

UNIVERZA V LJUBLJANI
FILOZOFSKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GEOGRAFIJO

NEŽA MAROLT

Geografski potencial energetske rastline *Miscanthus x giganteus* s poudarkom na pridelavi biogoriv v Sloveniji

Zaključna seminarska naloga

Mentor: doc. dr. Matej Ogrin

Univerzitetni študijski program
prve stopnje: GEOGRAFIJA

Ljubljana, 2013

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Mateju Ogrinu in dr. Darji Istenič ter podjetju Limnos d.o.o., ki mi je omogočilo opravljanje študentske prakse, med katero sem dobila tudi idejo za svojo zaključno seminarsko nalogo. Zahvaljujem se tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri pripravi zaključne seminarske naloge.

GEOGRAFSKI POTENCIAL ENERGETSKE RASTLINE *Miscanthus x giganteus* S POUDARKOM NA PRIDELAVI BIOGORIV V SLOVENIJI

Izvleček:

Podnebne spremembe so postale dejstvo našega vsakdana in ena pomembnejših tem svetovnih in državnih politik. Kjotski protokol in postkjotski dogovori so mednarodna zaveza držav podpisnic k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. Evropska Unija ima zapisano strategijo zmanjševanja izpustov in obremenjevanja okolja, v okviru katere so določeni tudi cilji Slovenije. Skoraj tretjinski delež izpustov v Sloveniji proizvede promet, zato je v politiki zmanjševanja deležen precejšnje pozornosti. Uveljavljena sta dva pristopa k zmanjševanju emisij v prometu, eden z omejevanjem prometa in spodbujanjem javnega potniškega prometa ter nemotoriziranega prometa v mestih, drugi pa je uvajanje alternativnih vrst goriv v prometu. Biogoriva prve generacije so z vidika prehranske varnosti sporna, zato se vse več pozornosti namenja biogorivom druge generacije. Rastlina *Miscanthus x giganteus* je energetska rastlina z velikim prirastom biomase, ki uspeva tudi na degradiranih površinah, v primerjavi z oljno ogrščico pa je mogoče iz njene biomase pridelati večje količine bioetanol. Ta rastlina bi potencialno lahko izboljšala položaj Slovenije pri oskrbi z biogorivi.

KLJUČNE BESEDE: energetske viri, energetska rastlina, *Miscanthus giganteus*, ogljična nevtralnost, obnovljivi viri energije, Slovenija

GEOGRAPHICAL POTENTIAL OF ENERGY PLANT *Miscanthus x giganteus* WITH FOCUS ON BIOFUEL PRODUCTION IN SLOVENIA

Abstract:

Climate change has become a reality in our everyday life and one of the most important subjects of national and global politics. Kyoto protocol is an international treaty of the participating countries which binds them to reduce their greenhouse gas emissions. The European Union has formalized its strategy to reduce its emissions and environmental footprint and in this document also the goals of Slovenia are given. One third of the emissions in Slovenia are due to traffic, therefore it receives much interest when environmental policies are being formed. There are two common policies for the reduction of emissions from traffic; the first is to reduce the traffic and promote public transport and the second is to introduce alternative fuels. Biofuels of the first generation are controversial from the viewpoint of food production, therefore increasingly more attention is given to biofuels of the second generation. The plant *Miscanthus x giganteus* is an energy plant with a high yield of biomass that can grow also on degraded areas and more bioethanol can be produced from it compared to rapeseed. This plant has the potential to improve Slovenian biofuel production.

KEY WORDS: energy sources, energy plant, *Miscanthus giganteus*, carbon neutrality, renewable energy, Slovenia

VSEBINA

1. UVOD.....	5
1.1. Uporabljena terminologija	6
2. NAMEN, CILJI IN DELOVNE HIPOTEZE	7
2.1. Metodologija.....	7
3. MEDNARODNA DOLOČILA IN DOLOČILA EVROPSKE UNIJE O ZMANJŠANJU EMISIJ TOPLOGREDNIH PLINOV.....	8
3.1. Kjotski protokol	8
3.2. Evropska energetska politika	9
4. BIOGORIVA V SLOVENIJI	11
4.1. Biogoriva.....	11
4.2. Zelena knjiga za Nacionalni energetski program.....	14
4.3. Gojenje energetskih rastlin v Sloveniji	14
4.4. Konflikt gojenja energetskih rastlin s prehransko samooskrbo Slovenije	17
5. MISKANTUS (<i>Miscanthus x giganteus</i>).....	19
5.1. Energetska rastlina <i>Miscanthus x giganteus</i>	19
5.2. Gojenje miskantusa na degradiranih zemljinah	22
5.3. Intervju s pridelovalcem	23
6. GEOGRAFSKI POTENCIAL ENERGETSKE RASTLINE MISKANTUS V SLOVENIJI	25
6.1. SWOT analiza.....	25
6.1.1. Prednosti.....	25
6.1.2. Slabosti.....	26
6.1.3. Priložnosti.....	26
6.1.4. Nevarnosti.....	27
6.2. Ključne ugotovitve.....	27
7. PREHOD K NIZKO OGLJIČNI DRUŽBI	29
8. ZAKLJUČEK	31
9. SUMMARY	32
10. VIRI IN LITERATURA	33
11. SEZNAM PRILOG.....	36

1. UVOD

V svoji zaključni seminarski nalogi sem podrobno predstavila energetska rastlino *Miscanthus x giganteus* (slovensko miskantus) in njen potencial za Slovenijo. Raziskovanje je poseglo na več področij; tako biogeografije, kot tudi energetike in ekologije, poudarek pa sem namenila pridelavi biogoriva. Evropska Unija predvideva 20 % delež biogoriv v pogonskih gorivih do leta 2020. Ta cilj naj bi dosegla tudi Slovenija, vendar pa je gojenje energetskih rastlin na že tako omejenih kmetijskih površinah in ob izredno nizki stopnji samooskrbe s hrano nesmotrno in v neskladju s perspektivo trajnostnega razvoja Slovenije. Omenjena rastlina ima precej prednosti pred ostalimi energetskimi rastlinami. Prva je zagotovo, da ima večji hektarski donos in je iz nje mogoče pridobiti več etanola kot iz semen oljne repice. Druga velika prednost pa je ta, da lahko raste na onesnaženih zemljinah, ki niso primerne za kmetijsko proizvodnjo hrane, poleg tega pa v svojo biomaso vgrajuje onesnažila, kot so na primer težke kovine, in s tem čisti zemljinu, v kateri raste. Tako se miskantus lahko uporablja tudi za ekoremediacije onesnaženih zemljin, degradiranih površin in deponij.

Prvi del seminarske naloge je pregled direktiv in uredb glede izpustov toplogrednih plinov (TGP) v Evropski Uniji in zavez Kjotskega protokola, ki veljajo tudi za Slovenijo in biogoriv v Sloveniji. Skoraj tretjinski (29,2 % v letu 2011) delež izpustov toplogrednih plinov pri nas prispeva promet, zato to področje potrebuje precejšnjo pozornost (Greenhouse gas – data viewer, 2013). V drugem delu sem podrobneje predstavila energetska rastlino *Miscanthus x giganteus* in možnosti njenega gojenja ter uporabe v Sloveniji. V zadnjem delu sem obravnavala vlogo biogoriv pri prehodu Slovenije v nizkoogljično družbo.

1.1. Uporabljena terminologija

Terminologijo sem prevzela po 2. členu Direktive 2009/28/ES, ki jo povzema po opredelitvah iz Direktive 2003/54/ES.

“**energija iz obnovljivih virov**” pomeni energijo iz obnovljivih nefosilnih virov, namreč veter, sonce, aerotermalno, geotermalno in hidrotermalno energijo ter energijo oceanov, vodno energijo, biomaso, plin, pridobljen iz odpadkov, plin, pridobljen z napravami za čiščenje odplak, in biopline.

“**biomasa**” pomeni biološko razgradljive dele proizvodov, odpadkov in ostankov biološkega izvora iz kmetijstva (vključno s snovmi rastlinskega in živalskega izvora), gozdarstva in z njima povezanih proizvodnih dejavnosti, vključno z ribištvom in ribogojstvom, ter biološko razgradljive dele industrijskih in komunalnih odpadkov.

“**tekoče biogorivo**” pomeni tekoče gorivo za energetske namene razen za transport, tudi električno energijo in energijo za ogrevanje in hlajenje, proizvedeno iz biomase.

“**biogorivo**” pomeni tekoče ali plinasto gorivo, namenjeno uporabi v prometu, proizvedeno iz biomase.

2. NAMEN, CILJI IN DELOVNE HIPOTEZE

Namen zaključne seminarske naloge je predstaviti rastlino iz družine trav, *Miscanthus x giganteus*, ki izvira z Japonske, v Zahodni Evropi in Združenih državah Amerike pa je poznana predvsem kot energetska rastlina. Njene prednosti so nezahtevni rastiščni pogoji in velik letni prirast biomase. Uporablja se jo predvsem za pridobivanje etanola in kot peletno kurivo v pečeh na lesno biomaso.

Cilj je izdelati analizo možnosti gojenja in uporabe te energetske rastline v Sloveniji, s poudarkom na proizvodnji biogoriv. Ta analiza predstavi njeno potencialno vlogo pri doseganju direktiv Evropske Unije glede biogoriv (najmanj 10 % delež biogoriv v končni porabi goriv do leta 2020). Poleg tega so proizvodi iz te rastline ogljično nevtralni, kar je pomembno z vidika prehoda Slovenije v nizkoogljično družbo do leta 2050.

Skozi delo sem sledila trem hipotezam:

- Slovenija mora do leta 2020 povečati delež biogoriv na 10 % v pogonskih gorivih, vendar ima omejene možnosti pridelave energetskih rastlin.
- Pridelava biogoriv v Sloveniji je v konfliktu s pridelavo hrane in prehransko samooskrbo.
- Energetska rastlina miskantus (*Miscanthus x giganteus*) ima velik potencial za pridelavo biogoriv v Sloveniji.

2.1. Metodologija

Zaključno seminarsko nalogo sem razdelila na dva večja sklopa. V prvem sem pregledala direktive in uredbe Evropske Unije, ki zajemajo podnebne spremembe, zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov in biogoriva, ter dokumente, ki jih je na to tematiko sprejela Republika Slovenija. Poleg tega sem se dotaknila tudi mednarodnega dogovora članic Združenih narodov, Kjotskega protokola, katerega podpisnica je tudi Slovenija. Znotraj določil in dokumentov za Slovenijo sem se posvetila tudi dosedanjemu stanju na področju biogoriv. Uporabila sem predvsem metode kabinetnega dela, pregled obstoječe literature, dokumentov Evropske Unije in Slovenije, ter statističnih podatkov Urada za Statistiko Republike Slovenije in Eurostata.

V drugem delu sem predstavila energetska rastlino *Miscanthus x giganteus*, njene lastnosti, rastiščne pogoje in možnosti uporabe ter predelave v biogoriva. Ob izdelanem širokem pregledu vseh objektivnih dejstev sem na podlagi pridobljenega znanja izdelala SWOT analizo možnosti gojenja miskantusa v Sloveniji.

Zadnji del sem namenila strategijam prehoda Slovenije v nizkoogljično družbo do leta 2050.

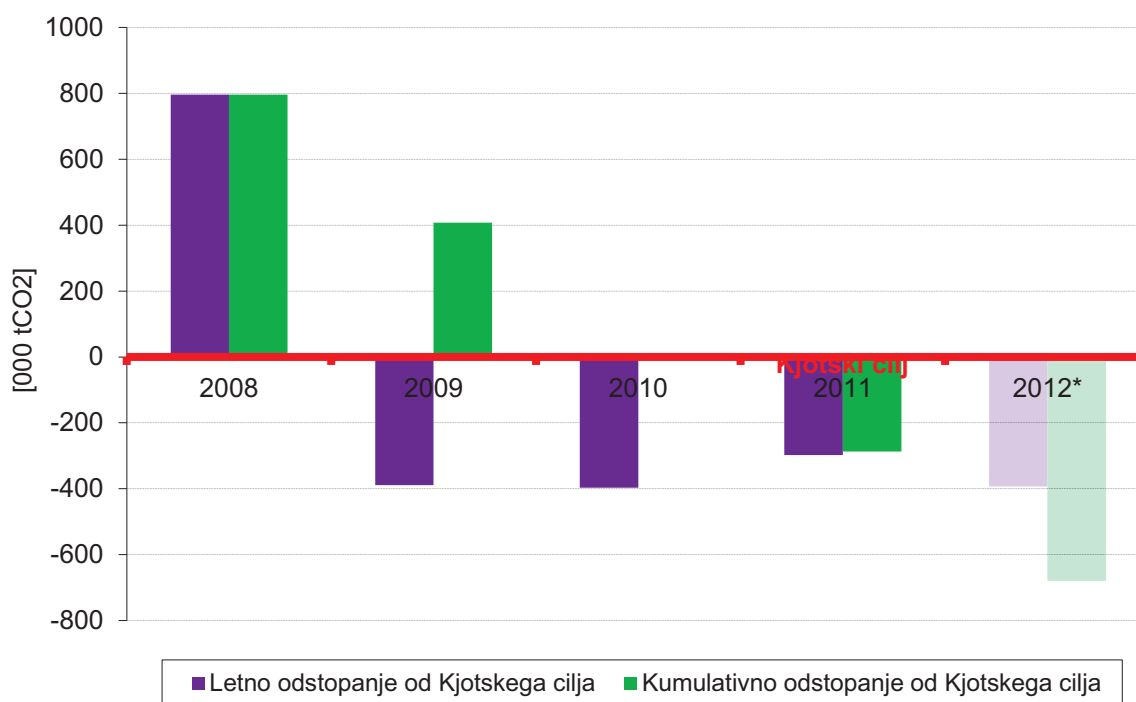
3. MEDNARODNA DOLOČILA IN DOLOČILA EVROPSKE UNIJE O ZMANJŠANJU EMISIJ TOPLOGREDNIH PLINOV

3.1. Kjotski protokol

Kot odziv na velike izpuste toplogrednih plinov in spreminjajoče se podnebje so Združeni narodi leta 1992 na Svetovnem vrhu v Riu de Janeiru sprejeli Okvirno konvencijo o spremembi podnebja. Pet let kasneje je bil za operacionalizacijo konvencije sprejet Kjotski protokol, ki zavezuje države podpisnice k zmanjšanju lastnih emisij toplogrednih plinov za določene količine. Slovenija je h konvenciji pristopila leta 1995 ter ratificirala protokol skupaj z državami Evropske Unije leta 2002 (Slovenija - nizkoogljična družba, Strategija izobraževanja in komunikacije, 2012). Izhodiščno leto za Slovenijo je 1986, do leta 2012 pa je morala zmanjšati emisije za 6 % glede na izhodiščno leto.

Slovenija bo na podlagi evidenc obdobja 2008-2011 in znanih podatkov o gibanjih rabe energentov najverjetneje dosegla Kjotske cilje v zaključenem obdobju do leta 2012 in sicer predvsem na račun gospodarske krize, ki je zmanjšala obseg gospodarskih dejavnosti in posledično tudi izpuste toplogrednih plinov. Končne evidence emisij toplogrednih plinov za leto 2012 bodo pripravljene oziroma objavljene šele v marcu 2014, nato sledi še recenzija UNFCCC (Urbančič, 2013).

Slika 1: Kje smo glede doseganja obstoječih Kjotskih ciljev 2008-2012.



Vir: Kranjc, 2013.

Slika 1 prikazuje približevanje izpustov TGP Slovenije k Kjotskim ciljem do leta 2012 (diagram je posredoval mag. Andrej Kranjc iz Ministrstva za kmetijstvo in okolje (MKO)). Iz teh podatkov je razvidno, da bo Slovenija svoje zaveze iz Kjotskega protokola v prvem ciljnem obdobju dosegla. Glede na emisije 2008-2011 in na podlagi preliminarne ocene za leto 2012 je razvidno, da bo kumulativno presegla obveznosti za približno 650.000 tCO₂e (ekvivalent CO₂) (Kranjc, 2013).

3.2. Evropska energetska politika

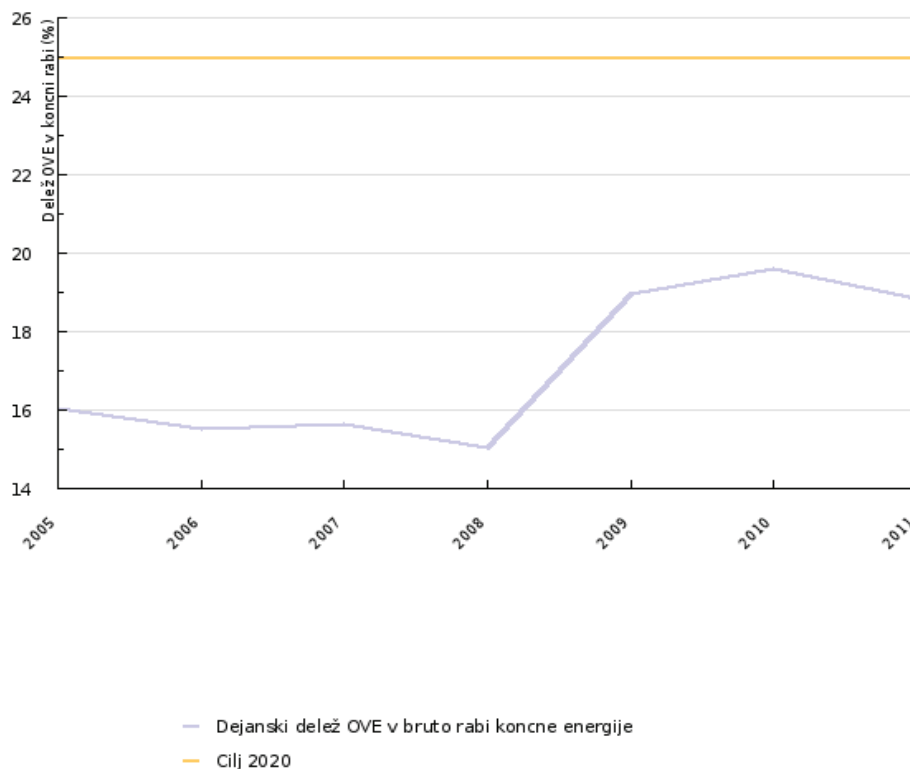
Glavni namen direktive Evropske Komisije o obnovljivih virih energije iz leta 2009 (Direktiva 2009/28/ES) je zmanjšati emisije toplogrednih plinov in odvisnost Evropske Skupnosti od vse dražjih uvoženih energentov. Poleg uvajanja obnovljivih virov energije navaja tudi pomembno vlogo povečanja energetske učinkovitosti na vseh področjih. Povečana poraba dragih uvoženih energentov postaja ovira za evropsko gospodarstvo, saj se končni produkti in storitve dražijo. Prav zato v tem dokumentu komisija opredeljuje obnovljive vire energije kot priložnost za mala in srednje velika podjetja na lokalni in regionalni ravni. S tem se spodbuja regionalni razvoj in kohezija ter ustvarjanje novih delovnih mest, kar je za Evropo v času recesije izrednega pomena (Direktiva 2009/28/ES, 2009). Že leta 2007 potrjeni sklep o doseganju 20 % deleža obnovljivih virov energije v končni porabi energije do leta 2020 ima dodatno zavezo za prometni sektor, ki v EU ustvari četrtno vseh izpustov toplogrednih plinov (Greenhouse gas emissions by sector, 2013). Zaveza je obvezni najmanj 10 % delež biogoriv v porabi bencina in dizelskega goriva v prometu do 2020, ki ga morajo doseči vse države članice, med njimi tudi Slovenija. Kako bo obvezni delež posamezna država dosegla mora biti zapisano v Nacionalnem akcijskem načrtu za obnovljivo energijo, uvedba pa mora biti stroškovno učinkovita. Ob tem se v Direktivi navaja, da je zavezujoč značaj cilja za biogoriva ustrezen le, če bo proizvodnja trajnostna in bo na trgu na voljo druga generacija biogoriv. Zato je tudi bistveno razviti in izpopolniti učinkovita trajnostna merila za biogoriva, saj bodo le biogoriva pridelana na trajnostni način dosegla svoj bistveni namen zmanjšanja emisij toplogrednih plinov v celotni verigi od proizvodnje do končne porabe. Evropski svet je pred tem junija 2008 predlagal oceno morebitnih vplivov proizvodnje biogoriv na kmetijske prehranske izdelke, poleg tega pa tudi oceno okoljskih in socialnih posledic proizvodnje in porabe biogoriv. Sporna je predvsem proizvodnja biogoriv na biološko raznovrstnih zemljiščih. Biogoriva bi se morala spodbujati na način, ki bi pospeševal večjo kmetijsko produktivnost in uporabo saniranih degradiranih površin oziroma zemljišč (Direktiva 2009/28/ES, 2009). Miskantus je zato primerna energetska rastlina, saj dobro uspeva tudi na prsteh, onesnaženih s težkimi kovinami.

Spodbujala naj bi se predvsem uporaba biogoriv v prometnem sektorju, vendar le za biogoriva, ki dosegajo trajnostna merila. Biogoriva, ki ne izpopolnjujejo trajnostnih meril, se ne upoštevajo v obvezni 10 % delež biogoriv v pogonskih gorivih in drugih tekočih gorivih. Razvoj se zato vedno bolj usmerja k biogorivom druge generacije.

V 17. členu omenjene direktive so zapisana Trajnostna merila za pogonska biogoriva in druga tekoča biogoriva. Trajnostna merila najprej narekujejo območja, kjer se biogoriva ne smejo pridelovati. Sem sodijo zemljišča velikega pomena za ohranjanje biološke raznovrstnosti, kot so pragozd, gozd z avtohtonimi vrstami, gozd brez vidnega človekovega delovanja in večjih posegov v ekološke procese ter travinje z veliko biotsko raznovrstnostjo. Drugo merilo, ki omejuje zemljišča za pridelavo biogoriv so zemljišča z visoko zalogo ogljika, kot so mokrišča, šotišča in gozdnata območja. Že ob upoštevanju trajnostnih meril imajo biogoriva v primerjavi z bencinom ali dizelskim gorivom do 35 % prihranek emisij toplogrednih plinov.

Splošni nacionalni cilj za Slovenijo iz Direktive 2009/28/ES je dvig deleža energije iz obnovljivih virov v končni bruto porabi energije na 25 % glede na izhodiščno leto 2005, ko je delež energije iz obnovljivih virov v končni bruto porabi znašal 16 %. Na sliki 2 so prikazane vrednosti kazalnika Delež obnovljivih virov v končni bruto porabi energije s katerim merimo uspešnost doseganja zgoraj omenjenih ciljev. Leta 2008 je bil delež najnižji in je znašal 15 %, po uspešnejšem letu 2010 s 19,5 % pa je sledil ponoven upad. Delež niha predvsem zaradi nihanja končne celotne bruto porabe energije, zato je težko predvideti nadaljnji potek gibanja deleža obnovljivih virov energije.

Slika 2: Gibanje deleža OVE v bruto rabi končne energije glede na cilj za leto 2020



Vir: Česen, Urbančič, 2012.

4. BIOGORIVA V SLOVENIJI

4.1. Biogoriva

Biogorivo je trdno, tekoče ali plinasto gorivo proizvedeno iz nefosilnih rastlin ali živalskih surovin, ki jih poznamo pod imenom biomasa. Najbolj poznane so tri vrste biogoriv; bioetanol, biodizel in bioplin. Prva dva sta že v široki uporabi, največ pa se tekoča biogoriva uporabljajo v prometnem sektorju (Biofuels, 2013).

Tekoča biogoriva delimo na tri glavne skupine ali generacije. Prva generacija biogoriv se proizvaja iz sladkorjev, škroba ter rastlinskih olj in živalskih maščob s pomočjo konvencionalnih tehnologij. Na ta način se pridobivajo biodizel, bioalkoholi in bioplin ter sintetični plin (syngas). Problem prve generacije biogoriv je predvsem konflikt s prehransko preskrbo, saj ni več jasno ali se koruza proizvaja za prehrano človeka ali za pogonska goriva. Druga generacija biogoriv je zato proizvedena iz energetskih rastlin, ki niso namenjene prehrani ljudi, in iz odpadne biomase, kot so stebela pšenice in koruze, lesni ostanki, posebnih oblik energetskega lesa iz energetskih rastlin, kot je miskantus. Tehnologija pridobivanja biogoriv druge generacije je še v »razvoju«, deluje pa po principu biomasa-v-tekočino (Biomass-to-Liquids, uporablja se kratica BtL). Na ta način se proizvaja biovodik, biometanol, biovodikov dizel, mešani alkoholni in lesni dizel. Tretja generacija biogoriv pa naj bi za osnovno proizvodno surovino uporabljala biomaso alg. Nekatere vrste alg lahko v primerjavi z drugimi kulturnimi rastlinami, kot je na primer soja, proizvedejo do 30-krat več energetskih maščob na hektar, vendar je ta postopek pridobivanja še v fazi razvoja (Energija biomase oz. biogoriva, 2013).

Biogoriva se kot alternativna vrsta goriv uporabljajo tudi v Sloveniji. Julija leta 2010 je Slovenija sprejela Akcijski načrt za obnovljive vire energije, v katerem je zapisala cilje slovenske energetske politike za obnovljive vire in finančne načrte za uresničevanje teh. Ta dokument je napisan v skladju z Direktivo Evropske komisije 2009/28/ES, ki državam članicam nalaga zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in uvajanje obnovljivih virov energij. En izmed ciljev Akcijskega načrta je uveljaviti obnovljive vire energije kot prioriteto gospodarskega razvoja, poleg tega pa naj bi se z zastavljenimi cilji in ukrepi pospešil tudi prehod Slovenije v nizkoogljično družbo (Akcijski načrt za obnovljive vire za obdobje 2010-2020 (AN OVE) Slovenija, 2010).

Letni cilji postopnega povečevanja (najmanjšega) deleža biogoriv v končni porabi so določeni z Uredbo o pospeševanju uporabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv za pogon motornih vozil (Ur. l. RS , št. 103/2007), vrednosti pa znašajo:

Slika 3: Letni cilji za delež biogoriv v pogonskih gorivih

2007	2 %
2008	3 %
2009	4 %
2010	5 %
2011	5,5 %
2012	6 %
2013	6,5 %
2014	7 %
2015	7,5 %

Vir: Uredba o pospeševanju uporabe biogoriv ..., 2007.

Strokovna skupina, ki je pripravila Zeleno knjigo o Nacionalnem energetskega programu, je za primeren cilj do leta 2020 zapisala 12 % delež biogoriv v končni porabi (Zelena knjiga ..., 2009).

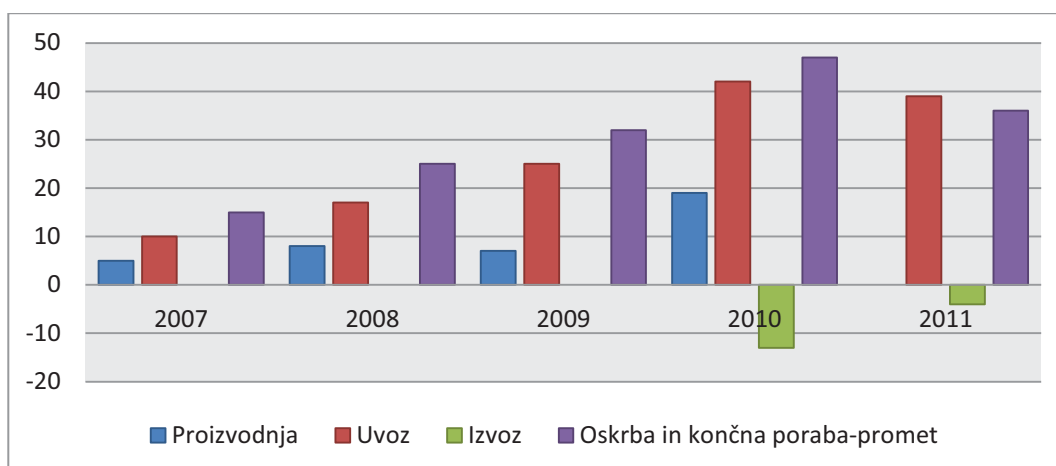
Zakon o trošarinah (Uradni list RS, št. 2/07, 25/09, 41/09) navaja, da so biogoriva v čisti obliki oproščena plačila trošarin, v primeru, da gre za mešanico s fosilnimi gorivi ali standardizirana goriva z vsebnostjo biogoriv se trošarina zniža za največ 5 %. S tem členom zakona naj bi se spodbujalo povečanje deleža biogoriv v mešanicah z motornimi bencini (Zelena knjiga ..., 2009).

Energetska rastlina miskantus se po Akcijskem načrtu za OVE uvršča med biogoriva v sektor izvora Biomasa iz kmetijstva in ribištva, vrsta biomase pod točko 1. kmetijske rastline in ribiški proizvodi, neposredno zagotovljeni za proizvodnjo energije, podtočka (d) druge energetske rastline (trave) (Akcijski načrt za obnovljive vire za obdobje 2010-2020 (AN OVE) Slovenija, 2010).

Poleg omenjenih dokumentov je v skladu z evropskimi uredbami Vlada RS sprejela tudi Uredbo o trajnostnih merilih za biogoriva (Ur.l. RS, št. 38/2012), minister za kmetijstvo in okolje pa Pravilnik o monitoringu trajnostnih meril za biogoriva, v katerem so navedeni načini monitoringa, ter pogoji za pridobitev pooblastil za pooblašcene izvajalce monitoringa (Biogoriva, 2013).

Uporabniki goriv v Sloveniji imajo možnost nakupa mešanice mineralnega dizelskega goriva in biodizla z do 7 % vsebnostjo biokomponente, ter mešanice motornega bencina z do 10 % vsebnostjo biokomponente. Prav tako je na določenih mestih možno kupiti čisto obliko biodizla. Vsa omenjena biogoriva, ki se pojavljajo v mešanicah, so biogoriva prve generacije. Ker niso povsem v skladu s trajnostnimi merili, bodo v prihodnjih letih nadomeščena z biogorivi druge ali tretje generacije, ki bodo okolju bolj prijazna in ne bodo posegala na področje oskrbe prebivalstva s prehrambeni izdelki (Biogoriva, 2013). Biogoriva se v Sloveniji trenutno proizvajajo predvsem iz semen oljne ogrščice, ki je gojena na kmetijskih površinah.

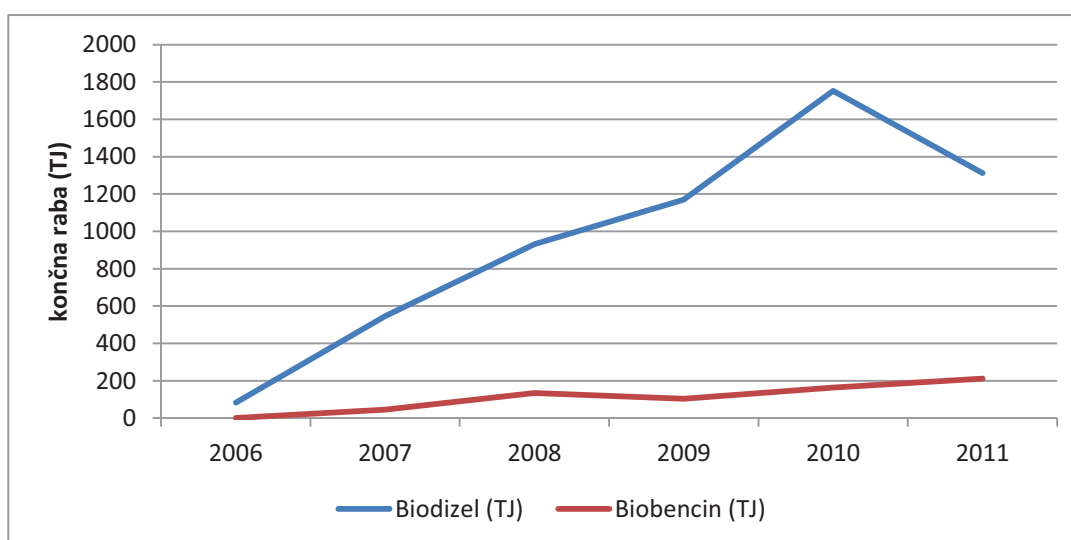
Slika 4: Bilanca oskrbe z biodizelskim gorivom v Sloveniji (v 1000 t).



Vir podatkov: SI-STAT, 2013.

Podatki Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) o bilanci oskrbe z biodizelskim gorivom v Sloveniji so dostopni od leta 2007 naprej (slika 4). Iz podatkov je razbrati, da se biodizelsko gorivo v celoti porabi v prometu za motorje z notranjim izgorevanjem. Proizvodnja v Sloveniji ne zadošča potrebam in zato se večji delež biogoriv uvaža iz držav članic Evropske Unije in iz tretjih držav. Med biogoriva v zgornji tabeli so vštetni naslednji proizvodi, ki se po Direktivi 2003/30/ES štejejo med biogoriva: bioetanol, biodizel, bioplín, biometanol, biodimetiler, bio-ETBE (etil-terciarni-butiler), bio-MTBE (metil-terciarni-butiler), sintetična biogoriva, biovodik, čisto rastlinsko olje (Žitnik et al., 2011). V letu 2010 je bilo v končni porabi največ biogoriv v primerjavi z ostalimi leti.

Slika 5: Poraba obnovljivih virov energije; biodizel in biobencin.



Vir podatkov: SI-STAT, 2013.

Največ obnovljivih virov energije v prometu se porabi v obliki biodizla – v letu 2010 skoraj 8-krat več kot biobencina. Vendar pa v strukturi porabe goriv v prometu tekoča biogoriva v letu 2010 predstavljajo le 1,6 %. V letu 2009 je v državah EU-27 delež biogoriv v strukturi porabe znašal 3 %, največji delež biogoriv v prometu pa ima med članicami Slovaška in sicer kar 8 % (Žitnik et al., 2011). Druge najuspešnejše države pri uvajanju biogoriv so Nemčija, Avstrija in Francija. Nemčija in Francija sta tudi največji evropski proizvajalki biogoriv (Plevnik, Kozina, Polanec, 2011).

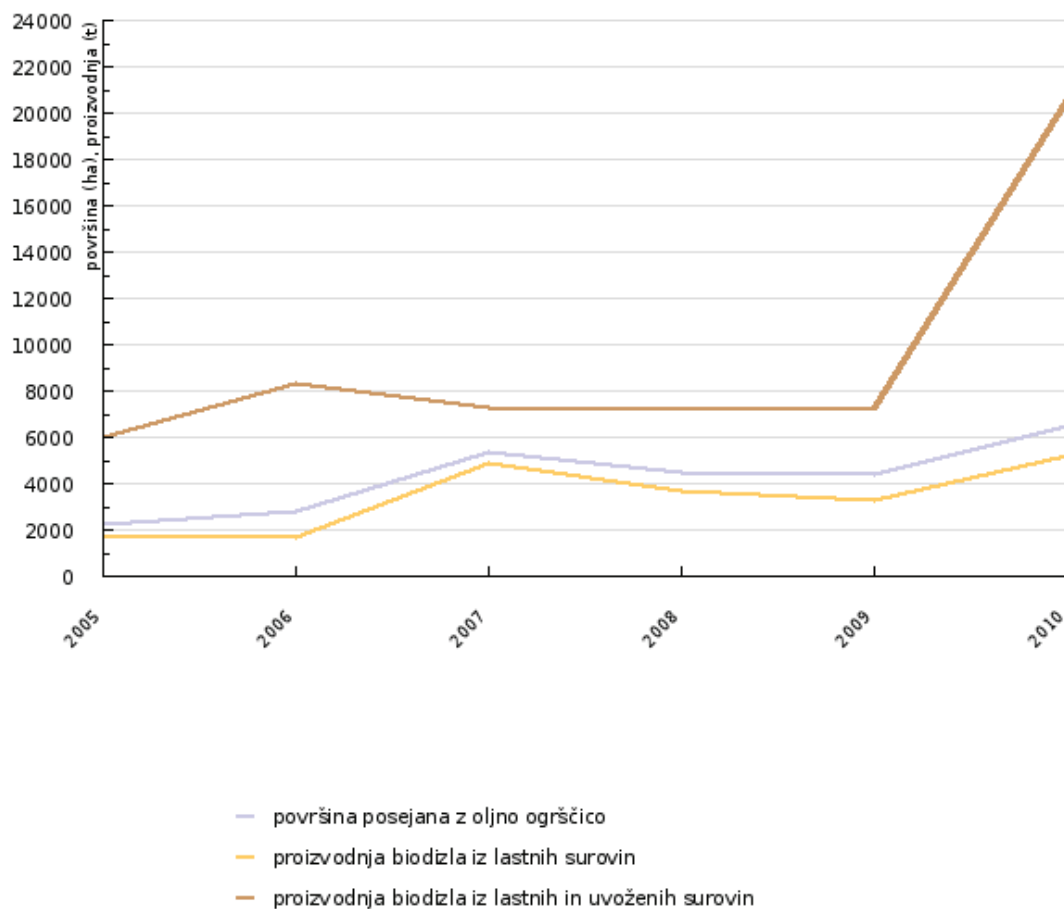
4.2. Zelena knjiga za Nacionalni energetske program

Slovenija ima v svojem energetskega načrtu zapisane tudi možnosti za biogoriva, predvsem zaradi Direktive Evropske Unije, ki predvideva obvezni minimalni delež biogoriv v pogonskih gorivih. Aprila leta 2009 je Ministrstvo za gospodarstvo izdalo dokument z naslovom Zelena knjiga za Nacionalni energetskega program, posvetovalni dokument za javno obravnavo, v katerem je predstavljen dosednji obseg biogoriv in možnosti pridelave v Sloveniji (Zelena knjiga ..., 2009). V Sloveniji trenutno ni večjih proizvodnih zmogljivosti za pridelavo biogoriv, zato se jih več kot 90 % kupuje v Evropski Uniji in uvaža iz tretjih držav, da se zagotovi zahtevani delež biogoriv v mešanicih pogonskih goriv. V Sloveniji je največ možnosti za pridelavo biodizla ali čistega rastlinskega olja iz semen oljne ogrščice, vendar pa Slovenija še nima obratov za proizvodnjo bioetanol ali drugih oblik biogoriv, ki jih je mogoče mešati z motornimi bencini. Prav tako pri nas še ni rafinerij oziroma obratov za vmešavanje biogoriv v motorne bencine. Cilje bo Slovenija dosegla le z uvozom biogoriv ali surovin, zato bi morali pozornost pri izpolnjevanju cilja nameniti trajnostni proizvodnji doma in uvozu ter se prednostno usmeriti k biogorivom druge generacije (Zelena knjiga ..., 2009). Na tem področju ima Slovenija še potencial za razvoj novih manjših podjetij, od proizvodnje surovin za biogoriva, obratov za predelavo in rafiniranje. S tem bi ob proizvodnji čistih biogoriv druge generacije na okolju prijazen način dobili tudi nova, zelena delovna mesta. Priložnosti za razvoj te panoge bo finančno spodbujala tudi Evropska Unija, ki bo v prihodnje sredstva namenjala le še razvoju in proizvodnji biogoriv druge generacije.

4.3. Gojenje energetskih rastlin v Sloveniji

Kazalci okolja, ki jih pripravlja Agencija Republike Slovenije za Okolje, prikazujejo stanje in razvoj okolja v Sloveniji. S podatki, ki jih zbirajo državni uradi in ARSO, so narejene analize, rezultati pa so predstavljeni in javno dostopni v obliki grafov, kart in komentarjev. Izmed več kot 180 kazalcev okolja, je za spremljanje napredka na področju biogoriv voden kazalec [PR13] Uvajanje alternativnih vrst goriv v prometu (Plevnik, Kozina, Polanec, 2011). Definicija kazalca pove, da meri predvsem dinamiko pridelave biodizla in rabe biogoriv v dizelskem gorivu in motornem bencinu. Zadnja objava iz leta 2011 kaže, da Slovenija ne dosega referenčnih vrednosti iz Direktive EU o spodbujanju rabe biogoriv in drugih obnovljivih virov v prometu. Odmike od referenčnih vrednosti Slovenija argumentira z omejenimi možnostmi proizvodnje biogoriv.

Slika 6: Dinamika pridelave biodizla v Sloveniji.

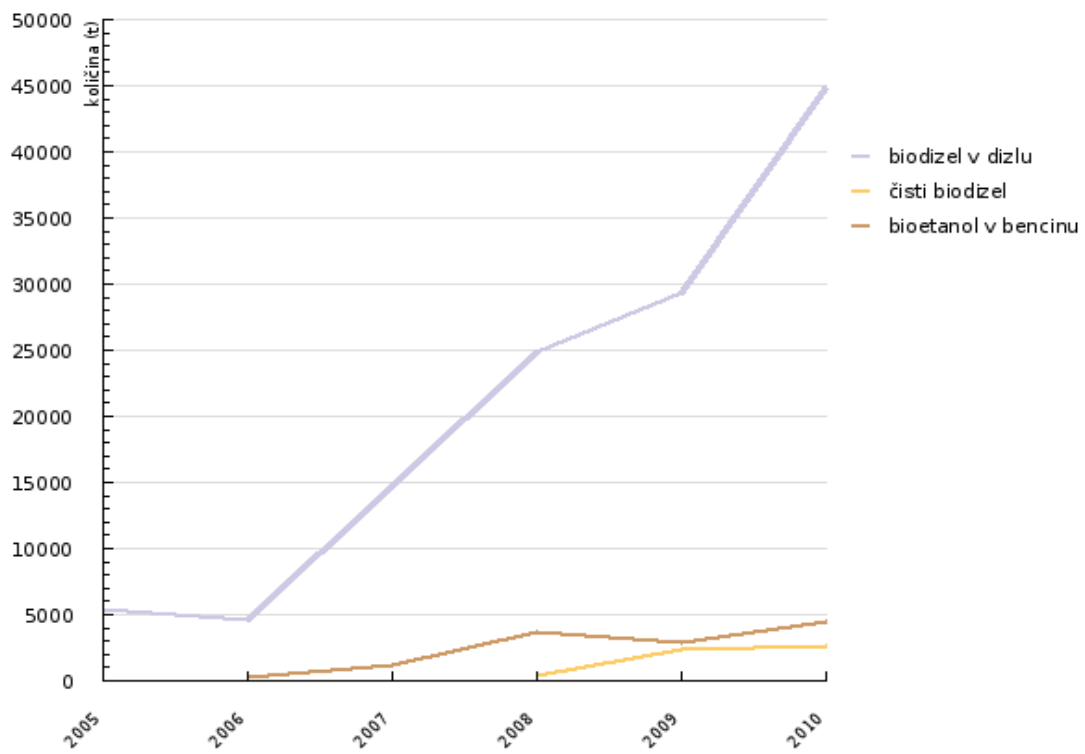


Vir: Plevnik, Kozina, Polanec, 2011.

V Sloveniji se čistega biodizla proda izredno malo, nekoliko več je bioetanola v bencinu, medtem ko se največ biodizla proda v mešanici z dizelskim gorivom. Tako razmerje je bilo tudi v letu 2010, pri čemer vsebnost biodizla v dizelskem gorivu ni presegla 5 %. Delež biogoriv v mešanici pogonskih goriv morajo zagotoviti distributerji goriv (Plevnik, Kozina, Polanec, 2011).

Slovenija ima samo eno registrirano podjetje, ki proizvaja biogoriva, deluje pa od leta 2009. Njegova letna proizvodnja je ocenjena na 25.000 ton biodizla letno. To podjetje proizvaja biogoriva prve generacije predvsem iz uvoženih olj, odpadnih jedilnih olj in živalskih maščob ter v manjši meri tudi iz v Sloveniji pridelanega semena oljne ogrščice (Plevnik, Kozina, Polanec, 2011).

Slika 7: Raba biogoriv v dizelskem gorivu in motornem bencinu v Sloveniji.



Vir: Plevnik, Kozina, Polanec, 2011.

4.4. Konflikt gojenja energetskih rastlin s prehransko samooskrbo Slovenije

Prehranska samooskrba Slovenije je strateškega pomena, saj nam zagotavlja stabilnejšo oskrbo in zdravo hrano. Leta 2008 je bila v Sloveniji splošna stopnja samooskrbe le 50 % (Plut, 2011).

Koncept prehranske samooskrbe zajema sistem zagotavljanja hrane tudi v izrednih in kriznih razmerah. Koncept bi moral biti vključen v celotno verigo od proizvajalcev prek živilske industrije do trgovcev. Prehranska samooskrba ima dve razsežnosti, prva je zagotovitev trajnostne samooskrbe s pospeševanjem porabe lokalnih proizvodov, sledijo pa ji posredni in neposredni vplivi na zdravje, okolje in gospodarstvo. Prehranska samooskrba v Sloveniji je na izredno nizki ravni. Potrebe po mesu in jajcih lahko pokrijemo sami, slabo polovico žit in krompirja moramo uvažati, medtem ko pri sadju in zelenjavi dosegamo le tretjinsko samooskrbo. 32 % ozemlja Slovenije zajemajo kmetijska zemljišča, kar znese 880 m² na prebivalca. Po grobih ocenah naj bi za popolno preskrbo potrebovali vsaj 2000 m² na prebivalca. Največ kmetijskih površin je v zadnjih desetletjih odnesla pozidava in izgradnja cestnega omrežja. Za dvig samooskrbe s hrano iz lokalnih virov se v slovenskih regijah že izvajajo različni projekti spodbujanja proizvodnje in promocije lokalnih izdelkov pod skupnimi blagovnimi znamkami za večjo prepoznavnost. Hrana iz lokalnega okolja ima mnoge prednosti, saj uvoz zaradi prevoza hrano podraži, poleg tega pa nastajajo tudi okoljski stroški zaradi onesnaževanja okolja. Zaradi daljšega prevoza se izgublja prehranska vrednost živil, kar vpliva na kakovost, prav tako pa je tudi potrebno dodatno kemično tretiranje, da se živila med prevozom ohranijo (Perpar, Udovič, 2010).

Biogoriva imajo tudi negativne posledice za okolje in družbo. Slednji predstavlja največjo težavo konflikt med pridelavo biogoriv in prehransko varnostjo. Rastline, ki se gojijo za pridelavo bioetanolu in biodizla so predvsem sladkorna pesa, koruza in druge krmne rastline. Poleg tega predelava biogoriv tekmuje s pridelavo hrane za ljudi na omejenih kmetijskih površinah. S povečanim povpraševanjem po biogorivih se dviga njihova cena in gojenje tovrstnih posevkov se kmetovalcem izplača. Posledično se zmanjšajo površine, ki so namenjene gojenju posevkov za hrano ljudi in krmo živali, zmanjšajo se tudi končne pridelane količine, kar pa dvigne ceno hrane. V zadnjih nekaj letih se cene hrane dvigujejo tudi kot posledica pridelave biogoriv, predvsem v Evropi.

Razsežnosti pridelave biogoriv segajo daleč prek meja Evropske Unije. V Braziliji in Indoneziji rastejo veliki monokulturni nasadi oljne palme, ki so v rokah multinacionalk, kot sta veliki evropski naftni podjetji Shell in BP. Uporaba pesticidov in drugih kemičnih sredstev na nasadih že povzroča negativne okoljske posledice, kot je onesnažena podtalnica in onesnažena zemljina na površinah, kjer pridelujejo hrano. V Indoneziji so velike površine gozda posekali in na njih zasadili oljno palmo, pri tem pa vzeli življenjski prostor prvotnim prebivalcem in živalskim vrstam (Ministers block EU proposal to limit some biofuels, 2013). Z monokulturnimi nasadi se zmanjšuje biotska pestrost, hkrati pa se povečujejo pritiski na krčenje tropskega gozda. Tako se bitka med rabo žit za hrano ali proizvodnjo biogoriv prenaša na ozemlja revnih držav, ki se že sedaj srečujejo s pomanjkanjem hrane (Plut, 2010).

Prednostno bi morala Evropska Unija in tudi Slovenija spodbujati lokalno pridelavo rastlin namenjenih biogorivom, saj se tako zmanjšajo stroški prevoza in okoljski stroški, prednosti biogoriv pa so tako večje, saj so končni izpusti emisij toplogrednih plinov še nižji. Vendar ob predpostavki, da gre izključno za energetske rastline, ki niso pridelane na kmetijskih površinah. Tem merilom ustreza energetska rastlina miskantus, latinsko *Miscanthus x giganteus*, predstavljena v naslednjem poglavju.

5. MISKANTUS (*Miscanthus x giganteus*)

Miskantus ali latinsko *Miscanthus x giganteus* je energetska rastlina iz družine trav. Je hibrid med vrstama Sinensis (lat. *Miscanthus sinensis*) in Sacchariflorus (lat. *Miscanthus sacchariflorus*) iz rodu *Miscanthus* (*Miscanthus giganteus*, 2013). Slovensko ime za trave iz rodu *Miscanthus* je kitajski prstasti trstikovec (Botanični vrt, 2012). Rastlina izhaja iz vzhodne Azije, natančneje z Japonske. V Evropi in Severni Ameriki je znana predvsem kot komercialna energetska rastlina, ki se uporablja za ogrevanje, pretvorbo električne energije in za pridelavo biogoriv, kot je bioetanol (*Miscanthus giganteus*, 2013).

5.1. Energetska rastlina *Miscanthus x giganteus*

Sistematika ali taksonomija se ukvarja s sistemom razvrščanja rastlin in živali v določene skupine po njihovi sorodnosti. Taksonomske enote so imenovane z latinskimi imeni, binarno poimenovanje pa je uvedel Carl Linné. Prva beseda je ime rodu iz katerega izhaja rastlina, drugo pa ime vrste, ki se piše z malo začetnico in ponavadi predstavlja neko značilno lastnost rastline (Lovrenčak, 2003). *Miscanthus x giganteus* tako spada v kraljestvo trav in rod miskantusov.

Slika 8: Preglednica taksonomske uvrstitve miskantusa.

RAVEN	<i>Miscanthus x giganteus</i>
kraljestvo	<i>Plantae</i>
razred	<i>Liliopsida</i>
podrazred	<i>Panicoidae</i>
red	<i>Poales</i>
družina	<i>Poaceae</i>
rod	<i>Miscanthus</i>

Vir: GRIN Taxonomy for Plants, 2013; *Miscanthus giganteus*, 2013; Seznam rastlin, 2013.

Kljub svojemu azijskemu izvoru in dejstvu, da je na naših tleh miskantus tujerodna vrsta, trdijo, da je majhna možnost, da bi »ušla« iz nasada. *Miscanthus x giganteus* je sterilni hibrid, ki raste iz korenike ali rizoma in raste zelo počasi. Prednost korenike je tudi ta, da se jo lahko prereže ter ponovno posadi, na ta način pa pridobimo dve novi koreniki za rast rastline (*Miscanthus best practice guidelines* 2010, 2013).

Slika 9: Korenika miskantusa.



Vir: Energie pflanzen, 2013.

Obstaja več vrst miskantusov, vendar je le vrsta »giganteus« primerna za pridobivanje biomase, zaradi njenega velikega ravnega potenciala. Letno lahko v ugodnih pogojih na hektarju površine pridobimo kar 16 ton suhe biomase (Miscanthus best practice guidelines 2010, 2013). V primerjavi s koruzo, ki ima letni prirast 1,7 – 4,5 tone na hektar, je prirast miskantusa več kot trikrat večji (Pridobivanje bioetanola v energetske namene, 2013). V prvih treh letih je količina biomase manjša, kasneje pa v eni rasti sezoni doseže od 2,5 do 3,5 metra višine. Letni cikel miskantusa poteka v treh fazah. Pozno spomladi in poleti je obdobje ravnega dobe, ko iz korenike zrastejo bambusu podobna stebila. Jeseni se ob koncu ravnega dobe začnejo stebila sušiti, najprej odvrže liste, ki prispevajo k zaključenemu krogu biomase in vračanju hranil v zemljinu. Nato se stebila popolnoma posušijo in so pozimi ali zgodaj spomladi primerna za žetev. Nasad miskantusa ima življenjsko dobo najmanj 15 let, nato pa ga je potrebno obnoviti (Miscanthus best practice guidelines 2010, 2013).

Slika 10: Nasad miskantusa.



Vir: Heritage giant miscanthus, 2013.

Miskantus spada v skupino C4 rastlin, za katere je značilno, da reducirajo ogljikov dioksid pri fotosintezi najprej s spojinami s štirimi ogljikovimi atomi. Imajo tudi drugačno razporeditev kloroplastov v listih in se zato drugače odzivajo na svetlobo, toploto in vodo. Ker za enako količino proizvedene biomase porabijo pol manj vode, so bolj prilagojene na vroče in sušno okolje. Poleg tega zaradi večje fotosintetske učinkovitosti rastejo hitreje kot rastline C3. Meja med prednostmi C3 in C4 rastlin, je postavljena na približno 45 stopinj na severni polobli. Kar pomeni, da na območju Slovenije uspevajo tako C3 kot tudi C4 rastline, vendar pa se prednost C4 rastlin v primerjavi s C3 že zmanjšajo (Lovrenčak, 2003).

Miskantus ni zahtevna vrsta. Uspeva na prsteh od peščenih do humusnih, prav tako ima široko tolerančno krivuljo pH vrednosti z optimumom med 5,5 in 7,5 pH. Korenika je odporna na nizke zimske temperature do -14 °C (Miscanthus best practice guidelines 2010, 2013). V primeru suše se najprej začnejo zvijati listi, nato pa se celotno steblo začne sušiti od zgoraj navzdol. V primeru zgodnje suše je prirast manjši in je zato žetev skromnejša. Naslednje leto ob ugodnih pogojih iz korenike ponovno poženejo stebela (Miscanthus best practice guidelines 2010, 2013).

5.2. Gojenje miskantusa na degradiranih zemljinah

Najcenejša in najbolj sonaravna metoda čiščenja s težkimi kovinami onesnažene zemljine je ekstrakcija teh substanc s pomočjo rastlin. Metoda fitoremediacije degradiranih zemljin uporablja rastline, ki imajo fitoekstrakcijske sposobnosti, kar pomeni, da lahko uspevajo v razmerah z velikimi količinami toksičnih snovi in jih akumulirajo v svoje tkivo oziroma biomaso. Miskantus uspeva v kislih in onesnaženih zemljinah, ima pa tudi fitoekstrakcijske sposobnosti za ekstrakcijo težkih kovin, kot sta svinec in cink.

Poljski Inštitut za pedologijo in agronomijo Puławy (Experimental Station of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation Puławy, Poland) je v letih med 2008 in 2010 izvedel eksperimentalne meritve, s katerimi so dokazali fitoremediacijske sposobnosti dveh primerjanih rastlin, miskantusa in slezenovca (*Sida hermaphrodita*). Zemljina, ki je bila uporabljena, je bila iz degradiranih industrijskih regij, onesnažili pa sta bili predvsem cink (Zn) in svinec (Pb). Rekultivacija takega območja je nujna, saj zemljine niso primerne za kmetijsko pridelavo hrane ali krme. Meritve so pokazale, da je miskantus bolj tolerant na slabše rastne pogoje in da v biomaso skladišči večje količine cinka in svinca v primerjavi s slezenovcem. Poleg tega se količina skladiščenih onesnažil v letnem prirastu biomase pri miskantusu z leti povečuje, največ v prvih treh letih, hkrati pa se krepi tudi odpornost na koncentracijo onesnažil v prsti (Kocon, Matyka, 2012).

Sonaravna biogoriva so izdelana iz rastlin, katerih ekološki procesi temeljijo na visokih hektarskih donosih in nizkih emisijah toplogrednih plinov. Na Univerzi v Illinoisu v ZDA imajo poseben oddelek za raziskovanje energetskih rastlin, med njimi tudi miskantusa. V eni izmed raziskav so primerjali biogeokemične kroge treh energetskih rastlin s poudarkom na vezavi dušika in na izpustih toplogrednih plinov. Ugotovili so, da je miskantus neto ponor toplogrednih plinov, saj v času svoje rastne dobe veže v biomaso in tla večje količine TGP kot koruza in vejičasto proso (switchgrass), ki sta se med raziskovanjem biogeokemičnega kroga (z modelom) toplogrednih plinov CO₂, CH₄ in N₂O izkazala za neto proizvajalca. Miskantus pridobi to prednost predvsem z lastnostjo, da lahko ohranja visoke fotosintetične vrednosti v velikem temperaturnem razponu in tako izrabi nadpovprečno dolgo rastno sezono. Posledično ima dvakrat večji donos biomase v primerjavi z drugima obravnavanima rastlinama (Davis et al., 2010).

5.3. Intervju s pridelovalcem

V Sloveniji je trenutno peščica takih, ki so se podali v gojenje miskantusa. Eden izmed njih je podjetnik Aleš Špiler iz Britofa pri Kranju, ki je prve korenike zasadil leta 2009. Z njim sem se pogovarjala o gojenju miskantusa v Sloveniji ter o razlogih, zakaj se je podal v to. Intervju je potekal v Britofu pri Kranju, 2. septembra 2013.

Prvič je za miskantus izvedel v nemški reviji za agrotehnologijo Profi. Leto kasneje je na kmetijskem sejmu INTER AGRAR v kraju Wieselburg v Avstriji kupil rizhome za prvi nasad. Danes ima tri nasade v skupni površini 3,5 hektarjev. V prihodnjih letih ima namen razširiti površine na 8 – 9 hektarjev, poleg tega pa tudi predelovati suho biomaso v brikete.

Vsi trije nasadi so zasajeni v nekoliko ostrejših razmerah. Na Gorenjskem pri vasi Srakovlje je nasad v senčni legi, prsti pa so ilovnate in precej vlažne. Pred nasadom je bil na tej površini travnik, okoliški kmetje pa so bili mnenja, da koruza na tem zemljišču ne bi uspevala. Veljalo naj bi, da kjer uspeva koruza, bo dobro uspeval tudi miskantus. Vendar pa se je gospod Špiler odločil za nekoliko ekstremnejše pogoje. Drugi nasad na Gorenjskem ima izrazito peščeno prst. Tretji nasad ima izrazito vinogradniško lego s sušnimi prstmi z veliko laporja, poleg tega je izpostavljen Sončevemu sevanju prek celega dneva. Miskantus na vseh treh lokacijah dobro uspeva (Špiler, 2013).

Slika 11: Nasad miskantusa pri vasi Srakovlje na Gorenjskem.



Foto: Neža Marolt, 2013

Začetna investicija za zasaditev hektarskega nasada je znašala približno 2.300 evrov. Večji del stroška predstavljajo korenike, ki jih je za hektar potrebnih kar 10.000, takratna cena pa je

znašala 0,16 evra. Žetev prirasta poteka v marcu z najetim kombajnom za žetev koruze. Dober rezultat pri 3 – 4 leta starem nasadu je 15 ton suhe biomase (največ 15 % vlage) na hektar. Odkupna cena briketirane biomase miskantusa pa znaša ta tono okoli 200 evrov. Gospod Špiler ocenjuje življensko dobo svojih nasadov na 25 let, investicija v nasad pa naj bi se povrnila v 4 – 5 letih. Trenutno še nima stroja za briketiranje, zato tega izdelka ne prodaja. Del biomase porabijo za ogrevanje stanovanjske hiše, preostalo pa so vzeli okoliški kmetje, ki miskantus uporabljajo za steljo v hlevih. Kmetje naštevajo številne prednosti miskantusa v primerjavi z lesnim žaganjem, ki ga sicer uporabljalo. Ena izmed njih je bistveno večja vpojnost suhe biomase miskantusa in njena pH nevtralnost (pH 7), saj posledično ne zakisuje prsti na njivah prek katerih razlivajo hlevsko gnojnico. Veliko zanimanje je za miskantus pokazalo tudi cvetličarstvo, predvsem za cvetove, ki zacvetijo jeseni in so izredno obstojni. V prihodnosti pa naj bi bilo donosno proizvajati tudi biogorivo iz biomase miskantusa. Ocena je okoli 7.000 litrov biogoriva na hektar (Špiler, 2013).

Slika 12: Lesni peleti in briketi iz miskantusa.



Foto: Neža Marolt, 2013

Težave s katerimi se je pridelovalec srečal v preteklih letih so bile predvsem strune v zemljini, saj so uničile 20% korenin pri enem izmed nasadov. Strune predstavljajo problem predvsem v prvih letih, ko korenike še niso dovolj močne, kasneje pa ne več. Druga težava izvira iz vremenskih razmer. V prvih dveh letih je prvi sneg padel še pred prvo močno slano, s katero se naravno zaključi rastna doba in se začne obdobje zimskega sušenja in opada listja. Sneg je tako polomil takrat še mehkejša stebela miskantusa, kar je zelo otežilo spomladansko žetev in prispevalo tudi k manjšemu končnemu pridelku (Špiler, 2013).

Med razlogi zaradi katerih se je odločil zasaditi miskantus so predvsem večja energetska neodvisnost in lastništvo kmetijskih zemljišč, ki mu prej niso predstavljala vrednosti, ker sam nima kmetije. Gospod Špiler še ocenjuje, da je trenutno v Sloveniji dobrih 17 hektarjev površin zasajenih z miskantusom in da se bodo v prihodnje površine še povečale (Špiler, 2013).

6. GEOGRAFSKI POTENCIAL ENERGETSKE RASTLINE MISKANTUS V SLOVENIJI

6.1. SWOT analiza

SWOT analiza ali v slovenski terminologiji PSPN matrika je metoda kvalitativnega vrednotenja, pri kateri obravnavamo predmet raziskovanja s štirih različnih vidikov. Tako obravnavamo njegove prednosti in slabosti ter priložnosti in nevarnosti, pri čemer se upošteva tako notranje dejavnike vpliva, ki izvirajo iz predmeta samega (njegovih lastnosti), kot tudi zunanjih dejavnikov, ki lahko posredno ali neposredno vplivajo na predmet. V obeh primerih delimo lastnosti in dejavnike na pozitivne dele, prednosti in priložnosti, ter negativne dele, ki so slabosti in nevarnosti (SWOT analysis, 2013).

Za analizo potenciala energetske rastline miskantus je bila izbrana kvalitativna metoda vrednotenja, saj zelo pregledno predstavi prednosti in priložnosti ter tudi možne negativne vplive. Dejstvo je, da so biogoriva del evropske in tudi slovenske strategije za zmanjševanje emisij iz prometa in bodo kot taka uporabljena. Namen analize je poiskati možnosti kako narediti sedaj sporna biogoriva prve generacije, bolj okolju prijazna, trajnostno in lokalno pridelana ter ne bodo v konfliktu s prehransko varnostjo in samooskrbo Slovenije. Miskantus ima določene prednosti in tudi pomanjkljivosti, zato je tako vrednotenje primerno in objektivno.

6.1.1. Prednosti

Energetska rastlina miskantus ima prednosti, s koriščenjem katerih bi Slovenija lahko znatno izboljšala svoj položaj na področju biogoriv. Prva pomembna prednost je, da miskantus lahko zasadimo na degradiranih zemljinah, ki niso primerne za kmetijsko proizvodnjo hrane. S tem se izognemo konfliktu pridelave biogoriv s prehransko samooskrbo, poleg tega pa degradirana območja dobijo novo vrednost. Z gojenjem energetskih rastlin na degradiranih zemljinah bi se sprostile kmetijske površine, na katerih se sedaj prideluje oljna ogrščica, in bi postale zopet uporabne za pridelavo poljščin, namenjenih prehrani ljudi. Površine posejane z oljno ogrščico so leta 2010 skupno znašale 6464 ha (Plevnik et al., 2011). Kot nova vrednost zemljišč se lahko smatra ekonomski dobiček pridelovalca biomase na sicer praznih in nedonosnih zemljiščih, kot zeleni element v okolju in kot nov naravni habitat predvsem za ptice, ki se rade naseljujejo v nasade miskantusa.

Druga pomembna prednost, ki se nekoliko navezuje tudi na prvo, je fitoremediacijska sposobnost rastline, ki omogoča bioekstrakcijo težkih kovin iz prsti. Leta 2011 je bilo v Sloveniji evidentiranih 194 degradiranih območij s skupno površino 979 ha. Vpisana so bila industrijska, rudarska, transportna in vojaška območja, ki so povsem ali delno opuščena (Lampič, 2012). Vsa izmed območij seveda niso primerna za zasaditev, ker gre ponekod za povsem pozidane površine, vendar bi se marsikje našlo dovolj prostora za manjši ali srednje velik nasad. Med pri popisom so bila dodatno prepoznana kot degradirana območja tudi divja odlagališča, glinokopi, gramoznice in peskokopi ter opuščene farme in druga kmetijska območja, vendar pa v evidenci sami niso bila popisana. Slednja imajo več potenciala za

zasaditev nasadov. V Sloveniji imamo tudi sicer več tradicionalno poznanih onesnaženih območij, predvsem okrog obratov težke industrije, na primer okolica železarne na Jesenicah in termoelektrarne v Trbovljah, zagotovo pa sta najbolj poznana primera Mežiška dolina in območje stare cinkarne v Celju.

Rastline v času svoje rasti iz ozračja vežejo ogljikov dioksid v biomaso, ob izgorevanju pa se enaka količina tega plina sprosti nazaj v ozračje. Majhen ogljikov krog je na ta način zaključen. Miskantus je torej ogljično nevtralen, njegova prednost pa je izredno hitra rast in velika količina biomase. Zato je krog lahko sklenjen hitreje kot pri lesni biomasi, ki potrebuje daljše obdobje rasti, preden je primerna za sečnjo in uporabo. V kolikor pa se miskantus goji z namenom fitoremediacije degradiranih prsti, se nasad smatra za neto ponor toplogrednih plinov.

6.1.2. Slabosti

Slabost oziroma pomanjkljivost miskantusa je, da je C4 rastlina, kar pomeni, da za optimalno rast potrebuje močno sončno svetlobo. Meja prednosti C4 rastlin je pri 45 stopinjah geografske širine in poteka prav čez Slovenijo, kar pomeni, da miskantus uspeva, vendar prirast ni tako velik kot v nižjih geografskih širinah.

Tudi dejstvo, da je miskantus na naših tleh tujerodna vrsta lahko štejemo med slabosti. Korenika hibrida *Miscanthus x giganteus* je sterilna, zaradi česar naj se ne bi mogla nenadzorovano širiti v okolico, vendar pomisleki o tem ostajajo. O negativnih učinkih nasadov te vrste v Evropi in ZDA še ne poročajo, saj se pojavljajo šele razmeroma kratek čas.

6.1.3. Priložnosti

Priložnosti se ponujajo v celotni verigi pridelave biomase miskantusa in predelave v biogoriva. Za dobro preskrbo s koreniki za zasaditev nasadov je potrebno v Sloveniji nekaj manjših podjetij oziroma kmetij, ki bi imele to dejavnost registrirano kot dopolnilno dejavnost na kmetiji. Sledijo pridelovalci, ki bi svoje nasade vzdrževali in želi letni prirast. Ob sami žetvi miskantusa je najbolj smotrno biomaso takoj briketirati, saj je gostota biomase nizka in je prevoz tako lažji. Briketi miskantusa so lahko tudi direktno uporabljeni v pečeh na biomaso za ogrevanje stavb.

Pri predelavi v biogoriva pa se ponujajo priložnosti za delovna mesta v predelovalnih obratih, možnosti pa so tudi na znanstveno raziskovalnem področju, saj je panoga izkoriščanja druge generacije biogoriv še v razvoju.

V Sloveniji se že pojavljajo prvi ponudniki v verigi pridelovanja biomase miskantusa. V Pomurski regiji je to podjetje Miskantus – obnovljivi viri energije, ki se ukvarja s prodajo sadik in promocijo obnovljivih virov in namenskih rastlin za biomaso (Miskantus – obnovljivi viri, 2013). Drugi ponudnik je Kmetija Zornik iz Babnega pri Celju, kot dopolnilno dejavnost imajo registrirano prodajo gomoljev (korenik), svetovanje pri zasaditvi

in zasaditev z njihovim sadilnikom (*Miscanthus* – visoko energetska rastlina, 2013). Poleg tega se ustvarjajo organizacije v povezavi z *miskantusom* tudi na višji in mednarodni ravni. Tak je Inštitut za podonavski *miskantus*, ki povezuje države v porečju Donave na področju obnovljivih virov ter promocije energetske rastline *miskantus*.

6.1.4. Nevarnosti

Potencialno nevarnost predstavlja neustrezna uredba na področju gojenja energetskih rastlin. Nedopustno je gojiti energetske rastline na najboljših kmetijskih zemljiščih, ki bi morala biti v prvi vrsti namenjena proizvodnji hrane za ljudi. Poleg tega je zemljišče na katerem je zasajen nasad *miskantusa*, za obdobje okoli 15 let, kolikor je življenjska doba nasada, namenjen pridobivanju biomase, v kolikor se njegova funkcija izkoristi v celoti. Prvotna investicija v nasad se povrne v obdobju približno petih let, odvisno od cene sadik in odkupne cene biomase v posameznem letu.

6.2. Ključne ugotovitve

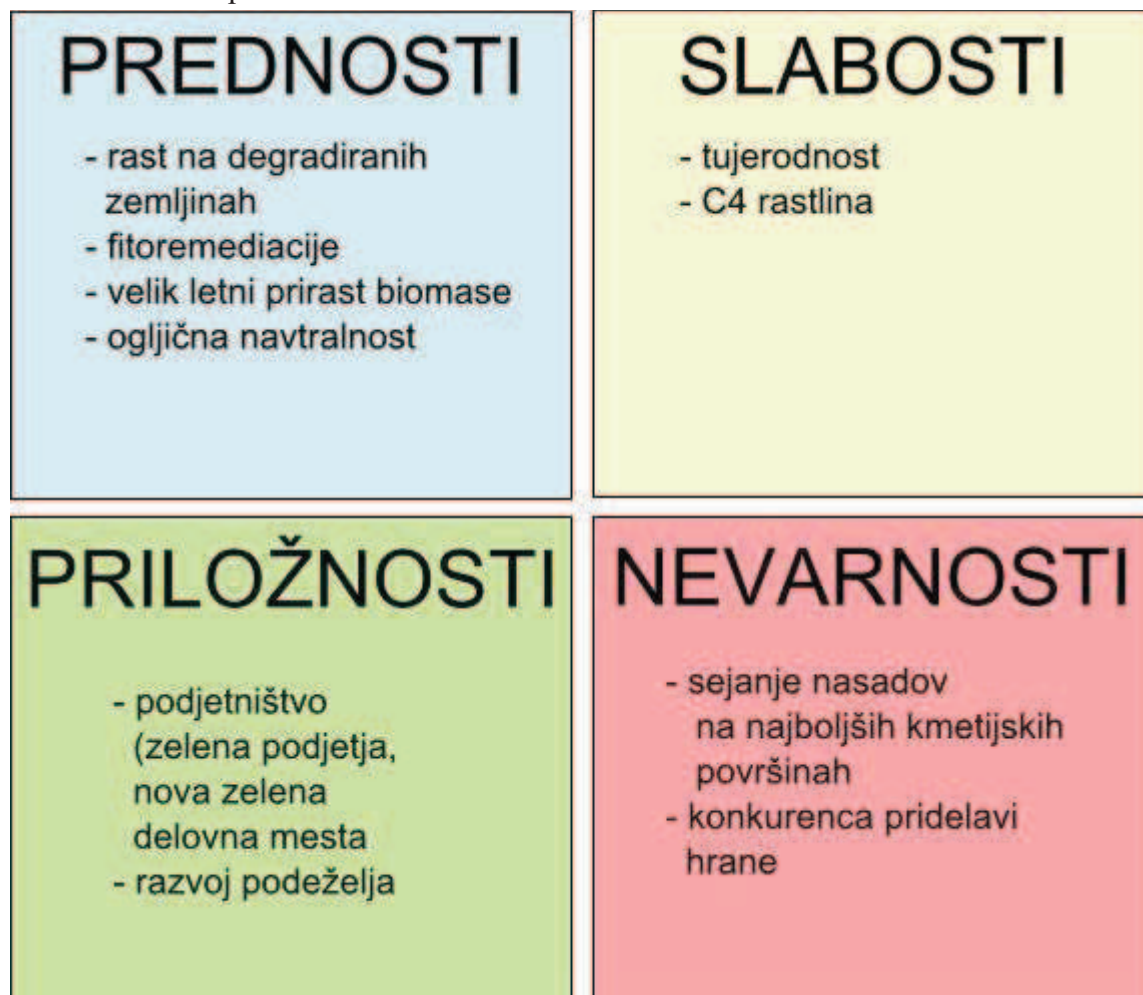
Miskantus je rastlina, s katero lahko v Sloveniji povečamo delež biogoriv v prometu z biogorivom iz domače proizvodnje. Ker gre za biogorivo druge generacije, je okolju prijaznejše in dosega trajnostna merila. Evropska Unija bo v prihodnje spodbujala s finančnimi sredstvi samo še biogoriva druge generacije, ki bodo izpolnjevala trajnostna merila, zato je pomembno, da se Slovenija pri ustvarjanju lastne proizvodnje biogoriv usmerja naprej. Prednosti *miskantusa* bodo dobro izkoriščene samo v primeru zasaditve nasadov na območjih, kjer pridelava prehrabnih rastlin ni mogoča zaradi onesnažene zemljine ali revnejših prsti. Poleg tega je pomembno, da je v nadaljnji predelavi v biogoriva obremenitev okolja na najnižji možni stopnji s čim manj dodatnimi izpusti toplogrednih plinov, saj bi se v nasprotnem primeru izgubila prednost ogljične nevtralnosti rastline.

Drugo in tretjo zastavljeno hipotezo zaključne seminarske naloge lahko po opravljeni SWOT analizi razrešim sledeče: hipotezo Pridelava biogoriv v Sloveniji je v konfliktu s pridelavo hrane in prehransko samooskrbo, lahko potrdim za trenutno pridelovanje energetskih rastlin, ki je predvsem oljna ogrščica in se prideluje na kmetijskih površinah. Vendar pa bi s preudarnejšo izbiro energetskih rastlin prilagojenih tudi za rast na degradiranih površinah, ki niso primerne za kmetijsko pridelavo hrane, lahko ta konflikt povsem zaobšli. V tretji hipotezi sem predpostavila velik potencial rastline *miskantus* za Slovenijo na področju podjetništva, regionalnega razvoja, energetske samooskrbe in prehoda k nizko ogljični družbi. V zgornji analizi sem našela njene prednosti in priložnosti, ki nam jih ponuja. Menim, da so možnosti velike, tako za biogoriva, fitoremediacije degradiranih zemljin, nova podjetja in zelena delovna mesta. Slabost in nevarnosti bi se dalo v precejšnji meri zmanjšati oziroma nadzorovati z ustreznimi uredbami in določili glede primernosti površin za nasade in samega postopka predelave v biogoriva. V kolikor bi vse potekalo v zastavljenih okvirih pod nadzorom za to pristojnih služb, bi lahko od rastline *miskantus* dobili največ.

Z vidika regionalnega razvoja je vsaka priložnost za nova podjetja in delovna mesta dobrodošla, predvsem za manjša depopulacijska območja. Obrat za predelavo biogoriv je lahko dobra priložnost. V ruralnih območjih je za proizvodnjo biogoriv druge generacije dovolj možnosti, saj se za predelavo teh uporabljajo ostanki iz kmetijske dejavnosti, kot so stebila pšenice, ostanki lesne biomase in podobno.

Vnos novih tehnologij s katerimi bi zmanjšali porabo energije nam daje občutek lažne varčnosti, da je težava velike porabe energije rešena. Učinek pa z angleškim izrazom imenujemo rebound effect. Prihranek energije tako samo zmanjša rast porabe energije, ne pa tudi absolutne porabe energije. Zato je potrebno spremeniti tudi bivalne in mobilnostne navade ljudi. Za reševanje tega pa mora biti učinkovito prostorsko načrtovanje in mobilnostni sistemi. Sam tehnološki razvoj ne more v celoti rešiti težave, zato je nujno spreminjati tudi vzorce bivanja in mobilnosti pri posameznikih.

Slika 13: Shema povzetka SWOT analize.



Avtorica: Neža Marolt, 2013.

7. PREHOD K NIZKO OGLJIČNI DRUŽBI

Slovenija ima dobre naravno geografske možnosti za prehod k nizkoogljični družbi, saj ima izredno veliko bogastvo v naravnem kapitalu, katerega sestavljajo sonaravni gozdovi z visoko lesno zalogo, pozitivna vodna bilanca ter biotska in geografska pestrost. V dokumentu Službe vlade RS za podnebne spremembe z naslovom Slovenija – nizkoogljična družba do leta 2050 je pojem nizkoogljične družbe pojasnjen sledeče: »Nizkoogljična družba je družba (ali gospodarstvo), katere emisije toplogrednih plinov so nižje od absorpcijske sposobnosti globalnega ekosistema, in hkrati temelji na načelih trajnostnega razvoja. Namen prehoda v nizkoogljično družbo je torej znižanje emisij preko nove kakovosti gospodarskega, družbenega in okoljskega razvoja.« (Energetski načrt za leto 2050, 2011). Slednje tri komponente razvoja so tudi ključni sestavni deli koncepta trajnostnega razvoja, katerega definicija Svetovne Komisije za Okolje in Razvoj (t. i. Brundtlandina komisija) pravi: »Trajnostni razvoj pomeni zadovoljiti trenutne potrebe, ne da bi pri tem ogrožali zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij (Our Common Future, 1987).«

Tudi Evropska Unija ima izoblikovane cilje in strategijo za prehod v nizkoogljično družbo do leta 2050. Komisija je 15. decembra 2011 sprejela zavezo, da bo do leta 2050 zmanjšala svoje emisije toplogrednih plinov za 80-95 % glede na stanje leta 1990. Cilj je zmanjšanje izpustov, večja energetska učinkovitost in prehod k obnovljivim virom energije. Izdelanih je bilo več scenarijev dekarbonizacijo, energetski načrti pa kažejo, da je dekarbonizacija v omenjenem obdobju izvedljiva. V tem obdobju naj bi se delež obnovljivih virov energije v končni bruto porabi energije povečal na 75 % (Energetski načrt za leto 2050, 2011).

Primer dobre prakse v naši neposredni bližini je tako imenovan »model Güssing«. Mesto Güssing leži v vzhodnem delu Avstrije na Gradiščanskem tik ob avstrijsko madžarski meji. Güssing je prvo mesto v Evropski Uniji, ki lastne potrebe po energiji v celoti pokriva z lokalno razpoložljivimi obnovljivimi viri energije in je danes svetovna referenca za energetske neodvisno mesto (Vokić Vojkovič, 2010). Začetek poti mesta k energetske samooskrbi se je začela leta 1989, ko je bila zvezna dežela Gradiščanska ena najrevnejših v državi, mesto Güssing z agrarno okolico pa se je soočalo z vse več dnevnimi in tedenskimi migranti ter izseljevanjem (wiki). Preusmeritev v obnovljive vire se je dolgoročno izkazala za izredno dobro potezo, saj je danes mesto vodilni center za biomaso v Evropi, sedež pa ima tam tudi Evropski center za obnovljivo energijo (EEE). V preteklih dobrih dveh desetletjih so se v regiji začela koncentrirati visokotehnološka podjetja in raziskovalne institucije. Vse več lokalnega prebivalstva je tako dobilo zaposlitev v domači regiji. Danes se je v regiji razvila tudi posebna oblika energetskega turizma. Ta se deli na okoljsko izobraževalni turizem, kjer je ciljna strokovna in znanstvena publika in na doživljajski turizem, ki je namenjen posameznikom in družinam (Vokić Vojkovič, 2010). Takšen model prehoda k energetske samooskrbi z obnovljivimi viri bi lahko vpeljali tudi v Slovenijo. Velik potencial za to imajo manjše občine, ki imajo na razpolago dovolj potencialov za izkoriščanje obnovljivih virov energije. Obmejnost je lahko še dodatna prednost, saj se tako v programih evropskega financiranja projektov kot tudi državnega regionalnega razvojnega programa tem regijam namenijo dodatne točke pri razpisih za finančna sredstva.

Za uspešen prehod k nizko ogljični družbi je v prvi vrsti potrebno zmanjšati porabo energije in povečati energetska učinkovitost na vseh nivojih, od osnovnih gospodinjskih aparatov do industrijske proizvodnje in transporta. Preostali delež energije, ki je nujno potrebna za delovanje družbe pa je potrebno zagotoviti iz obnovljivih virov. Kolikor je le mogoče z viri iz lokalnega okolja, da se zmanjšajo vsi dodatni stroški, ki nastanejo pri prenosu energentov.

Vsekakor pa je prehod k nizko ogljični družbi izredno kompleksen in zahteva sodelovanje večine državnih ustanov s skupnim ciljem in dobro zasnovanim strateškim načrtom in dosledno izpeljanimi projekti. Predvsem je potrebno prehod k nizkoogljični družbi definirati v dokumentih kot so Strategija razvoja Slovenije in regionalni razvojni programi.

8. ZAKLJUČEK

Biogoriva bodo v prihodnosti zagotovo poganjala del motoriziranega prometa, saj se njihova uporaba predvideva tako na ravni Evropske Unije kot tudi v Sloveniji. Cilji Evropske Unije so zmanjšati odvisnost od uvoženih energentov in obremenjevanje okolja zaradi prometa, vendar ne z omejevanjem in zmanjšanjem dostopnosti ali mobilnosti. Ključ povezovanja znotraj držav članic je prav pretok blaga, ljudi in storitev, zato bi poslabšane prometne storitve pomenile določeno ohromitev povezav. Slovenija je z vidika transevropskih povezav pomemben člen, vloga pa se bo še povečala po pridružitvi držav kandidatk z Zahodnega Balkana. Povezave znotraj države pa so z vidika prostorske razpršenosti prebivalstva prav tako izrednega pomena, predvsem za ohranjanje poselitve in kulturne pokrajine na podeželju.

Biogoriva, ki so danes na trgu, ne dosegajo svojega namena zmanjševanja emisij toplogrednih plinov, poleg tega pa ustvarjajo konkurenco pridelavi hrane po vsem svetu in jo s tem dražijo. Prihodnost je zato prav v energetskih rastlinah z visokim prirastom biomase, iz katerih je moč pridobiti večje količine bioetanola. Slovenija lahko zmanjša svoje emisije toplogrednih plinov iz prometa najprej z zmanjševanjem prometa v mestih in spodbujanju uporabe javnega potniškega prometa za krajše razdalje in dnevne migracije. Za preostali del potovanja, ki ne morejo biti opravljena drugače kot z osebnim avtomobilom, pa lahko zmanjšamo izpuste z uporabo čistejših goriv, biogoriv druge in tretje generacije, ki bodo proizvedena na trajnosten način v lokalnem okolju. Delovno hipotezo Slovenija mora do leta 2020 povečati delež biogoriv na 10 % v pogonskih gorivih, vendar ima omejene možnosti pridelave energetskih rastlin, se lahko razreši sledeče; Slovenija ima res omejene možnosti za pridelavo biogoriv prve generacije, katera so v uporabi sedaj, saj ima nizek delež kmetijskih površin, zato je pridelava posevkov za biogoriva na teh površinah sporna z vidika prehranske varnosti in samooskrbe Slovenije. Na tem področju se ponuja alternativa, s katero lahko Slovenija doseže zahtevani delež biogoriv s trajnostnimi, doma pridelanimi, biogorivi druge generacije iz energetskih rastlin na degradiranih površinah. Takšna alternativa je za Slovenijo lahko energetska rastlina miskantus. Zahtevani delež biogoriv bo lažje dosežen tudi z zmanjšanjem obsega motoriziranega prometa z osebnimi vozili, predvsem v mestih in urbanih regijah. Spodbujanje nemotoriziranega prometa in uporabe javnega potniškega prometa je zato tudi eden izmed prednostnih ciljev pri doseganju nizkoogljične družbe, katero si je za cilj izbrala Slovenija in Evropska Skupnost.

9. SUMMARY

This thesis presents the energy plant *Miscanthus x giganteus* from the viewpoint of biofuel production in Slovenia. Slovenia has limited land even for the cultivation of food plants therefore the use of this scarce resource for cultivation of energy plants such as rapeseed is controversial. The plant miscanthus presents an alternative as it can grow on degraded soils and has a higher yield which leads to higher biofuel production compared with other energy plants.

For the analysis of the possibility of the cultivation of this plant in Slovenia the SWOT method was used which objectively presents the advantages and disadvantages of the plant and the opportunities and threats of the either direct or indirect external factors. The strengths of miscanthus are mainly its high yield and the possibility of cultivation on degraded soils and the main weakness is its Asian origin as it is a foreign species in Slovenia and the fact that its growth is optimal in lower geographic altitudes. The opportunities for Slovenia are along the whole chain from the cultivation to biofuel production. Many jobs connected with the production, sale, seedling cultivation and biofuel production could be created. Biofuels of second generation are still in the developmental stages therefore there are also opportunities for jobs in the research field.

Slovenian guidelines state that the country will reduce its emissions by 80 % by 2050 and with that become a low-carbon society. The use of miscanthus could contribute its share among the many measures needed to achieve this goal.

10. VIRI IN LITERATURA

1. Akcijski načrt za obnovljive vire za obdobje 2010-2020 (AN OVE) Slovenija, 2010. Ministrstvo za gospodarstvo RS. URL: http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/AN_OVE_2010-2020_final.pdf (Citirano 7. 5. 2013).
2. Biogoriva. ARSO. URL: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/vsebine/biogoriva (Citirano 15. 5. 2013)
3. Biofuels. Biofuels platform. URL: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/index.php> (Citirano 23. 4. 2013).
4. Česen, M., Urbančič, A., 2012. Delež obnovljivih virov v bruto končni porabi energije – Kazalci okolja v Sloveniji. ARSO. URL: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=468 (Citirano, 27. 5. 2013).
5. Davis, S., Parton, W., Dohleman, F., Smith, C., Del Grosso, S., Kent, A., De Lucia, E., 2010. Comparative Biogeochemical Cycles of Bioenergy Crops Reveal Nitrogen-Fixation and Low Greenhouse Gas Emissions in a *Miscanthus x giganteus* Agro-Ecosystem. *Ecosystems*, 13, str. 144 – 156.
6. Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju uporabe obnovljivih virov energije, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES, 2009. EUR-Lex. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:sl:PDF> (Citirano 12. 5. 2013).
7. Energetski načrt za leto 2050 - Evropska komisija, 2011. EUR-Lex. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0885:FIN:SL:PDF> (Citirano 10. 5. 2013).
8. Energie pflanzen, 2013. URL: <http://www.energiepflanzen.com/wp-content/uploads/2011/10/miscanthus-rhizom.jpg> (Citirano 11. 5. 2013).
9. Energija biomase oz biogoriva. Eko stran. URL: <http://www.ekostran.si/vrste-ove/energija-biomase-oz-biogoriva> (Citirano 23. 4. 2013).
10. Greenhouse gas – data viewer. Evropska okoljska agencija. URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (Citirano 5. 9. 2013).
11. Greenhouse gas emissions by sector. Eurostat. URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tsdcc210> (Citirano 4. 5. 2013).
12. GRIN Taxonomy for Plants. United States department for agriculture. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?455049> (Citirano 8. 4. 2013).
13. Güssing, 2013. Wikipedia. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCssing> (Citirano 28. 8. 2013).
14. Heritage giant miscanthus, 2013. Fox Hollow farms. URL: http://heritagemiscanthus.com/images/More_saphire_7_More_new_art_054.JPG (Citirano 10. 5. 2013).
15. Kocon, A., Matyka, M., 2012. Phytoextractive potential of *Miscanthus giganteus* and *Sida hermaphrodita* growing under moderate pollution of soil with Zn and Pb. *Journal for food, agriculture and environment*, 10, 2, str. 1253-1256.

16. Kranjc, A., 2013. Ali Slovenija dosega Kjotske cilje? (osebni vir, 16. 5. 2013). Ljubljana.
17. Lampič, B., 2013. Degradirana območja zaradi opuščene dejavnosti - Kazalci okolja v Sloveniji. ARSO. URL: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=508 (Citirano 26. 5. 2013).
18. Lovrenčak, F., 2003. Osnove biogeografije. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, 410 str.
19. Ministers block EU proposal to limit some biofuels. EurActiv – EU news and policy debates. URL: <http://www.euractiv.com/climate-environment/ministers-block-eu-proposal-limi-news-518698> (Citirano 22. 4. 2013).
20. Miscanthus best practice guidelines 2010. SEAI – Sustainable Energy Authority of Ireland. URL: http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Miscanthus_Best_Practice_Guide_2010.pdf (Citirano: 24. 4. 2013).
21. Miscanthus giganteus. Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Miscanthus_giganteus (Citirano 18. 4. 2013).
22. Miscanthus – visoko energetska rastlina. URL: <http://www.miscanthus-slovenija.si/domov.html> (Citirano 28. 5. 2013).
23. Miskantus – obnovljivi viri. URL: <http://www.miskantus.si/gig/> (Citirano 28. 5. 2013).
24. Our Common Future, 1987. World Commission on Environment and Development. New York, Oxford University Press, 383 str.
25. Perpar, A., Udovič, A., 2010. Realni potencial za lokalno oskrbo s hrano v Sloveniji. Dela, 34, str. 187 – 199.
26. Plevnik, A., Kozija, J., Polanec, V., 2011. Uvajanje alternativnih vrst goriv v prometu – Kazalci okolja v Sloveniji. ARSO. URL: http://kazalci.arso.gov.si/print?ind_id=424&lang_id=302 (Citirano 14. 5. 2013).
27. Plut, D., 2010. Geografija sonaravnega razvoja. 1. izd. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, 255 str.
28. Plut, D., 2011. Prehranska varnost planeta in Slovenije. URL: http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/svo/53seja_Plut.pdf (Citirano, 23. 4. 2013).
29. Pridobivanje bioetanol v energetske namene. Energap. URL: http://www.energap.si/uploads/bioetanol_ok.pdf (Citirano 1. 6. 2013).
30. Seznam rastlin. Botanični vrt Ljubljana. URL: <http://www.botanicni-vrt.si/content/view/119/64/lang,si/> (Citirano 15. 4. 2013).
31. SI-STAT – Podatkovni portal. Statistični urad Republike Slovenije. URL: <http://pxweb.stat.si/pxweb/dialog/statfile2.asp> (Citirano, 10. 5. 2013).
32. Slovenija - nizkoogljična družba, Strategija izobraževanja in komunikacije, 2012. Služba vlade RS za podnebne spremembe. URL: http://www.arhiv.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/strategija/Strategija_izobrazevanja_in_komunikacije_2050b.pdf (Citirano 5. 5. 2013).
33. SWOT analysis. Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis (Citirano 4. 5. 2013).
34. Špiler, A., 2013. Gojenje miskantusa v Sloveniji (osebni vir, 2. 9. 2013). Britof pri Kranju.
35. Urbančič, A., 2013. Ali Slovenija dosega Kjotske cilje? (osebni vir, 15. 5. 2013). Ljubljana.

36. Vokić Vojkovič, T., 2010. Model Güssing – obnovljivi viri energije in energetska turizem. Geografski obzornik, 54, 3-4, str. 32 – 36. URL: http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_obzornik/go_2010_3_4.pdf (Citirano 28. 8. 2013).
37. Zelena knjiga za Nacionalni energetski program – posvetovalni dokument za javno razpravo. Ministrstvo za gospodarstvo. URL: http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/Zelena_knjiga_NEP_2009.pdf (Citirano 18. 5. 2013).
38. Znanstvena klasifikacija živih bitij. Wikipedija. URL: http://sl.wikipedia.org/wiki/Znanstvena_klasifikacija_%C5%BEivih_bitij (Citirano 10. 4. 2013).
39. Žitnik, M., Rutar, T., Zlobec, M., Gale, Š., 2011. Okolje, energetika in transport v številkah. 1. izd. Ljubljana, Statistični urad RS, 59 str.

11. SEZNAM SLIK

- Slika 1: Kje smo glede doseganja obstoječih Kjotskih ciljev 2008-2012.
- Slika 2: Gibanje deleža OVE v bruto rabi končne energije glede na cilj za leto 2020.
- Slika 3: Letni cilji za delež biogoriv v pogonskih gorivih.
- Slika 4: Bilanca oskrbe z biodizelskim gorivom v Sloveniji (v 1000 t).
- Slika 5: Poraba obnovljivih virov energije; biodizel in biobencin.
- Slika 6: Dinamika pridelave biodizla v Sloveniji.
- Slika 7: Raba biogoriv v dizelskem gorivu in motornem bencinu v Sloveniji.
- Slika 8: Preglednica taksonomske uvrstitve miskantusa.
- Slika 9: Korenika miskantusa.
- Slika 10: Nasad miskantusa.
- Slika 11: Nasad miskantusa pri vasi Srakovlje na Gorenjskem.
- Slika 12: Lesni peleti in briketi iz miskantusa.
- Slika 13: Shema povzetka SWOT analize.

Izjava o avtorstvu

Izjavljam, da je zaključna seminarska naloga v celoti moje avtorsko delo ter da so uporabljeni viri in literatura navedeni v skladu z mednarodnimi standardi in veljavno zakonodajo.