

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

KLEMEN TOMC



UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO  
RENTABILNOST PROIZVODNJE BIODIZLA V MANJŠEM OBSEGU

Ljubljana, junij 2006

KLEMEN TOMC

## **IZJAVA**

Študent \_\_\_\_\_ izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom \_\_\_\_\_ in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne

Podpis:



# KAZALO

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Kaj je biodizel, značilnosti in uporaba .....</b>	<b>2</b>
2.1. Standardi, direktive in norme, pomembne tudi za Slovenijo.....	6
<b>3. Analiza panoge.....</b>	<b>7</b>
3.1. Stanje v Sloveniji in prihodnost.....	9
<b>4. Proizvodnja biodizla .....</b>	<b>11</b>
4.1. Surovine.....	11
4.2. Surovine v Sloveniji.....	13
4.3. Pridobivanje olja.....	14
4.4. Proces preestrenja.....	14
4.5. Izložki procesa.....	17
4.6. Preizkus biodizelskega goriva.....	18
<b>5. Ekonomika .....</b>	<b>19</b>
5.1. Kalkulacija cene.....	24
5.2. Prodajna cena.....	25
5.3. Prag rentabilnosti.....	26
5.4. Analiza občutljivosti.....	27
5.5. Rentabilnost investicije.....	32
5.5.1. Koefficient rentabilnosti	
5.5.2. Doba povračila	
5.5.3. Neto sedanja vrednost	
5.5.4. Notranja stopnja donosa	
5.5.5. Indeks donosnosti	
<b>6. Sklep .....</b>	<b>35</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>37</b>
<b>Viri.....</b>	<b>40</b>



# 1. Uvod

Povprečna letna poraba prebivalca Zemlje energetskega ustreza dvema tonama rjavega premoga, v Sloveniji pa se bližamo porabi petih ton premoga letno na državljan. Večina te energije izvira iz fosilnih goriv (nafte, premoga, zemeljskega plina), katerih zaloge so omejene, posledično pa zaradi čedalje večje porabe nezadržno rastejo njihove cene, kar še dodatno spodbuja in povečuje pomen razvoja in uporabe alternativnih virov energije. Največji delež porabe med fosilnimi gorivi ima nafta, ki je v službi transporta, ogrevanja in industrijske porabe tudi med vodilnimi onesnaževalci zraka, dodatna težava pri uporabi fosilnih goriv je tudi nekaj milijonov let čakanja na ponovno fosilizacijo, na proces, ki ga človek še ne more sintetizirati ali pospešiti. Z uvajanjem novih tehnologij postaja izkoriščanje alternativnih virov zanimivo tudi na področjih, ki v preteklosti niso bila ekonomsko zanimiva, strokovnjaki pa predvidevajo celo, da naj bi bila do leta 2050 tretjina svetovnih potreb po energiji zadovoljena iz obnovljivih virov energije.

Slovenija je, razen omejenih zalog premoga in vodne energije, energetske povsem odvisna od razmer na svetovnih trgih, zato je dobro, da se aktivno vključi v razvoj alternativnih goriv, bodisi zaradi energetske samostojnosti, bodisi zaradi ekoloških standardov. Slovenija mora kot članica Evropske unije upoštevati direktivo o pospeševanju uporabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv (2003/30/ES), kar pomeni, da mora imeti, do konca leta 2010 najmanj 5,75-odstotni delež biogoriv, do leta 2020 pa že 20-odstotnega poleg tega pa mora zmanjšati emisije CO<sub>2</sub> kot obveznost, ki si jo je zadala s podpisom Kjotskega protokola. V Sloveniji naj bi vsako leto v prometu porabili 1,4 milijona ton goriva in bi torej tako morali že v letu 2005 zagotoviti 28.000 ton biogoriv (2-odstotni delež v porabi), do leta 2010 pa že 80.500 ton (Vozelj, 2005, str. 25).

Med alternativne vire energije uvrščamo tudi vire, ki jih lahko pridobivamo iz biomase, sestavljene iz biorazgradljivih delcev produktov, odpadkov ali ostankov kmetijskega, industrijskega ali gospodinjanskega izvora. Poleg trdnih (les, ostanki rastlin) in plinskih biogoriv (bioplin) obstajajo tudi tekoča goriva, kot so bioetanol, biodizel, biometanol, biodimetilester, sintetična biogoriva, biovodik, čista rastlinska olja itd. Pridobivanje različnih vrst energije iz biomase je odvisno od surovin, primernih za ta namen. Trenutno se kot najprimernejše biogorivo kaže biodizel, saj so za njegovo uporabo primerni skoraj vsi motorji, ki jih poganja mineralno dizelsko gorivo, pa tudi paleta surovin za njegovo proizvodnjo je zelo široka. Biodizel, proizveden iz surovih rastlinskih olj, bi lahko po nekaterih ocenah nadomestil okoli 5 do 7 odstotkov porabe vsega dizel goriva na svetu, v Evropi morda celo 10 odstotkov. Za doseganje zastavljenih ciljev bo torej potrebno sodelovanje različnih tipov biogoriv, tudi v Sloveniji. S proizvodnjo domačega biodizla bi se lahko odpirala nova delovna mesta v kmetijstvu in predelovalni industriji, nadomeščanje dela fosilnih goriv z biodizelskim iz domačih surovin bi omogočilo tudi, da del zaslužka, ki se drugače odliva v države proizvajalke nafte, ostane doma, prednosti pa se kažejo na primer tudi na področju zanesljivejših virov nabave energije, saj se kar 70 odstotkov svetovnih zalog nafte nahaja v politično najbolj nestabilnem okolju. Biodizel daje



ekonomsko alternativo tudi kmetom, pridelovalcem in trgovcem semena, njegova proizvodnja pa je lahko nadzorovana in standardizirana od surovine pa vse do črpalke z gorivi. Prednosti biodizla niso zanemarljive in so za Slovenijo svojevrstna priložnost, po drugi strani pa tudi obveznost.

Nekatere države Evropske unije so biodizel že aplicirale v prakso in kaže, da bo Slovenija po vsej verjetnosti tej praksi sledila. Proizvodnja večjega obsega je kapitalno intenzivna, nastaja pa, tudi v Sloveniji, pod okriljem večjih, že obstoječih podjetij. Omenjena podjetja izkoriščajo že neko svojo obstoječo osrednjo sposobnost ali surovino, ki jo potrebujemo v procesu proizvodnje biodizelskega goriva, poleg tega pa gradijo na ekonomiji obsega. Nasproti temu gredo manjši proizvajalci s saržnim procesom proizvodnje v manjšem obsegu, ki ni kapitalno intenziven, žal pa ne izkorišča ekonomij obsega in ravno rentabilnost takega procesa še nima konkretnega odgovora.

Temeljni namen te diplomske naloge je torej: predstaviti biodizel s proizvodnega, ekološkega vidika in njegove uporabe ter analizirati rentabilnost in ekonomske dejavnike proizvodnje biodizla v Sloveniji, predvsem za manjše obsege decentralizirane oblike proizvodnje. Cilj diplomskega dela je odgovoriti na vprašanje rentabilnosti manjših obsegov proizvodnje biodizla v Sloveniji.

Pri pisanju diplomske naloge sem uporabil znanje, pridobljeno na fakulteti, strokovno in znanstveno literaturo domačih in tujih avtorjev s področja virov alternativnih energij, kemije, fizike in ekonomije, pogovorov z zaposlenimi na Kmetijskem inštitutu Slovenije, v podjetju GEA in Nafta Lendava ter vire dostopne na spletu.

Vsebina diplomske naloge bralca najprej seznanja s pojmom biodizla, njegovimi značilnostmi in uporabo. Predstavitvi panoge sledi opis predelave maščob, vse od izbire surovin pa do končnih produktov, kar je podlaga zadnjemu delu naloge, ki predstavi ekonomiko proizvodnje biodizla v manjšem obsegu. Temu sledi še sklep.

## **2. Kaj je biodizel, značilnosti in uporaba**

Biodizel je obnovljiv vir energije, ki predstavlja alternativo navadnemu mineralnemu dizelskem gorivu, kemično pa je metilni ester maščobnih kislin proizveden iz rastlinskih ali živalskih maščob. Obstaja več kot 4000 rastlin, iz katerih je mogoče ekstrahirati olje, ki je pod nekaterimi pogoji (predgretja, nastavitev motorja in dodatkov) uporabno za gorivo že kot tako, vendar so surova olja na splošno preveč viskozna in nizkocetanska (kar je problem predvsem za dizelske motorje z višjimi vrtilnimi frekvencami), za kar je potrebno zaestrenje surovega olja. Za Slovenijo je najobetavnejša rastlina za pridobivanje surovega olja oljna ogrščica, saj ta lahko uspešno raste po vsej državi, na hektar jo lahko pridelamo povprečno tri tone. Biodizel je mogoče pridobivati tudi iz odpadnih rastlinskih ali živalskih maščob, celo iz industrijske masti (Horvat, 2001).

Biodizel se zelo lahko meša z mineralnimi gorivi (npr. plinskim oljem in D2), ima pa tudi veliko drugih prednosti, kot to, da ne zahteva posebnih in dragih vlaganj v opremo, skladiščenje, vozila ali infrastrukturo. Je gorivo z visoko vsebnostjo kisika (do 10 odstotkov), zato v primerjavi z mineralnim oz. »navadnim« dizelskim gorivom biodizel povzroča manj sajavosti izpušnih plinov, manjše emisije CO<sub>2</sub> in CO, emisij SO<sub>2</sub>, ki so glavni razlog za kisli dež, pa sploh ni. Biodizel je biološko lahko razgradljiv (okoli 90 odstotkov v prvih treh tednih), brez žvepla in je nestrupen. Pri emisijah CO<sub>2</sub> je treba pojasniti (Slika 1, str. 4), da je za 100-odstotno manjše emisije mišljen neto koncept, saj se pri sežigu biomase, ravno tako kot pri sežigu fosilnih goriv, izloča ogljikov dioksid, vendar se le ta v zaprtem naravnem krogu porablja s strani rastlin; rastline, ki so še spomladi uporabljale ogljikov dioksid iz ozračja za fotosintezo do jeseni sežgemo in tako je ogljikov dioksid spet na voljo, da se prek fotosinteze vrača v rastline. V tako hitro sklenjenem krogu se količina CO<sub>2</sub> v ozračju ne poveča, je pa za rast rastlin potrebna določena količina umetnih gnojil, predvsem dušikovih, fosforjevih, kalijevih in metanol, ki ga večinoma pridobivamo iz zemeljskega plina. Raziskave so pokazale, da na kilogram uporabljenega biodizelskega goriva zmanjšamo emisije CO<sub>2</sub> za 3,2 kilograma (Medved, Novak, 2000, str. 157). Biodizel ima relativno visoko vrelišče (150°C) zato je manj hlapljiv in varnejši za manipulacijo, ima tudi boljše mazalne sposobnosti, kar podaljšuje življenjsko dobo motorja, višje cetansko število daje gorivu dobre zgorevalne sposobnosti.

Biodizel je torej vsekakor »zeleno« gorivo kar se tiče emisij, ravno tako pa je zanimivo, da dosega razmerje med energijo, ki je prisotna v gorivu in energijo, ki jo porabimo za pridobivanje takega goriva (za proizvodnjo, transport in distribucijo) v višini 2,5 ali celo 3, kar je najvišje razmerje med alternativnimi gorivi, pa tudi med fosilnimi; slednja imajo povrh večinoma negativna ravnovesja oz. razmerja. Vzrok te pozitivne bilance je v dejstvu, da je biodizelsko gorivo nekakšen posredni nosilec solarne energije.

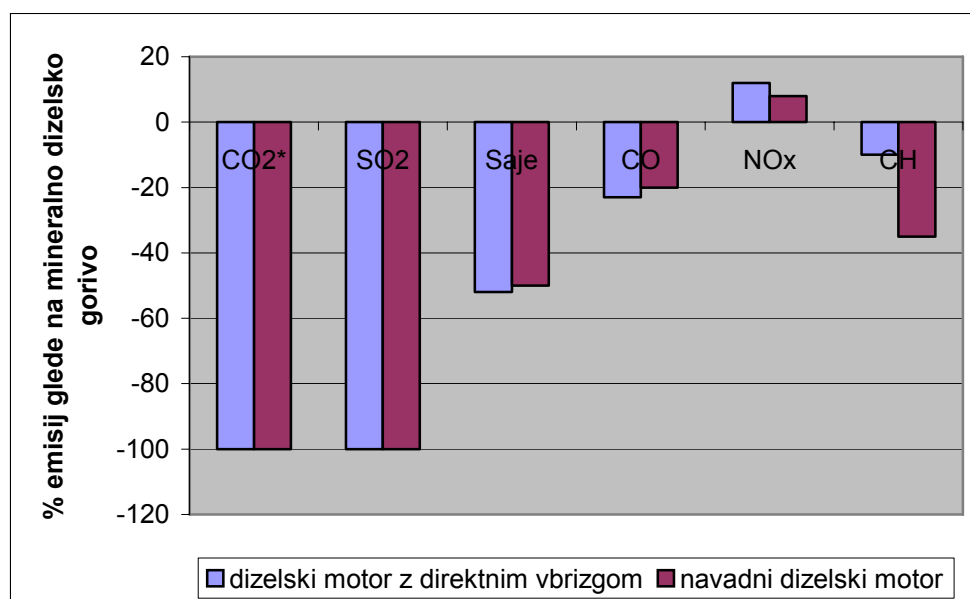
Slabosti biodizelskega goriva so morda v nekoliko večji vsebnosti dušika, kar povzroča večje emisije NO<sub>x</sub>, v nizkem proizvodnem potencialu in dragi proizvodnji, ki za predelavo olja uporablja alkohol. Biodizel je tudi bolj izpostavljen težavam, ki nastanejo v hladnem vremenu, za kar sta vzrok višja temperatura tališča in točka motnosti; najnižja temperatura pri kateri je gorivo še uporabno je -15°C pri dizlu in -8°C pri biodizlu. Visoke vsebnosti kisika povzročajo manjše emisije, žal pa imajo zaradi istega razloga metilni estri manjšo energetska vrednost (10%) glede na mineralni dizel, je pa res, da je njihova gostota nekoliko večja (5%), kar pomeni manjšo izgubo energije na enak volumen. Še ena slabost je agresivno delovanje estrov na posamezne dele motorja (predvsem tesnila in cevi), za kar so potrebni zaščitni premazi ali zamenjava materialov, ta agresivnost estrov pa tudi lahko raztaplja snovi, ki so se nabrale v rezervoarju z dolgoletno uporabo mineralnega dizelskega goriva in zamašijo filtre za gorivo. Biodizel ne sme biti izpostavljen visokim temperaturam, svetlobi, ima pa tudi higroskopične lastnosti, kar pomeni, da jemlje vlago iz ozračja, če je izpostavljen takemu ozračju, kar pa posledično pomeni večjo previdnost pri skladiščenju. Najdaljši priporočeni rok shranjevanja biodizla je šest mesecev, po tem roku pa je potrebna ponovna kontrola in ugotavljanje skladnosti s standardi za goriva.

Tabela 1: Primerjava nekaterih lastnosti med dizlom in biodizlom

	Dizel (D2)	Biodizel
Viskoznost pri 40°C	2,98	5,65
Gostota (g/cm <sup>2</sup> )pri 20°C	0,849	0,88
Temperatura tališča (°C)	-16	-8
Temperatura bistrosti (°C)	-12	0
Temperatura vžiga (°C)	74	179
Temperatura vrelišča (°C)	191	347
Cetansko število	52	54
Energetska vrednost (MJ/kg)	42,9	37,77
Vsebnost dušika (ppm)	0	6
Vsebnost žvepla (%)	0,36	0,012
Vsebnost kisika (%)	0,33	9,22

Vir: Arnšek, 2001, str. 5.

Slika 1: Emisije zgorevanja biodizla (B100) v primerjavi z emisijami zgorevanja navadnega dizelskega goriva(D2)\*\*



\* V emisijah CO<sub>2</sub> se upošteva izenačitev CO<sub>2</sub>

\*\*Emisije izpušnih plinov so zelo odvisne od vrste, modela motorja, obremenitve, hitrosti vrtenja in klimatskih razmer, v katerih motor deluje.

Vir: Arnšek, 2001, str. 20.

Biodizlu se velikokrat očita, da se zaradi morebitne vsebnosti vode v njem gojijo bakterije, ki nato zamašijo cevi motorja, kar pa ni res, saj biodizel lahko vsebuje t.i. vezano (molekularno) vodo in ne proste, bakterije pa se lahko razvijejo le na slednji (Dieter, 2004, str. 15). Posredna nevarnost je širjenje monokultur na poljih, če se pridelava surovin izkaže za donosen posel.

Poleg teh splošno znanih dobrih in slabih lastnosti obstajajo tudi bolj pesimistične raziskave. Ena takih je raziskava celotnega življenjskega cikla biodizelskega goriva (Gartner, Reinhart, 2003, str. 7-11), ki gleda na proizvodnjo biodizla celovito, od kmetijske pridelave oljnic pa do uporabe goriva in primerja ta življenjski cikel s ciklom mineralnega dizelskega goriva. Dejstvo, na katero se sklicuje raziskava je, da so oljnice večinoma požrešne rastline, kar se tiče gnojil, škropiv in drugih dodatkov, kar pa posledično zmanjšuje neto ekološke prednosti biodizla. Po njihovih izračunih naj bi bil biodizel energetsko bolj varčen in imel manj emisij toplogrednih plinov, po drugi strani pa samo pridelovanje oljnic pušča negativne posledice v zemlji in njeni okolici (npr. podtalnici). Je pa res, da raziskava ne ugotavlja, da so fosilna goriva minljiv vir in da je spodbuden že sam začetni korak v smeri biogoriv. Kot vedno nekatere lastnosti pričajo v korist uporabe biodizla, druge pa v uporabo mineralnega dizelskega goriva, čedalje več sprememb na tehničnih karakteristikah motorjev sodobnih dizelskih vozil pa gre v smeri, ki bo tehtnico zanesljivo prevesila v korist biodizla.

Zanimivo je, da je Rudolf Diesel za pogon svojih motorjev že leta 1886 uporabljal zgolj rastlinsko olje (Arnšek, 2001, str. 1). Pozneje je naftna industrija z veliko energetsko vrednostjo plinskega olja in tržno močjo začela prevladovati na področju pogonskih goriv. V evropskih državah, kot tudi v svetu, se biodizel uporablja že več kot deset let; za pogon vozil javnega prometa, nekaterih komunalnih strojev (npr. na črpališčih pitne vode), kmetijskih traktorjev, železniškega, vodnega prometa (npr. na ekološko občutljivih območjih) in osebnih vozil. Poleg naštetega se lahko estri uporabljajo kot topila za barve in čistila, za zapečene in mastne dele motorja in za čiščenje razlitih mineralnih olj.

V Nemčiji in Avstriji so že leta 1982 začeli testirati rastlinsko olje v dizelskih motorjih, prvo tovarno za proizvodnjo biogoriva so v Avstriji odprli že leta 1987. Nemčija je v letu 2004 proizvedla več kot 1.100.000 ton biodizelskega goriva, imajo več kot 1900 biodizelskih prodajnih mest, nemška avtomobilska industrija pa se je za prilagoditve uporabi biodizla v svojih vozilih izrekla že leta 1995. Uporaba biogoriv v javnem prometu v Franciji in Italiji je že večletna praksa, zato je med vsemi alternativnimi gorivi rastlinskega izvora biodizel med najbolj preizkušenimi. Za večino dizelskih motorjev v kmetijskih, delovnih strojih, tovornih in osebnih vozilih že obstaja odobritev za uporabo biodizla kot goriva, nekateri proizvajalci ponujajo kasnejšo predelavo, žal pa obstajajo tudi izdelovalci vozil, ki tako gorivo zavračajo, predvsem zaradi odpora pri vgraditvi nekaterih, za biodizel primernejših materialov (predvsem pri tesnilih), strahu pred nekakovostnim biodizlom iz domače proizvodnje, lahko pa bi celo sumili, da gre za sodelovanje naftnega lobija. Velikokrat gre tudi za mešanje pojmov biodizla, ki se pridobiva iz surovega olja oljne ogrščice (ali katere druge oljnice) in biodizlom, ki je preestren iz odpadnega olja

(UFO-ME; used fryed oil methyl ester); uporabo slednjega nekateri izdelovalci motornih vozil zavračajo (npr. Volkswagen).

Biodizel je velikokrat mešan z navadnim dizlom, tako lahko tudi v Sloveniji že dobimo dizelsko gorivo z 5-odstotnim dodatkom biodizla (oznaka B5; 95% D2 in 5% biodizel), ki za svojo uporabo ne potrebuje deklaracije biodizla, ampak se obravnava kot navadni dizel (to dovoljuje standard EN590). Za mešanice z večjo vsebnostjo biodizla je potrebno dovoljenje izdelovalca vozila. Nekateri proizvajalci biodizla so proti zakonsko omejenim in določenim mešanicom fosilnih in biogoriv, saj naj bi mešanje, po njihovem mnenju postavljalo v negotovost nižje trošarine na biogoriva in ogrozilo možnosti promocije in uporabe 100-odstotnih biogoriv. Nižje trošarine na biogoriva in mešanje z navadnim dizlom za zdaj pomenijo le večji dobiček za trgovce z gorivi. Uporaba 100-odstotnega biodizla v osebnih vozilih pa v Evropi nekako že dosega svoje meje, saj bo treba zaradi norm EURO V, ki bodo začele veljati v letu 2008, v vozila vgrajevati filtre prašnih delcev, ki ne bodo poceni.

## **2.1. Standardi, direktive in norme, pomembne tudi za Slovenijo**

Evropa razvija in ureja biodizelsko gorivo po več direktivah in normah, najpomembnejše pa so: **Direktiva 2003/30/CE** o promociji biogoriv in alternativnih virov energije v transportu, ki poleg enotne strategije pridobivanju biogoriv spodbuja razvoj manjše energetske odvisnosti, ki izvira iz uvoza, spoštovanje Kyotskega protokola ter razvoj tehnologij za proizvodnjo in uporabo biogoriv. V tej direktivi so postavljeni tudi roki za doseganje določenih količin biogoriv v skupni porabi vseh goriv, med biogoriva pa šteje poleg biodizla tudi bioetanol, bioplina, biometanol, ETBE (bioetanol mešan z bencinom), MTBE (biometanol mešan z bencinom), sintetično biogorivo, surova olja in vodik. **Direktiva 2003/96/CE**, ki jo je v letu 2003 sprejel evropski parlament, uveljavlja enoten proces obdavčenja in oprostitve trošarin biogoriv in alternativnih virov energije. Specificira, katera so goriva in energenti, ki so oproščeni trošarin in obdavčenja, na kakšen način (direktno, naknadno, delno), veljati pa naj bi začela, v začetku leta 2004, drugi del pa leta 2010. **Norme**, ki zadevajo tudi bioenergente, so norme EURO, ki se dopolnjujejo (prihaja EURO5), zadevajo pa emisije vozil. Norme omejujejo emisije  $\text{No}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ , trdnih delcev in drugih emisij v ozračje, tako dizelskih kot bencinskih vozil, upoštevajo tudi leto izdelave, kar učinkovito usmerja in nadzoruje izdelovalce vozil. Konkretni standard za biodizel je standard Evropske komisije za normalizacijo **PR EN 14214**, ki je bil objavljen leta 2003 (Thierry, 2005, str. 14-16). Standard je zelo dobrodošel, tako za proizvajalce biodizla, vozil in potrošnike, saj lahko kakovost biodizla zelo variira.

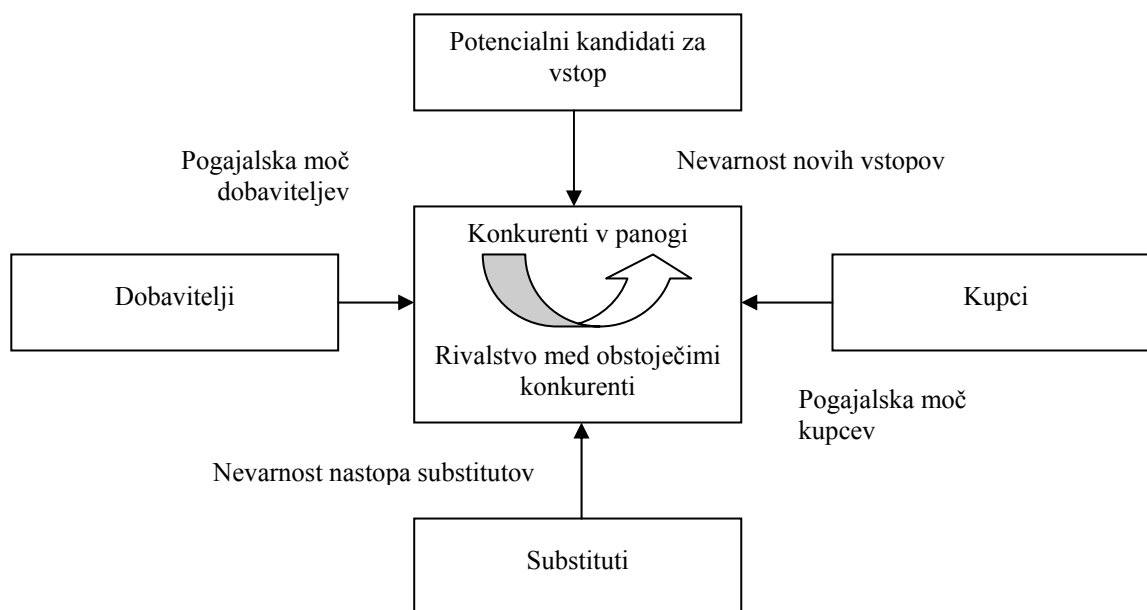
## Standard kakovost biodizla v Sloveniji in Evropski uniji-EN14214/SIST EN14214

- Cetansko število: min. 51
- Gostota: 860-900 kg/m<sup>3</sup>
- Barva: neobarvan, rumen
- Žveplo: max. 10 ppm (mg/kg)
- CFFP (°C): nizkotemperaturne lastnosti prilagojene podnebnim razmeram/po odločitvi nacionalnih organov za standarde
- Vsebnost vode: max. 500 mg/kg
- Skupne nečistoče: max. 24mg/kg
- Vsebnosti estrov: min. 96,5 m/m %
- Kinematična viskoznost pri 40 °C (po SIST EN ISO 3104): 3,5-5,0 mm<sup>2</sup>/s

### 3. Analiza panoge

Poslovne možnosti in nevarnosti panoge so odvisne od strukture in s tem privlačnosti panoge. Privlačnost panoge določa pet skupin dejavnikov (Porter, 1998, str. 4).

Slika 8: Prikaz petih skupin dejavnikov, ki določajo konkurenčnost panoge



Vir: Porter, 1998, str. 5.

**Tekmovalnost med obstoječimi podjetji** v Sloveniji se še oblikuje, saj podjetja oziroma sama panoga proizvodnje biodizla šele nastaja, je pa močno tekmovalnost čutiti v Evropski uniji, ki jo bodo čutili tudi slovenski proizvajalci. Podjetja, ki v Sloveniji začenejajo proizvodnjo biodizla, to počnejo kot dopolnilno dejavnost oziroma širijo dejavnost svoje osrednje sposobnosti, saj biodizel pridobivajo podjetja, ki se primarno ukvarjajo z drugo dejavnostjo, kot na primer uvozom semen (Intercorn), metanolom in predelavo nafte

(Nafta Lendava), predelavo rastlinskih olj (GEA, Pinus) itd. Panoga bo, ko se bo izoblikovala oziroma ko bodo sedanji »garažni varilci biodizla« in nekatera večja podjetja stopili v komercialno proizvodnjo, hitro rasla, zato boj za tržni delež ne bo tako hud, sama rast in konkurenca v panogi pa bosta odvisni tudi od cen fosilnih goriv. Biodizelsko gorivo je nediferenciran tip proizvoda z določenim standardom, zato bo odločilna prednost konkurence vsekakor cena. Delež stalnih stroškov v biodizelski proizvodnji strmo raste, ko prehajamo v obrate večjega obsega, s kontinuiranim tipom procesa, kar bo podjetja v panogi sililo k zapolnitvi zmogljivosti in posledično k zniževanju cen. K slednjemu pripomore tudi dejstvo, da je skladiščenje biodizla v večjih količinah zahtevno. V panogah kjer obstajajo ekonomije obsega, podjetja ponavadi povečajo proizvodnjo le v večjem obsegu (diskretno oziroma stopničasto), kar poruši ravnotežje med ponudbo in povpraševanjem, s tem pa niha tudi cena proizvoda. Izstopne ovire so prisotne predvsem pri proizvodnji večjega obsega, ki ima specializirana sredstva, neuporabna zunaj panoge, česar pri manjših obratih ni. Raznolikost konkurentov je tudi zaradi (navidezno) nezahtevne proizvodnje velika, saj so prisotna tako velika kot manjša podjetja, podjetja iz tujine oz. EU ter sivi trg garažne oziroma domače proizvodnje.

**Nevarnost vstopa novih podjetij** je zelo velika. Res je, da so v proizvodnji biodizla prisotne stroškovne prednosti povezane z velikostjo, a lahko podjetja, namesto z velikim obsegom, ki prinaša tudi velike vstopne vložke, vstopajo tudi v manjšem, kapitalno manj intenzivnem obsegu. Stroškov zamenjave skorajda ni, saj lahko kupec, ki hoče zamenjati dobavitelja, to preprosto stori in kupi standardizirano biodizelsko gorivo drugje. Panoga v Sloveniji, kot že rečeno, še ni razvita, zdi pa se, da bo vseeno imelo veliko prednost podjetje Nafta Lendava, ki je sestrsko podjetje prodajalca naftnih derivatov Petrola, to pa ima povrhu še lastno obstoječo proizvodnjo metanola. Povezanost teh dveh podjetij in morda še državne politike lahko prinese v Sloveniji težave pri dostopu do prodajnih poti, še posebej če se bo zakonodaja odločila za obarvanje (markiranje) biodizla in tako onemogočila manjšim proizvajalcem neposredno, morda tudi posredno prodajo. Treba je poudariti tudi, da proizvodnja biodizla t.i. osrednjih sposobnosti nima veliko oziroma teh ni težko posnemati.

**Pogajalska moč kupcev** je velika, če proizvajalec prodaja biodizel na črpalkah naftnega trgovca, še posebej v Sloveniji, kjer v tržnem deležu teh trgovcev prevladuje Petrol. Rentabilnost proizvodnje biodizla je močno odvisna od industrijske in kmetijske politike države, ki ureja ugodnejše davčne razmere. Hkrati pa morajo biti cene takega biogoriva za končne porabnike nekoliko nižje, da pritegnejo tudi ne tako ekološko ozaveščene potrošnike, kar posledično pomeni nižje marže za vse sodelujoče ali bolje rečeno nižje marže za proizvajalce biodizla, saj imajo ti manjšo pogajalsko moč, ker so bolj razdrobljeni ter imajo standardiziran, homogen proizvod. Cenovna občutljivost torej je prisotna, čedalje hujša pa bo, če se bodo znižale cene substitutov oz. nafte. Zanimariti tudi ne gre dejstva, da ima Petrol kot največji naftni trgovec v Sloveniji, tudi lastno proizvodnjo biodizelskega goriva, ki pa je po ocenah daleč od zmogljivosti, ki jih potrebuje Slovenija, kar pomeni, da povpraševanje po domačem biogorivu bo, če le ne bo uvoza iz EU.

**Pogajalska moč dobaviteljev**, kjer imamo v mislih predvsem dobavitelje surovega olja ali semen (če imamo lastno stiskanje) in kemikalij. Njihova pogajalska moč je srednja, saj so olja in kemikalije, ki jih potrebujemo za proces, sicer prosto dostopne, a je hkrati v Sloveniji dobaviteljev s konkurenčnimi cenami malo oz. drugače povedano, je pravih proizvajalcev in uvoznikov malo, vsi drugi pa so preprodajalci z nekonkurenčnimi cenami. Mogoč je tudi uvoz surovin iz EU, kjer pa je treba upoštevati dodatne stroške. Pri dobaviteljih surovega olja ali semen je pomembna tudi kakovost proizvoda, saj nekakovostno olje ali seme ključno vpliva na potek in ekonomiko procesa, ob neznanju pa lahko pomeni slaba kakovost tudi visoke stroške zamenjave dobavitelja. Kot je mogoče vertikalno povezovanje nazaj pri kupcih oz. distributerjih biodizla, je možno tudi povezovanje naprej pri dobaviteljih, ki lahko sami začnejo pridobivati biogorivo.

**Grožnje substitutov** so relativno velike. Relativno zato, ker je veliko substitutov le potencialnih, saj še niso dovolj razviti ali pa so še ekonomsko nesmiselni, kjer mislim predvsem na gorivne celice, pogon na vodik, sončno energijo itd. Vsi obnovljivi viri pa niso tako daleč od substituta biodizlu, kar na primer v svetu dokazujejo biogoriva, kot so bioplin, bioetanol, biometanol, biodimetilester, čista rastlinska olja in hibridni pogon, a je med njimi vseeno najbolj uveljavljen in standardiziran le biodizel. Največja grožnja seveda prihaja s strani naftnih derivatov in njenih stranskih proizvodov (plin), ki imajo še vedno primat ter hkrati postavljajo ekonomski smisel in omejitve vsem biogorivom. Potencialna grožnja so tudi sintetična biogoriva še posebej, ker kaže, da bosta koncerna DaimlerChrysler in Volkswagen skupaj razvijala sintetično dizelsko gorivo pod imenom Biotrol oz. Sunfuel.

### **3.1. Stanje v Sloveniji in prihodnost**

Slovenija torej nima alternativ pri uvajanju biogoriv, saj se mora zaradi članstva v EU prilagajati direktivam te skupnosti, lahko pa zaprosi za dvoletni odlog po datumu uveljavitve direktiv. Glavna direktiva je 2003/30/CE, ki govori o promociji in uporabi biogoriv in o alternativnih virih, po kateri bi morala Slovenija že v letu 2005 zagotoviti 28.000 ton biodizla (2-odstotni delež v porabi), do leta 2010 pa že 80.500 ton (Vozelj, 2005, str. 25). Za zdaj teh direktiv ne izpolnjujemo ne z lastno proizvodnjo ne z uvozom, čeprav imamo za proizvodnjo nekaterih vrst biogoriv (še posebej tistih, ki temeljijo na oljni ogrščici) odlične rastne razmere. Glavni usmeritvi za Slovenijo se zdita proizvodnja energije iz lesne biomase in biodizel iz oljne ogrščice. Lesa kot energetske surovine pri nas ne manjka, drugače pa je z oljnicami na slovenskih poljih.

Slovenija se alternativnim obnovljivim virom energije približuje, vsaj glede na druge članice Evropske unije, razmeroma pozno. Surovine za ogrščični metilni ester je v Sloveniji trenutno premalo, povpraševanje pa bo, če bo le malo sledilo svetovnim trendom (81 mio. ton v letih 1991/92 in 120 mio. ton v letih 2001/2002) še naraščalo. Kmetijski kombinati so sicer oljno ogrščico v zadnjih letih začeli pospešeno sejati a so pridelek po malenkostno višji ceni od domače, prodali v tujino, čeprav so ga subvencionirali



davkoplačevalci. Problem zadostnih količin surovin, na primer oljnic, je tudi v tem, da jih ne moremo sejati vsako leto, ampak šele vsako tretje ali četrto leto.

Za predelavo olj v biodizel se bodo poleg velikih proizvajalcev, po mojem mnenju, v začetku oblikovale tudi manjše, ki imajo prednosti morda le na ekološkem področju, predvsem zaradi manjšega obremenjevanja okolja. Večji obsegi kontinuiranega tipa procesa so ekonomsko zanimivi za večja podjetja z velikimi sredstvi, saj je ta oblika procesa kapitalno bolj intenzivna in dražja pri obratovanju, ima pa prednosti ekonomije obsega. Vse bo odvisno od cen nafte, povpraševanja in državne politike saj, če bodo cene nafte visoke, povpraševanje presežno in bo zakonodaja dovoljevala neposredno prodajo biodizla, bo preživetje omogočeno tudi manjšim proizvodnjam, ki ne izkoriščajo ekonomij obsega. Mogoče je tudi, da v Sloveniji ne bomo spodbujali lastne proizvodnje in bomo prepustili proizvodnjo tujcem ali pa še naprej biodizel uvažali.

V Sloveniji se za pridobivanje biodizelskega goriva, poleg manjših proizvajalcev za lastne potrebe zanimajo oziroma ga že pridobivajo predvsem podjetja, ki so že nekako v podobni panogi rafiniranja rastlinskih ali mineralnih olj. Med njimi je družba EKO-nafta, ki obstaja od leta 2002 in je hčerinsko podjetje Nafta Lendava, ta pa družbe Petrol. V letu 2004 je družba dobila dovoljenje za izpeljavo projekta proizvodnje biodizelskega goriva v obratu z zmogljivostjo 2.300 ton, ki naj bi bil dokončan v letu 2006 (Vir: spletna stran podjetja NAFTA Lendava). V podjetju Teol d.d. so z proizvodnjo 25.000 ton biodizla na leto načrtovali izkoristiti del obstoječe infrastrukture (reaktorje, skladiščne cisterne, industrijski tir) in kemijsko znanje, žal pa kaže, da naložbe ne bodo izpeljali, vsaj ne v letu 2005. V Oljarici Kranj, ki je sedaj združena s Tovarno olja GEA, že pridobivajo biodizelsko gorivo, tako iz surovega kakor iz rabljenega rastlinskega olja, zmogljivost je okoli 8.000 do 10.000 ton letno. Poleg Oljarice se najbolj zdi najobetavnejša družba Intercorn s.p. Jožefa Jeriča, ki sicer trži seme različnih poljščin. Ta je resneje zastavil manjšo decentralizirano obliko proizvodnje, ki za surovino uporablja seme oljne ogrščice domačih, prekmurskih kmetov in ima lastno stiskalnico. V letu 2004 je bilo v družbi proizvedenega okoli 850 ton biodizla, od tega so nekaj cistern celo prodali družbi Petrol. Biodizel preizkusno proizvaja tudi podjetje Pinus iz Rač.

Slovenija bi se pri uvajanju bioenergentov lahko zgledovala tudi pri sosedih, na primer Madžarih, ki so leta 2004 sprejeli t.i. GOH dekret. Ta determinira potencial alternativnih virov energije pri njih, primerja dosežke z zahtevami Evropske unije in je osnova za izvajanje subvencij za posamezna področja bioenergentov in nacionalnih ciljev do leta 2010 na tem področju. Dekret konkretno opredeljuje 0,3 odstotka biogoriv v letu 2005, količine, ki jih zahteva EU, pa bi dosegli šele leta 2007, kar sicer ni popolnoma po zahtevah evropskih direktiv, so pa jasno zapisani vsaj cilji!

Lahko bi rekli, da je nekaj že zamujenega, vse pa še zdaleč ne, tako se nekaj premika tudi v koordinaciji bolj organiziranega sodelovanja pridobivanja biodizla v Sloveniji, pri čemer sodeluje država, Kmetijski inštitut in nekatera podjetja, ki so zainteresirana za pridelavo ali uvoz surovin, pridobivanje biodizla in odkup stranskih proizvodov, glicerola in oljnih

pogač. Biodizel se že uvaja v sredstvih javnega prevoza v Ljubljani in Mariboru, čedalje več je tudi »garažnih« varilcev biodizla, ki so zametki dodatne proizvodnje. Vlada Republike Slovenije je v letu 2003 na predlog ministra za okolje in prostor v okviru predloga sprememb in dopolnitev zakona o trošarinah sicer sprejela sklep s katerim so biogoriva, med katere spada tudi biodizel, opredeljena kot pogonska goriva oproščena trošarine. Mogoča je tudi negativna politika s pomočjo energetskih davkov, kot jih ima na primer Danska. Poleg takšnega spodbujanja je treba uskladiti tudi subvencije v kmetijstvu na področju oljnih poljščin, predvsem pa je treba bolj preiti v prakso in promocijo biogoriv, saj je biodizel še vedno gorivo, ki potrebuje »razlago« potencialnim uporabnikom.

## 4. Proizvodnja biodizla

### 4.1. Surovine

Ni skrivnost, da bi lahko v navaden dizelski motor kot gorivo dajali navadno rastlinsko olje, a to brez predelave motorja prinaša tudi nevšečnosti. Rastlinska olja lahko zelo nihajo v kakovosti in za tehnično uporabo nimajo standardov, splošno pa se zaradi visoke viskoznosti teh olj poveča tlak v sistemu vbrizga goriva, kar podaljša čas vbrizga in zavira atomizacijo goriva pri razpršitvi, pri motorjih na klasični uplinjač pa so težave še večje. Pri fizičnih lastnostih maščob je pomemben dejavnik tudi nasičenost, tako so na primer nizkonasičena rastlinska olja nizkoviskozne tekočine, visoko nasičene živalske maščobe pa so pri sobni temperaturi v trdnem stanju. Samo viskoznost rastlinskega olja lahko zmanjšamo, če ga pred uporabo segrejemo na vsaj 80 °C (pa tudi tako olje je še vedno šestkrat bolj viskozno kot mineralni dizel), kar lahko dosežemo z električnim pred gretjem ali gretjem prek hlajenja motorja. Slednji način je mogoč samo, ko je motor že ogret, zato bi tako vozilo potrebovalo, poleg rezervoarja za rastlinsko olje tudi rezervoar za navadni dizel. Pri surovem rastlinskem olju so problem torej različne predelave in dopolnitve motornega sistema, zato se ponuja tudi tretja možnost - mešanje mineralnega dizelskega goriva in rastlinskega olja, ki pa ravno tako ni povsem primerna za neprirejene motorje, saj mešanje sicer res zmanjša viskoznost surovemu olju, a kljub temu ostajajo osnovni problemi surovih olj, kot so prevelika vsebnost fosforja (narašča možnost zamazanosti filtrov in rezervoarjev), visoka točka motnosti (strjevanje olja pri nižjih temperaturah, mašenje šob, lepljenje batnih obročkov), nizko cetansko število, povečanje nekaterih emisij (aldehidov, aromatskih ogljikovodikov) in splošnih problemov vžiga hladnega motorja (potrebna je visoka temperatura, da se dosežejo gorljivi hlapi). Nekateri uporabljajo neposredno tudi rabljeno olje, ki pa ima, poleg zgoraj omenjenih problemov še slabše karakteristike vžiga in mazanja.

Za neposredno uporabo je torej potrebno preestrenje rastlinskih ali živalskih maščob. Za osnovo potrebujemo neko olje oziroma **maščobo**, ki jo lahko dobimo s stiskanjem semen rastlin, živalsko maščobo, lahko pa uporabimo tudi rabljeno rastlinsko olje oz. maščobe.

Kot je bilo že omenjeno obstaja, več kot 4000 rastlinskih vrst, iz katerih je mogoče iztisniti primerno olje. V Evropi so to predvsem sončnice, konoplja, buče in oljna ogrščica, v ZDA soja, v Maleziji ekstrahirajo palmino olje. Med oljnimi poljščinami je ozimna oljna ogrščica s približno 25 milijoni hektarov, na tretjem mestu za sojo (71 milijonov) in bombaževcem (33 milijonov), a pred sončnico (22 milijonov) (Kocjan Ačko, 2002, str. 150).

Tabela 2: največkrat uporabljene surovine za biodizel in njihove lastnosti

Olja in masti	gostota	gostota pri 50°C	srednji pridelek (l/ha)	stehiometrično razmerje: metanol-olje
loj	0,895	0,88	/	12,4
svinjska mast	0,92	0,9	/	12,7
maslo	0,91	0,89	/	13,6
kokosovo olje	0,926	0,91	2689	16,3
palmino olje	0,923	0,9	5950	13
arašidovo olje	0,919	0,9	1059	12,3
bombaževo olje	0,918	0,9	325	12,6
koruzno olje	0,923	0,9	172	12,6
olivno olje	0,923	0,9	1212	12,6
sončnično olje	0,925	0,91	952	12,5
sojino olje	0,925	0,91	446	12,5
ogrščično olje	0,914	0,89	1190	11,3
gorčično olje	0,916	0,9	572	11,8
laneno olje	0,934	0,91	478	12,7

Vir: Kmetijski inštitut Slovenije

Za preestrenje rastlinskih olj potrebujemo poleg olja ali maščob tudi **alkohol** in **katalizator**. Za alkohol se večinoma uporablja etanol ali nekoliko cenejši in po raziskavah (Arnšek, 2001, str. 12) primernejši metanol, saj višji ko je alkohol, večji prebitok le-tega je treba dodati za normalen potek reakcije, hkrati pa se zmanjša izkoristek reakcije, nižji alkoholi pa so občutljivejši na prisotnost vlage in prostih maščobnih kislin. Oba alkohola je ravno tako mogoče pridobivati iz biomase, a je v praksi metanol večinoma pridobljen iz fosilnih goriv. Kot katalizator lahko nastopajo bazični katalizatorji, kot je KOH ali pa NaOH, lahko pa bi uporabili tudi kisle katalizatorje, vendar ti zahtevajo visoke prebitke alkohola, kar je neekonomično. Katalizator NaOH je cenejši in nekoliko lažje dostopen, KOH pa je bolj topen v metanolu in daje na splošno boljše rezultate, čeprav ga je količinsko za reakcijo potrebno več (1,4-krat več kot NaOH). Pri KOH so problem le kalijeve ioni, ki ostajajo v glicerolni fazi v obliki kristaliziranih kalijevih soli, te pa lahko zamašijo cevi oz. morajo biti odstranjene iz glicerola za njegovo nadaljnjo uporabo (Matthys, 2003, str. 5).

## 4.2. Surovine v Sloveniji

Za Slovenijo se glede na pedoklimatske razmere zdi najprimernejši vir olja oljna ogrščica, saj ta lahko uspeva po vsej državi, dodatno pa ji v prid govori kemijska teorija, ki pravi, da je najprimernejše gorivo tisto, ki ima največjo kurilno vrednost na enoto prostornine, ta pa je za rastlinska olja najnižja pri kokosovem in najvišja pri ogrščičnem olju. Z omenjeno oljnico je pri nas zasejanih že 4000 hektarov površin, s katerimi smemo pričakovati približno 4000 ton biodizla. Za 2-odstotno uporabo biogoriva v cestnem prometu bi morali zasejati še najmanj 26000 hektarov površin, kar je za Slovenijo velik problem, da o 5,75-odstotni energetski udeležbi med energenti niti ne govorimo. Večino rastlinskega olja, tako jedilnega kot za tehnične namene, ki je po eni strani tudi strateško pomembna surovina, Slovenija danes uvozi.

Oljna ogrščica je pomembna oljnica mrzlih območij, imamo pa dve vrsti: jaro in ozimno s tem, da se večinoma uporablja slednja, saj daje večji pridelek. Po videzu ogrščica spominja na oljno repico, a spadata ti rastlini v različni botanični vrsti; repica vsebuje manj olja, še to pa je slabše kakovosti. Vsebnost olja v semenu je odvisna od rastlinske vrste, sorte, pridelave in rastnih razmer, najbolje uspeva na rahlo bazičnih, s humusom in kalcijem bogatih tleh. Povprečni svetovni pridelek ogrščice je okoli 1,5 tone semena na hektar medtem, ko je povprečje v EU približno tri tone na hektar, niso pa redki primeri do pet ton na hektar. Pri kmetovanju z oljnicami ne smemo pozabiti, da poteka pridelava pod milim nebom, da se pridelek semena iz leta v leto spreminja, glede na ekološke razmere pa nihajo tudi vsebnosti maščob, oljnih kislin, beljakovin itd. Stare ogrščične sorte so vsebovale tudi veliko zdravju škodljivih snovi (npr. eruka kislin). Za olja, namenjena pridobivanju biodizelskega goriva in drugo tehnično porabo pa vsebnost teh snovi ni pomembna, ker pa je večina olj namenjena prehrani, merila za sprejetje določene sorte, pa čeprav samo za tehnično uporabo, ne smejo odstopati od normativov. Slednje med drugim upravičuje tudi dejstvo, da je ogrščica tujeprašna rastlina in bi se tako lahko med seboj oplodile rastline, namenjene za prehrano ljudi in rastline, namenjene tehnični uporabi. Ogrščico je nujno pridelovati v kolobarju, saj naj si zaradi trdovratnosti številnih boleznih in škodljivcev na isti njivi sledi šele vsako četrto do peto leto. Kot člen v kolobarju je zelo primerna, saj rahlja zemljo in uniči številne plevelce, po drugi strani pa pomeni zrnje ogrščice, ki ostane po kombajniranju v zemlji, sam plevel, ki ga je potrebno zatirati naslednjih nekaj let. Pri monokulturnem načinu pridelovanja se že drugo leto močno zmanjša pridelek, po nekaj letih pa dosežemo le še polovico prvotnega. Ogrščična rastna doba traja približno 300 dni, žanjemo pa jo, ko vsebuje seme manj kot 20-odstotkov vlage. Paziti je treba tudi na količino plevelov v požeti količini, saj vse to vpliva na kvaliteto olja. Po žetvi ostane na njivi od štiri do sedem ton na hektar žetvenih ostankov (korenine, stebela, luski, listi), ki jih lahko uporabimo za gnojilo, neposredno kurivo, lahko pa jih uporabimo za fermentacijo bioplina.

Kar se tiče drugih surovin za proizvodnjo biodizla v Sloveniji, imamo proizvodnjo metanola v podjetju Nafta Lendava, in sicer 165.000 ton na leto.

### 4.3. Pridobivanje olja

Olje pridobivamo iz rastlin s hladnim ali vročim stiskanjem. Pogostejše in preprostejše je hladno stiskanje, kjer pa v beljakovinskih pogačah ostane do 6 odstotkov maščob, ki jih je treba izločiti z organskimi topili, kjer nato ostane v pogačah le do 2 odstotka maščob. Številni proizvajalci biodizla se stiskanja semena lotijo sami, rezultati pa velikokrat kažejo, da tega procesa ni podcenjevati, saj je lahko pri prešibkem stiskanju rastlinskega olja malo, pri premočnem stiskanju pa iz semen iztisnemo tudi snovi, ki si jih v surovem olju ne želimo (na primer fosfor, zaradi katerega pride med fazami do nastajanja emulzij). Po ekstrakciji mora slediti rafiniranje, a pri olju, namenjenem za biodizel ali za druge tehnične namene, čiščenje ni potrebno (razen degumifikacije), zaželena je le uporaba sorte z čim višjo vsebnostjo olja (nekateri sorte imajo vsebnost okoli 20-odstotkov, nekatere novejše pa do 50-odstotkov). Za samo reakcijo je pomembno, da ne vsebuje kakršnekoli vode, vsebnost le-te v olju pa je posledica kakovosti sušenja semena rastline in vsebnosti prostih maščobnih kislin. Olje kot osnova je lahko tudi, čeprav ne najbolj priporočljivo, rabljeno olje iz gostinskih obratov, gospodinjstev ali industrije.

### 4.4. Proces preestrenja

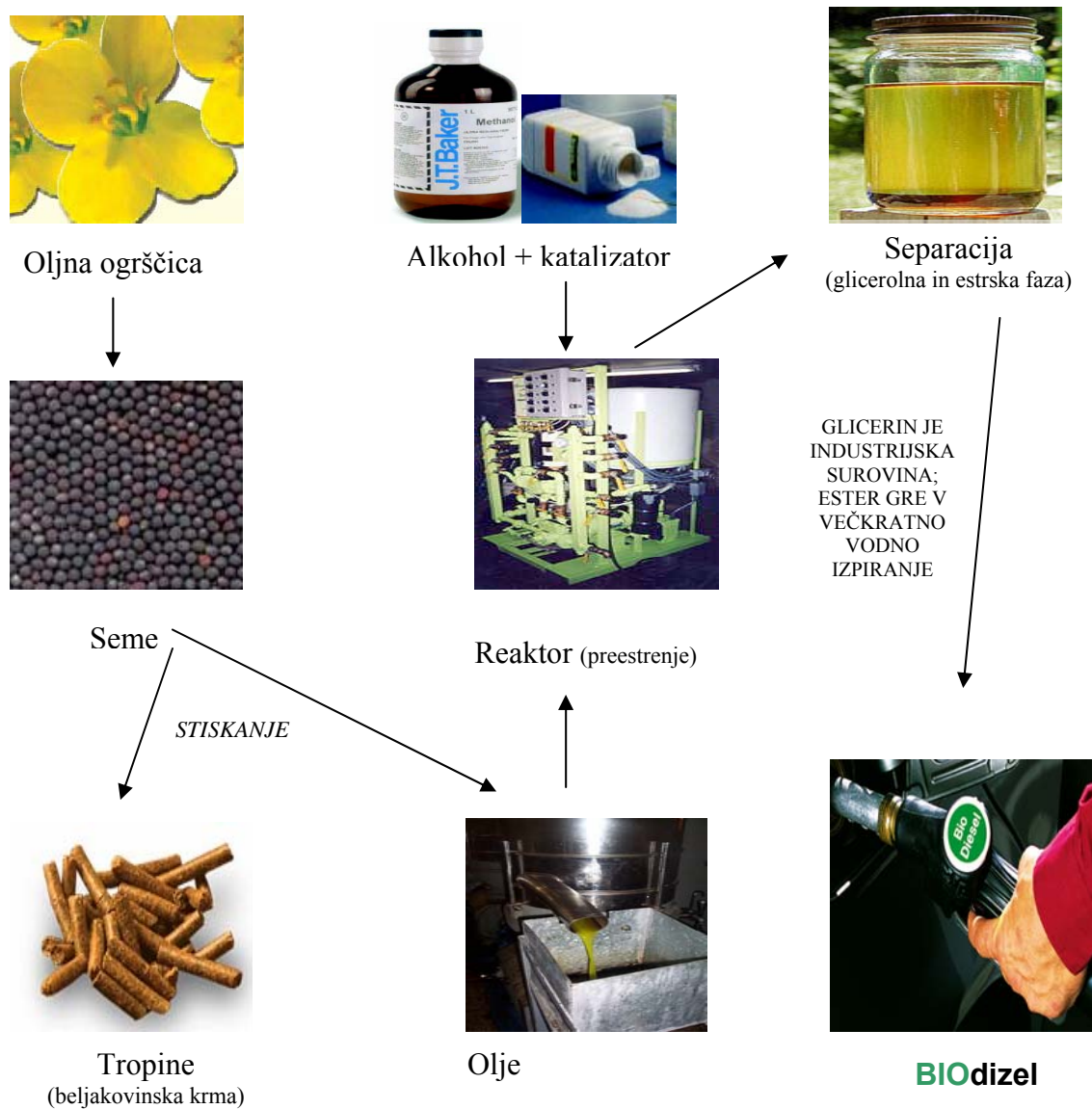
Procesa sta v osnovi dva; bazično kataliziran in kislinsko kataliziran. Največ se uporablja prvi, saj je cenejši in hitrejši, njegov omejitveni dejavnik je le občutljivost reaktantov, saj kakršnakoli prisotnost vode povzroča saponifikacijo, proste maščobne kisline pa lahko reagirajo z bazičnim katalizatorjem, pri čemer nastane voda in milo. Ta občutljivost močno omejuje uporabo odpadnih jedilnih olj kot poceni surovine. Manj občutljiv na omenjene dejavnike je kislinsko kataliziran proces, žal pa je ta zelo počasen, potrebuje pa tudi velike prebitke alkohola in višjo temperaturo (Mali, 2004, str. 44-47).

Komercialno bi bil najprimernejši kontinuiran proces (in ne saržni), a ta mora potekati pod visokim pritiskom (90 bar) in pri visoki temperaturi (240 °C). Veliko je razprav, ki primerjajo kontinuiran in saržni pristop proizvodnje biodizla, a enotnega odgovora ni, je pa saržni proces s svojimi prekinjenimi fazami manj primeren za industrijo, medtem ko kontinuiran proces zahteva več energije, dela, dodatne varnostne ukrepe, homogeno vstopno surovino in boljše opremo, kar pa zna tak proces zaradi neekonomičnosti napraviti neuresničljiv za manjše obsege, večji obsegi proizvodnje pa lahko upravičijo kompleksnejši in dražji kontinuirani sistem.

Biodizel se lahko, kot je bilo že omenjeno, pridobiva tudi iz živalskih maščob ali rabljenega rastlinskega olja. Tako olje se v predpripravi prečisti vseh trdnih delcev in ostankov hrane ter izloči voda (večinoma z gretjem). Procesi preestrenja so enaki kot pri surovem olju, a je tu večkrat potrebno merjenje dodajanja drugih sestavin v proces (alkohola in katalizatorja), saj ne gre za kontinuirano kvaliteto olja, pa tudi praksa je pokazala, da rabljene maščobe uporabljajo predvsem večji obrati za proizvodnjo biodizla.

Preestrenje je postopek, ki s pomočjo alkohola, triacilgliceride (sestavine olj in maščob) preoblikuje v estre. Kot je bilo že omenjeno, lahko proces za vložek uporablja veliko vrst olj ali maščob iz katerih nastane biodizel, je pa res, da se standardom ustrezajoči biodizel najlažje pridobi iz ogršičnega olja, ker je bilo to olje tudi osnova za standard EN 14214.

Slika 2: Pridobivanje biodizla iz semena (oljne ogrščice)



#### 4.4.1. Faze predelave olja v biodizel:

Mešanje alkohola in katalizatorja, se pravi metanola ali etanola z NaOH (natrijev hidroksid) ali KOH (kalijev hidroksid). Pri tem je treba biti zelo hiter, saj katalizator hitro absorbira vlago (kakršnakoli voda pa zavira reakcijo) in ogljikov dioksid iz zraka, hlapi metanola pa so zelo strupeni. Reakcija potrebuje za svoj potek od 110 do 160 ml alkohola

na liter olja za oblikovanje metil esterskih molekul, da pa reakcija steče do konca je v praksi potrebno najmanj 20-odstotkov metanola glede na maso olja. Poudariti je treba, da je treba reakcijo voditi do konca, saj imamo lahko v nasprotnem primeru v izhodni masi celo serijo produktov (Martinčič, 1993, str. 24). Količine katalizatorja so odvisne tudi od kakovosti olja, tako večja vsebnost prostih maščobnih kislin pomeni večjo količino katalizatorja, posledično pa tudi več mila. Pri rabljenem olju je tako treba odmeriti več katalizatorja, saj to vsebuje več prostih maščobnih kislin, ki ovirajo transestrifikacijo, koliko več, pa nam pove titracija takega olja.

Reakcija, kjer se zmes alkohola in katalizatorja prenese v reaktor, doda pa se še pred tem na približno 55 °C ogreto olje, ki mora biti brez večjih primesi (mislim predvsem rabljeno olje ali živalske maščobe). Reaktor ima vgrajeno gretje (električno ali plinsko) in je zaradi hlapenja alkohola (metanol vre pri 65 °C, hlapenje pa se začne že veliko prej) zaprtega tipa. Vodenje reakcije v odprtih sistemih, ki presegajo temperature 20 °C ima za posledico zmanjšanje izkoristka reakcije, saj alkohol izhlapeva. Rastlinsko olje in alkohol s katalizatorjem sta dve fazi, ki se ne mešata oziroma gre za heterogen sistem. Za uspešno izvedbo reakcije je treba formirane kapljice, ki se nenehno združujejo razbijati, zato ima reaktor vgrajeno tudi mešalo, ki zmes pri temperaturi 55-60 °C meša približno eno uro. Hitrost mešanja ne sme biti velika, le toliko, da se na površini še ne dela vrtinec.

Separacija je potrebna potem, ko po zaestritvi dobimo ločeni fazi, ki se med seboj ne mešata ali raztapljata, meja med njima pa je jasno vidna. Spodnja, težja faza, je glicerolna faza (je gostejša od metilnega estra), ki vsebuje glicerol, katalizator, nezreagirano olje, nezreagiran alkohol, sledove vode in umiljenja. Zgornja, lažja faza, so metilni estri, ki lahko tudi vsebujejo nekaj nezreagiranega alkohola in vodo v sledovih. V komercialni proizvodnji biodizla, za pospešitev te faze, ki traja vsaj 24 ur (75-odstotkov separacije se zgodi že v prvih osmih urah), vnašajo energijo v obliki mešala, ki je najbolj ekonomično, stroškovno manj primerna pa je uporaba centrifuge ali višje temperature.

Odstranitev alkohola. Ko se ločita biodizel in glicerol, se presežek alkohola v obeh fazah odstrani z destilacijo, vendar je treba faze ločiti, saj lahko pretirano gretje obeh faz v reaktorju povzroči nasprotno reakcijo, ki spreminja biodizel (estrsko fazo) nazaj v gliceride. Alkohol se lahko zopet uporabi kot vložek v proces preestrenja, kar zelo izboljša ekonomičnost procesa, paziti pa je treba, da ne vsebuje preveč vode (do 1enega odstotka), ki zavira reakcijo.

Pranje metilnega estra je potrebno, da se iz estrske faze povsem odstranijo voda, glicerol, alkohol in katalizator.

Prvi način je, da počakamo, da gravitacija do konca opravi svoje delo, s čimer se povsem izločijo voda, glicerol, katalizator in alkohol, vendar je ta metoda dolgotrajna.

Druga metoda dodaja v separirano estrsko fazo nekaj kisline, ki se nato premeša, rezultat pa je bolj PH nevtralen biodizel (drugače s PH okoli 9). Večinoma se za kislino uporablja kar očetna, lahko pa tudi katera druga, odvisno od tega kakšne, primesi so sposobni

prevzeti odkupovalci glicerola in od tega, kakšne materiale uporabljamo v proizvodnji, saj dodajanje kisline nezadržno povzroča oksidacijo materialov v procesu in emulzijo, ki potrebuje nekaj dni, da se loči od biodizla.

Tretja metoda nekako dopolnjuje drugo, saj dodaja v mešanico očetne kisline in estrske faze nekoliko (8g/l) kristalizirane natrijeve soli, kar omogoči skoraj popolno separacijo v 24 urah, žal pa sol tudi dodatno onesnažuje glicerolno fazo (Thierry, 2005, str. 23-25).

Četrta metoda je najpogosteje uporabljana metoda, kjer estrsko fazo najprej izpiramo z vodo (večkrat zaporedoma po nekaj ur, z menjavanjem vode), da odstranimo preostali katalizator in milo, nato jo osušimo z natrijevim sulfatom ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Osušeni ester še filtriramo in dobimo bister končni proizvod-biodizel.

Nevtralizacija glicerola je potrebna le, če ga želimo prodajati naprej v predelavo kozmetični ali farmacevtski industriji, sam postopek pa je tehnološko zelo zahteven. Milo odstranimo tako, da glicerolno fazo močno razredčimo z destilirano vodo, nakisamo s klorovodikovo kislino in ob gretju nevtraliziramo. Glicerolna faza ravno tako vsebuje še ostanke alkohola, ki ga lahko izločimo z vakuumsko destilacijo (podtlak, ustvarjen z vodno črpalko) in ustvarimo povraten tok alkohola kot surovine, a žal vakuumaska destilacija poleg alkohola odstrani tudi vodo, ki slabša čistost alkohola. Čistost glicerola pa pri takem postopku okoli 85-odstotna (Vozelj, 2005, str. 33).

Proizvodnja biodizelskega goriva je ekološko tako rekoč neoporečna, saj ni odpadnih produktov, ki se jih ne bi dalo uporabiti. Kemična reakcija je preprosta in lahko vodljiva, dokler se držimo pravil varnosti, za alkohol pa rajši izberimo metanol, saj je reakcija z etanolom veliko težje izvedljiva, slabša pa je tudi sama separacija.

#### **4.5. Izložki procesa**

Glavna izložka sta torej biodizel in glicerol, če pa imamo lastno stiskanje olja, pa so izložek tudi oljne tropine.

Biodizel je bistre, zlato rumene barve oziroma je lahko nekoliko svetlejši, odvisno od tipa olja ali maščob, ki ga uporabljamo za osnovo. Kakovost biodizelskega goriva je odvisna od kakovosti vseh vložkov procesa in procesa samega, ker pa vsakdanji uporabniki goriva niso pripravljeni sodelovati v eksperimentu biodizla, je treba testirati ustreznost goriva po standardih v laboratoriju; eden takih v Sloveniji je laboratorij družbe Petrol.

Oljne tropine, ki so stranski proizvod stiskanja olja, so najpomembnejši vir beljakovin sodobnih krmnih mešanic za živinorejo. Po prepovedi krmljenja beljakovinskih koncentratov živalskega izvora (npr. kostne moke) in dejstva, da smo v Sloveniji glede beljakovinskih surovin, ki jih je mogoče vključevati v krmne mešanice, močno deficitarni in odvisni od uvoženih ameriških sojinah tropin, se pomen oljnih tropin domačega izvora



povečuje. Oljne tropine imajo posledično tudi čedalje večjo tržno vrednost, domače ogrščične pogače pa bi lahko izkoristile tudi dejstvo, da je v Sloveniji pridelava nadzorovana in prepoveduje uporabo gensko spremenjenih semen, česar za uvožene sojine tropine ne bi mogli trditi.

Glicerol se, odvisno od kakovosti, uporablja v farmakopeji (farmacevtska, prehrabna, kozmetična industrija ...) ali v tehnične namene (dinamit). (Martinčič, 1993, str. 87). Rafiniran glicerol je dragocen stranski produkt, tudi glede zmanjšanja stroškov pri proizvodnje biodizla, a je žal proces čiščenja zelo dolg in tehnološko zelo zahteven. Nепrečiščen glicerol pa se lahko uporablja le kot dodatek gnojilom.

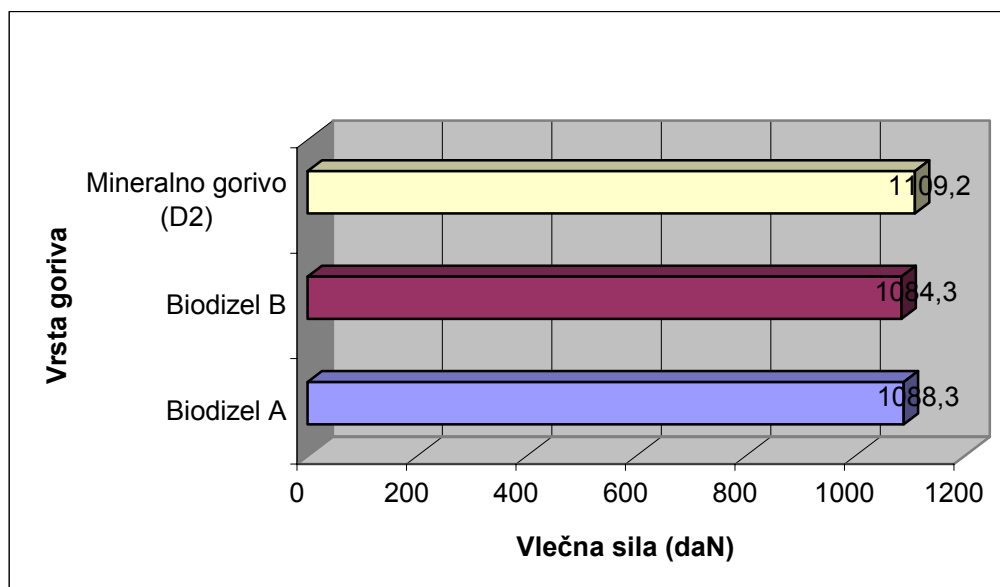
#### **4.6. Preizkus biodizelskega goriva**

Ker je teorija eno, praksa pa nekaj drugega so me zanimale izkušnje s konkretno uporabo biodizla, pridobljenega na način, ki je v tej diplomski nalogi opisan pozneje. Odgovor na to sem dobil na Kmetijskem inštitutu Slovenije (oddelek za kmetijsko tehniko), kjer so sami pridobili nekaj biodizla za testne in promocijske namene. Gorivo so konkretno testirali na traktorju (AGT 835) in terenskem vozilu (Land Rover) na katera so pritrdili tudi dinamometer za merjenje vlečne sile. Za merjenje vlečne sile traktorja so uporabili tri vrste goriva. Kot etalon jim so upoštevali mineralno gorivo oziroma plinsko olje standardne kakovosti, ki ga je moč dobiti v redni prodaji na bencinskih črpalkah v Sloveniji. Za biodizel so uporabili dve osnovi, in sicer olje oljne ogrščice (oznaka biodizel A na Sliki 3, str. 19) in rabljeno jedilno olje (oznaka biodizel B) (Mali, 2004, str. 12-14).

Grafikon kaže največjo doseženo vlečno silo pri 100-odstotnem zdrsu pogonskih koles traktorja na pogon z mineralnim gorivom in biodizloma iz različnih osnov. Vlečna sila traktorja, ki ga je poganjal biodizel z oznako A, je bila zmanjšana za 1,9 odstotka, še malo manjša (2,2 odstotka) je bila sila pri biodizlu z oznako B, obe zmanjšani pa sta za potencialnega uporabnika takega traktorja zanemarljivi oziroma neopazni, kar ovrže namigovanja laikov o opazno manjši moči motorjev na biodizelski pogon.

Na inštitutu pridobljeno gorivo so poslali tudi na testiranje v laboratorij Petrola (glej tabelo 3, str. 19), kjer niso odkrili večjih odstopanj razen prevelike vsebnosti vode, ki je velikokrat problem, saj se voda primarno nahaja v olju, alkoholu ali katalizatorju. Voda se nahaja v rastlinskih oljih ali maščobah, kot »prosta voda«, ki se jo odstranjuje z gretjem oziroma usedanjem ali pa kot vezana voda, katere odstranjevanje pa je bolj problematično in velikokrat kvari laboratorijske teste standardov biodizla, lahko pa škoduje tudi motorjem.

Slika 3: Vlečna sila traktorja z različnimi gorivi



Vir: Mali, 2004, str. 15.

Tabela 3: Rezultati parametrov biodizlov, proizvedenih na Kmetijskem inštitutu Slovenije

Parameter	Enota	zahtevane vrednosti	Biodizel A	Biodizel B
Gostota pri 15°C	kg/m <sup>3</sup>	860-900	895,2	891,1
Kinematična viskoznost pri 40°C	mm <sup>2</sup> /s	3,5-5,0	7,564	5,34
Plamenišče	°C	nad 101	153	137
Skupne nečistoče	mg/kg	max 24	14	24
Videz	/	/	bister, rumen	bister, rumen
Vsebnost vode	mg/kg	max 500	>1000	>1000

Vir: Mali, 2004, str. 14.

## 5. Ekonomika

Na splošno je še pred nekaj leti veljalo, da je proizvodnja biodizla kar nekajkrat dražja od proizvodnje mineralnega dizla oz. je to veljalo za njuni lastni ceni. Z razvojem in večjo ozaveščenostjo o biogorivih je zmanjšanju razlik med gorivoma pripomogla tudi zakonodaja (predvsem v EU), usmerjeno subvencioniranje kmetijstva in zmanjšanje

trošarin za biogoriva; ključni dejavnik razvoja biogoriv pa so vsekakor tudi visoke cene nafte.

Pri analizi ekonomike proizvodnje biodizelskega goriva je treba upoštevati sedem ključnih trgov, ki vplivajo drug na drugega, a imajo tudi neodvisna gibanja. Pri vzpostavljanju pogodb z dobavitelji surovin in odjemalci stranskih proizvodov (glicerola in oljnih tropin) je zaradi volatilnosti trgov dobro imeti čim bolj stabilne pogoje prodaje in odkupa.

**Trg semena oljnic** je odvisen od kmetijske politike konkretne države (subvencij) in naravnih rastnih razmer sledi pa tudi povpraševanju po rafiniranih rastlinskih oljih, tako za tehnično uporabo kot prehrano. Borzne cene za seme oljne ogrščice v zadnjih letih deloma zaradi sušnih let, pa tudi zaradi večjega povpraševanja nezadržno rastejo. Odkupna cena za kilogram semena oljne ogrščice ob dogovorjenih parametrih (največ 9-odstotna vlažnost, do 2-odstotka primesi, minimalno 40 odstotkov olja) je bila v letu 2005 okoli 50 tolarjev za kilogram.

**Trg rastlinskega olja** je odvisen od ponudbe semen oljnic in povpraševanja rafinerij in predelovalcev. Cena surovega rastlinskega olja, predvsem olja oljne ogrščice, zaradi povečane proizvodnje biodizla v zadnjih letih naglo rastejo. Na nihanje cen rastlinskega olja seveda posredno močno vpliva tudi cena nafte. V letu 2005 je stalo nerafinirano ogrščično olje v Sloveniji od 20.000 tolarjev za tono, pa vse do 150.000 tolarjev za tono, odvisno od nabavnih količin (Vir: tovarna olja GEA). Za obseg, ki ga predvideva konkreten proces (slika 4 na strani 22) v tem diplomskem delu (20.000 l/ mesec) je relevantna cena okoli 100 tolarjev za liter olja.

**Trg metanola** je predvsem pod vplivom njegove ponudbe, povezane s proizvodnjo kemikalij, ki niso povezane s proizvodnjo biodizla. Tako je bilo mišljeno vse do povečanja proizvodnje biogoriv, ki so močno dvignile ceno tega alkohola. V svetu se cene gibljejo od 140 do 280 evrov, v Evropi pa je cena v letu 2005 235 €/t (FOB Rotterdam). Konkretna cena v Sloveniji je nekoliko višja, odvisna je tudi od količine naročila. Za obseg procesa, ki ga predvidevamo (slika 4 na strani 22) pa je relevantna cena v letu 2005 okoli 300 €/t (spletna stran družbe Nafta Lendava, 2005).

**Trg katalizatorjev** je povezan s proizvodnjo nekaterih plastičnih mas, njihove cene so med trgi zelo različne, pomembno pa je upoštevati tudi transportne stroške, saj so proizvodnje zmogljivosti v Evropi zelo omejene (Matthys, 2003, str. 13). Cena za kalijev hidroksid (KOH) je v Sloveniji okoli 11 evrov, za natrijev hidroksid (NaOH) pa okoli 10 evrov za kilogram (katalog Kefo lab, 2005).

**Trg glicerola** ima enakomerno povpraševanje, na kar kaže tudi dejstvo, da so se cene tega zaradi povečane proizvodnje biodizla, v zadnjih letih znižale z 2000 \$/t v letu 1995, na 1000\$ ali manj za tono glicerola v letu 2002 (Tyson, 2003, str. 8). Donosnost tega stranskega proizvoda je torej na čedalje nižji ravni, dodaten problem pa je zaradi vse večje ponudbe tudi, da predelovalci glicerola niso več pripravljeni odkupiti glicerola slabše

kakovosti. Pri prodaji glicerola kot stranskega proizvoda je treba povedati, da se vse cene na trgu navajajo za 100-odstotni glicerol, v procesu pa večinoma dobivamo bolj onesnaženo (čistost od 80-odstotno do 90-odstotno) in ne nevtralno glicerolno fazo, za odkup pa je potrebna čim manjša vsebnost soli in nevtralni PH. (Matthys, 2003, str. 8) V letu 2005 je bila okoli 500 evrov za tono.

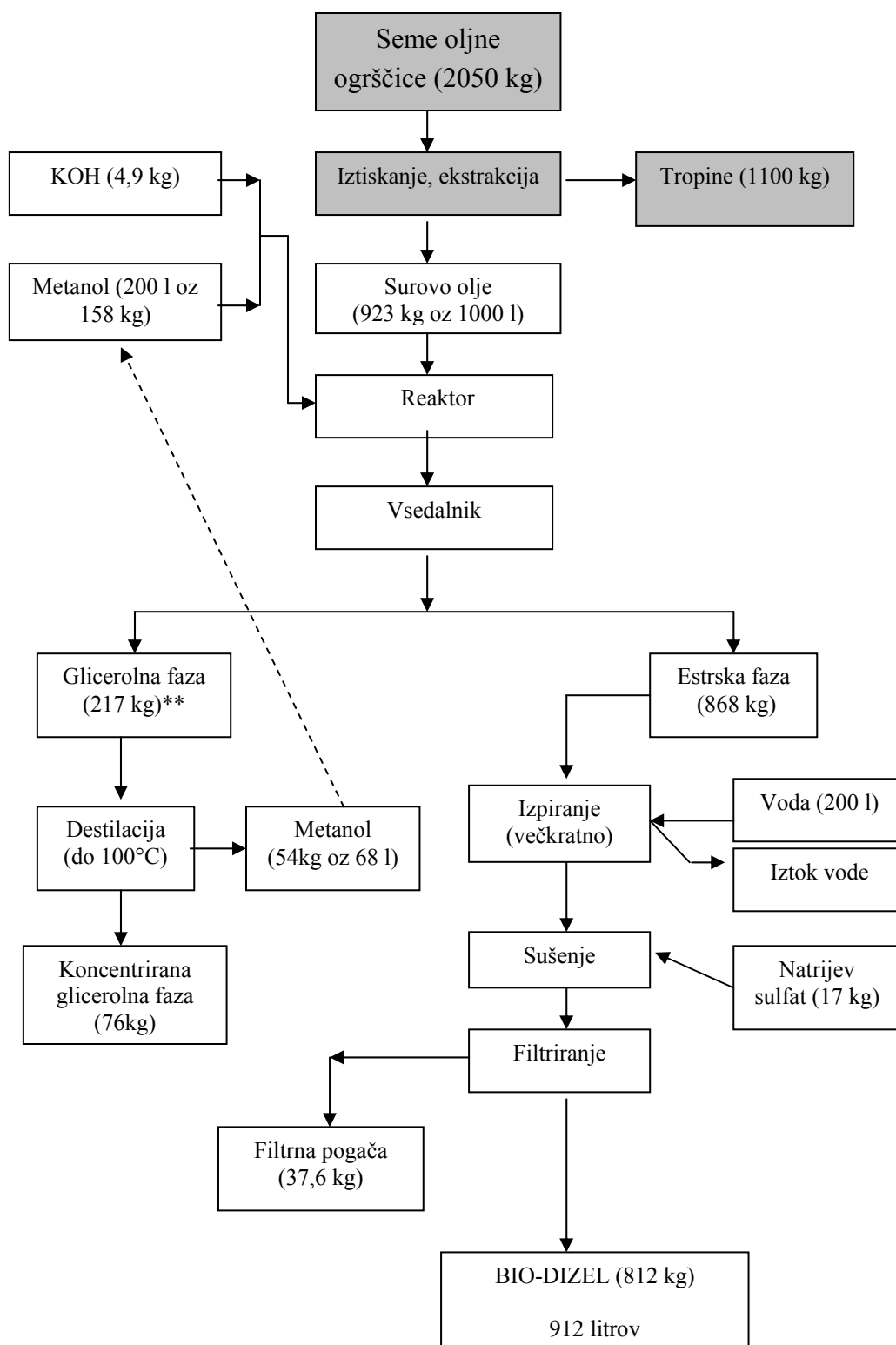
**Trg oljnih tropin oz. pogač** je pravzaprav del trga živalskih krmil in dodatkov, saj so oljne tropine kot stranski proizvod stiskanja olja beljakovinsko bogat krmni dodatek z odkupno ceno od 110 do 135 evrov za tono. (Matthys, 2003, str. 11)

**Trg mineralnega dizelskega goriva** je izpostavljen predvsem geopolitičnim vplivom in vplivom vremena, njegova cena je tudi odločilnega pomena za ugotavljanje smiselnosti proizvodnje biodizla, a hkrati je ta trg popolnoma neodvisen od cene rastlinskega olja. Cene surove nafte in posledično dizelskega goriva so v zadnjih letih (upravičeno?) drastično poskočile, nič pa ne kaže, da se bodo znižale.

Ekonomski vidik procesa preestrenja bom temeljil na Sliki 4 (masna bilanca preestrenja, str. 22), ki predvideva predelavo 1000 litrov rastlinskega olja v enem ciklusu, mogočih pa je več ciklusov na dan. Pri proizvodnji biodizla so prisotne ekonomije obsega, predvsem iz naslova ugodnejših nabavnih cen surovin, a sem se za manjši obseg odločil zato, da bi ugotovil smiselnost oz. ekonomiko tudi manjše proizvodnje na podjetniški ravni. Večji obsegi res bolje izkoristijo ekonomije obsega, po drugi strani pa so, tudi zaradi večinoma kontinuiranega tipa procesa, energetske bolj potratni.

Kaj narediti in kaj kupiti? Tu mislimo predvsem, ali stiskati olje v sklopu proizvodnje biodizla ali kupiti surovo olje. Privlačno se sicer zdi lastno stiskanje semena, a sam proces stiskanja, ki obsega še veliko drugih faz priprave semena, ni preprost, posledično pa imamo lahko zaradi nekakovostnega stiskanja in čiščenja olja pozneje tudi težave pri kakovosti goriva. V izračunih bom upošteval, da v proizvodnji biodizla za vložek dajemo v proces surovo olje.

Slika 4: Masna bilanca procesa preestrenja



Če imamo lastno pridelavo olja

\*\* okoli 70 odstotkov metanola ostane v tej fazi

Vir: Martinčič, 1993, str. 78.

Za vsak liter rastlinskega olja potrebujemo povprečno:

*preestrenje*

0,2 l metanola

3,5 g NaOH (ali 4,9g KOH)

*izpiranje*

0,2 l vode

*sušenje*

20 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Konstrukcija obrata proizvodnje biodizla je razmeroma nezahtevna in ne zahteva visokih investicij, vsaj dokler ne načrtujemo obratov velikih kapacitet kontinuiranega tipa procesa. Zaradi nekaterih kemikalij je treba paziti na uporabljene materiale, pri tem moramo upoštevati tudi morebitno nehomogenosti surovin in začasne zaustavitve procesa, ki lahko prinesejo korozijo. Materiali lahko prinesejo tudi omejitve v možnosti uporabe vstopnih surovin in izstopnih produktov, kar posledično vpliva na ekonomičnost, zato je treba vnaprej predvideti vse glavne trge surovin in njihove trende, če je le mogoče. Pri samem načrtovanju in postavitvi procesa je treba paziti tudi na lokacijo obrata in njegovo logistiko, saj lahko transportni stroški hitro načnejo rentabilnost proizvodnje biodizla manjšega obsega.

Dnevni proces, ki je osnova za izračune, naj bi obsegal proizvodnjo okoli 900 litrov biodizla na dan oz. 1000 litrov osnovne vstopne surovine; rastlinskega olja. Za obseg take proizvodnje je potreben en ciklus procesa, kot je opisan v skici masne bilance (slika 4, str. 22) z enim zaposlenim (8-urni delovnik). Privlačnost proizvodnje biodizla v manjših obsegih je tudi posledica dejstva, da sama investicija v proizvodnjo ni velika, vsaj dokler proces ni kontinuiranega tipa. Investicija v saržni proces obsega okrog 1000 l na dan je približno 500.000 tolarjev.

V naslednji tabeli (Tabela 4, na strani 24) so izračunani stroški enega cikla proizvodnje oz. je podan izračun lastne cene biodizla, ki temelji na srednjih cenah na trgih konec leta 2005, tako je upoštevana cena za kWh 14,27 tolarja pri nizki tarifi in 22,76 tolarja pri visoki, priključna moč pa znaša 229,42 tolarja po kWh. V stroške porabe vode se upošteva poraba vode za gospodarstvo, vodno povračilo in okoljska dajatev in DDV, oprema je amortizirana po enakomerni letni metodi in za namene enega cikla preračunana na dan, kar je čas, ki ga potrebuje en cikel, da se zaključi. Pojasniti je treba še stroške metanola, saj so ti v neto obliki, preračunani za en cikel (glej tudi skico masne bilance; stran 22). Glavni delež v stroških nabave je nabava metanola; stroški prodaje pa so predvsem stroški, povezani s transportom biodizla.

Tabela 4: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla.

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	Variabilni stroški	Fiksni stroški
material:							
	olje	/	l	100	1.000	100.000	
	katalizator	KOH	kg	2.640	4,9	12.936	
	metanol	neto količine	t	72.000	0,158	11.376	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.000	17	34.000	
delo:	proizvodnja	en zaposlen 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>178.362</b>

## 5.1. Kalkulacija cene

Za metodo izračuna bom uporabil kalkulacijo vezane proizvodnje oz. proizvodov, saj ima proizvodnja biodizla poleg glavnega stroškovnega nosilca tudi druge učinke, ki jih je mogoče prodati. Stranski učinki niso glavni namen proizvodnje, lahko pa z njihovo prodajo pokrijemo del stroškov glavnega stroškovnega nosilca, kar izboljšuje stroškovno konkurenčnost tega izdelka. Stranski proizvod proizvodnje biodizelskega goriva je glicerol.

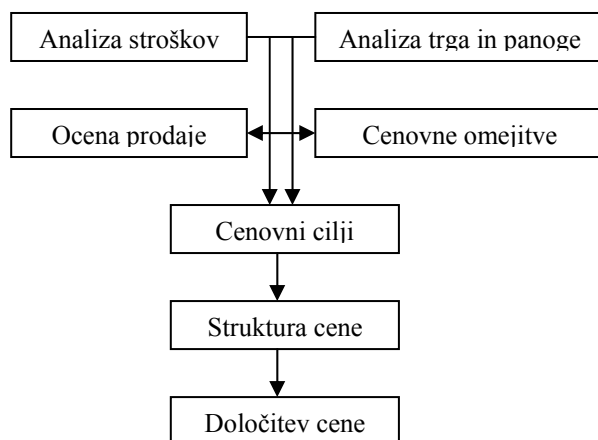
Tabela 5: Prihodki z naslova stranskih proizvodov

Stranski proizvod:	enota	cena za enoto(SIT)	količina	prihodki
glicerol	t	120.000	0,076	<b>9.120</b>

$$\begin{aligned}
 \text{LC biodizla} &= \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} \\
 &= \frac{178.362 \text{ SIT} - 9.120 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 185,57 \text{ SIT/l}
 \end{aligned}$$

## 5.2. Prodajna cena

Slika 5: Postopek oblikovanja prodajnih cen



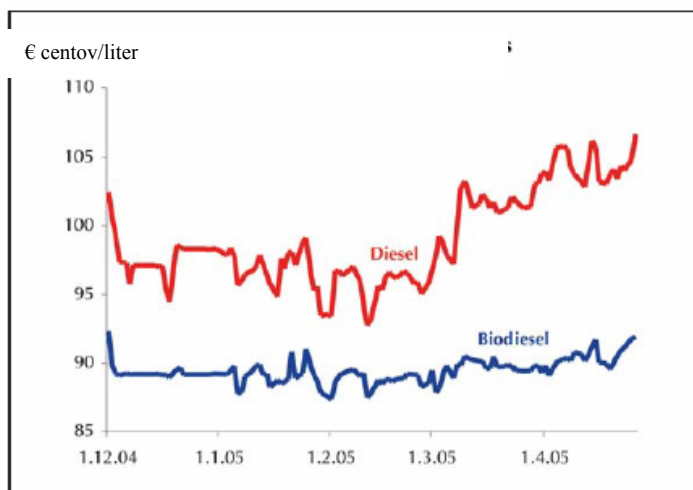
Vir: Rebernik, 1999, str. 293.

Analiza stroškov je podana v Tabeli 4 (Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, na stani 24) in daje neko spodnjo mejo cene biodizla. Trg in panoga biogoriv oz natančneje biodizla v Sloveniji še nista tako razvita, da bi pomembneje vplivala na postavitve cene, dajeta pa neko konkurenčno osnovo in referenco. Količino prodaje je sicer težko oceniti, po drugi strani pa je Slovenija zavezana k uvedbi količine biogoriv, ki je za zdaj ne dosegamo, domača proizvodnja biodizla pa bo, če bo le dovolj konkurenčna, za Slovenijo boljša kot uvoz. Zgornje cenovne omejitve so vsekakor cene surove nafte oz. mineralnega dizla in konkurenca biodizel proizvodnje iz tujine. Cenovni cilj je torej čim višja marža z ohranitvijo nižje cene biogoriv od fosilnih goriv, ne glede na to, ali gre za prodajo distributerju ali neposredno, je pa verjetno, da lastna cena biodizla iz proizvodnje manjšega obsega ne bo povsem konkurenčna za posredno prodajo (odvisno tudi od ponudbe).

Razlika med ceno biodizla in dizla v Evropi je okoli 10 evro centov na liter goriva, verjetno bo razlika za končnega porabnika goriva v Sloveniji podobna. Glede na to in na podlagi poznavanja marž slovenskih naftnih trgovcev lahko sklepamo končno ceno na bencinski (biodizelski) črpalki, ki bi po mojih ocenah znašala od 200 do 215 tolarjev za liter biodizla, kar je nekoliko manj, kot stane mineralni dizel v času te kalkulacije.

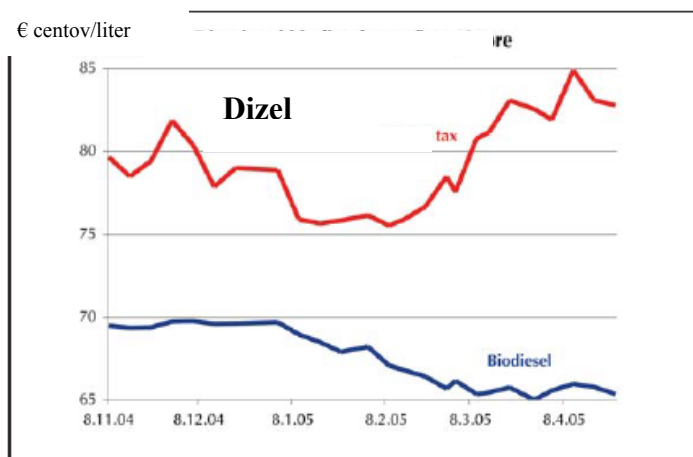


Slika 6: Končna cena dizla in biodizla v EU



Vir: Bocke, 2005, str. 5.

Slika 7: Cena dizla in biodizla ex rafinerija/proizvodnja v EU



Vir: Bocke, 2005, str. 5.

### 5.3. Prag rentabilnosti

Prag rentabilnosti je analiza, ki raziskuje medsebojne odvisnosti med prihodki stroški in dobički glede na različne ravni outputa (Rebernik, 1999, str. 269). Je ena najstarejših metod, s katero dobimo začetno informacijo o uspešnosti nameravane proizvodnje izrazimo pa jo, kot število enot izdelkov:

$$Q_B = \frac{\text{celotni fiksni stroški}}{\text{cena na enoto} - \text{povprečni variabilni stroški}} = \frac{15.339 \text{ SIT}}{207,5 \text{ SIT/l} - 178,75 \text{ SIT/l}} =$$

$$= 534 \text{ l}$$

$$\text{povprečni variabilni stroški} = \frac{163.023 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 178,75 \text{ SIT/l}$$

Kot potrebni prihodek od prodaje:

$$P_B = \frac{\text{celotni fiksni stroški}}{1 - (\text{povprečni variabilni stroški} / \text{cena na enoto})} = \frac{15.339 \text{ SIT}}{1 - \frac{178,75 \text{ SIT/l}}{207,5 \text{ SIT/l}}} = 110.707,56 \text{ SIT}$$

Ali kot odstotek izrabe zmogljivosti:

$$\%B = \frac{\text{celotni fiksni stroški}}{(\text{cena na enoto} - \text{povprečni variabilni stroški}) \times \text{max. kapaciteta}} \times 100 = \frac{15.339 \text{ SIT}}{(207,5 \text{ SIT/l} - 178,75 \text{ SIT/l}) \times 1000 \text{ l}} \times 100 = 53,35 \%$$

pri čemer smo za ceno biodizla predvideli srednjo ceno med ocenjenima mejama, torej 207,5 SIT/l.

#### 5.4. Analiza občutljivosti

Analiza občutljivosti je metoda, s katero opazujemo občutljivost izračunov oz. kalkulacij s tem, da variramo vstopne podatke, torej cene potroškov in stranskih proizvodov. Spremljanje občutljivosti je pri biodizlu zelo primerno, saj so trgi vložkov v proces in stranskih proizvodov precej nestabilni, dodatni učinki pa prihajajo tudi iz dejstva, da je trg biodizla v svojih začetkih in ima hkrati ekstremno rast. Za spremenljivke bomo vzeli cene glavnih vložkov v proces pridobivanja biodizla (olje, katalizator in metanol) in glavni stranski proizvod (glicerol) ter jih spreminjali po različnih scenarijih.

V prvem scenariju predvidevamo nadaljevanje trenda cene olja, in sicer podražitev surovega olja za 10 odstotkov:

Tabela 6: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, **1. scenarij**

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	variabilni stroški	fiksni stroški
material:							
	olja	/	l	110	1.000	110.000	
	katalizator	KOH	kg	2.640	4,9	12.936	
	metanol	neto količine	t	72.000	0,158	11.376	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.000	17	34.000	
delo:	proizvodnja	en zaposleni 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>188.362</b>

$$\begin{aligned}
 \text{LC biodizla} &= \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} \\
 &= \frac{188.362 \text{ SIT} - 9.120 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 196,54 \text{ SIT/l}
 \end{aligned}$$

Lastna cena biodizla se pri 10-odstotnem povečanju cene olja poveča za 5,9 odstotka.

Drugi pomembnejši vložek v proces je metanol, katerega cena je za rentabilnost biodizla velikega pomena. Pesimistični scenarij prihodnosti predvideva 10-odstotno podražitev tega alkohola:

Tabela 7: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, **2. scenarij**

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	variabilni stroški	fiksni stroški
material:							
	olja	/	l	100	1.000	100.000	
	katalizator	KOH	kg	2.640	4,9	12.936	
	metanol	neto količine	t	79.200	0,158	12.513,6	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.000	17	34.000	
delo:	proizvodnja	en zaposleni 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>179.499,6</b>

$$\text{LC biodizla} = \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} =$$

$$= \frac{179.499,6 \text{ SIT} - 9.120 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 186,82 \text{ SIT/l}$$

Lastna cena biodizla se zviša za samo 0,67 odstotka.

Kot je bilo že omenjeno imamo v Evropi majhne zmogljivosti za proizvodnjo kemikalij, ki se pri preestrenju uporabljajo za katalizatorje, kar pomeni veliko odvisnost in izpostavljenost špekulacijam. Tretji scenarij predvideva 10-odstotno podražitev katalizatorja KOH:

Tabela 8: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, **3. scenarij**.

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	variabilni stroški	fiksni stroški
material:							
	olja	/	l	100	1.000	100.000	
	katalizator	KOH	kg	2.904	4,9	14.229,6	
	metanol	neto količine	t	72.000	0,158	11.376	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.000	17	34.000	
delo:	proizvodnja	en zaposleni 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>179.655,6</b>

$$\text{LC biodizla} = \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} =$$

$$= \frac{179.655,6 \text{ SIT} - 9.120 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 187 \text{ SIT/l}$$

Lastna cena biodizla se poveča za manj kot 1 odstotek.

Velik delež v stroških ima tudi natrijev sulfat, 10-odstotna podražitev tega vložka pa pomeni:

Tabela 9: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, **4.scenarij.**

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	variabilni stroški	fiksni stroški
material:							
	olje	/	l	100	1.000	100.000	
	katalizator	KOH	kg	2.640	4,9	12.936	
	metanol	neto količine	t	72.000	0,158	11.376	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.200	17	37.400	
delo:	proizvodnja	en zaposleni 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>181.762</b>

$$\begin{aligned}
 \text{LC biodizla} &= \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} \\
 &= \frac{181.762 \text{ SIT} - 9.120 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 189,3 \text{ SIT/l}
 \end{aligned}$$

2-odstotno spremembo lastne cene biodizla iz proizvodnje.

Pri kalkulaciji znižuje stroške vrednost stranskih proizvodov, ki jih lahko prodamo na trgu. Poglejmo, kaj prinese pocenitev le teh:

Pocenitev glicerola za 10 odstotkov:

Tabela 10: Prihodki iz naslova stranskih proizvodov, **5.scenarij.**

stranski proizvod:	enota	cena za enoto	količina	prihodki
glicerol	t	108.000	0,076	<b>8.208</b>

$$\begin{aligned}
 \text{LC biodizla} &= \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} \\
 &= \frac{178.362 \text{ SIT} - 8.208 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 186,57 \text{ SIT/l}
 \end{aligned}$$

Lastna cena biodizla se poveča za samo 0,54 odstotka.

Cene omenjenih surovin in proizvodov se ne gibljejo povezano, vendar vsaka posamezno, zato bomo naredili še najverjetnejši scenarij, kjer se cene metanola in olja zviša za 10 odstotkov (zaradi večjega povpraševanja oz. nezmožnosti zadostne ponudbe), cena stranskega produkta glicerola pa se zmanjša za 15 odstotkov (konstantno povpraševanje in obsežna ponudba).

Tabela 11: Stroški enega cikla proizvodnje biodizla, **6. scenarij.**

stroški		opis	enota	cena na enoto (SIT)	količina	variabilni stroški	fiksni stroški
material:							
	olje	/	l	110	1.000	110.000	
	katalizator	KOH	kg	2.640	4,9	12.936	
	metanol	neto količine	t	79.200	0,158	12.513,6	
	voda	/	m3	281	0,2	56	
	natrijev sulfat	/	kg	2.000	17	34.000	
delo:	proizvodnja	en zaposleni 8h	h	900	8		7.200
nabava				3.160	1	3.160	
prodaja				250	1	250	
uprava				1000	8		8.000
energija:		elektrika	kWh	249	5	1245	
amortizacija				139	1		139
celotni stroški							<b>189.499,6</b>

Tabela 12: Prihodki iz naslova stranskih proizvodov, **6. scenarij.**

stranski proizvod:	enota	cena za enoto	količina	prihodki
glicerol	t	102.000	0,076	<b>7.752</b>

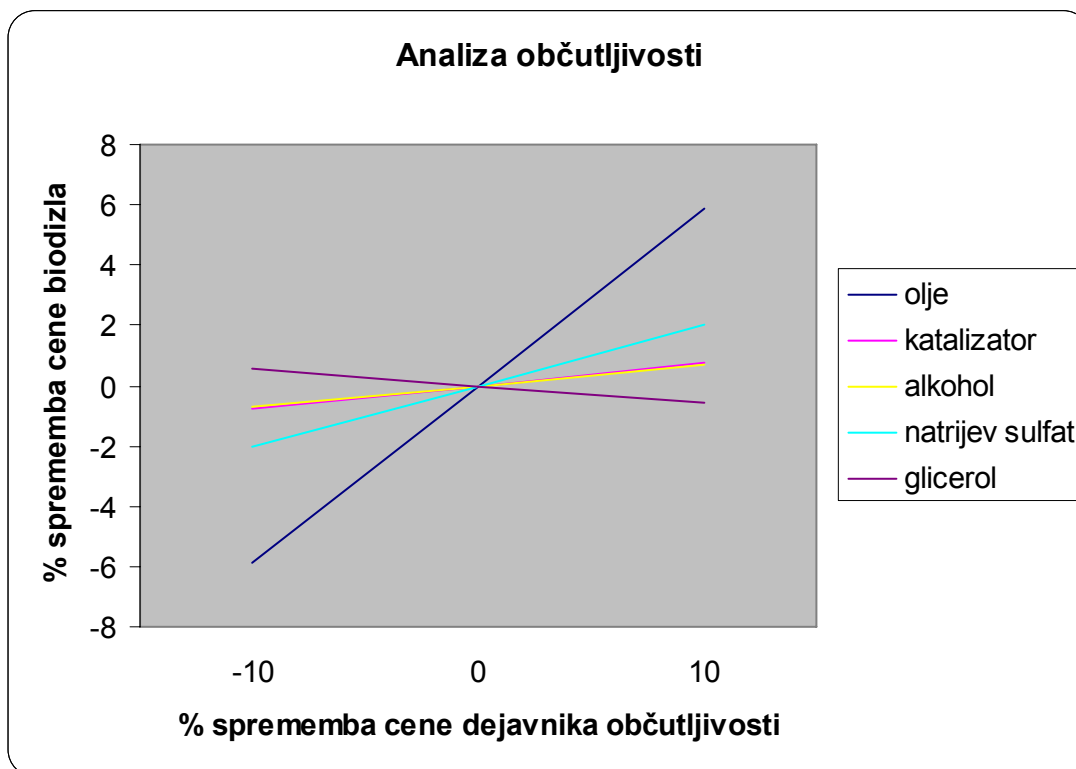
$$\begin{aligned}
 \text{LC biodizla} &= \frac{\text{stroški proizvodnje-vrednost stranskih proizvodov}}{\text{količina glavnih izdelkov}} \\
 &= \frac{189.499,6 \text{ SIT} - 7.752 \text{ SIT}}{912 \text{ l}} = 199,28 \text{ SIT/l}
 \end{aligned}$$

Tak splet okoliščin bi pomenil 7,4-odstotno povišanje lastne cene biodizla. Cena skoraj 200 tolarjev iz proizvodnje pa bi bila glede na ceno mineralnega dizla tudi konkurenčno vprašljiva, vsaj za prodajo prek trgovca.

Občutljivost cene biodizla glede na spremembe cen njenih dejavnikov lahko bolj pregledno in strnjeno prikažemo grafično, na primer v obliki tabele, kot je na Sliki 8 (na strani 32). Razvidno je torej, da je ekonomika oz. rentabilnost proizvodnje biodizla najbolj občutljiva na ceno rastlinskega olja, kar je logično, saj ima olje največji delež v stroških vložkov v proces. Na drugem mestu je natrijev sulfat, sledita pa mu katalizator in alkohol. Cena

glicerola je negativno povezana s spremembo stroškovne cene biodizla, saj glicerol ni vstopna surovina temveč stranski proizvod, ki posredno manjša proizvodnje stroške biodizla.

Slika 8: Analiza občutljivosti



## 5.5. Rentabilnost investicije

Investicije je treba predhodno oceniti, in sicer v svoji celotni življenjski dobi. Potrebujemo dva elementa odločitve: podatkovno podlago in odločitveni model. Podatkovna podlaga je denarni tok investicijskega projekta oziroma prejemki in izdatki v podjetju, zanima pa nas razlika med prejemki in izdatki v življenjski dobi investicije. Odločitveni modeli pa so metode vrednotenja investicije, ki so lahko statične (koeficient rentabilnosti in čas vračila) ali dinamične (neto sedanja vrednost, notranja stopnja donosa, indeks donosnosti ...).

Izkaz denarnih tokov je za eno leto, pri čemer se predvideva lastno financiranje začetne investicije v višini 500.000 tolarjev. Predvidena marža za proizvajalca biodizla je 5 do 8 odstotkov od lastne cene 185,57 SIT/l, število obratovalnih dni je 25 na mesec oz. 300 dni na leto, z zmogljivostjo enega cikla 900 l/dan.

Tabela 13: Letni denarni tok (v SIT)

opis	SIT
Prihodki od prodaje proizvodov	54.000.000
Prihodki od prodaje glicerola	2.736.000
<b>Skupaj prihodki</b>	<b>56.736.000</b>
Stroški za nakupe materiala, energije in storitev	48.906.900
Stroški za plače	4.560.000
<b>stanje denarnih sredstev poslovanja</b>	<b>3.269.100</b>

Investicijske odločitve temeljijo na denarnem toku (DT) in ne na računovodskem dobičku, tako amortizacija ni denarni tok, temveč le vračilo vložnega kapitala (Mramor, 1994, str. 104). Denarni tokovi so razlika med prejemi in izdatki, pred davki in prispevki, brez upoštevanja rizika sprememb v prihodnosti, njihovo prispetje pa je na koncu obdobja.

Tabela 14: Denarni tokovi v življenjski dobi investicije

konec leta (t)	DT (SIT)
0	-500.000
1	3.269.100
2	3.269.100
3	3.269.100
4	3.269.100
5	3.269.100
6	3.269.100
7	3.269.100
8	3.269.100
9	3.269.100
10	3.269.100

### 5.5.1. Koeficient rentabilnosti

Pove nam, koliko denarja nam povrne vsak vloženi tolar.

$$R = \frac{\text{donos investicije}}{\text{investicijski vložek}} = \frac{(10 \times 3.269.100 \text{ SIT})}{500.000 \text{ SIT}} = 65,382$$

Vsak v investicijo vloženi tolar nam prinese torej 65,382 tolarja.



### 5.5.2. Doba povračila

Je rok, v katerem nam investicija s svojimi donosi povrne vložena denarna sredstva, ne upošteva pa vseh denarnih tokov v življenjski dobi investicije.

$$0 = \sum_{t=0}^n DT_t = 45,88 \text{ dni}$$

t.....časovno obdobje

DT...neto denarni tok

Teoretično nam investicija povrne prvotni vložek v prvih 46 dneh obratovanja.

### 5.5.3. Neto sedanja vrednost

Ocenjene donose v prihodnjih letih diskontira (prevede) na sedanjo vrednost in s tem upošteva celotno življenjsko dobo investicije. Upoštevana obrestna mera je povprečna obrestna mera poslovnih bank za vloge, vezane od 181 dni do eno leto, za mesec oktober 2005, ki je 3,1 odstotka nominalno (vir: spletna stran Banke Slovenije), upošteval pa sem tudi, da tu obstaja večje tveganje, kot je tveganje za navedene vloge, zato bo upoštevana 10-odstotna diskontna mera.

$$\begin{aligned} NSV &= \sum_{t=0}^T \frac{DT_t}{(1+r)^t} = -500.000 \text{ SIT} + \\ &+ \frac{3.269.100 \text{ SIT}}{(1+0,1)} + \frac{3.269.100 \text{ SIT}}{(1+0,1)^2} + \frac{3.269.100 \text{ SIT}}{(1+0,1)^2} \end{aligned}$$

$$= 19.587.204,33 \text{ SIT}$$

r...obrestna mera

Neto sedanja vrednost je pozitivna, zato je investicija sprejemljiva.

### 5.5.4. Notranja stopnja donosa

Interna stopnja donosnosti je obrestna mera, ki vsoto diskontiranih denarnih tokov izenači z nič.

$$0 = \sum_{t=1}^T \frac{DT_t}{(1+NSD)^t} = 6,5381 = 653,81 \%$$

Projekt je po tej metodi sprejemljiv.

### 5.5.5. Indeks donosnosti

Upošteva vse denarne tokove, kaže pa relativno donosnost oz. sedanjo vrednost pričakovanih »koristi« glede na sedanjo vrednost denarne enote pričakovanih stroškov v življenjski dobi investicije. Investicija je sprejemljiva, če je indeks donosnosti večji od 1.

$$ID = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{DT_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{DI_t}{(1+r)^t}} = \frac{27.244.310,86SIT}{500.000 SIT} = 54,49$$

$DI_t$ ...denarni izdatki v obdobju t

Investicija je sprejemljiva.

Proizvodnja biodizelskega goriva torej ima ekonomski smisel tudi v manjšem obsegu, vsekakor pa je dobro preiti na večje obsege, ki izkoriščajo ekonomije obsega in tako omogočajo večjo konkurenčnost, fleksibilnost in marže. Izračuni temeljijo na stanju cen vseh vložkov in izložkov v letu 2005, kot smo videli pri scenarijih, pa lahko taka proizvodnja kaj hitro zaide v težave, če se nekoliko spremenijo cene nekaterih vložkov ali izložkov.

## 6. Sklep

Nekakšen zbir *pro et contra* dejstev biodizelskega goriva in njegove uporabe, ki so omenjena in obrazložena v tej nalogi, prikazujem v matriki prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti (Tabela 15, na strani 36).

Biodizel bo torej le del mozaika alternativnih virov energije, s pomočjo katere bomo zanamcem zapustili vsaj nekaj neoporečnega okolja, čedalje bolj pa se tudi zavedamo, da energetska vrednost in ekonomika goriva nista več edina argumenta v razpravi o primernosti posameznih energentov ter da bo potreben konsenz ekonomije in ekologije, ki bo lahko obšel tudi slabosti in nevarnosti, opisane v tabeli PSPN.

Tabela 15: PSPN (SWOT)

PREDNOSTI	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pozitivna energetska bilanca</li> <li>• zaprti krog CO<sub>2</sub></li> <li>• majhne izpušne emisije</li> <li>• lahko biološko razgradljiv</li> <li>• nestrupen</li> <li>• uporaben v dizelskih motorjih</li> <li>• standardizirano gorivo</li> <li>• boljše mazalne lastnosti</li> <li>• najbolj preizkušeno biogorivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• povečano sproščanje No<sub>x</sub></li> <li>• trenutno draga energija</li> <li>• majhen, omejen proizvodni potencial</li> <li>• agresivnost na nekatere materiale</li> <li>• higroskopičnost (problemi skladiščenja in življenjske dobe)</li> <li>• rentabilnost odvisna od davčne politike</li> </ul>
PRILOŽNOSTI	NEVARNOSTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gospodarska in ekološka alternativa kmetijstvu</li> <li>• večji del zaslužka energentov ostane doma</li> <li>• zanesljivejši viri nabave energije</li> <li>• manj kapitalno intenzivna proizvodnja energentov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nevarnost pojava monokultur</li> <li>• EURO V</li> <li>• pomanjkanje surovin (olja)</li> <li>• uvedba markiranja (obarvanja) biodizla</li> <li>• sintetična biogoriva, ki jih podpirajo izdelovalci vozil</li> <li>• večje spremembe cen vložkov ali izložkov procesa</li> </ul>

Biodizel vsekakor ima prihodnost, kar dokazujejo že v Nemčiji, ki je v Evropi tako rekoč biodizelska velesila. Proizvodnja biodizla bo, tako kot v Nemčiji, verjetno tudi v Sloveniji potekala večinoma v obratih večjega obsega, ki izkoriščajo ekonomije obsega, obstajale pa bodo tudi manjše proizvodnje, ki bodo gorivo uporabljale za lastne potrebe (npr. kmetije z lastnimi surovinami) ali pa bodo, če bo to omogočeno, gorivo prodajale tudi neposredno. Najpomembnejše vprašanje biodizelskih intuziastov in bodočih podjetnikov je bilo: je manjši obseg proizvodnje biodizelskega goriva dovolj donosen, da preživi samostojno oziroma se lahko širi šele pozneje? Moj odgovor, ki temelji na dejstvih te diplomske naloge je: da, lahko! Žal to trditev spremlja tudi veliko realnih groženj (nevarnosti tabele PSPN), ki lahko v prihodnosti vsaka samostojno, povsem preprečijo proizvodnjo biodizla.

## Literatura

1. Arnšek Anja: Ozimna oljna ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*) in uporaba olja za biodizel. Ljubljana : Biotehniška fakulteta, 2001. 77 str.
2. Arnšek Anja, Kocjan Ačko Darja, Bernik Rajko: Ogrščični metilni ester. *Sodobno kmetijstvo*, Ljubljana, 35(2002), 4, str. 169.
3. Bavec Franc et al.: Ponazoritev pridelka treh kultivarjev oljne ogrščice v odvisnosti od rokov in gostote setve. *Sodobno kmetijstvo*, Ljubljana, 4(2002), str. 158-160.
4. Bedenk Janez et al.: Posvetovanje o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekologiji. Zbornik predavanj Posvetovanja o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekologiji. Portorož : Slovensko društvo za tribologijo, 2002, 279 str.
5. Bockey Dieter: Biodiesel flowerpower-facts, arguments, tips. Berlin, UFOP · Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen. [URL: [http://www.ufop.de/english\\_bio\\_fuels.php](http://www.ufop.de/english_bio_fuels.php)], 2.12.2005.
6. Bocke Dieter, Schenk: Status report-Biodiesel production and marketing in Germany. Berlin : UFOP-Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen. [URL: [http://www.ufop.de/english\\_bio\\_fuels.php](http://www.ufop.de/english_bio_fuels.php)], 25.11.2005.
7. Bockey Dieter: Situation and Development Potential for the Production of Biodiesel. 11 str. [URL: [http://www.ufop.de/english\\_bio\\_fuels.php](http://www.ufop.de/english_bio_fuels.php)], 5.12.2005.
8. Brumec Manja: Tehnološki vidik proizvodnje "biodiesel" goriva. Ljubljana : Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 1993. 82 str.
9. Čergan Zoran et al.: Preskušanje sort poljščin in vrtnin v Sloveniji v letu 2003. Ljubljana : Kmetijski inštitut Slovenije, 2004. 192 str.
10. Čergan Zoran et al.: Preskušanje sort poljščin in vrtnin v Sloveniji v letu 2004. Ljubljana : Kmetijski inštitut Slovenije, 2005. 170 str., 8 str.
11. Gabor Jože: V Nafti pričakujejo boljše čase. Ljubljana, *Finance*, 10(2002), 109, str. 27.
12. Gantar Tine, Golob Vojko: Biodizelsko gorivo. Ljubljana, 1996. 39 str
13. Gartner Sven, Reinhart Guido: Final report:Life cycle assesment of biodiesel: update and new aspects. Heilderberg : Institute for energy and environmental research. [URL: <http://www.ufop.de/1008.php>] 12.12.2005.

14. Horvat Majda: Trošarina za biodizel proizvodnji jemlje dobičkonosnost: v lendavski Nafti se pripravljajo na proizvodnjo biodizla: biodizel je enakovreden običajnemu dizelskemu gorivu. Vestnik, Murska Sobota, 53(2001), 42, str. 7.
15. Horvat Majda: Petrolu rezervoarji, biodizel in prostor za sežigalnico: Nafto prevzela država, brez terjatev Petrola. Vestnik, Murska Sobota, 54(2002), 31, str. 3.
16. Horvat Majda: Nič bolj zanimiva proizvodnja biodizla: evropska komisija predpisala porabo biogoriv: biodizel v Lendavi še vedno na stranskem tiru. Vestnik, Murska Sobota, 55(2003) 26, str. 6.
17. Jaklič Marko: Poslovno okolje podjetja. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 2001. 353 str.
18. Kitani Osamu: CIGR handbook of agricultural engineering. Vol. 5: Energy and biomass engineering. Michigan : ASAE, 1999. 330 str.
19. Kocjan Ačko Darja: Izkušnje s ponovno uvedbo ozimne oljne ogrščice (*Brassica napus* L. var. *napus*) v Sloveniji in uporaba pridelka. Novi izzivi v poljedelstvu. Ljubljana : Slovensko agronomsko društvo, 2002, str. 291-297.
20. Kocjan Ačko Darja: Pomembnost ponovne pridelave ozimne oljne ogrščice na slovenskih poljih. Sodobno kmetijstvo. Ljubljana, 35 (2002a) 4, str 150.
21. Kocjan Ačko Darja, Verbič Jank.: Morfologija in tehnologija pridelave ozimne oljne ogrščice. Sodobno kmetijstvo, Ljubljana, 35(2002) 4, str. 152.
22. Križ Krunoslav: Možnosti uporabe obnovljivih virov energije v kmetijstvu v občini Litija. Diplomsko delo. Ljubljana : Biotehniška fakulteta, 2004. 165 str.
23. Mali Uroš: Biodizelsko gorivo in okolje. Diplomsko delo. Ljubljana : Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2004. 58 str.
24. Martinčič Vito: Inženirski vidik proizvodnje "biodiesel" goriva. Diplomsko delo. Ljubljana : Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 1993. 105 str.
25. Matthys Daniel: Producing Biodiesel: A Simple Affair? Belgium, Ghent: Damalist. 23 str. [URL: [http://www.asa-europe.org/pdf/ta\\_biodiesel.pdf](http://www.asa-europe.org/pdf/ta_biodiesel.pdf)] 22.11.2005
26. Medved Sašo, Novak Peter: Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2000. 231 str.

27. Mramor Dušan: Poglavja iz poslovnih financ. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1994. 55 str.
28. Porter Michael: Competitive advantage: Creating and Sustaining Superior Performance: With a new introduction. New York : Free Press, 1998. 557 str.
29. Ristinen Robert, Kraushaar Jack: Energy and the environment. New York : John Wiley & Sons inc, 1998. 427 str.
30. Tanjšek Anton: Olje slovenskega porekla in oljna ogrščica po letu 2001 v povezavi s proizvodnjo konzumnega olja, pogledi na biodiesel in njena vključitev v kolobar. Ljubljana : Biotehniška fakulteta, 2001. 42 str.
31. Tanjšek Anton: Gospodarnost pridelave oljne ogrščice. Sodobno kmetijstvo. Ljubljana, 35(2002), 4, str. 166-169.
32. Tapasvi Dhruv, Wiesenborn Dennis, Gustafson Cole: Process Modeling Approach for Evaluating the Economic Feasibility of Biodiesel Production. Manitoba : Manitoba Section of CSAE, 2004. 17str.
33. Tickell Joshua: From the fryer to the fuel tank – The complete guide to using vegetable oil as an alternative fuel. 3rd edition. B.k, 2003. 272 str.
34. Tomše Smiljan: Škodljivci oljne ogrščice: repna grizlica lahko resno ogroža njeno pridelavo. Dolenjski list, Novo Mesto, 52(2001), 41, str. 9.
35. Toplak Damijan: Raški Pinus prodaja tudi biodizel : Pinus Rače lani z manj dobička kot v preteklem letu. Večer, Maribor, 61(2005), 47, str. 8.
36. Tyson Shaine: Biodiesel R&D Potential. Montana : National Renewable Energy Laboratory, 2003. 303 str.
37. Vozelj Matej: Biodizel kot alternativno gorivo. Diplomsko delo. Portorož : Fakulteta za pomorstvo in promet, 2005. 44 str.
38. Zaplotnik Cveto: Pregelala jo je politika, jo bo politika tudi vrnila? : oljna ogrščica je čez noč zginila s slovenskih polj. Gorenjski glas, Kranj, 52(1999), 69, str. 10.
39. Zemljič Darja: Brez spodbud in kvote ogrščice ne bo. Sodobno kmetijstvo, Ljubljana, 35(2002), 4, str. 172.
40. World energy comission: Energy for Tomorrow's World. London : Kogan ltd., 1993. 153 str.

41. Klemenc Andrej: Mizica pogrni se in lonček kuhaj-Energetska politike EU in slovenska energetika. Slovenski E-Forum. Ljubljana: Društvo za energetska ekonomiko in ekologijo, 1999. 242 str.

## Viri

1. Thierry Xavier: Study about the actual situation of EU and Slovenia concerning biodiesel production and utilization in agricultural engineering. Ljubljana : Kmetijski inštitut Slovenije, 2005. 55 str.
2. Spletna stran družbe Nafta Lendava. [URL: [http://www.nafta-lendava.si/eko/novice/20040914\\_01.html](http://www.nafta-lendava.si/eko/novice/20040914_01.html)], 3.11.2005.
3. Katalog KEFO LAB d.o.o. Ljubljana, 2005, 69 str.
4. Journey to forever. [URL: [http://journeytoforever.org/biodiesel\\_make2.html#methreclaim](http://journeytoforever.org/biodiesel_make2.html#methreclaim)], 20.11.2005.
5. Cenik za dobavo električne energije. Elektro Slovenije [URL: <http://www.elektro-ljubljana.si/default.cfm?Jezik=Si&Kat=060702>], 25.11.2005.
6. Cenik dobave vode. Vodovod kanalizacija, javno podjetje. [URL: [http://www.jh-lj.si/upload/doc/284\\_Cenik\\_\\_pitna\\_voda.pdf](http://www.jh-lj.si/upload/doc/284_Cenik__pitna_voda.pdf)], 25.11.2005.
7. Cenik metanola: Methanex Corp. [URL: <http://www.methanex.com/products/methanolprice.html>], 24.11.2005.
8. Podatki o obrestnih merah: Banka Slovenije. [URL: [http://www.bsi.si/html/financni\\_podatki/hit/obresti\\_v\\_bankah.html](http://www.bsi.si/html/financni_podatki/hit/obresti_v_bankah.html)], 29.11.2005.
9. Direktiva EU o pospeševanju uporabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv 2003/30/ES
10. Standard kakovosti goriv v Evropski uniji-EN14214/SIST EN14214