa je temeljilo na optimizaciji superstrukture za hkratno iskanje ekonomsko in okoljsko optimalne strategije proizvodnje sladkorja in bioetanola. Upoštevana sta bila dva scenarija: prvi scenarij je predvidel že obstoječi obrat za proizvodnjo sladkorja, pri čemer je investicija potrebna le za nadgraditev v soproizvodnjo bioetanola, medtem ko je drugi scenarij predpostavil neobstoječa obrata za proizvodnjo sladkorja in bioetanola in s tem potrebno investicijo v obe tovarni. Optimizacija superstrukture za prvi scenarij je pokazala, da je na podlagi sedanjih tržnih razmer najugodnejše proizvajati sladkor z uporabo sistema 2-stopenjske kristalizacije in preusmeriti sirup B kot ostanek pri kristalizaciji v proizvodnjo bioetanola. Rezultati optimiranja drugega scenarija so pokazali, da preusmeritev surovega soka neposredno v proizvodnjo bioetanola izkazuje najboljše ekonomske rezultate. Uporabljena je bila tudi analiza občutljivosti obeh scenarijev, ki je pokazala učinek spreminjanja izbranih ekonomskih parametrov na izbiro optimalne strategije. Rezultati analize so bili predstavljeni domači strokovni javnosti na posvetovanju Slovenski kemijski dnevi (Krajnc in Glavič, 2009b, COBISS.SI-ID 13467926).

Druga zelo atraktivna tehnologija za proizvodnjo zelene energije je proizvodnja bioplina iz organskih odpadkov in živalske biomase, kot so klavni odpadki iz živilsko predelovalne industrije in živalski gnoj iz kmetijstva. V ta namen je bil razvit matematični model na osnovi mešano celoštevilskega nelinearnega programiranja (MINLP) za preliminarni izbor optimalnega procesa izrabe živalskih in drugih bio-odpadkov (Drobež idr., 2008, COBISS.SI-ID 12622870; 2009a, 13787414; 2009b, COBISS.SI-ID 13472278).

Termin nevzdržna potrošnja se večinoma nanaša na vire energije in uporabo materialov. Potrošnja energije predstavlja velik izziv pri doseganju trajnostnega razvoja. Kljub mnogim okoljskim strategijam, ki se opirajo na izboljšanje energetske učinkovitosti in učinkovitosti materialov, zahteve po energiji naraščajo s povečevanjem prebivalstva, zato uvajanje biogoriv postaja neizogibno. Prav tako so tudi kulturni vzorci človeškega udejstvovanja povezani z vzorci potrošnje energije. V tem kontekstu je bila izvedena študija, v kateri smo razpravljali o odnosu med potrošnjo energije in povečevanjem populacije ljudi, kar je ena izmed ključnih zadev pri doseganju trajnostnega razvoja. Študija razpravlja tudi o družbenih vplivih in omejitvah za racionalno rabo energije (Krajnc D. idr., 2008, COBISS.SI-ID 12377366).

Ker obstajajo kritični pomisleki glede ekoloških, družbenih in gospodarskih posledic proizvodnje biogoriv in kemikalij iz biomase, smo sodelovali na znanstveni delavnici za čezoceansko raziskovanje in razvoj trajnostnega razvoja (Krajnc in Glavič, 2008, COBISS.SI-ID 12752662), na kateri smo diskutirali o različnih tehnoloških možnostih za pretvorbo biomase v biogoriva (npr. razgradnja za proizvodnjo bioplina, sežig za soproizvodnjo toplotne in električne energije, pridobivanje in pretvorba biomase v alkoholno gorivo ali biodizel). Pri oceni smo se osredotočili ne le na rastline in drevesa, ki so vzgajana posebej za proizvodnjo biogoriv v velikem obsegu, ampak tudi na industrijske in kmetijske proizvode in odpadki (npr. gnoj ali odlagališča za bioplin, odpadki, rastlinsko olje za biodizel, melasa iz sladkorne pese pri proizvodnji sladkorja za bioetanol, itd.).

Delovni sklop 5:

Delovni sklop 5 je bil posvečen poročanju o rezultatih in postavitvi spletnega informacijskega središča »Biogoriva v Sloveniji«. V ta sklop je sodila priprava publikacij v znanstvenih in strokovnih revijah, splošne predstavitve na sestankih in konferencah. Njegov namen je vzpostaviti učinkovite stike s pristojnimi strokovnjaki v Sloveniji in tujini. V tem delovnem sklopu so bili pripravljene številni prispevki za konference in posvetovanja, kot so Posvetovanje Globalna finančna kriza ter trajnostni razvoj (COBISS.SI-ID 9869084), Slovenski kemijski dnevi (COBISS.SI-ID 13467926), 11th Annual Meeting NATO Science for Peace and Security, Pilot project on Clean products and processes, Berlin (COBISS.SI-ID 12306454), TARDIS - Trans-Atlantic Research & Development Interchange on Sustainability Scientific Workshop, Graz (COBISS.SI-ID 12752662), NATO Advanced Research Workshop - Energy options impact on regional security, Split (COBISS.SI-ID 13284630), CAPE Forum - Energy and sustainable environment, Limerick, Irska (COBISS.SI-ID 13174550), Workshop for regional renewables and waste to energy intergration and sustainable, Veszprem, Madžarska (COBISS.SI-ID 13512470), Wood Energy Workshop (COBISS.SI-ID 2355878), Obnovljiva energija - biomasa: izkušnje in pogled v prihodnost (COBISS.SI-ID 2356646), France - Slovenia - a new approach for scientific cooperation : What energy for tomorrow? The answers of research (COBISS.SI-ID 2399142), Uvodna delavnica - Biomasni logistični centri (COBISS.SI-ID 2356134), delavnica Lesna biomasa v kmetijstvu (COBISS.SI-ID 2487206), Bioplin & biomasa - Slovensko-nemška gospodarska zbornica - obnovljivi viri energije (COBISS.SI-ID 2487974) idr.

V tem delovnem sklopu je bil pripravljen osnutek spletne strani www.biogoriva.info, ki se bo nadgrajevala z informaciji o biogorivih tudi po izteku projekta. Spletna stran bo služila kot informacijsko središče za različne interesne skupine, ki jih zanimajo vsebine iz projekta. Služila bo kot medij za razširjanje ključnih informacij in rezultatov projekta. Na njej bo objavljeno tudi končno poročilo o projektu.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Z zbiranjem in prestrukturiranjem obstoječega znanja o sistemih proizvodnje biogoriv in ključnih tehnologijah po vzoru izvedljivih bioenergetskih konceptov, projekt razširja bazo znanja, ki zagotavlja osnovo za informirano razpravo deležnikov iz industrijskega, raziskovalnega in javnega sektorja. Projekt je del razširjenih razprav o biomasi in služi razširjanju zbranega znanja in tudi poudarjanju pomembnih razvojnih nalog za uvedbo določenih konceptov proizvodnje bioenergije.

Vpliv projekta na doseganje ciljev EU:

EU se je zavezala k povečanju deleža obnovljivih virov energije na 20 %, kot tudi za povečanje deleža biogoriv v transportnih gorivih na 10 % do leta 2020. Akcijski načrt EU za biomaso določa ključne dejavnosti za spodbujanje bioenergije na trgu. Uvedba rabe biogoriv v Sloveniji zaostaja za referenčnimi vrednostmi evropske smernice (2003/30/ES). Slovenija je soočena z dilemami glede načrtovanja učinkovitih lokalnih bioenergetskih sistemov zaradi izpolnjevanja direktiv EU o uvajanju obnovljivih virov energije, pri čemer so lahko informacije iz projekta nadvse koristne.

Vpliv projekta za blažitev podnebnih sprememb:

V naslednjem desetletju, ko bodo vplivi izkoriščanja biomase na ublažitev emisij ogljikovega dioksida bolj razumljeni in ko se bo trgovanje z ogljikovimi emisijami okrepilo, se bodo skupne nameščene zmogljivosti obratov na biomaso znatneje povečale in bo veliko bioenergetskih projektov izkazovalo dodatne prednost, kot je blaženje podnebnih sprememb.

Vpliv projekta na varnost oskrbe z energijo:

Varnost oskrbe z energijo je kompleksno vprašanje, ki se vrti okoli prihodnje dobave nafte, tehničnih izpadov sistemov oskrbe z električno energijo, sabotаж in terorizma, geopolitike, vremenskih vzorcev itd. Projekt lahko prispeva k zmanjševanju tveganja glede različnih ovir za oskrbo z energijo, ki lahko imajo resne politične posledice.

Vpliv projekta na zaposlovanje:

Izvedeni projekt podpira okrepitev izkoriščanja biomase za energetske namene kot ene izmed smernic prihodnjega razvoja Slovenije. Brez dvoma lahko izkoriščanje biomase vpliva na dodatno zaposlovanje delavcev v kmetijstvu ter zaposlovanje kvalificiranih in nekvalificiranih delavcev v bioenergetskih obratih.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Ne glede na kapaciteto obratov bo potrebno bioenergetske obrate razširiti, da bi zadostili naraščajoče energetske potrebe družbe. Rezultati projekta so koristni za vlagatelje, ki bodo pridobili boljši vpogled v možnosti in priložnosti za bioenergetsko proizvodnjo v Sloveniji. Mnogi potencialni investitorji in razvojniki ne poznajo vseh tehničnih, družbenih in okoljskih vidikov, ki jih je potrebno obravnavati, da je bioenergetski projekt upravičen. Projekt z omogočenim takojšnjim dostopom do informacij o biomasnih surovinah, tehnologijah bioenergetskih obratov, ekonomiki obrata za pretvorbo itd. jim lahko pomaga pri tem razumevanju. Podano znanje in informacije iz projekta bodo pomagali pri načrtovanju kvalitetnih, dobro načrtovanih bioenergetskih obratov, ki bodo nudili visoko stopnjo donosnosti z zadovoljevanje rastočih energetske potreb s trajnostno proizvedenimi bioenergenti. Z nadomestitvijo fosilnih goriv z biomaso je možno zmanjšati emisije strupenih snovi in toplogrednih plinov. Nekatere energetske rastline, zlasti na področjih gojenja trajnih rastlin, zahtevajo razmeroma nizke vložke, v primerjavi z deležem pri mnogih drugih, tradicionalnih poljščinah, podvrženih modernim,

intenzivnim gojitvenim tehnikam. Ena izmed prioritov projekta je bila spodbujanje znanstvenega in tehnološkega napredka, ki je potreben za izzive Slovenije pri zagotavljanju ustrezne rabe biomase do leta 2020. Prednostne naloge projekta so vključevale številne strateške cilje slovenskega kmetijstva, kot so naraščajoče ekonomske priložnosti kmetijskih proizvajalcev za povečanje konkurenčnosti slovenskega kmetijstva ter izboljšane ekonomske možnosti. Rezultati projekta nudijo koristne informacije tudi za procese političnega odločanja in bodo posredno koristili pristojnim ministrstvom (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ministrstvo za gospodarstvo, Ministrstvo za okolje in prostor) pri oblikovanju in načrtovanju ustreznih politik za okrepitev ali uvedbo bolj tehnološko napredni metod proizvodnje bioenergije. Celotni rezultati projekta so objavljeni in bodo v prihodnosti dopolnjevani na spletni strani projekta www.biogoriva.info. Dolgoročno načrtujemo še kar nekaj objav iz projekta v strokovnih in znanstvenih publikacijah in predstavitev na konferencah in okroglih mizah, z namenom širjenja znanja in informacij o načrtovanju bioenergetskih sistemov.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Postavljena spletna stran projekta zahteva registracijo za dostop do informacij projekta, kar omogoča spremljanje interesentov glede projekta. Trenutno so izrazili interes po rezultatih strokovnjaki na konferencah in posvetovanjih, na katerih je bil projekt predstavljen. V prihodnje je pričakovati porast interesa tudi s strani potencialnih investitorjev, oblikovalcev lokalne in nacionalne energetske politike, energetske agencij, občin, lokalne skupnosti ipd.

3.7. Število diplomantov, magistrorv in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

ČUČEK, Lidija. Optimizacija procesa proizvodnje bioetanola s procesnim sintetizerjem MIPSYN: diplomsko delo univerzitetnega študijskega programa. Maribor: [L. Čuček], 2008. XIII, 121 str., tabele. [COBISS.SI-ID 12869910]

TOKOS, Hella. Uporaba računalniško podprte procesne tehnike za integracijo industrijskih procesov: doktorska disertacija. Maribor: [H. Tokoš], 2009. XXIX, 217 str., ilustr., preglednice. [COBISS.SI-ID 13508118] Mentorica: Z. Novak-Pintarič

V teku je priprava diplomske naloge na univerzitetnem študijskem programu na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo UM, ki se navezuje na ekonomsko in okoljsko analizo tehnologij za pretvorbo biomase v biogoriva in se bo zagovarjala septembra 2010.

V zaključni fazi je v pripravi diplomska naloga VSTR študija na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede UM z naslovom »Ekonomska analiza energetske rastlin za predelavo v biomaso«. Naloga je že potrjena na komisiji za študijske zadeve FKBV in se bo

zagovarjala septembra 2010.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

UM FKKT se je z aktivnim raziskovalnim delovanjem na področju uvajanja biogoriv kot obnovljivega vira energije leta 2009 pridružila evropskemu združenju za trajnostne energetske inovacije (ESEIA - european sustainable energy innovation alliance), ki ga vodi Tehniška Univerza Gradec, Avstrija. ESEIA je združenje vodilnih inovacijskih organizacij na področju trajnostnih energetske sistemov z namenom pospeševanja inovacij za uvajanje trajnostnih energetske sistemov v Evropi in drugod v svetu.

V obdobju trajanja projekta je UM FKKT sodelovala z Norveško univerzo za znanost in tehnologijo v projektu podiplomske šole industrijske ekologije, na kateri so bila predstavljena tudi dognanja iz tega projekta (Hertwich idr., 2009, COBISS.SI-ID 13756694). Hkrati je UM FKKT partner v več bilateralnih projektih, ki so tesno povezani z raziskavami glede biogoriv, kot je na primer projekt bilateralnega sodelovanja med Slovenijo in Madžarsko (2009-2010) »Procesna sistemska tehnika in trajnostni razvoj« ter projekt z ZDA (2009-2012) »MINLP sinteza procesov na osnovi alternativnih obnovljivih virov«.

Gozdarski inštitut Slovenije (GIS) je v času trajanja projekta aktivno sodeloval s Kmetijsko gozdarsko zbornico v Gradcu, Združenjem za biomaso iz Padove (AIEL), Tehničnim raziskovalnim centrom iz Finske (Technical Research Centre of Finland) in hrvaško gozdarsko svetovalno službo. Sodelovanje je potekalo na področju analize potencialov lesne biomase ter promocije sodobnih tehnologij pridobivanja, predelave in rabe lesne biomase.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

UM FKKT v združenju ESEIA sodeluje s predlogi in dopolnitvami skupnih raziskovalnih projektov z drugimi člani. V pripravi sta dva predloga, ki se navezujeta na projekt CRP: e-biobusiness in e-biovalue. Projekt e-biobusiness vključuje nove poslovne modele, ki bodo ustvarili inovativne povezave med ponudniki surovinskih virov in tehnologij, kot tudi kupcev, z novimi dobavnimi verigami, ki vključujejo nove logistične strukture na podlagi inovativnih modelov financiranja. Projekt e-biobusiness bo proučil te nove poslovne modele, s posebnim poudarkom na zagotavljanju energije za družbo, ki temelji na bioloških virih in neposredni sončni energiji, ob hkratnem upoštevanju vrednostne verige in tehnoloških mrež, povezanih z novimi oblikami biorafinerij. Drugi projektni predlog z nazivom e-biovalue se navezuje na razvoj orodja za sprejemanje odločitev za deležnike v industriji, politiki, regionalnem upravljanju za določitev različnih vrst biomasnih surovin za optimalno uporabo, z upoštevanjem razpoložljivosti tehnologij, ekonomike in ekoloških prednosti. V bilateralnem projektu z Madžarsko se osredotočamo na optimiranje regionalne energetske oskrbe z uporabo obnovljivih virov s pristopom P-grafa.

GIS z zgoraj omenjenimi tujimi partnerji sodeluje v treh mednarodnih projektih, ki so financirani v okviru EU programa Intelligent energy Europe. V letu 2010 pa smo skupaj prijavi projekt, ki bo pokrival področje promocije pridobivanja, skladiščenja in

proizvodnje lesne biomase iz gozdov in zunaj gozdnih nasadov. Prijavljen je bil tudi projekt čezmejnega sodelovanja med Hrvaško in Slovenijo na temo promocije sodobnega modela energetskega pogodbeništva.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Vodja projekta je v soavtorstvu pripravila poglavje v knjigi mednarodne založbe Springer z naslovom "Development of strategic scenarios and optimal structures for sustainable production of biofuels in Slovenia". Rezultati projekta so bili predstavljeni na napredni raziskovalni delavnici NATO z naslovom »Vpliv energetskih možnosti na regionalno varnost«. Na prireditvi Slovenski kemijski dnevi 2010 je bil predstavljen prispevek z naslovom »Odločitveno orodje za načrtovanje in ocenjevanje integriranega sistema rabe biomase za energetske namene na regionalni ali nacionalni ravni«. V njem je bil predstavljen projekt in razvoj modelirnega orodja za sistemsko optimiranje rabe biomase za energetske aplikacije.

Sodelavca GIS (dr. Nike Krajnc in mag. Mitja Piškur) sta v času trajanja projekta aktivno sodelovali pri izdelavi Akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020. Za omenjen akcijski načrt sta pripravila nekatere vsebine in podatke za poglavje 4.6 "Posebni ukrepi za spodbujanje uporabe energije iz biomase".

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.