

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**UPORABA MISKANTUSA (*Miscanthus x giganteus*) ZA
REMEDIJACIJO DEGRADIRANIH TAL IN PROIZVODNJO
ENERGIJE V MESTNI OBČINI CELJE**

TEJA GOLČMAN

VELENJE, 2016

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**UPORABA MISKANTUSA (*Miscanthus x giganteus*) ZA
REMEDIJACIJO DEGRADIRANIH TAL IN PROIZVODNJO
ENERGIJE V MESTNI OBČINI CELJE**

TEJA GOLČMAN

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik

Somentorica: Nataša Fricelj, dipl. ekot.

VELENJE, 2016

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-46/2014-2

Datum in kraj: 5. 1. 2015, Velenje

Na podlagi Diplomskega reda

izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent-ka VŠVO

Teja Golčman

lahko izdela diplomsko delo:

Naslov diplomskega dela v slovenskem jeziku: Uporaba miskantusa (*Miscanthus x giganteus*) za remediacijo degradiranih tal in proizvodnjo energije v Mestni občini Celje.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: The use of miskantus (*Miscanthus x giganteus*) for the remediation of degraded soils and energy production in the Municipality of Celje.

Mentor-ica: doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik

Somentor-ica: Nataša Fricelj

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.



Dekan
doc. dr. Boštjan Pokornj

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Teja Golčman z vpisno številko 34120012, študentka dodiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom Uporaba miskantusa (*Miscanthus x giganteus*) za remediacijo degradiranih tal in proizvodnjo energije v Mestni občini Celje, ki sem ga izdelala pod mentorstvom doc. dr. Cvetke Ribarič Lasnik in somentorice Nataše Fricelj.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni del predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in ga je lektorirala: Špela Mlinar, univ. dipl. slov.;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska različica identični.

Velenje, _____

Podpis: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Cvetki Ribarič Lasnik in somentorici Nataši Fricelj za strokovno pomoč in napotke pri pisanju diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem dr. Nadji Romih, zaposleni na IOP, in Dragu Zorku za vso pomoč in podatke, ki sem jih potrebovala za izdelavo diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi vsem sodelujočim v anketni raziskavi in vsem, ki so kakorkoli prispevali k nastanku diplomskega dela.

Posebna zahvala gre moji družini in fantu, ki so mi med študijem in pisanjem diplomskega dela stali ob strani.

Hvala!

IZVLEČEK

Ljudje si želimo živeti v čistem in zdravem okolju, zato je pomembno, da se naravni viri, ki so onesnaženi, očistijo. Zaradi dolgoletnih človekovih dejavnosti na področju industrije, kmetijske dejavnosti, prometa in širjenja urbanega okolja so kraji po Sloveniji močno onesnaženi. Onesnažila so vplivala tudi na kakovost tal v Mestni občini Celje. Ker so tla bistvena za naravne sisteme in človekove dejavnosti, jim je treba s postopki čiščenja tal povrniti del prvotne sposobnosti. Rastlina *Miscanthus x giganteus* (miskantus) je rastlina z velikim energetskim potencialom, ki je primerna za bioremediacijo tal kmetijskih zemljišč, saj se z nasadom miskantusa izboljša kakovost onesnaženih tal. Rastlina miskantus je kot biomasa primerna za uporabo v energetske namene.

V diplomski nalogi je zajet ukrep, ki opisuje čiščenje onesnaženih tal z rastlino miskantus in njeno energetsko izrabo v Mestni občini Celje. Za območje Mestne občine Celje sem izračunala energijo, ki bi jo pridobili iz gojene rastline miskantus na kmetijskih površinah, ki so tako onesnažene, da niso primerne za gojenje rastlin za hrano in krmo. Izračun je pokazal, da z uporabo miskantusa kot energenta, pridobljenega na onesnaženih 486 ha površin, ne bi zagotovili potrebe po toplotni in električni energiji v Mestni občini Celje glede na pridobljeno energijo Toplarne Celje iz leta 2012. Površina, ki bi zadostila potrebam po količini miskantusa po prvi žetvi, bi znašala 1.746 ha. Po nadaljnjih žetvah bi za potrebno količino rastline miskantus potrebovali površino 873 ha. Na podlagi izračuna sem izvedla tudi anketno raziskavo, s katero sem ugotovila zainteresiranost lastnikov kmetijskih zemljišč na območju Mestne občine Celje za gojenje rastline miskantus.

Ključne besede: degradacija, onesnaženje, kmetijska zemljišča, miskantus (*Miscanthus x giganteus*), energija, Mestna občina Celje

ABSTRACT

People want to live in clean and healthy environment. To achieve this it is very important that the natural resources stay clean. In Slovenia, there are many places which are very polluted because of human activities in industry, farming and urbanization which has been going on for a long period of time. Those pollutants also effect the quality of soils in the municipality of Celje. Because soils are vital for natural systems and human activities, it is necessary to reimburse their primary ability with cleaning procedures. The plant *Miscanthus x giganteus* is a plant with great energy potential, which is suitable for bioremediation of the polluted soils on farm lands. With miskantus plantation soil quality is improved and this plant, used as a biomass, is suitable for energy purposes.

In my thesis I describe a cleaning treatment of contaminated soil with the plant miskantus and the energy usage of it in the municipality of Celje. For the municipality of Celje I calculated the energy, which can be gained from growing miskantus on farming areas which are so polluted that growing anything else for food and fodder is not suitable. The calculation showed that the usage of miskantus, as an energy source, on polluted soils, which is 486 ha in size, would not be sufficient for the thermal and electrical energy in the municipality of Celje considering gained energy of heating plant Celje from year 2012. Surface of miskantus that would satisfy the needs for energy in the first year would be 1,746 ha, and for the second and further harvests the surface of miskantus, to satisfy the energy needs, would be 873 ha. Based on the calculation, I also performed a survey research. With the survey I found out that the farm owners, who live on the degraded areas in the municipality of Celje, are interested for growing miskantus.

Key words: degradation, pollution, farming soil, miskantus (*Miscanthus x giganteus*), energy, the municipality of Celje

SIMBOLI IN OKRAJŠAVE

AN OVE	Akcijski načrt za obnovljive vire energije
Cd	kadmij
CO ₂	ogljikov dioksid
Cr	krom
Cu	baker
EU	Evropska unija
ha	hektar, enota za površino
Hg	živo srebro
J/kg	joule na kilogram
KS	krajevna skupnost
mg	miligram, enota za maso
miskantus	<i>Miscanthus x giganteus</i>
MJ/kg	mega joule na kilogram, enota za kurilno vrednost
MOC	Mestna občina Celje
MWh	megavatna ura = 1 x 10 ⁶ Wh
Ni	nikelj
NO _x	dušikovi oksidi
OP TGP	Operativni program zmanjševanja emisije toplogrednih plinov
OVE	obnovljivi viri energije
Pb	svinec
PM10	trdi delec premera 10 µm
SO ₂	žveplov dioksid
t/ha	tona na hektar, enota za donos
TGP	toplogredni plin
Zn	cink

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev raziskovalnega problema	1
1.2	Namen in cilj	2
1.3	Zastavljene hipoteze	2
2	ZAKONODAJA IN PRAVNE PODLAGE	3
2.1	Zakon o varstvu okolja	3
2.2	Energetski zakon	3
2.3	Zakon o kmetijskih zemljiščih	3
2.4	Kjotski protokol	3
2.5	Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 Slovenija	4
2.6	Strategija razvoja Slovenije za obdobje 2014–2020	4
2.7	Regionalni razvojni program Savinjske razvojne regije za obdobje 2014–2020	4
2.8	Parmska deklaracija o okolju in zdravju	5
3	TEORETIČNA IZHODIŠČA	6
3.1	Degradacija okolja	6
3.1.1	Degradacija tal	6
3.1.2	Degradirana območja v Sloveniji	7
3.1.3	Mestna občina Celje	8
3.2	Remediacija tal	10
3.2.1	Bioremediacija	11
3.3	Miskantus	12
3.3.1	Osnovni podatki o miskantusu	13
3.3.2	Zgradba miskantusa	13
3.3.3	Gojenje miskantusa	14
3.3.4	Uporaba miskantusa	17
3.3.5	Privzem težkih kovin v miskantus	17
4	METODOLOGIJA	19
4.1	Študij domače in tuje literature	19
4.2	Obdelava in prikaz podatkov	19
4.2.1	Informativni izračun pridobljene energije v Mestni občini Celje, pridobljene z energentom <i>Miscanthus x giganteus</i>	19
4.2.2	Anketiranje lastnikov kmetijskih zemljišč	19
5	REZULTATI IN RAZPRAVA	20
5.1	Izračun	20
5.1.1	Energija rastline miskantus	20
5.1.2	Potrebna količina rastline miskantus	22
5.2	Anketni vprašalnik	24
6	SKLEP	29
7	POVZETEK	30
8	SUMMARY	31
9	VIRI IN LITERATURA	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Karta krajev v Sloveniji z onesnaženimi tlemi	7
Slika 2: Degradirana območja v Sloveniji zaradi prometne, vojaške, rudarske in industrijske dejavnosti	8
Slika 3: Raba kmetijskih zemljišč v Občini Celje.....	9
Slika 4: Tehnologije remediacije	11
Slika 5: Korenika <i>Miscanthus x giganteus</i>	14
Slika 6: Višina stebela miskantusa v februarju	15
Slika 7: Poganjki <i>Miscanthus x giganteus</i> v aprilu	15
Slika 8: <i>Miscanthus x giganteus</i> v septembru	16
Slika 9: <i>Miscanthus x giganteus</i> v februarju	16
Slika 10: Briketi iz <i>Miscanthus x giganteus</i>	17

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Rastline, namenjene pridobivanju biomase za energijo	12
Preglednica 2: Osnovni podatki za izračun energije (E) iz nasada rastline miskantus	21
Preglednica 3: Prikaz osnovnih podatkov za izračun energije na podlagi anketne raziskave.....	27

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Pridobljena energija rastline miskantus po 20 žetvah	22
Graf 2: Delež kmetijskih zemljišč, ki jih imajo anketirani	25
Graf 3: Prikaz deležev kmetijskih rastlin, ki jih gojijo anketiranci	25
Graf 4: Deleži namena uporabe gojenih rastlin med anketiranci	26
Graf 5: Deleži odgovorov, zakaj bi se anketiranci odločili za gojenje rastline miskantus.....	27
Graf 6: Deleži odgovorov anketiranih za gojenje miskantusa v primeru subvencij.....	28

KAZALO PRILOG

Priloga A: Anketni vprašalnik	
Priloga B: Vabilo na predstavitev rastline miskantus, KS Medlog	
Priloga C: Vabilo na predstavitev rastline miskantus, KS Teharje	

1 UVOD

Živimo v obdobju, v katerem človek s svojim delovanjem vpliva na osnovne sestavine naravnega okolja. Povečane koncentracije potencialno nevarnih snovi v okolju se kažejo kot posledice v onesnaženosti tal, vode in zraka. Tla so danes pogosto osnovni vir onesnažil v okolju in večina onesnažil v tleh je posledica človekovega delovanja. Onesnaženih tal v primerjavi z onesnaženim zrakom in vodo na videz ne opazimo (Seznam predavanj ... 2014). Onesnažila v tla prehajajo iz zraka, pri nenadnih izlivih in izpušnih kemikalij, z odlaganjem odpadkov in uporabo fitofarmaceutskih sredstev. Ta onesnažila so organska in anorganska. Najpogostejša anorganska onesnažila so težke kovine, ki imajo velik vpliv na onesnaženost tal, kar predstavlja eno od posledic degradacije tal (Leštan 2002). Pri povečani koncentraciji pomenijo zmanjšano vrednost ali kakovost tal. Degradacija tal se kaže kot erozija tal, zmanjšanje vsebnosti organskih snovi, izguba tal zaradi urbanizacije, zbitost tal, zmanjšanje biotske raznovrstnosti, poplave, plazovi, zaslanjevanje in onesnaženje tal (Suhadolc in sod. 2010). Za rešitev tega problema so potrebni dolgoročni in učinkoviti ukrepi. Ker se težke kovine zaradi akumulacije v tleh dobro vežejo na organsko snov in glineni material, se s tem dolgo zadržujejo v zgornjih slojih tal. To predstavlja tveganje za zdravje ljudi, živali in okolje, zato je treba uporabiti metode, ki bi pripomogle k njihovem odstranjenju iz tal (Ribarič-Lasnik in Grabner 2013).

1.1 Opredelitev raziskovalnega problema

Tla, ki so izgubila samočistilno sposobnost, je treba očistiti in jim povrniti del prvotne sposobnosti (Vovk-Korže in Janškovec 2009). Sanacija okolja mora biti trajna, zato ni dovolj omejevanje izpostavljenosti, temveč je za trajnostno sanacijo nujna remediacija tal. Remediacija je metoda, ki pripomore k izboljšanju lastnosti onesnaženih tal. Vključuje čiščenje prsti z metodo fitoremediacije, ki pomeni čiščenje s pomočjo rastlin. Metoda, ki se uporabi na onesnaženih tleh, je odvisna od intenzivnosti onesnaženosti območja, lastnosti onesnažil, tal in rabe zemljišča (Ribarič-Lasnik in Lakota 2010).

V diplomski nalogi sem se osredotočila na izračun energije, pridobljene z rastlino miskantus (*Miscanthus x giganteus*), ki je primerna za remediacijo onesnaženih tal. Miskantus je večletna rastlina, ki se razmnožuje vegetativno s podzemnimi organi (koreniki). Te vežejo ogljikov dioksid (v nadaljevanju CO₂) pri močni svetlobi ali manjši koncentraciji CO₂. Rastlina čisti tla, onesnažena s težkimi kovinami, in je primerna za nekakovostna kmetijska zemljišča, saj se z nasadom miskantusa izboljša kakovost tal. Gre za večletno rastlino z visokim letnim donosom biomase in nizkimi proizvodnimi stroški glede na količino suhe snovi na hektar. Torej je zelo dragocena rastlina, ki je primerna za energetske uporabe, saj je pri kurjenju briketov ali peletov, v primerjavi s fosilnimi gorivi, emisija CO₂ skoraj nična (Miskantus... 2014).

Z uporabo obnovljivih virov energije (tudi z rastlino miskantus, ki je primerna za proizvodnjo električne in toplotne energije) bi sledili:

- programu Kjotskega protokola;
- programu Parmske deklaracije;
- Strategiji razvoja Slovenije 2014–2020;
- Regionalnemu razvojnemu programu Savinjske regije 2014–2020;
- Akcijskemu načrtu za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (AN OVE) Slovenija.

Mestna občina Celje (v nadaljevanju MOC) je zaradi industrijske dejavnosti, kmetijske dejavnosti, prometa in velikega urbanega naselja močno onesnažena občina, kar predstavlja grožnjo zdravju občanov. Degradirana območja v občini niso le industrijske, prometne in druge infrastrukturne površine ter vojaška območja, ampak tudi kmetijska zemljišča, katerih lastniki so zasebniki, občina ali država. V diplomski nalogi sem se osredotočila na degradirana kmetijska zemljišča. Dejavnosti, ki so povzročile degradacijo kmetijskih tal, so onesnaženost, opuščanje in zaraščanje kmetijskih površin. Velik del onesnažil predstavljajo težke kovine, predvsem kadmij, svinec in cink (Ribarič-Lasnik in Lakota 2010). Za izboljšanje kakovosti življenja občanov je potrebna sanacija onesnaženih kmetijskih zemljišč. Za območje MOC sem izračunala energijo rastline miskantus, gojene na degradiranih območjih. Na podlagi izračuna sem izvedla tudi anketno raziskavo, s katero sem želela ugotoviti, koliko lastnikov kmetijskih zemljišč, ki se nahajajo na degradiranih območjih MOC, bi bilo zainteresiranih za gojenje rastline miskantus.

1.2 Namen in cilj

Namen diplomskega dela je prikazati metode za izboljšanje kakovosti tal z rastlino miskantus in njeno uporabnost za proizvodnjo energije v MOC.

Cilja diplomskega dela sta:

- narediti izračun energije, pridobljene z rastlino miskantus, gojeno na kmetijskih zemljiščih, ki so zaradi onesnaženosti neprimerna za gojenje rastlin za hrano in krmo v MOC;
- izvesti anketni vprašalnik med lastniki kmetijskih zemljišč v MOC o gojenju rastline miskantus in zainteresiranosti za gojenje in njeno uporabo za pridobitev energije.

1.3 Zastavljene hipoteze

V diplomskem delu sem si zastavila naslednji hipotezi:

H1: Površine kmetijskih zemljišč v MOC, ki so onesnažena do te mere, da niso primerne za gojenje hrane in krme (486 ha), zadoščajo za oskrbo MOC s toplotno in električno energijo, če bi na teh površinah gojili rastlino miskantus.

H2: Predpostavljam, da bo 1/3 anketiranih lastnikov potencialno onesnaženih kmetijskih zemljišč pripravljena na gojenje in uporabo miskantusa.

2 ZAKONODAJA IN PRAVNE PODLAGE

Spodaj so omenjeni splošnoveljavni pravni predpisi, ki urejajo posamezna področja tematike, ki so zajeta v diplomskem delu. Poleg temeljnih zakonov so predstavljeni strateški in drugi dokumenti.

2.1 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja je krovni zakon na področju varstva okolja v Sloveniji. Zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj, v katerem so zajeta temeljna načela varstva okolja, ukrepi varstva okolja, spremljanje stanja okolja, informacije o okolju, ekonomski in finančni instrumenti varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga vprašanja, povezana z varstvom okolja. V zakonu so določena tudi merila za razvrščanje okolja, po katerih se v razred ali stopnjo največje obremenjenosti določi območje kot degradirano (Zakon o varstvu ... 2013).

2.2 Energetski zakon

Energetski zakon določa načela energetske politike, delovanje trga z energijo, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb na področju energetike, načela in ukrepe za doseganje zanesljive oskrbe z energijo, za povečanje energetske učinkovitosti in varčevanja z energijo ter za večjo rabo energije iz obnovljivih virov, določa pogoje za obratovanje energetskih naprav, ureja pristojnosti, organizacijo in delovanje Agencije za energijo ter pristojnosti drugih organov, ki opravljajo naloge po tem zakonu (Energetski zakon 2014).

2.3 Zakon o kmetijskih zemljiščih

Zakon o kmetijskih zemljiščih ureja varstvo kmetijskih zemljišč in njihovo upravljanje, tako da določa njihovo razvrstitev, rabo in obdelovanje, njihov promet in zakup agrarne operacije in skupne pašnike. Cilj zakona je ohraniti in izboljšati pridelovalni potencial ter povečati obseg kmetijskih zemljišč za pridelavo hrane, trajnostno ravnanje z rodovitno zemljo in ohraniti krajino in razvoj podeželja (Zakon o kmetijskih ... 2011).

2.4 Kjotski protokol

Kjotski protokol je pomemben mednarodni sporazum, ki je del Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja in teži k reševanju problematike podnebnih sprememb, predvsem zmanjšanju emisij toplogrednih plinov (v nadaljevanju TGP). Sprejet je bil v Kjotu na Japonskem leta 1997, v veljavo pa je stopil v letu 2005 (Česen 2006). Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja pa je bila sprejeta leta 1992 v New Yorku. Predstavlja velik korak v boju proti globalnemu segrevanju. Obravnavana vsebina protokola se nanaša na šest toplogrednih plinov (Kjotski protokol ... 2009):

- ogljikov dioksid (CO₂),
- metan (CH₄),
- didušikov oksid (N₂O),
- fluorirani ogljikovodiki (HFC),
- perfurirani ogljikovodiki (PFC),
- žveplov heksafluorid (SF₆).

Slovenija je z Evropsko unijo (v nadaljevanju EU) ratificirala Kjotski protokol v letu 2002, s katerim se je zavezala in prevzela odgovornost za 8-odstotno zmanjšanje toplogrednih plinov za obdobje 2008–2012 (Operativni program ... 2009). Pred tem pa je Slovenija leta 2000 sprejela Strategijo in kratkoročni akcijski načrt zmanjšanja emisij toplogrednih plinov, ki določa osnovna izhodišča in cilje zmanjšanja emisij ter uporabo kjotskih mehanizmov v okviru izpolnjevanja nacionalnih obveznosti zmanjšanja emisij TGP (Strategija in kratkoročni ... 2014). V Sloveniji so si za doseg cilja Kjotskega protokola zadali veliko ukrepov. Najpomembnejši ukrep je bil določen sektorju za oskrbo z energijo, saj so izpusti TGP na področju energije največji. K uresničitvi ukrepov s tega sektorja bodo pripomogli zamenjava fosilnih goriv z bioplinom, povečanje izkoristka naprav, zamenjava starih kotlov z novimi, povečanje sproizvodnje toplote in energije, povečanje kapacitete proizvodnje toplote in elektrike iz obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE). Preostali ukrepi se navezujejo na sektorje prometa, industrije, odpadkov in kmetijstva. Ti ukrepi so povečanje učinkovitosti vozil in uvajanje biodizla, zmanjšanje emisij F-plinov, zmanjšanje količine odloženih odpadkov, spodbujanje sonaravnega kmetijstva in izvajanja dobre kmetijske prakse pri gnojenju (Česen 2006). Za izpolnjevanje kjotske obveznosti so bili opredeljeni dodatni ukrepi v Operativnem programu zmanjševanja emisije TGP do leta 2012 (OP TGP), ki je namenjen izvajanju ciljev iz Kjotskega protokola. V njem so opredeljeni ukrepi in akcijski načrt, ki operativno določa izvajanje politike zmanjšanja emisij do sprejetja celovitega programa, ki bo veljala tudi za obdobje 2013–2020 (Operativni program ... 2009).

2.5 Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 Slovenija

Akcijski načrt za obnovljive vire energije (v nadaljevanju AN OVE) je izvedbeni akt, v katerem so predstavljeni cilji in ukrepi za doseg 25-odstotnega deleža rabe bruto končne energije iz OVE v letu 2020. AN OVE je sestavni del Nacionalnega energetskega programa, v katerem so predstavljeni cilji slovenske energetske politike za OVE. Pri izvajanju ukrepov je treba upoštevati okoljske cilje s področja vode, biotske raznovrstnosti, okolja in kulturne dediščine (Akcijski načrt ... 2010).

2.6 Strategija razvoja Slovenije za obdobje 2014–2020

Strategija razvoja Slovenije za obdobje 2014–2020 je vsebinski okvir za dolgoročno načrtovanje v Sloveniji, ki narekuje smernice za obnovljivi in trajnostni vir energije. Z njo želimo doseči povečano rabo OVE za proizvodnjo električne energije in toplote in izboljšati stanje okolja ter zagotavljanje kakovostnih in stroškovno učinkovitih javnih storitev na področju varstva okolja (kakovost tal, zraka, voda) (Operativni program ... 2009). Eden od ukrepov je tudi zmanjšanje površine kmetijskih zemljišč v zaraščanju. Drugi ukrepi so povezani s prilagoditvijo kmetijske dejavnosti za doseg okoljskih standardov, s prilagajanjem podnebnim spremembam in dvigom konkurenčnosti kmetijskih dejavnosti ter ohranitvijo ponora CO₂ (Strategija in kratkoročni ... 2014).

2.7 Regionalni razvojni program Savinjske razvojne regije za obdobje 2014–2020

Dokument, ki utemeljuje predloge, da se področje energetske oskrbe v savinjski regiji prednostno obravnava, je Regionalni razvojni program Savinjske razvojne regije za obdobje 2014–2020. Občine savinjske regije so podpisale Deklaracijo trajnostnega razvoja, ki jih na področju energetike zavezuje k uporabi OVE. Namen strategije je določiti razvojne prednosti in programe s projekti za obdobje 2014–2020, s katerimi se bodo ustvarili pogoji za trajnostni razvoj savinjske regije. Cilji na ravni regije so naslednji (Regionalni razvojni ... 2014):

- trajnostna gospodarska rast,
- krepitev podjetništva, obrti skozi samozaposlovanje,

- kakovost poslovnega in bivalnega okolja,
- trajnostno upravljanje z naravnimi viri,
- samooskrba regije,
- urejena trajnostna razvojna infrastruktura,
- povečanje zaposljivosti delavno aktivnega prebivalstva.

2.8 Parmska deklaracija o okolju in zdravju

Pomembna je tudi Parmska deklaracija, ki so jo leta 2010 v Parmi (Italija) podpisali ministri in predstavniki držav članic evropske regije Svetovne zdravstvene organizacije, odgovorne za zdravje in okolje. V njej smo se zavezali k varovanju naravnih virov in ekosistemov ter k spodbujanju enakosti na področju zdravja, zdravstvene varnosti in zdravega okolja v spreminjajočem se podnebju (Parmska deklaracija ... 2010). Namen Parmske deklaracije je spodbuditi ukrepe na vseh ravneh, okrepiti medsebojno sodelovanje oblasti na lokalni ravni in spodbujati dejavnosti za preprečevanje negativnih dejavnosti v urbanem okolju (Ciraj 2010). V njej so zajeti skupni cilji, ki so časovno določeni za zmanjšanje okoljskih tveganj za zdravje do leta 2020 (Vrečko 2010).

3 TEORETIČNA IZHODIŠČA

3.1 Degradacija okolja

Degradacija okolja je izraz za »proces, v katerem je okolje vedno bolj onesnaženo, izrabljeno in uničeno« (Degradacija okolja 2014). Gre za razvrednotenje okolja, pri katerem se zaradi delovanja škodljivih sprememb poslabša ali zmanjša ekološka vrednost okolja. Spremembe, ki so povod za degradacijo, so lahko biološke, fizikalne ali kemične. Na degradacijo okolja predvsem tal vplivajo različni dejavniki. Najpogostejša dejavnika za degradacijo okolja sta človek in vreme, ki s svojim delovanjem onesnažujeta ali kako drugače degradirata okolje (Ribarič-Lasnik in sod. 2013).

3.1.1 Degradacija tal

Tla so naravni vir, ki nastaja s kemijskim in biološkim preperevanjem matičnih kamnin. Za tla je značilno, da imajo veliko puferško kapaciteto in sposobnost samoočiščevanja zaradi mikroorganizmov, tla so hkrati ponor in vir CO₂ (Leštan 2002).

Degradacija tal je posledica delovanja zunanjih mehanskih sil in notranjih fizikalno-kemijskih sprememb, ki predstavljajo poseben problem, saj lahko vplivajo na kakovost vode, zraka, biotsko raznovrstnost, podnebne spremembe ter posledično na zdravje in prehransko varnost (Suhadolc in sod. 2010).

Med grožnje za degradacijo tal uvrščamo (Zupan in sod. 2008; Eržen in sod. 2010; Suhadolc in sod. 2010):

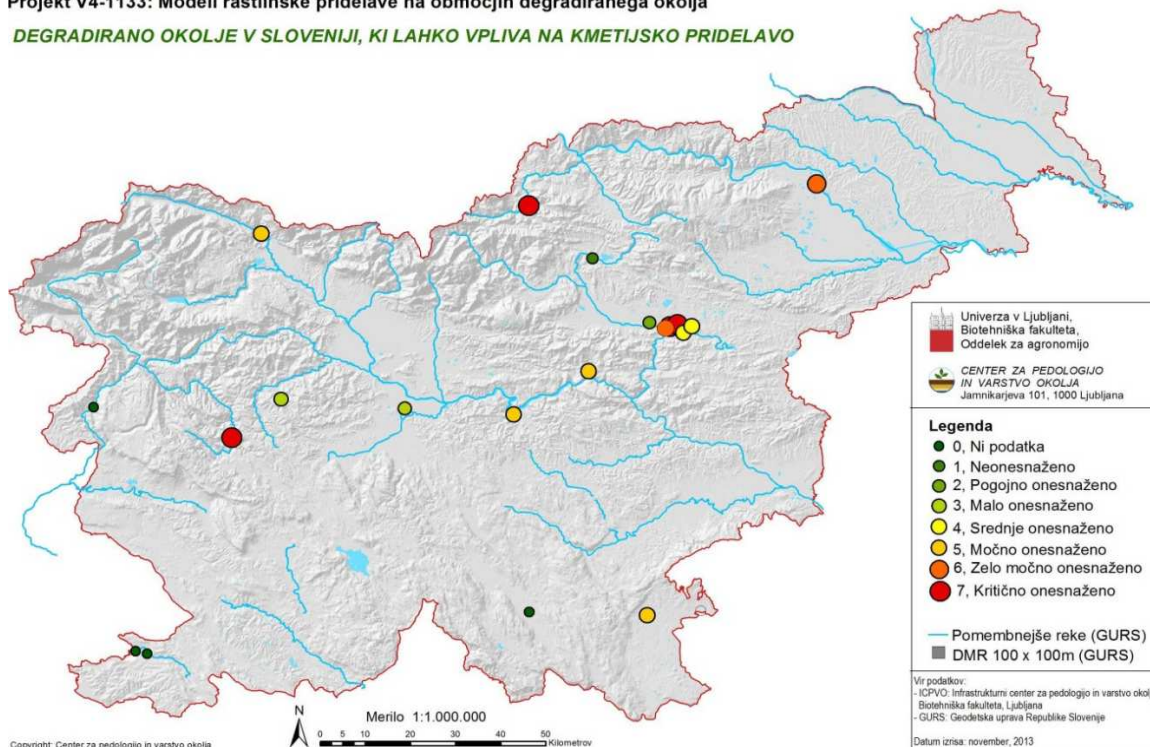
- sušo, ki negativno vpliva na naravne vire (biomasa, pestrost rastlinskega pokrova, zaloga in kakovost voda, pojavljanje gozdnih požarov);
- erozijo tal, pri kateri gre za spiranje in odnašanje rodovitnih tal. Za povečanje intenzivnosti in pogostosti procesa so krivi predvsem antropogeni vzroki, ki jih sprožijo podnebni dejavniki, kot sta veter in voda;
- zemeljske plazove, ki so nepovratni naravni dogodek in lahko povzročijo ogromno in življenjsko škodo;
- poplave in poplavno ogroženost, ki jih povzročajo urbanizacija, intenzivno kmetijstvo in krčenje gozdov;
- zbijanje tal, ki pomeni povečanje fizikalnega pritiska na tla, pri tem se spremenita prostorninska gostota tal in poroznost tal;
- zmanjšanje vsebnosti organske snovi, kar lahko pripelje do poslabšanja fizikalnih, kemijskih in bioloških lastnosti tal;
- zmanjšanje biotske raznovrstnosti;
- zaslanjevanje, ki je posledica uporabe topnih soli;
- izguba tal zaradi degradacije, predvsem zaradi pozidave in urbanizacije;
- izguba kmetijskih zemljišč zaradi zaraščanja, gre predvsem za pašnike in travnike, ki jih prerasteta gozdno drevje in grmičevje;
- onesnaženje tal, o katerem govorimo, kadar se v tleh pojavijo oblike in količine onesnažil, ki niso značilne za tla, kar vpliva na zmanjšanje samoočiščevalne sposobnosti, poslabšanje fizikalnih, kemijskih in biotičnih lastnosti, zavira ali preprečuje rast rastlin, onesnažuje podtalnico oziroma rastline ali je zaradi škodljivih snovi kako drugače okrnjena rodovitnost tal.

3.1.2 Degradirana območja v Sloveniji

V Sloveniji lahko zasledimo vse navedene vrste degradacije tal, med katerimi so ene vrste izrazitejše kot druge (Kikec 2009). Slovenija je zaradi svojega reliefa nagnjena k vodni eroziji, ki je značilna za porečje Save, Soče, Mure in Drave. Območja, ki so prizadeta zaradi vodne erozije, predstavljajo 43 % vseh površin v Sloveniji, od tega so na 237.000 ha potrebni sanacijski ukrepi z ozelenjevanjem in pogozdovanjem. Med degradirana območja, ki se v večji meri pojavljajo v Sloveniji, sodijo območja, onesnažena s težkimi kovinami. Med najbolj onesnažena mesta s težkimi kovinami zaradi industrijske dejavnosti, prometa in urbanega življenja sodijo Jesenice, Koper, Mežica, Ljubljana, Velenje, Celje in Idrija. Zaradi nedopuščanja GLASOD metodologije, namenjene za proučevanje razširjenosti in stopnje degradiranja prsti, je onesnaženost pokrajin težko določiti, izjema je le Celjska kotlina (Repe 2002). Na sliki 1 so prikazani slovenski kraji z onesnaženimi tlemi.

Projekt V4-1133: Modeli rastlinske pridelave na območjih degradiranega okolja

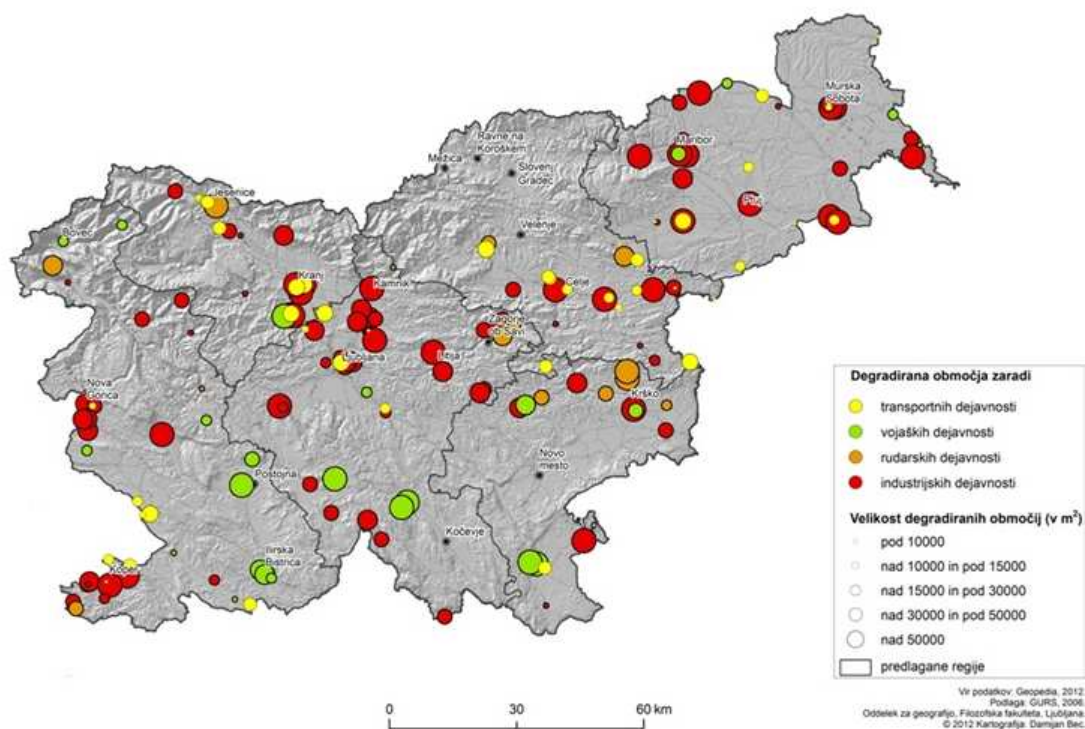
DEGRADIRANO OKOLJE V SLOVENIJI, KI LAHKO VPLIVA NA KMETIJSKO PRIDELAVO



Slika 1: Karta krajev v Sloveniji z onesnaženimi tlemi

Vir: ICPVO, GURS 2013 v Ribarič-Lasnik in sod., 2013

V Sloveniji je bilo v okviru projekta z naslovom »Sonaravna sanacija okoljskih bremen kot trajnostno razvojna priložnost Slovenije« evidentiranih 194 degradiranih območij v skupni velikosti 979 ha površin. V projektu so zajeli območja, ki so večja od 1 ha, mednje so uvrščena tista, katerih degradacijo so povzročili industrijska, vojaška in rudarska dejavnost, promet ter infrastrukturne dejavnosti (Ribarič-Lasnik in sod. 2013). Slika 2 prikazuje evidentirana degradirana območja v Sloveniji.



Slika 2: Degradirana območja v Sloveniji zaradi prometne, vojaške, rudarske in industrijske dejavnosti

Vir: Geopedija 2012 v Ribarič-Lasnik in sod., 2013

3.1.3 Mestna občina Celje

Mestna občina Celje je tretja največja mestna občina v Sloveniji, ki obsega 94,9 km² površine in leži na območju savinjske regije. V občini prevladuje 75 % ravnine, ostali del predstavljajo hribi in griči (Vovk-Korže in Sajovic 2009b). Po statističnih podatkih je bilo v letu 2014 v Občini Celje 48.883 prebivalcev (Prebivalstvo... 2015).

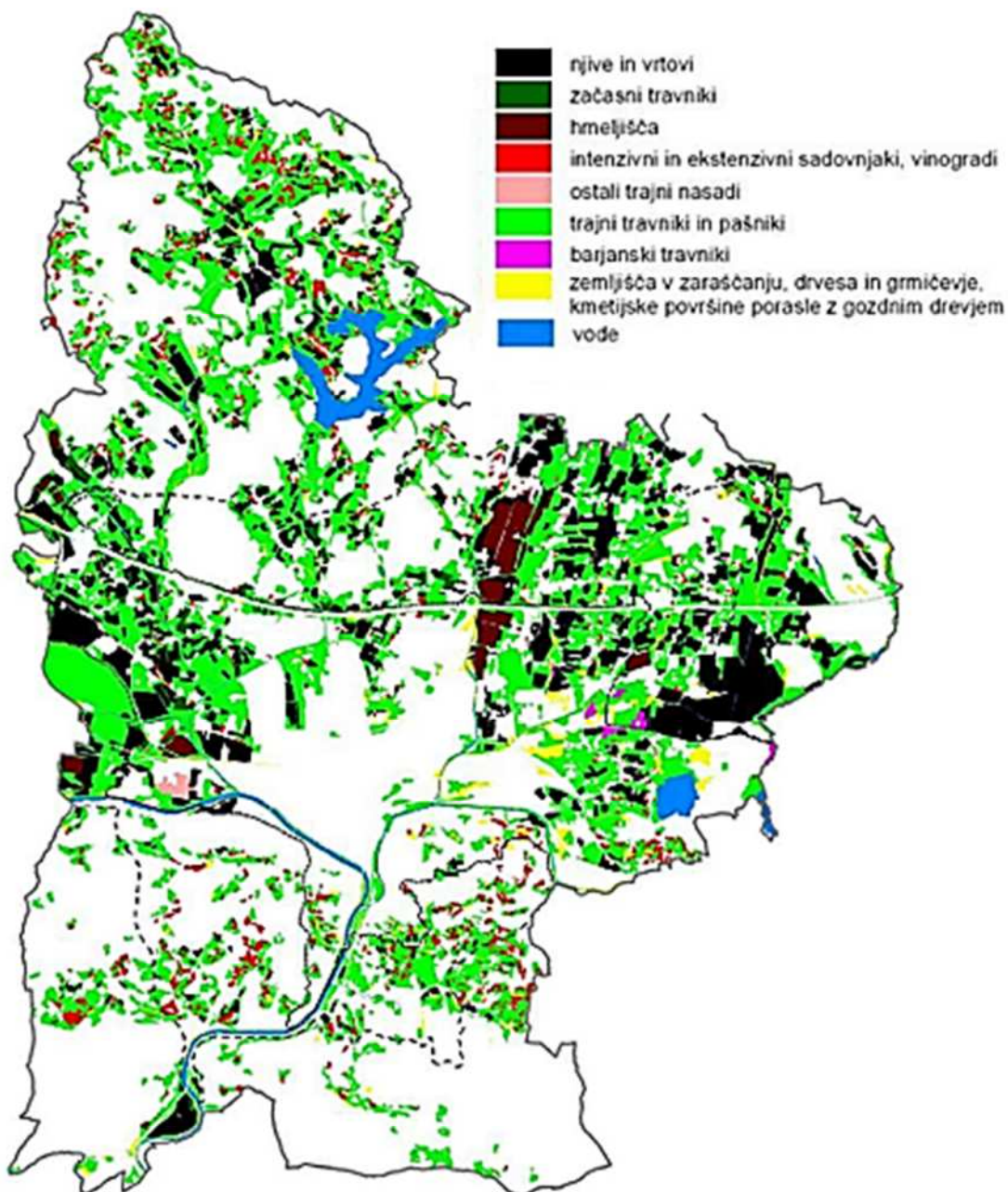
Gonilno silo za občino in prebivalce predstavljajo promet, kmetijstvo, industrija, storitvene dejavnosti, energetika, turizem in gozdarstvo. Že v preteklosti je bila občina pomembna zaradi svoje lege na področju prometa, saj je že v rimskem času skozi Celje peljala cesta, ki je povezovala severni Jadran in Panonsko nižino. Velik pomen za promet sta tudi železnica in cestno križišče, ki je izhodiščna točka za Ljubljano, Maribor, Zagreb, Spodnjo in Zgornjo Savinjsko dolino, Šaleško dolino in Koroško (Vovk-Korže in Sajovic 2009b).

Za proizvodnjo električne energije v občini prevladujeta konvencionalna vira, kot sta premog in zemeljski plin, majhen delež energije proizvedejo iz OVE, med katerimi prevladuje vodna energija. V občini se ogrevajo z daljinskim ogrevanjem, ki omogoča energetska izrabo lahke frakcije komunalno ločeno zbranih odpadkov in blata čistilne naprave za proizvodnjo toplote in električne energije, ki jo proizvedejo v Toplarni Celje. Na severovzhodnem in vzhodnem območju celjske občine je poraba energije za namen industrijske dejavnosti višja v primerjavi z urbanim delom mesta (Vovk-Korže in Sajovic 2009b).

Med gonilne sile v Celjski kotlini se uvršča tudi kmetijska dejavnost, ki predstavlja 2462 ha kmetijskih površin (Kmetijska gospodarstva po rabi... 2015). Kmetijska zemljišča se v občini pojavljajo na vzhodnem in zahodnem robu mesta, kjer prevladuje ravninski svet, in na severu, kjer se prepletajo kmetijska zemljišča in gozd. Med kmetijskimi zemljišči se pojavljajo njive in vrtovi, trajni travniki in pašniki, začasni travniki, barjanski travniki, hmeljišča,

intenzivni in ekstenzivni sadovnjaki, vinogradi, ostali trajni nasadi in različne oblike zemljišč v zaraščanju, ki se uvrščajo v štiri velikostne razrede kmetijskih zemljišč v uporabi (Vovk-Korže in Sajovic 2009b). Največ kmetijskih zemljišč v občini spada v velikostni razred od 2 do 5 ha in skupaj predstavljajo 197 kmetijskih gospodarstev, in najmanj v velikostni razred 10 ha ali več, ta predstavlja 56 kmetijskih gospodarstev. V velikostni razred od nič do 2 ha se uvršča 125 kmetijskih gospodarstev, medtem ko se v velikostni razred od 5 do 10 ha uvršča 82 kmetijskih gospodarstev od vseh 460 kmetijskih gospodarstev v MOC (Kmetijska gospodarstva po velikostnih... 2015).

Na sliki 3 je prikazana raba zemljišč v Občini Celje, kjer predstavljajo največji delež rabe zemljišča trajni travniki in pašniki. Na območju prevladujejo tudi njive in vrtovi ter hmeljišča.



Slika 3: Raba kmetijskih zemljišč v Občini Celje

Vir: Vovk-Korže in Sajovic, 2009b

3.1.3.1 Degradirana območja v Mestni občini Celje

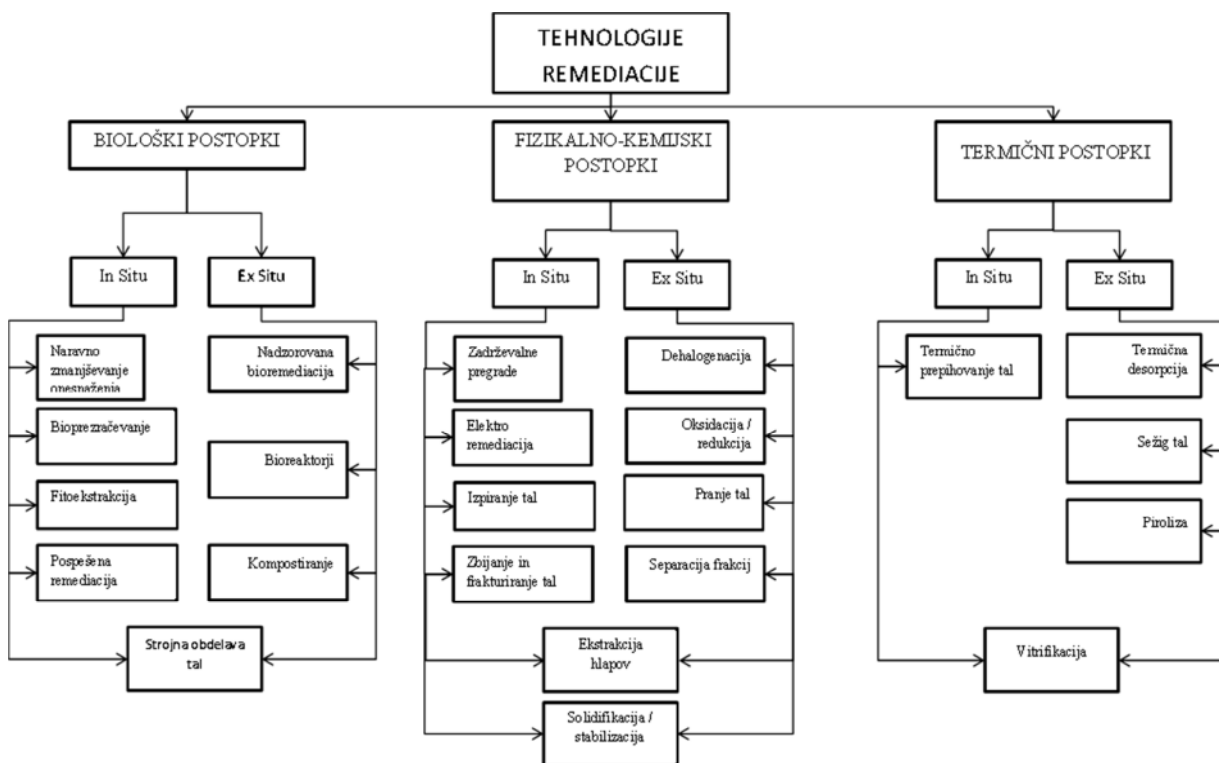
Zaradi industrijske dejavnosti, ki se je začela razvijati v 19. in 20. stoletju, je Celje eno bolj onesnaženih območij v Sloveniji. Najbolj degradirano območje v MOC predstavlja območje Stare cinkarne, kjer sta se v preteklosti odvijala metalurška dejavnost in topljenje cinka in je območje predstavljalo močan vir cinka (Zn), kadmija (Cd), svınca (Pb), arzena (As) in titana (Ti) (Žibret in Šajn 2006; Vovk-Korže in Sajovic 2009a). Zaradi teh dejavnosti in onesnažil je na območju Stare cinkarne in okoliških zemljiščih povečana količina težkih kovin v tleh, med katerimi izstopajo Cd, Pb in Zn. Poleg Stare cinkarne pa so k onesnaženosti MOC prispevali tudi drugi industrijski obrati, promet, širjenje urbanega naselja in kmetijska dejavnost (Vovk-Korže in Sajovic 2009a).

Zaradi omenjenih dejavnikov je v MOC s Cd onesnaženih preko 4.091 ha zemljišč. Od tega 332,5 ha njiv in vrtov, 856,2 ha trajnih travnikov in nasadov, 47,4 hmeljišč in preko 100 ha trajnih nasadov, na katerih je koncentracija Cd preseгла opozorilno vrednost. Opozorilna vrednost Pb je prekoračena na 4.750 ha, od tega 407 ha njiv, 1.061 ha trajnih travnikov in pašnikov, 88 ha hmeljišč in 137 ha trajnih nasadov. Vsebnost Zn v tleh presega opozorilno vrednost na več kot 6.000 ha, od tega 560 ha njiv, 1400 ha trajnih travnikov in pašnikov, 82 ha hmeljišč in 183 ha trajnih nasadov. Največ onesnaženih površin je s Zn, ki je esencialni element in je bistveno manj toksičen kot Cd in Pb, ki sta glede na površino manj prisotna (Ribarič-Lasnik in Grabner 2013). Po raziskavah, ki so bile narejene na območju Občine Celje za kmetijska zemljišča leta 1989, je bilo od 2866 ha kmetijskih zemljišč 486 ha tako onesnaženih, da niso primerna za gojenje rastlin za hrano ljudi in krmo (Ribarič-Lasnik in Lakota 2010). Teharje in Medlog sta najbolj onesnaženi območji v Občini Celje, kjer so v odvzetih vzorcih tal največkrat izsledili vsebnosti Cd in Zn (Ribarič-Lasnik in Grabner 2013).

3.2 Remediacija tal

Na onesnaženost tal vplivajo industrija, promet, odpadki in ostali antropogeni vplivi. Tla, ki so onesnažena, imajo vpliv na zdravje ljudi in niso primerna za pridelavo hrane. Največji problem in tveganje predstavljajo težke kovine, ki so obstojne v okolju. Za zmanjšanje koncentracije ali dostopnosti onesnažil v tla in okolje se uporabljajo tehnološki postopki remediacije (Ribarič-Lasnik in Lakota 2010). Remediacija je postopek in eden od ukrepov sanacije onesnaženosti okolja za vzpostavitev zdravega življenjskega okolja (Leštan in sod. 2014). Vrste tehnik remediacije se med seboj razlikujejo in so odvisne od vrste tal, koncentracije in vrste onesnažila ter namembnosti tal po sanaciji (Zupančič-Justin 2009 v Sajovic 2010). Zakonodaja predpisuje dovoljene vrednosti onesnažil v tleh in se razlikujejo glede na rabo tal. Merila za tla, ki so namenjena za pridelavo hrane, so strožja kot merila za tla okoli industrijskih objektov. Poleg zakonodaje na odločitev pri izbiri remediacije vplivajo tudi odziv javnosti in razpoložljivost finančnih sredstev ter koncentracija in vrsta onesnažil (Leštan 2002).

Tehnologije remediacije tal (slika 4) se delijo na biološke, fizikalno-kemijske, termične postopke in kombinirane postopke. Te postopke lahko izvajamo na mestu onesnaženja (*in situ*) ali po izkopu (*ex situ*) (Ribarič-Lasnik in Lakota 2010). Pri čiščenju na mestu onesnaženja gre za cenejši postopek kot pri izkopavanju, vendar je pri tem čas čiščenja daljši (Leštan 2002).



Slika 4: Tehnologije remediacije

Vir: Ribarič-Lasnik in Grabner, 2010

Za remediacijo onesnaženih tal uporabljamo fizikalno-kemijske in biološke metode, med katere uvrščamo (Leštan 2002):

- naravno zmanjšanje onesnaženja, pri čemer tlom prepustimo delovanje naravnih dejavnikov, kot so izhlapevanje, odtekanje, naravna biološka, fotolitska in kemijska razgradnja toksičnih snovi, prispevamo pa lahko z zasaditvijo ali s setvijo ustreznih rastlin;
- izkop in odvoz onesnaženih tal kot odpadek odpeljejo na posebej urejeno odlagališče, pri čemer lahko nastanejo emisije v zrak;
- fizikalno-kemijske metode remediacije, kamor prištevamo ekstrakcijo hlapov, pri kateri uporabljamo vakuum za remediacijo na onesnaženih tleh z gorivi, izpiranje tal, pri katerem se uporablja voda z dodatki površinsko aktivnih snovi, solidifikacijo in stabilizacijo anorganskih in organskih onesnažil, kjer se mehansko zbija ali drobi tla ter povečuje učinkovitost drugih in situ tehnologij, redukcijo, oksidacijo onesnažil in fizikalno-kemijske metode, ki temeljijo na toplotni obdelavi, med katere uvrščamo ekstrakcijo, vitrifikacijo, termično desorpcijo, sežig in pirolizo;
- bioremediacijo, ki je postopek čiščenja tal z mikroorganizmi, rastlinami in encimi.

Najpomembnejši dejavnik čiščenja tal v diplomskem delu je bioremediacija.

3.2.1 Bioremediacija

Bioremediacija je postopek čiščenja tal z mikroorganizmi, rastlinami in encimi. Pri tem lahko uporabimo tudi genetsko spremenjene organizme. Gre za najcenejšo tehniko čiščenja tal, ki zahteva daljše časovno obdobje čiščenja, zato ni primerna za čiščenje tal in silo ali na zelo onesnaženih tleh (Leštan 2002). Ena izmed najpogostejših tehnik bioremediacije je

fitoremediacija, ki se uporablja za odstranjevanje onesnaževal s pomočjo rastlin. Rastline, ki so primerne za uporabo, imajo naslednje lastnosti (Vovk-Korže in Janškovec 2009):

- dobro absorpcijo;
- presnovo strupenih molekul v manj strupene;
- zmanjšanje števila sintetičnih organskih spojin;
- odpornost na najvišje koncentracije strupenih snovi, te pa se nalagajo v zgornje dele rastlin.

Nekatere rastline strupene snovi samo skladiščijo, druge jih pretvorijo in v okolje oddajo v manj nevarni obliki. V skupino procesov fitoremediacije spadajo (Vovk-Korže in Janškovec 2009; (Ribarič-Lasnik in sod. 2013):

- fitoekstrakcija, ki je dolgotrajen postopek čiščenja tal, pri katerem rastlina preko korenin črpa težke kovine, ki se nato akumulirajo v določene nadzemne dele rastline. Uporablja se za elemente, ki so v tleh dobro vezani in prehajajo v nadzemne rastline omejeno (Zn);
- fitostabilizacija je proces, pri katerem gre za akumulacijo onesnažil v korenine rastline in območje okoli njih. Postopek se uporablja na območjih, kjer je stopnja onesnaženosti nizka, ali na območjih, kjer drug postopek ni mogoč;
- rizofiltracija je postopek odstranitve onesnaževal z absorpcijo v korenine iz podtalnice, ne le iz onesnaženih tal.

3.3 Miskantus

Kmetijska zemljišča, ki so izgubila svoj prvoten namen in niso primerna za pridelovanje krme in hrane, lahko uporabljamo tudi za gojenje rastlin, ki so namenjene pridobivanju električne in toplotne energije. Vendar predstavlja gojenje rastlin za energetske namen slabost v smislu dviga cen kmetijskih pridelkov. Rastline, ki so primerne za pridelovanje biomase in nadaljnjo proizvodnjo energije, so prikazane v preglednici 1. Med najpogosteje uporabljenimi rastlinami za proizvodnjo energije (toplota, gorivo, elektrika) so oljna ogrščica, topoli, vrbe, žito, sladkorna pesa, silažna koruza, miskantus in topinambur (Tajnšek 2006).

Preglednica 1: Rastline, namenjene pridobivanju biomase za energijo

C4 (večletna)	C3 (večletna)	C4 (enoletna)	C3 (enoletna)
miskantus (<i>Miscanthus x giganteus</i>)	pisana čužka (<i>Phalaris arundinacea</i>)	sirek (<i>Sorghum bicolor</i>)	pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
proso (<i>Panicum virgatum</i>)	navadni trstikovec (<i>Arundo donax</i>)	koruza (<i>Zea mays</i>)	
sladkorni trs (<i>Saccharum officinarum</i>)	topoli (<i>Populus</i> sp.)		
	vrbe (<i>Salix</i> sp.)		

Vir: Arnoult in Brancourt, 2014

Rastline C4 so tiste, ki imajo prvi stabilni produkt fotosinteze spojino s 4 atomi ogljika (C), kar omogoča rastlini, da lahko veže CO₂, dokler notranja koncentracija ne doseže nič (Edwards in sod. 2001). Rastline C4 imajo za 50 % večjo učinkovitost fotosinteze in za 50 % manjšo potrebo po vodi kot rastline C3 (Wang in sod. 2012).

Večletne rastline C4 so primerne za energetski namen zaradi učinkovite uporabe razpoložljivih virov in ohranjanja ogljika v tleh (Babović in sod. 2011). Po študijah, ki so jih naredili v Franciji s primerjanjem zgoraj navedenih rastlin, so pri večletnih rastlinah C4 kot korist izpostavili donos biomase. Za večletne rastline, ki so namenjene proizvodnji energije, je treba združiti visoko proizvodnjo biomase na hektar v različnih podnebjih, biomaso pripraviti za različne energetske procese in prispevati k pozitivnemu okoljskemu odtisu (Arnoult in Brancourt 2014).

Med večletnimi rastlinami C4 sta še posebej zanimiva proso in miskantus, saj pripomoreta k izboljšanju ogljičnega odtisa. Miskantus ima v primerjavi s prosom večji donos biomase in večji izkoristek sončne energije ter majhen vpliv na okolje. Pomanjkljivost je, da ne more proizvesti visokega donosa biomase v vseh podnebjih, ker je občutljiv na zmrzal, pomanjkanje vode in dovzeten za bolezni (prav tam).

3.3.1 Osnovni podatki o miskantusu

Glede na to, da obstaja okoli 20 vrst miskantusa, veljajo ti podatki za triploidni hibrid *Miscanthus x giganteus* (prav tam). Miskantus (*Miscanthus x Giganteus*) ali prstastni trstikovec, ki je hibrid med *Miscanthus x sacchariflorus* in *Miscanthus x sinensis* iz družine trav, je vedno večjega pomena za proizvodnjo energije (toploto, gorivo, električno) (Growing giant ... 2014).

Gre za tujerodno rastlinsko vrsto toplega podnebja, ki izvira iz Jugovzhodne Azije in kot taka fiksira CO₂ pri močni svetlobi in manjši koncentraciji CO₂. Najdemo jo v tropskem in subtropskem okolju. Je neoporečna ekološka surovina z visoko kurilno vrednostjo, ki znaša od 17 do 20 MJ/kg (Brosse in sod. 2012). Miskantus je večletna rastlina, ki daje donos do 20 let ali več. Zaradi razraščanja korenin ob prvem žetju (drugoletni nasad) doseže rastlina donos do 10 t/ha, kar ni polni donos, tega doseže rastlina pri drugem žetju, ki pa v povprečju znaša 20 t/ha vse do konca življenjske dobe. Življenjska doba, ki jo lahko doseže rastlina miskantus, znaša od 20 do 25 let (Zorko in Zorko 2014).

Uspeva na nadmorski višini do 700 metrov in na tleh slabše kakovosti ter je primerna za gojenje na območjih, onesnaženih s pesticidi, težkimi kovinami, in na iztrošenih tleh. Zato lahko rastlino gojimo na tleh z različno strukturo, tako na gramoznih kot peščenih tleh, ki so kislja ali nevtralna. Za rast je ugoden pH med 5,5 in 7,5. Ker je rast odvisna od koreninskega sistema, tla v zimskem času ne smejo biti prepojena z vodo, saj lahko pride do zmrzali, kar povzroči zmanjšanje donosa biomase, v najslabšem primeru pa pride do propada korenin. Najugodnejše za gojenje je vlažno območje, za povprečni donos, ki znaša od 20 do 30 t/ha, zadošča 400 do 600 mm padavin na leto (Miskantus... 2014). Zorko (2015, ustni vir) navaja, da nasad miskantusa najbolje uspeva pri 700 mm padavin letno.

Zaradi višjih povprečnih temperatur in večjega sončnega sevanja ter bolj namočenega območja je najugodnejše gojenje v Severni in Južni Evropi (Brosse in sod. 2012). Najbolj kritično obdobje za miskantus je v prvem letu, saj lahko neugodne podnebne spremembe, kot je temperatura, bistveno vplivajo na proizvodnjo nasada miskantusa. Pri nizkih temperaturah lahko pozeha pripelje do propada nasada in nepopravljivo poškoduje proizvodnjo biomase, zato je v prvem letu po sajenju za nasad usodna temperatura, nižja od -4,5 °C. Temperatura in padavine pa lahko vplivajo tudi na proizvodnjo biomase v naslednjih letih (prav tam). Če rastlina v obdobju rasti ne prejme zadostne količine vode, se količina pridelka zmanjša.

3.3.2 Zgradba miskantusa

Tkiva zelenih rastlin vsebujejo okoli 75 % vode, po sušenju na temperaturi 105 °C dobimo suho snov z 90 % organske snovi. Komponente organske snovi, kot so celuloza, hemiceluloza, škrob, enostavni sladkorji, lignin, proteini, vosek, tanin in maščoba, imajo

različno energetska vrednost (Leštan 2002). Po ugotovitvah Sørensen in sod. (v Babovič in sod. 2011) vsebuje *Miscanthus x giganteus* v suhi snovi 40 % celuloze, 18 % hemiceluloze in 25 % lignina. Zaradi nižje vsebnosti lignina v miskantusu kot pri lesni biomasi je koncentracija delcev PM 10 pri kurjenju miskantusa nižja (Brosse in sod. 2012). Lignin je najbolj razširjen tridimenzionalen, amorfen biopolimer visoke molekulske mase, sestavljen iz aromatskih monomerov, ki sestavljajo 25 do 30 % celotne lesne biomase. Rastlina daje oporo s svojo trdnostjo in togostjo ter obdaja celulozo, ki jo ščiti pred mikrobnimi razgradnjami (Leštan 2002).

Osnovni elementi, ki sestavljajo suho snov miskantusa, so ogljik (C), vodik (H) in kisik (O). Ogljik predstavlja od 47,1 do 49,7 %, vodik 5,38 do 5,92 % in kisik 41,4 do 44,6 % (Brosse in sod. 2012). Posebno vlogo pri kakovosti izgorjanja biomase imata vsebnost mineralov, kot so kalij (K), klor (Cl), dušik (N) in žveplo (S), ter vsebnost vlage in pepela. Miskantus je kot biomasa primeren za izgorjanje predvsem zaradi nizke vsebnosti vode, Cl, N, S, K in količine pepela (Babovič in sod. 2011).

3.3.3 Gojenje miskantusa

Za nasad lahko posadimo sadike ali korenike (slika 5), za katere je gostota saditve od 10.000 do 13.000 na ha (Zorko, ustni vir, 2015). Razdalja za sajenje korenika in sadika je enaka in znaša od 0,8 m do 1 m. Zaradi vlage, ki je potrebna za korenike, se le-te sadijo na globino od 5 do 10 cm, korenike pa po vzpostavitvi koreninskega sistema sežejo tudi do 2,5 m v globino (Zorko in Zorko 2014).



Slika 5: Korenika *Miscanthus x giganteus*

Foto: T. Golčman, 2015

Po vzklitju korenine v obdobju treh let doseže steblo miskantusa 3 ali več metrov v višino. Za lažjo predstavbo o višini rastline miskantus, ki jo doseže do žetve, sem se za primerjavo (visoka sem 163 cm) slikala v nasadu (slika 6). Steblo spominja na steblo bambusa (prav tam). Premer stebela v prvi treh letih znaša med 4,2 in 5,3 mm (Arnoult in Brancourt 2014).



Slika 6: Višina stebela miskantusa v februarju

Foto: T. Golčman, 2016

Sajenje se začne, ko dosežejo tla temperaturo 7 °C ali več v obdobju od marca do maja, ki se lahko zavleče tudi vse do sredine junija (slika 7). Vendar pa zgodnje sajenje izboljša kaljenje in nadaljnji razvoj rastline, saj je v prvem letu rasti pomembna zadostna količina vlage (Zorko in Zorko 2014).



Slika 7: Poganjki *Miscanthus x giganteus* v aprilu

Foto: T. Golčman, 2015

V poletnih mesecih se rastlina razvija in raste (slika 8). V jesenskih mesecih se konča rast rastline, kar pomeni, da steblo oleseni in izgubi liste, ki so gnojilo. V zimskem času od žetve, ki je običajno v obdobju od februarja do aprila (slika 9), ostanejo le stebela. Pri spravilu je pomembno, da je vlaga rastline 30 % ali manj, saj ima s tem rastlina višjo kurilno vrednost. Za spravljanje pridelka se uporabi običajne kmetijske stroje, kot so kombajn za žetev koruze, kosilnica in balirka (prav tam).



Slika 8: *Miscanthus x giganteus* v septembru
Foto: T. Golčman, 2015



Slika 9: *Miscanthus x giganteus* v februarju
Foto: T. Golčman, 2015

3.1.1.1. Gojenje v Sloveniji in po svetu

Miskantus je v Sloveniji od leta 2016 opredeljen v skupino energetskih rastlin, šifrant rastline je 720 (Zorko, ustni vir, 2016). Pred letom 2016 je bila rastlina miskantus s številko kmetijske rastline 735 v Šifrantu vrst oziroma skupin kmetijskih rastlin ter pomoči uvrščena med vrtnine, njivska zelišča ali okrasne rastline, ki se nahajajo v zavarovanem prostoru in so v lončkih (Zorko, ustni vir, 2015).

V Sloveniji so znani trije večji pridelovalci miskantusa. Eden od pridelovalcev je podjetje Miskantus, d. o. o., iz Murske Sobote, ki se ukvarja s prodajo in gojenjem sadik. Večji pridelovalec je tudi kmetija Zorko iz Babnega pri Celju, ki se ukvarja s prodajo korenin in gojenjem nasada. Nasad imajo tudi na Gorenjskem, kjer je lastnik iz Britofa pri Kranju. V Sloveniji je poleg velikih pridelovalcev tudi nekaj manjših (Zorko, ustni vir, 2015). Podatki o manjših pridelovalcih nasadov miskantusa zaradi Zakona o varovanju osebnih podatkov niso znani, kar me je pri pregledu pridelovalcev omejilo.

Nasadi miskantusa se iz leta v leto povečujejo. Tako na letni ravni v Evropi in Ameriki skupaj nastane okoli 100 ha novih nasadov. V Evropi imajo površine z miskantusom poleg Slovenije s 15 ha posajene tudi v državah, kot so Avstrija (6.000 ha), Nemčija (40.000 ha), Francija (20.000 ha), Poljska (8.000 ha), Velika Britanija (60.000 ha), Belgija (1.200 ha), Madžarska (500 ha) in Srbija (50 ha) (Miskantus... 2014). Med državami, ki imajo nasade miskantusa, so tudi Švedska, Danska, Portugalska, Španija, Italija, Grčija, Turčija, Kanada in ZDA (Brosse in sod. 2012).

3.3.4 Uporaba miskantusa

Miskantus je vsestransko uporaben, največ se ga uporablja za biomaso, je energent za ogrevanje in proizvodnjo električne energije tako za samooskrbo v gospodinjstvu kot za javne ustanove. Za namen proizvodnje toplote se uporablja brikete (slika 10), pelete in sekance, ki predstavljajo cenejšo obliko kurjave. V gradbeništvu ga uporabljajo za toplotno in zvočno izolacijo, za predelne stene in je alternativa azbestnim ploščam. Vsekakor je uporaben tudi v papirni industriji, kjer je nadomestilo za celulozo. Miskantus je vedno bolj uporaben za izdelavo biopolimerov, ki nadomestijo plastiko, za proizvodnjo biodizla in kot rastlina, ki pripomore k izboljšanju kmetijskih tal, onesnaženih s težkimi kovinami in pesticidi (Miskantus... 2014).



Slika 10: Briketi iz *Miscanthus x giganteus*

Foto: T. Golčman, 2015

3.3.5 Privzem težkih kovin v miskantus

Miskantus ima veliko odpornost na težke kovine v tleh, kot so Ni, Pb, Zn in Cr, vendar majhno odpornost na Cd, Cu in Hg. To pomeni, da je miskantus primerno gojiti na onesnaženih tleh z Ni, Pb, Zn in Cr, kjer se donos biomase zaradi vsebnosti teh kovin ne zmanjša. Če se miskantus goji na tleh, onesnaženih s Cd, Cu in Hg, se pridelku zmanjša produktivnost. Miskantus lahko iz onesnaženih tal akumulira težke kovine, vendar se najvišja koncentracija težkih kovin kopiči v koreninah. Zaradi kopičenja težkih kovin v koreninah je biomasa uporabna za proizvodnjo papirja ali proizvodnjo energije (Fernando in Oliveria 2004).

Miskantus je znan kot dober akumulator težkih kovin iz tal, saj ima visok privzem le-teh. Raziskave o kopičenju težkih kovin v tkivih *Miscanthus x giganteus* so bile narejene na onesnaženih tleh na Poljskem, kjer so izračunali koncentracijo Pb, Cd in Zn v rastlini. Z večletno raziskavo so ugotovili, da lahko miskantus, gojen na čistih tleh, akumulira 2 mg Pb kg⁻¹, 0,3 mg Cd kg⁻¹ in 25 mg Zn kg⁻¹, medtem ko lahko, gojen na onesnaženih tleh, akumulira 200 mg Pb kg⁻¹, 5 mg Cd kg⁻¹ in 700 mg Zn kg⁻¹. To predstavlja na ha pridelka 2,2–4,8 kg za Pb, 0,055–0,12 kg za Cd in 9–13 kg za Zn. Miskantus ima fitoremediacijski potencial za Pb in Zn. Pokazalo se je, da lahko vnos težkih kovin v tkiva povzroči velike emisije onesnaževal v zrak zaradi nepravilnega izgorevanja. Rezultati so pokazali, da je

gojenje miskantusa na onesnaženih tleh povezano s povišano koncentracijo težkih kovin v tkivih, zato je treba za sežig takšne biomase zagotoviti filtre, na katere se lahko ti elementi ujamejo. Poleg tega so lahko v pepelu po zgorevanju prisotne težke kovine (Pogrzeba in sod. 2013).

4 METODOLOGIJA

V diplomski nalogi, ki je sestavljena iz teoretičnega in empiričnega dela, so metode dela sledeče:

- študij domače in tuje literature,
- obdelava in prikaz podatkov.

4.1 Študij domače in tuje literature

Teoretični del diplomskega dela obsega zbiranje in pregled dostopne literature v tujem in slovenskem jeziku ter temelji na ugotavljanju obstoječega stanja na podlagi opazovanja na terenu in pridobivanju podatkov odgovornih oseb in strokovnjakov (Geološki zavod Celje, Kmetijsko-gozdarski zavod Celje, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, MOC oddelek za okolje in prostor ter komunalo in Drago Zorko) s področja onesnaženosti MOC, kmetijskih zemljiščih v občini in gojenja ter uporabe miskantusa.

4.2 Obdelava in prikaz podatkov

Obdelava in prikaz podatkov temeljita na informativnem izračunu energije in anketni raziskavi. Na podlagi pridobljenih rezultatov sem na koncu uporabila analitično metodo.

4.2.1 Informativni izračun pridobljene energije v Mestni občini Celje, pridobljene z energentom *Miscanthus x giganteus*

Empirični del diplomskega dela obsega informativni izračun energije iz rastline miskantus v MOC. Za izračun pridobljene energije sem potrebovala površino onesnaženih kmetijskih zemljišč v MOC, ki so potencialno primerna za gojenje energenta, letni donos na površino in kurilno vrednost rastline miskantus. Rezultate informativnega izračuna sem primerjala s podatki Toplarne Celje za leto 2012.

Za preglednejše in lažje razumevanje dobljenih rezultatov sem za prikaz uporabila povprečne vrednosti in standardne merske enote. Za pravilno pretvorbo enot sem uporabila pretvornik merskih enot (<http://www.pretvornik-enot.com/>).

4.2.2 Anketiranje lastnikov kmetijskih zemljišč

Anketo (Priloga A) sem izvedla v sklopu predavanj, ki jih je vodil Drago Zorko na potencialno onesnaženih delih Celja, kjer je bila predstavljena rastlina miskantus. Zaradi majhne udeležbe povabljenih sem se odločila, da podatke pridobim še neposredno od lastnikov kmetijskih zemljišč, z obiskom na njihovih domovih. Čeprav je bilo število izpolnjenih anket majhno, menim, da odgovori zadoščajo za orientacijske vrednosti.

Rezultate ankete sem uredila in grafično obdelala v programu Excel.

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

5.1 Izračun

Na podlagi degradiranih območji v MOC sem se pri informativnem izračunu omejila na kmetijska zemljišča, ki so onesnažena do te mere, da niso primerna za gojenje rastlin za hrano in krmo.

Degradirana območja v MOC obsegajo 486 ha tako onesnaženih kmetijskih zemljišč, da niso primerna za gojenje rastlin za prehrano in krmo.

Poleg površine sem v literaturi pridobila podatke o povprečni kurilni vrednosti miskantusa in povprečnem letnem donosu, s katerimi sem izračunala energijo, pridobljeno iz rastline miskantus.

Kurilna vrednost rastline miskantus, ki je odvisna od vlage olesenelega dela, se giblje med 17 in 20 MJ/kg (Brosse in sod. 2012). Za lažji izračun in prikaz sem uporabila kurilno vrednost 18,5 MJ/kg, v kateri je upoštevana 12 % vlažnost olesenelega dela rastline miskantus (Miskantus... 2014).

Rastlina miskantus daje donos do 20 let ali več. Ker donos ob prvem žetju zaradi razraščanja korenin ne doseže popolnega donosa, sem naredila izračun pridobljene energije rastline miskantus, ki jo pridobimo po prvi žetvi, in nato za vse nadaljnje žetve, ki imajo v povprečju enak letni donos vse do konca življenjske dobe rastline. Za življenjsko dobo rastline sem upoštevala 20 let. Pri izračunu sem upoštevala, da je donos ob prvem letu žetve 10 t/ha, medtem ko je donos za vse nadaljnje žetve 20 t/ha.

Iz literature je razvidno, da je bilo leta 2012 na letni ravni v omrežje iz Toplarne Celje oddano 22.872 MWh toplotne energije in 4.348 MWh električne energije za oskrbo v MOC. Za proizvodnjo tolikšne energije je bilo v enem letu v toplotno obdelavo oddanih 23.068 t odpadkov, od tega predstavlja 19.556 t lahke frakcije in 3.512 t blata iz čistilnih naprav (Revizijsko poročilo 2014).

5.1.1 Energija rastline miskantus

Pri izračunu energije rastline miskantus sem upoštevala povprečne vrednosti za kurilno vrednost in donos po obdobju žetev. Za izračun energije, ki bi jo pridobili iz nasada rastline miskantus, sem uporabila enačbo 1.

Energijo, pridobljeno iz nasada rastline miskantus, izračunamo tako, da letni povprečni donos pomnožimo s povprečno kurilno vrednostjo in pridelovalno površino ter zmnožek delimo s časom. Da dobimo rezultat v MWh, delimo še s številom 10^6 .

Enačba 1: Energija rastline miskantus

$$E_i [MWh] = \frac{(PD_i \cdot KV \cdot P)}{t \cdot 10^6}; i = \{1,2\}$$

Pri čemer je:

E ... energija [MWh],

PD ... povprečen donos [kg/ha],

KV ... kurilna vrednost [J/kg],

P ... površina [ha],

t ... čas [s].

V preglednici 2 so prikazani osnovni podatki s podanimi vrednostmi in enotami, ki so osnova za nadaljnje informativne izračune toplotne energije iz nasada rastline miskantus v MOC.

Preglednica 2: Osnovni podatki za izračun energije (E) iz nasada rastline miskantus

Osnovni podatki	Vrednost	Enota
Kurilna vrednost (KV)	18,5 x 10 ⁶	J/kg
Povprečen donos po prvi žetvi (PD1)	10000	kg/ha
Povprečen donos po nadaljnjih žetvah (PD2)	20000	kg/ha
Površina (P)	486	ha
Količina dobljenega miskantusa (K_{DM}) po 1. žetvi	4860	t

Vir: Ribarič-Lasnik in Lakota, 2010; Miskantus..., 2014; Zorko in Zorko 2014

Izračun 1.1:

$$E_1 [MWh] = \frac{(PD_1 \cdot KV \cdot P)}{t \cdot 10^6}$$

$$E_1 = \frac{\left(10000 \frac{kg}{ha} \cdot 18,5 \cdot \frac{10^6 J}{kg} \cdot 486 ha\right)}{3600 s \cdot 10^6}$$

$$E_1 = 24.975 MWh$$

V izračunu 1.1 sem upoštevala povprečni donos po prvi žetvi, povprečno kurilno vrednost in površino v MOC, ki je onesnažena do te mere, da ni primerna za pridelavo hrane in krme. Po prvi žetvi nasadov rastline miskantus bi pri količini 4.860 ton in kurilni vrednosti 18,5 znašala energija rastline miskantus 24.975 MWh.

Izračun 1.2:

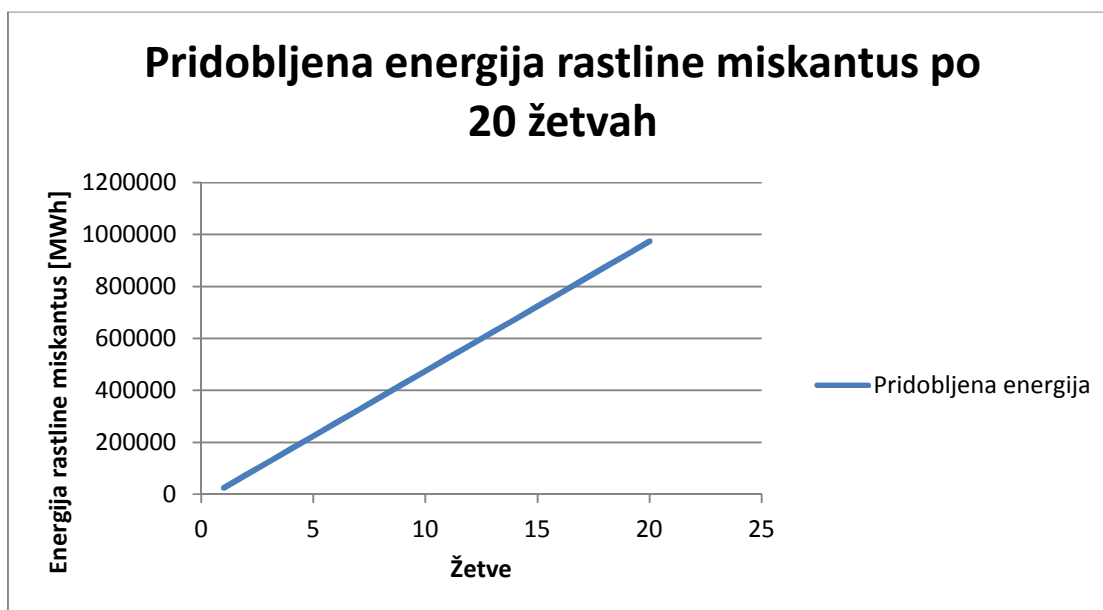
$$E_2 [MWh] = \frac{(PD_2 \cdot KV \cdot P)}{t \cdot 10^6}$$

$$E_2 = \frac{\left(20000 \frac{kg}{ha} \cdot 18,5 \cdot \frac{10^6 J}{kg} \cdot 486 ha\right)}{3600 s \cdot 10^6}$$

$$E_2 = 49.950 MWh$$

Pri izračunu 1.2 sem poleg povprečne kurilne vrednosti in površine upoštevala povprečni donos rastline miskantus od druge žetve vse do konca življenjske dobe rastline. Donos rastline miskantus se v drugem letu žetve poveča za 2-krat, kar nam pove, da se pridobljena energija rastline miskantus podvoji, tako bi v nadaljnjih letih iz nasada na površini 486 ha s kurilno vrednostjo 18,5 tone in povprečnim donosom 20 t/ha rastline miskantus pridobili 49.950 MWh energije.

Na grafu 1 je prikazana količina pridobljene energije iz nasada rastline miskantus v časovnem obdobju 20 let, v katerih bi pridobili 974.025 MWh energije. Količina pridobljene 974.025 MWh energije je vsota pridobljene energije rastline miskantus po prvi žetvi (24.975 MWh) in devetnajstih ostalih žetvah (49.950 MWh).



Graf 1: Pridobljena energija rastline miskantus po 20 žetvah

5.1.2 Potrebna količina rastline miskantus

Energijo odpadka izračunamo po enačbi 2 tako, da količino odpadkov pomnožimo s kurilno vrednostjo odpadka in zmnožek delimo s časom, da je rezultat v MWh, kar delimo s 10^6 .

Enačba 2: Energija odpadkov

$$E_{OD} = [MWh] = \frac{(KO \cdot KV_{OD})}{t \cdot 10^6}$$

Pri čemer je:

E_{OD} ...energija odpadkov[MWh],

KO ... količina odpadkov [kg],

KV_{OD} ... kurilna vrednost odpadkov [J/kg],

t ... čas [s].

V letu 2012 so v Toplarni Celje toplotno obdelali 23.068 ton odpadkov. Ker se kurilna vrednost zaradi narave mešanice odpadkov giblje med 12 in 16 MJ/kg (Kokalj in sod. 2014) in o točni kurilni vrednosti ni podatka, sem pri izračunu uporabila povprečno vrednost 14 MJ/kg.

Izračun 2.1:

$$E_{OD} = [MWh] = \frac{(KO \cdot KV_{OD})}{t}$$
$$E_{OD} = \frac{(23068 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 14 \cdot 10^6 \text{ J/kg})}{3600 \text{ s} \cdot 10^6}$$
$$E_{OD} = 89.709 \text{ MWh}$$

Za izračun 2.1 sem uporabila podatke o letni količini odpadkov in povprečno kurilno vrednost. Na podlagi letne količine odpadkov iz leta 2012 (23.068 ton) in povprečne kurilne vrednosti 14 MJ/kg znaša energija odpadkov 89.709 MWh, ki jo v nadaljnjem procesu uporabijo za pridobitev električne in toplotne energije.

Glede na energijo odpadka, ki so jo uporabili v procesu za proizvodnjo toplotne in električne energije v letu 2012, sem izračunala, koliko rastline miskantus bi potrebovali v procesu proizvodnje toplotne in električne energije, če bi odpadke nadomestili z rastlino miskantus.

Potrebno količino rastline miskantus izračunamo po enačbi 3 tako, da energijo odpadka pomnožimo s časom in zmnožek delimo s kurilno vrednostjo rastline miskantus. Osnovna enačba za izpeljavo enačbe 3 je enačba 2.

Enačba 3: Potrebna količina rastline miskantus

$$K_{PM} = \frac{(E_{OD} \cdot t)}{KV_M}$$

Pri čemer je:

K_{PM} ... količina potrebne rastline miskantus [t],

E_{OD} ... energija odpadka [Wh],

KV_M ... kurilna vrednost rastline miskantus [J/kg],

t ... čas [s].

Izračun 3.1:

$$K_{PM} = \frac{(E_{OD} \cdot t)}{KV_M}$$
$$K_{PM} = \frac{(89709 \cdot 10^6 Wh \cdot 3600 s)}{18,5 \cdot 10^6 J/kg \cdot 1000}$$
$$K_{PM} = 17.457 t$$

Za proces pridobivanja toplotne in električne energije bi glede na izračun 3.1 in podatke iz leta 2012 v Toplarni Celje potrebovali 17.457 ton rastline miskantus. Za pridelavo tolikšne količine rastline miskantus ne zadošča površina 486 ha. Da bi po prvem žetju v proces toplotne in električne energije oddali izračunano količino rastline miskantus, bi potrebovali 3,6-krat večjo obdelovalno površino. Površina, ki bi zadostila potrebam po količini miskantusa po prvem žetju, bi znašala 1.746 ha. Po nadaljnjih žetvah bi za potrebno količino rastline miskantus potrebovali še 1,8-krat večjo površino, ki znaša 873 ha. Po prvem žetju predstavlja površina 486 ha, zaradi donosa (10 t/ha) 27,8 % potrebne energije, v nadaljnjih žetvah pri donosu (20 t/ha) pa 55,7 % potrebne energije.

Kot so pokazali izračuni, količina rastline miskantus, ki bi jo pridelali na celotni površini degradiranih kmetijskih zemljišč (486 ha) v MOC, v tej občini ne bi zagotovila samooskrbe po toplotni in električni energiji.

5.2 Anketni vprašalnik

Na podlagi izračunov o pridobljeni energiji iz rastline miskantus sem izvedla anketo z namenom pridobiti vpogled v poznavanje rastline miskantus in zainteresiranost za gojenje te rastline s strani lastnikov kmetijskih zemljišč v MOC. Ob tem sem želela izvedeti, kakšen vpliv bi imele subvencije na zainteresiranost lastnikov in koliko obdelovalne površine so pripravljene nameniti za gojenje nasadov miskantusa. Ciljna skupina so bili lastniki kmetijskih zemljišč na območju Občine Celje, kjer so v odvzetih vzorcih tal največkrat določili povišane vsebnosti Cd in Zn.

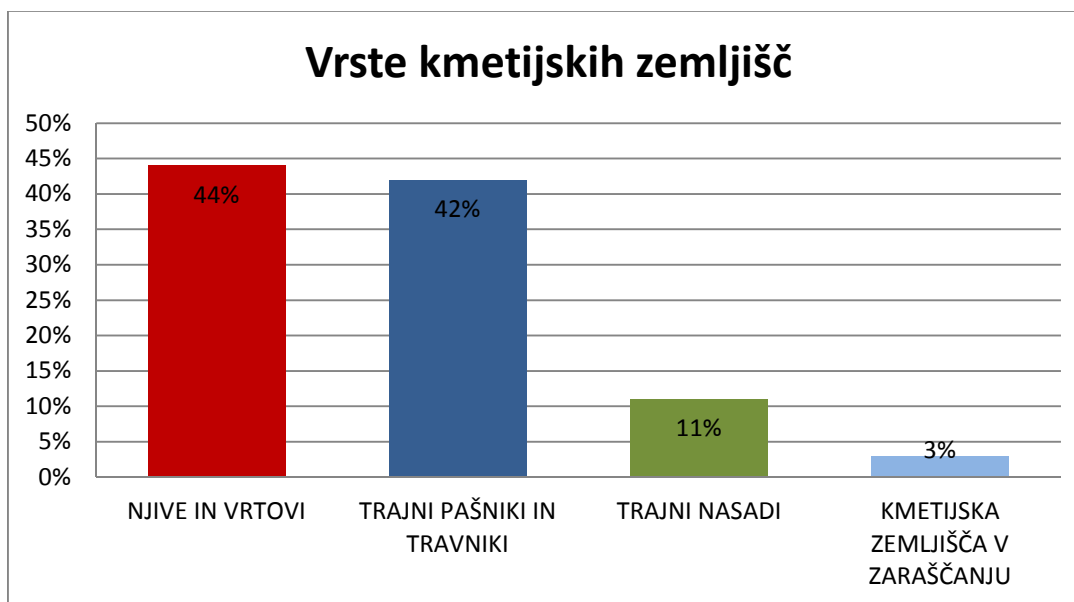
Anketne vprašalnice sem izvedla v sklopu predavanj, ki jih je vodil Drago Zorko na krajevnih skupnostih Teharje in Medlog. Za prvo predavanje o gojenju rastline miskantus, ki je potekalo na KS Medlog, je bilo vabilo (Priloga B) naslovljeno na 32 lastnikov kmetijskih zemljišč iz krajevnih skupnosti Medlog, Ostrožno, Hudinja, Škofja vas in Šmartno v Rožni dolini. Njihove podatke sem pridobila preko Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov v Republiki Sloveniji s portala Pregled zemljišč v zakupu po katastrskih občinah. Ker se predavanja ni udeležil nihče od povabljenih, sem se odločila, da predavanje ponovim v KS Teharje. Da bi bila udeležba na drugem predavanju številčnejša, smo se z vodilnimi v KS Teharje dogovorili, da vabilo na predavanje umestimo v lokalno glasilo Teharčan (Priloga C), ki so ga prejela vsa gospodinjstva v KS Teharje. Poleg vabila v glasilu sem ta ponovno naslovlila na lastnike kmetijskih zemljišč, ki so bili povabljeni že na predavanje v KS Medlog.

Skupaj se je vabilu odzvalo 6 ljudi, kar ni zadoščalo za orientacijsko vrednost. Ker je udeležba pokazala premajhen vzorec za orientacijske vrednosti, sem dodatno število anket pridobila neposredno od lastnikov kmetijskih zemljišč na njihovih domovih. Anketiranje po domovih je potekalo na območju KS Medlog. Tako sem skupaj pridobila 19 anket od predvidenih in naslovljenih 32 lastnikov, kar predstavlja 59 % izpolnjenih anket od predvidenega vzorca in 4 % od vseh kmetijskih gospodarstev v MOC.

Za tako majhno udeležbo in število pridobljenih anket je lahko ključnih več dejavnikov, kot so nepoznavanje rastline, strah pred nečim novim in še ne uveljavljenim na slovenskem trgu, nezainteresiranost in nepravi čas za spremembe. Predvidevam, da gre večinoma za nezainteresiranost in hkrati nepoznavanje rastline, saj se o njej govori bolj malo.

Anketni vprašalnik so izpolnjevale tako ženske kot moški vseh starostnih skupin, vendar sta prevladovala moški spol (80 %) in starostna skupina od 46 do 55 let (37 %). Končana izobrazba anketirancev je v 95 % srednješolska ali višja, preostali pa imajo končano osnovno šolo. Med anketiranci glede na dejavnost prevladujejo kmeti (42 %), sledijo zaposleni (37 %), upokojenci (16 %) in nezaposleni (5 %).

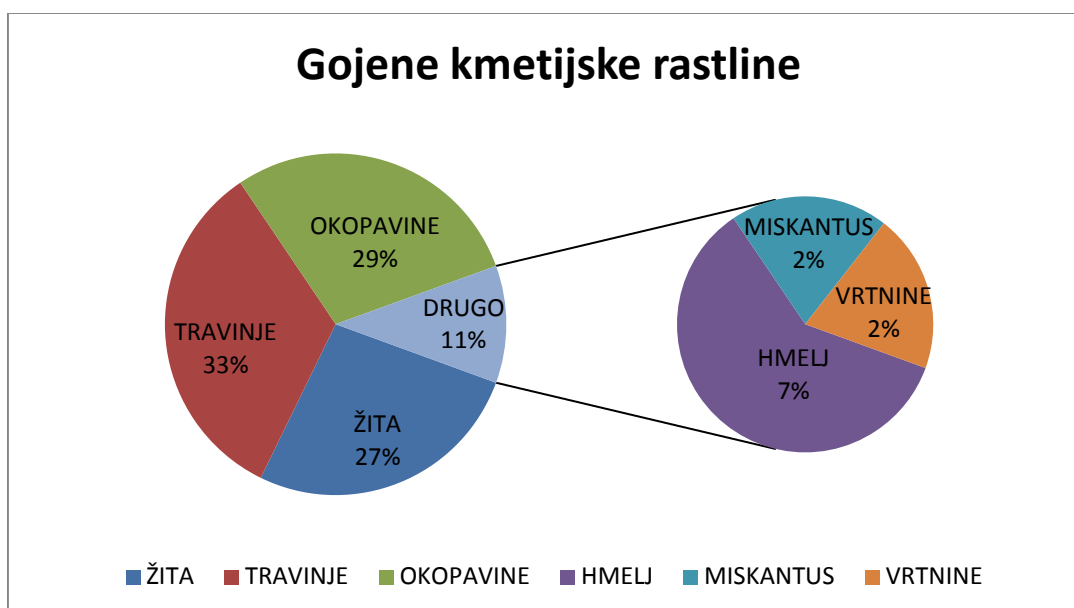
Pri analizi vprašanja o vrsti kmetijskega zemljišča sem ugotovila, da ima 68 % anketiranih dve ali več vrst kmetijskih zemljišč glede na dano kategorijo. Graf 2 prikazuje, da med odgovori anketiranih, največji delež predstavljajo njive in vrtovi, sledijo trajni pašniki in travniki, trajni nasadi, najmanjši delež pa predstavljajo kmetijska zemljišča v zaraščanju.



Graf 2: Delež kmetijskih zemljišč, ki jih imajo anketirani

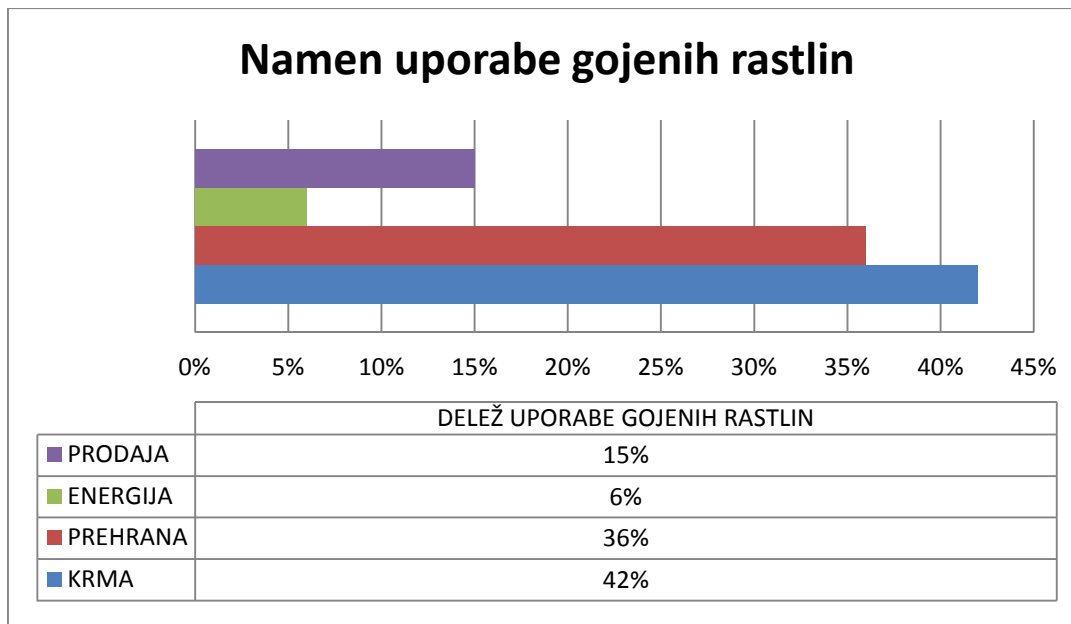
80 % tistih, ki imajo v uporabi tri vrste kmetijskih zemljišč, imajo obdelovalno površino v velikosti 10 hektarov ali več, kar predstavlja drugi največji razred v obdelavi (26 %) od vseh anketiranih. Največ je tistih, ki imajo obdelovalno zemljo v obsegu velikostnega razreda od 2 do 5 hektarov (32 %), sledijo tisti, ki imajo obdelovalno površino v kategoriji od 0 do 2 ha (21 %), najmanj je tistih, ki imajo od 5 do 10 hektarov (16 %) obdelovalne površine. Ena oseba, ki predstavlja 5 % odgovora ni podala.

68 % anketiranih, ki imajo dve ali več vrst kmetijskih zemljišč, goji več vrst kmetijskih rastlin. 21 % anketiranih pa na svojih površinah goji le eno vrsto kmetijskih rastlin. Graf 3 prikazuje, da jih med vsemi anketiranimi največ goji travinje, sledijo okopavine in žita, kot ostale gojene rastline so naštehi miskantus, vrtnine in hmelj.



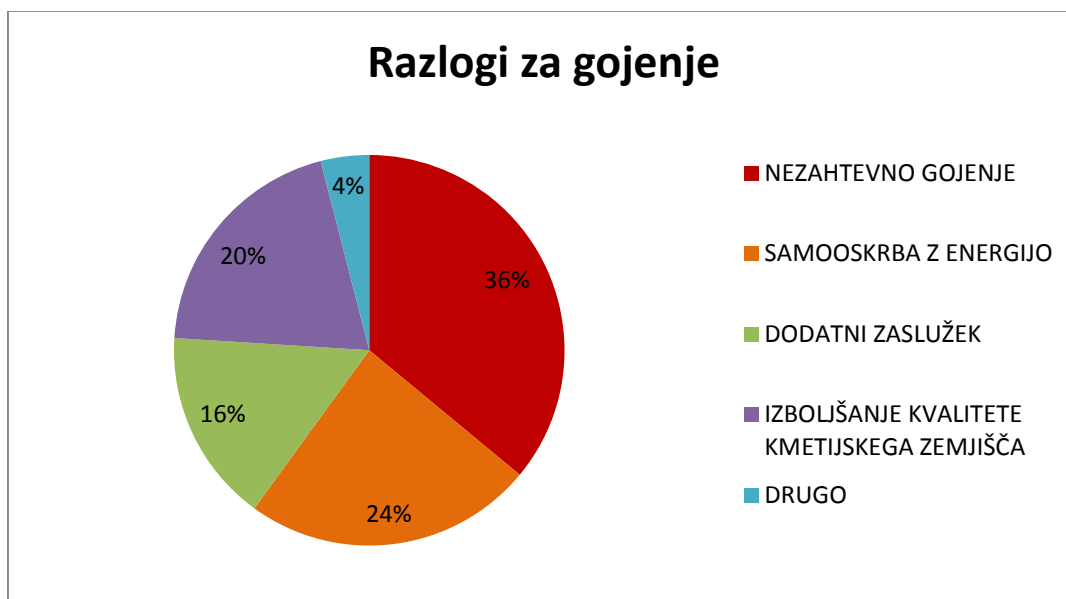
Graf 3: Prikaz deležev kmetijskih rastlin, ki jih gojijo anketiranci

Anketirani so na vprašanje o namenu uporabe gojenih rastlin obkrožili več odgovorov. Med vsemi vprašanimi jih več kot polovica (53 %) rastline goji za dva ali več namenov, od tega v 47 % gojene rastline uporabijo za krmo in prehrano ljudi. Preostali pa jih namenijo za prodajo (21 %). Na grafu 4 so predstavljeni deleži namena uporabe gojenih rastlin, ki jih večina anketiranih uporabi za krmo, sledita prehrana in prodaja, najmanj anketiranih pa uporabi gojene rastline v energetske namen. Iz analize je razvidno, da ta odstotek predstavlja osebo, ki goji rastlino miskantus. 1 % vprašanih odgovora ni podalo.



Graf 4: Deleži namena uporabe gojenih rastlin med anketiranci

Anketiranci so pri vprašanju o poznavanju rastline miskantus na vprašanje odgovorili presenetljivo, 61 % anketiranih je podalo odgovor, da rastlino pozna. Od vseh, ki rastlino poznajo, bi se za njeno gojenje odločilo 81 %. Za gojenje rastline bi se odločilo tudi 11 % anketirancev, ki rastline miskantus ne pozna. Tako je od vseh anketiranih za gojenje miskantusa zanimanje pokazala več kot polovica (58 %) anketiranih. Glede na zainteresiranost anketirancev za gojenje rastline miskantus so prevladali razlogi o odločitvi za gojenje miskantusa, ki so prikazani na grafu 5. Med navedenimi razlogi je v največjem deležu prevladalo nezahtevno gojenje, sledijo samooskrba z energijo, izboljšanje kakovosti kmetijskega zemljišča, zelo malo pa jih je navedlo, da bi bil razlog odločitve za gojenje rastline miskantus zaslužek oz. malo dela.



Graf 5: Deleži odgovorov, zakaj bi se anketiranci odločili za gojenje rastline miskantus

Glede na število anketiranih, ki bi se odločili za gojenje miskantusa, smo pridobili velikost površine, ki bi jo anketirani namenili za gojenje rastline miskantus. Skupna površina vseh, ki bi gojili rastlino miskantus, je 29 hektarov. Ta rezultat ni popoln, saj sem na vprašanje »Koliko obdelovalne zemlje bi namenili za gojenje rastline miskantus?« prejela odgovore, kot sta ne vem in vse. Glede na odgovor »vse« je težko izraziti površino, saj nimam natančnega podatka o velikosti obdelovalne površine anketiranega, vendar je velikost kmetijskih zemljišč kategorizirana v velikostne skupine.

Na podlagi dobjenih površin sem izračunala energijo, ki bi jo pridobili iz nasadov miskantusa, gojenega na površinah v lasti anketiranih. Osnovni podatki za izračun so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Prikaz osnovnih podatkov za izračun energije na podlagi anketne raziskave

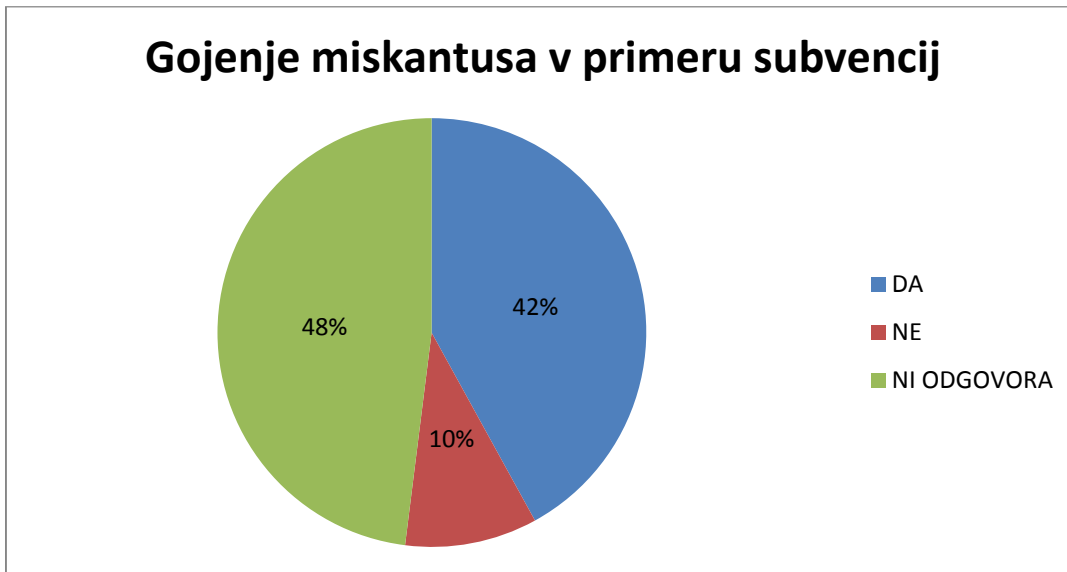
Osnovni podatki	Vrednost	Enota
Kurilna vrednost (KV)	$18,5 \times 10^6$	J/kg
Povprečen donos po prvi žetvi (PD1)	10000	kg/ha
Povprečen donos po nadaljnjih žetvah (PD2)	20000	kg/ha
Površina (P)	29	ha

Energija rastline miskantus, ki bi jo pridobili na površinah anketirancev po prvi žetvi, bi letno znašala 1.490 MWh, po nadaljnjih žetvah pa bi bilo pridobljene 2.981 MWh energije letno. Enačba, po kateri sem naredila izračun, je enačba 1.

Glede na delež anketiranih, ki jih zanima gojenje rastline miskantus, je 9 % takih, ki jih subvencija za miskantus ne zanima, medtem ko 91 % zainteresiranih za gojenje miskantusa ta zanima zaradi različnih razlogov.

Na vprašanje o gojenju miskantusa v primeru subvencij sem od vseh anketiranih pridobila odgovore, ki so prikazani na grafu 6. Med odgovori predstavlja največji delež »ni odgovora«, sledi delež anketiranih, ki jih subvencija za gojenje miskantusa zanima, najmanjši delež pa predstavljajo anketirani, ki jih subvencija ne bi prepričala. Razlogi, zaradi katerih bi se anketiranci odločili za gojenje miskantusa v primeru subvencij so ekonomski vidik,

vzpostavitev nasada in zaslužek. Anketiranci, ki jih subvencija za gojenje miskantusa ne bi prepričala, pa so kot razlog navedli lastne potrebe in ekonomski vidik.



Graf 6: Deleži odgovorov anketiranih za gojenje miskantusa v primeru subvencij

Iz rezultatov zastavljenega anketnega vprašalnika je razvidno, da kljub manj anketiranim rastlina miskantus na območju MOC ni nepoznana. Vendar so bili večina tistih, ki poznajo miskantus anketirani na domu na območju Medloga. Predvidevam, da je poznavanje rastline miskantus na območju Medloga zaradi nasadov te vrste miskantusa, s katerimi se že peto leto ukvarja Drago Zorko, krajan KS Medlog.

6 SKLEP

V sklepu lahko ovržem ali potrdim na začetku postavljeni hipotezi.

H1: Površine kmetijskih zemljišč v MOC, ki so onesnažena do te mere, da niso primerne za gojenje hrane in krme (486 ha), zadoščajo za oskrbo MOC s toplotno in električno energijo, če bi na teh površinah gojili rastlino miskantus. Površina ne zadošča za pridelavo zadostne količine miskantusa, ki bi zagotovila potrebe po samooskrbi s toplotno in električno energijo v MOC glede na podatke Toplarne Celje iz leta 2012. Letna količina miskantusa, ki bi jo morali toplotno obdelati za potrebe toplotne in električne energije v MOC glede na leto 2012, znaša 17.457 t. Po prvi žetvi na površini 486 ha bi se pridelalo letno 4.860 t miskantusa, po nadaljnjih žetvah pa 9.720 t miskantusa, zato lahko hipotezo, da te površine zadoščajo za oskrbo MOC s toplotno in električno energijo, če bi na njih gojili rastlino miskantus, ovržem.

H2: Predpostavljam, da bo 1/3 anketiranih lastnikov potencialno onesnaženih kmetijskih zemljišč pripravljena na gojenje miskantusa.

Z anketno raziskavo sem pridobila podatek o zainteresiranosti lastnikov kmetijskih zemljišč, ki kaže, da je 58 % zainteresiranih za gojenje rastline miskantus na svojih zemljiščih, zato lahko hipotezo potrdim.

7 POVZETEK

Onesnaženost tal je ena izmed oblik degradacije tal, ki vpliva na kakovost vode, zraka, biotsko pestrost, prehransko varnost in posledično na zdravje ljudi. Zaradi delovanja industrije, prometa, energetike, kmetijstva in širjenja urbanega okolja je v MOC onesnaženih 486 ha kmetijskih zemljišč, ki niso primerna za gojenje rastlin za hrano ljudi in krmo. Za zmanjšanje onesnaženosti tal je primerno uporabiti postopek remediacije s pomočjo rastlin. Rastlina miskantus (*Miscanthus x giganteus*) je znana kot dober akumulator težkih kovin iz tal. Raziskave o kopičenju težkih kovin v tkiva, ki so bile narejene na Poljskem, kažejo, da ima rastlina miskantus fitoremediacijski potencial za Pb in Zn. Ker je v MOC največ površin onesnaženih s Zn, ki je esencialni element in je bistveno manj toksičen kot Cd in Pb, ki sta glede na površino manj prisotna, bi s fitoremediacijskim postopkom z uporabo rastline miskantus lahko izboljšali kakovost kmetijskih zemljišč. Zaradi kopičenja težkih kovin v koreninah je biomasa uporabna za proizvodnjo energije. Rezultati so pokazali, da gojenje miskantusa na onesnaženih tleh vpliva na povišane koncentracije težkih kovin v tkivih, zato je treba za sežig takšne biomase zagotoviti filtre, na katere se lahko ti elementi ujamejo. Po sežigu so lahko prisotne težke kovine tudi v pepelu.

Za MOC sem na podlagi podatkov o površini onesnaženih kmetijskih zemljišč, ki niso primerna za gojenje rastlin za hrano ljudi in krmo (486 ha), povprečnega donosa rastline miskantus glede na žetev (10 t/ha in 20 t/ha) in povprečno kurilno vrednost (18,5 MJ/kg) izračunala energijo rastline miskantus. Letna količina, ki bi jo morali toplotno obdelati za potrebe toplotne in električne energije v MOC glede na leto 2012, znaša 17.457 t, medtem ko se po prvi žetvi na površini 486 ha pridelala letno 4.860 t miskantusa in po nadaljnjih žetvah 9.720 t miskantusa. Rezultati izračuna so pokazali, da s površino 486 ha ne bi pridelali dovolj miskantusa, ki bi MOC zagotovil potrebe po toplotni in električni energiji glede na podatke iz leta 2012. Površina, ki bi zagotovila potrebno količino po rastlini miskantus za proces proizvodnje toplotne in električne energije v MOC glede na podatke iz leta 2012 ob upoštevanju letnega donosa po prvi žetvi, predstavlja 1.746 ha, kar je 3,6-krat več kot predstavljajo onesnažena kmetijska zemljišča, neprimerna za gojenje krme in hrane. Po nadaljnjih žetvah bi za potrebno količino rastline miskantus potrebovali še 1,8-krat večjo površino od razpoložljive, kar znaša 873 ha.

Z anketnim vprašalnikom, ki sem ga zastavila lastnikom kmetijskih zemljišč, ki gojijo rastline na območju Teharij in Medloga, ki sta najbolj onesnaženi območji v Občini Celje, sem želela ugotoviti, ali je rastlina poznana, kakšna je zainteresiranost anketirancev za gojenje rastline miskantus, vzroke za odločitev in kakšno vlogo bi pri tem imela subvencija. Med vsemi anketiranimi jih 61 % pozna rastlino miskantus. Predvidevam, da je dobro poznavanje rastline miskantus na območju Medloga zaradi nasadov miskantusa, s katerimi se že peto leto ukvarja Drago Zorko. Za gojenje rastline bi se odločilo 58 % anketiranih. Kot najpogostejši vzrok za gojenje rastline miskantus so navedli nezahtevno gojenje (36 %), sledijo samooskrba z energijo (24 %), izboljšanje kakovosti kmetijskega zemljišča (20 %), le 16 % jih je navedlo, da bi bil razlog zaslužek, 4 % pa malo dela. Na podlagi zainteresiranosti anketiranih sem ocenila podatek o velikosti površine, ki bi jo zainteresirani namenili za gojenje rastline miskantus. Na površini 29 ha bi po prvi žetvi količina miskantusa zadoščala za 1.490 MWh, po nadaljnjih žetvah pa 2.981 MWh toplotne in električne energije, kar predstavlja 3,3 % energije, ki jo sedaj potrebujejo v MOC in jo pridobijo s sežigom odpadkov.

8 SUMMARY

Soil contamination is one of the forms of land degradation which affects the quality of water, air, biotic diversity, food safety, and consequently the human health. Due to the effects of industry, traffic, energy industry, agriculture, and expansion of urban environment, there are 486 ha of polluted agricultural land in the City Municipality of Celje (hereinafter: MOC (Mestna občina Celje)) not suitable for growing crops for human food and animal feed. In order to reduce soil pollution, it is appropriate to use a plant-based remediation procedure. The plant miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) is known for its ability to accumulate heavy metals from the soil. In the studies on the accumulation of heavy metals in the tissues, which were made in Poland, miscanthus showed phytoremediation potential for Pb and Zn. As the most of the surfaces in MOC are contaminated by Zn, which is an essential element and significantly less toxic than Cd and Pb, which are present in lesser amount considering the surface area, a phytoremediation procedure by using miscanthus could improve the quality of agricultural land. Due to the accumulation of heavy metals in the roots, the above-ground biomass can be used for energy production. The results have shown that growing miscanthus on polluted soils results in increased concentrations on heavy metals in tissues, therefore the combustion of such biomass requires the use of filters appropriate for these elements. After combustion, heavy metals may remain present in the ash.

Based on the data on the surface area of polluted agricultural land not suitable for growing crops for human food and animal feed (486 ha), average yield of miscanthus depending on the harvest (10 t/ha and 20 t/ha) and average calorific value (18.5 MJ/kg), I calculated the energy of miscanthus for the City Municipality of Celje. The annual amount requiring heat treatment to meet the heating and electricity demand in MOC, considering the year 2012, would be 17,457 t; taking into account that on the surface of 486 ha, the annual yield of miscanthus is 4,860 t from the first harvest and in 9,720 t from further harvests. The calculation results showed that 486 ha of agricultural land would not produce a sufficient amount of miscanthus to meet the heating and electricity demand of MOC considering the data from the year 2012. The surface area which would provide a sufficient amount of miscanthus for heating and electricity production in MOC, considering the data from the year 2012 and the annual yield from the first harvest, would be 1,746 ha, which is by 3.6 times more than the current polluted agricultural land unsuitable for growing food and feed crops. After further harvests, an additional surface area larger by 1.8 times (i.e. 873 ha) would be needed for the required amount of miscanthus.

With the questionnaire I distributed among the owners of agricultural land growing crops in the area of Teharje and Medlog, I aimed to establish whether the plant is well known, the amount of the respondents' interest in growing miscanthus, the reasons for their decision and the potential role of subsidies. 61 percent of all respondents are familiar with the plant miscanthus. I presume that the good knowledge of the plant in the area of Medlog has resulted from the presence of the miscanthus plantations cultivated by Drago Zorko in the last five years. 58 percent of respondents would decide to grow the plant on their land. According to them, the most common reason for growing miscanthus is its undemanding cultivation (36 percent), followed by self-sufficiency in energy (24%), improvement of the agricultural land quality (20 percent); only 16 percent of respondents indicated profit as reason, and for 4 percent, the main reason would be a small amount of required work. Based on the respondents' interest, I assessed the data on the size of the area they would devote for the cultivation of miscanthus. The amount of miscanthus grown on the area of 29 ha would suffice for 1,490 MWh of heating energy and electricity after the first harvest, and for

2,981 MWh after further harvests, altogether representing 3.3 percent of energy currently needed in MOC and obtained by waste combustion.

9 VIRI IN LITERATURA

- Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (AN OVE) Slovenija. Ljubljana, 2010.
- Arnoult, S., Brancourt, H. M. (2014). A Review on Miscanthus Biomass Production and Composition for Bioenergy Use: Genotypic and Environmental Variability and Implications for Breeding. *BioEnergy Research*, 8 (2), str. 502-526.
- Babovič, V. N., Dražič, D. G., Đorđević, M. A. (2011). Mogučnosti korišćenja biomase poreklom od brzorastoče trske *Miscanthus x giganteus*. Fakulteta za primenjenu ekologiju »Futura«, Beograd.
- Brosse, N., Dufour, A., Meng, X., Sun, Q., Ragauskas, A. (2012). Miscanthus: a fast-growing crop for biofuels and chemicals production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6 (5), str. 580–598.
- Ciraj, M. (2010). *Parmska deklaracija o okolju in zdravju – sodelovanje državne in lokalne oblasti*. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje.
- Česen, M. (2006). *Poročilo Slovenije o vidnem napredku po členu 3.2 Kjotskega protokola*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, str. 7–50.
- Degradacija okolja. Medmrežje: http://kpv.arso.gov.si/kpv/Gemet_search/Gemet_report/report_gemet_term?ID_CONCEPT=13236&L1=302&L2=302 (26. 11. 2014).
- Edwards, E. G., Franceschi, V. R., Ku, M. S. B., Vonzesenskaya, E. V., Pyankov, V. I., Andreo, C. S. (2001). Compartmentation of photosynthesis in cells and tissues of C4 plants. *Journal of Experimental Botany*, 52 (356), str. 577–587.
- Energetski zakon. *Ur. l. RS*, št. 17/2014.
- Eržen, I., Gajšek, P., Hlastan, R. C., Kukec, A., Poljšak, B., Zaletel, K. L. (2010). *Zdravje in okolje, izbrana poglavja*. Ljubljana, Medicinska fakulteta, str. 3–204.
- Fernando, A., Oliveira, J. S. (2004). 2nd World Conference on biomass for energy, Industrial and Climate Protection. Effects on growth, productivity and biomass quality of *Miscanthus x giganteus* of soils contaminated with heavy metals, Rim, str. 387–390.
- Growing giant miscanthus in Illinois. Medmrežje: <http://miscanthus.illinois.edu/wp-content/uploads/growersguide.pdf> (19. 12. 2014).
- Kikec, T. (2009). Izguba rodovitnih prsti Prekmurja zaradi trajnih sprememb rabe tal. V: *Pomurje: Trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri*. Murska Sobota, Zveza geografov Slovenija in Društvo geografov Pomurja, str. 127.
- Kjotski protokol k okviru konvencij združenih narodov o spremembi podnebja, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 2009.
- Kmetijska gospodarstva po rabi vseh in kmetijskih zemljišč v uporabi, po občinah, Slovenija 2000 in 2010. Medmrežje: <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (21. 1. 2015).

- Kmetijska gospodarstva po velikostnih razredih kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU), po občinah, Slovenija, 2000 in 2010. Medmrežje: <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (21. 1. 2015).
- Kokalj, F., Zabukovnik, M., Samec, N. (2014). *Načrtovanje in obratovanje prve slovenske toplarne na energijsko bogato frakcijo odpadkov*. Ljubljana: Elektrotehniški vestnik 81 (5), str. 296-302.
- Leštan, D. (2002). *Ekopedologija*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta.
- Leštan, D., Pociеча, M., Voglar, D., Finžgar, N. (2014). *Model remediacije vrtnih tal v Zgornji Mežiški dolini*. Ljubljana, ARRS - Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.
- Miskantus obnovljivi viri energije. Medmrežje: <http://www.miskantus.si/ms/index.php> (13. 11. 2014).
- Operativni program zmanjšanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012 (OP TGP-1)*. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 2009.
- Parmska deklaracija o okolju in zdravju*. Svetovna zdravstvena organizacija, Parma, 2010.
- Pogrzeba, M., Krzyzak, J., Sas, N. A. (2013). Environmental hazards related to *Miscanthus x giganteus* cultivation on heavy metal contaminated soil. Katowice: Institute for Ecology of Industrial Areas, Częstochowa: Częstochowa University of Technology. *E3S Web of Conferences*, (1), str. 29006.
- Prebivalstvo po starosti in spolu, občine, Slovenija, polletno. Medmrežje: <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (21. 1. 2015).
- Pretvornik merskih enot. Medmrežje: <http://www.pretvornik-enot.com/> (5. 12. 2015).
- Regionalni razvojni program Savinjske razvojne regije za obdobje 2014–2020 (predlog)*. Razvojna agencija Savinjske regije, 2014.
- Repe, B. (2002). Soil Degradation threat to Slovenia's landscapes. V: *Geografski zbornik, XLII*. Ljubljana, Filozofska fakulteta, str. 108–111.
- Revizijsko poročilo. *Smotrnost zagotavljanja in izvajanja obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov*, št. 321-4/2012/80. Računsko sodišče Republike Slovenije, Ljubljana, 2014, str. 60–63.
- Ribarič-Lasnik, C., Grabner, B. (2013). *Onesnaženost okolja in naravni vir kot omejitveni dejavniki razvoja v Sloveniji – Celjska kotlina kot modelni pristop za degradirana območja*. Celje, Inštitut za okolje in prostor.
- Ribarič-Lasnik, C., Grabner, B., Jejčič, V., Poje, T., Godeša, T., Zupan, M., Grčman, H., Mihelič, R., Prus, T., Lakota, M. (2013). *Modeli rastlinske pridelave na območjih degradiranega območja*. Interni dokument Inštituta za okolje in prostor.
- Ribarič-Lasnik, C., Lakota, M. (2010). *Onesnaženost okolja in naravni viri kot omejitveni dejavniki razvoja v Sloveniji – modelni pristop za degradirana območja*. Celje, Inštitut za okolje in prostor.
- Sajovic, A. (2010). *Ekoremediacije*. Maribor, Biotehniška šola.
- Seznam predavanj za srednješolce s kratkimi povzetki. Medmrežje: http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/users/1/agronomija/Oddelek/Predavanja_srednje_sole_2011.pdf (26. 11. 2014).
- Strategija in kratkoročni akcijski načrt zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Medmrežje: <http://www.zelenikrog.org/ekologija/strategija%20zmanjsevanja%20emisij%20toplogrednih%20plinov.pdf> (1. 12. 2014).

- Suhadolc, M., Sušnik, A., Lobnik, F., Kajfež-Bogataj, L., Gregorič, G., Bergant, K. (2010). *Izzivi Slovenije na področju suš in degradacije tal*. Ljubljana, Agencija RS za okolje, str. 7–67.
- Tajnšek, A. (2006). *Novi izzivi v poljedelstvu 2006*. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo, str. 11.
- Vovk-Korže, A., Janškovec, J. (2009). Čiščenje prsti s pomočjo rastlin. *Geografski obzornik: strokovna revija za popularizacijo geografije*, 56 (1-2), str. 14–21.
- Vovk-Korže, A., Sajovic, A. (2009a). *Občinski program varstva okolja za Mestno občino Celje 2009–2013*. Maribor, Inštitut za promocijo varstva okolja, str. 35.
- Vovk-Korže, A., Sajovic, A. (2009b). *Poročilo o stanju okolja v Mestni občini Celje 2008*. Maribor, Inštitut za promocijo varstva okolja, str. 6–31.
- Vrečko, P. (2010). *Evropski proces zdravja – okolje in izvajanje zavez Parnske deklaracije v Sloveniji*. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS.
- Wang, C., Guo, L., Li, Y., Wang, Z. (2012). Systematic comparison of C3 and C4 plants based on metabolic network analysis. *Academic Journal*, (6) 2.
- Zakon o kmetijskih zemljiščih. *Ur. l. RS*, št. 71/2011.
- Zakon o varstvu okolja. *Ur. l. RS*, št. 92/2013.
- Zorko, D. (2015). Ustni vir.
- Zorko, D. (2016). Ustni vir.
- Zorko, U., Zorko, D. Miscanthus: Visokoenergetska rastlina. Medmrežje: <http://www.miscanthus-slovenija.si/kaj-je-miscanthus.html> (22. 12. 2014)
- Zupan, M., Grčman, H., Lobnik, F. (2008). *Raziskave onesnaženosti tal Slovenije*. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, str. 6–39.
- Žibret, G., Šajn, R. (2006). Razširjenost onesnaženja s cinkom in kadmijem v Celjski kotlini. *RMZ – Materials and Geoinvironment*, (52) 3, str. 561–569.

Priloga A: Anketni vprašalnik

ANKETNI VPRAŠALNIK

Pozdravljeni!

Sem Teja Golčman, študentka Visoke šole za varstvo okolja iz Velenja. V sklopu diplomskega dela izvajam anketni vprašalnik, ki se nanaša na potencialno energetsko rastlino miskantus (*Miscanthus x giganteus*). Prosim vas, da si vzamete čas in odgovorite na zastavljena vprašanja. Anketa je anonimna, podatke bom uporabila izključno za pisanje diplomske naloge. Hvala!

Pri spodaj navedenih vprašanjih označite/dopišite izbrano trditev/odgovor.

1. SPLOŠNI PODATKI O LASTNIKU KMETIJSKEGA ZEMLJIŠČA

SPOL	STAROST	IZOBRAZBA	DEJAVNOST
<input type="checkbox"/> moški	<input type="checkbox"/> 15 do 25 let	<input type="checkbox"/> osnovna	<input type="checkbox"/> zaposlen
<input type="checkbox"/> ženski	<input type="checkbox"/> 26 do 35 let	<input type="checkbox"/> srednja	<input type="checkbox"/> nezaposlen
	<input type="checkbox"/> 36 do 45 let	<input type="checkbox"/> višja	<input type="checkbox"/> kmet
	<input type="checkbox"/> 46 do 55 let	<input type="checkbox"/> visoka	<input type="checkbox"/> upokojenec
	<input type="checkbox"/> 56 do 65 let	<input type="checkbox"/> drugo: _____	<input type="checkbox"/> študent
	<input type="checkbox"/> nad 65 let		

2. VRSTA VAŠEGA KMETIJSKEGA ZEMLJIŠČA?

- Njive in vrtovi
- Trajni travniki in pašniki
- Trajni nasadi
- Kmetijska zemljišča v zaraščanju

3. V KATERI VELIKOSTNI RAZRED SE UVRŠČATE GLEDE NA VELIKOST SKUPNE POVRŠINE V OBDELAVI?

- Od 0 do 2 ha
- Od 2 do 5 ha
- Od 5 do 10 ha
- 10 ha ali več

4. KATERE KMETIJSKE RASTLINE GOJITE?

- Žita
- Travinje
- Okopavine
- Drugo: _____

5. V KAKŠEN NAMEN UPORABLJATE GOJENE RASTLINE?

- Za krmo
- Za prehrano ljudi
- V energetski namen (proizvodnja toplote in elektrike)
- Drugo: _____

6. ALI POZNATE RASTLINO MISKANTUS (*Miscanthus x giganteus*)?

- Da
- Ne

7. ALI STE ZAINTERESIRANI ZA GOJENJE RASTLINE MISKANTUS (*Miscanthus x giganteus*)?

- Da
- Ne

8. RAZLOGI ZA ODLOČITEV ZA GOJENJE RASTLINE MISKANTUS (*Miscanthus x giganteus*)?

- Zaradi nezahtevnega gojenja
- Zaradi samooskrbe z energijo
- Zaradi dodatnega zaslužka
- Zaradi izboljšanja kakovosti kmetijskega zemljišča
- Drugo: _____

9. KOLIKO OBDELOVALNE ZEMLJE BI NAMENILI ZA GOJENJE RASTLINE MISKANTUS (*Miscanthus x giganteus*)?

Velikost površine: _____ hektar (ha)

10. ALI BI VAS GOJENJE MISKANTUSA (*Miscanthus x giganteus*) PRITEGNILO V PRIMERU SUBVENCIJ?

- Da
Zakaj? _____
- Ne
Zakaj? _____

Za sodelovanje se vam najlepše zahvaljujem!

TEJA GOLČMAN

Priloga B: Vabilo na predstavitev rastline miskantus, KS Medlog



Miscanthus in Inštitut za okolje in prostor v sodelovanju s študentko Visoke šole za varstvo okolja vas vabimo na predstavitev visokoenergetske rastline miscanthus, ki bo potekalo

**V PETEK, 27. FEBRUARJA 2015, OB 16.30 V KRAJEVNI SKUPNOSTI MEDLOG,
BABNO 3a, CELJE.**

Predlagan dnevni red:

1. predstavitev visokoenergetske rastline,
2. izpolnjevanje anketnega vprašalnika,
3. razno.

Vljudno vabljeni, da se nam pridružite.

Kontakt:

Predavanje vodi Drago Zorko, tel.: 041 741 028

Teja Golčman, študentka VŠVO in praktikantka IOP, tel.: 031 259 532



VABILO-DOPOLNILO TEHARČANA:

Bilten Krajevne skupnosti
Teharje, marec, 2015-dopolnilo

Teja Golčman Vas vabi, v okviru priprave na diplomsko nalogo o izboljšanju kakovosti zemljišč, na predstavitev visokogenergetske rastline »miskantus«, kj bo:

V četrtek 02. april 2015 ob 16. uri

V večnamenski dvorani KS Teharje, Teharje 14

VISOKO ENERGETSKA RASTLINA MISKANTUS (Miscanthus x Giganteus)

Miskantus (Miscanthus x Giganteus) ali prstastni trstikovec je hibrid med Miscanthus x sacchariflorus in Miscanthus x sinensis iz družine trav, kj je vedno večjega pomena za proizvodnjo energije (toploto, gorivo, električno). Rastlina je primerna tudi za izboljšanje kakovosti zemljišč, kakor tudi za zmanjševanje onesnaženosti tal. Je neoporečna ekološka urovina z visoko kurilno vrednostjo, kj znaša od 17 do 20 MJ/kg. Miskantus je večletna rastlina in daje donos do konca življenjske dobe, kj znaša 20 let ali več. Povprečni letni donos, kj ga rastlina doseže, znaša 20 t/ha. V Sloveniji se najbolj uporablja za biomaso (v obliki sekancev, briket in pelet), kj je primerna za izgorevanje v kurilnicah, termoenergetskih in grelnih sistemih ter tudi v kogenenercijskih elektrarnah z visoko kurilno vrednostjo.