



**B&B**  
**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA**

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Promet

Modul: Logistika

**POGONSKA GORIVA MOTORNIH VOZIL**

Mentor: univ. dipl. inž. tehnologije prometa Roman Krajnc

Kandidat: Franc Trontelj

Kranj, maj 2007

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju univ. dipl. inž. tehnologije prometa Romanu Krajncu za vodenje in usmerjanje ter vso drugo podporo pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Mariji Samec, ki je lektorirala mojo diplomsko nalogo.

**IZJAVA**

»Študent Franc Trontelj izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom univ. dipl. inž. tehnologije prometa Romana Krajnca.«

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## POVZETEK

V diplomski nalogi so obravnavane naslednje teme s področja goriv cestnega prometa: fosilna goriva za pogon motornih vozil, biogoriva za pogon motornih vozil in druga alternativna goriva za pogon motornih vozil.

Naloga vsebuje nekatera bolj ali manj poznana goriva motornih vozil fosilnega izvora, biogoriva ter druga alternativna goriva, električni pogon, hibridni pogon in pogon na gorivne celice. Opisano je njihovo pridobivanje, uporaba in vpliv na okolje. Problem, ki se pojavlja, je zmanjšanje zalog fosilnega goriva in njegov škodljiv vpliv na okolje, saj je onesnaževanje cestnega prometa povezano z učinkom tople grede. Rešitev zmanjševanja emisije toplogrednih plinov so alternativna goriva in čistejši pogoni.

## KLJUČNE BESEDE

- bencin
- dizelsko gorivo
- biogorivo
- plinsko gorivo
- elektrika

## ABSTRACT

In the thesis the following themes from the field of fuels in traffic are discussed: fossil fuels for the drive of the motor vehicles, bio fuels for the motor vehicles drive and other alternative fuels.

The thesis includes some of the more or less known fuels for motor vehicles with fossil origin, bio fuels and other alternative fuels, electric drive, hybrid drive and the drive on the fuel cells.

Their usage, acquisition and the influence they have on the environment is described in detail. The problem that occurs is the reduction of stocks of fossil fuel and its harmful effect. The solutions for the reduction of emission of greenhouse gasses are the alternative fuels and cleaner drives.

## KEYWORDS

- petrol
- diesel fuel
- bio fuel
- gas fuel
- electricity

## KAZALO

1	Uvod.....	7
1.1	Predstavitev problema.....	7
1.2	Predpostavke in omejitve .....	7
1.3	Metode dela.....	8
2	Fosilna goriva za pogon motornih vozil.....	9
2.1	Nafta .....	9
2.1.1	Nahajališča nafte .....	9
2.1.2	Rafinacija nafte .....	9
2.2	Pomembnejši naftni derivati za pogon motornih vozil .....	10
2.2.1	Bencini .....	11
2.2.2	Plinska olja.....	11
2.3	Lastnosti tekočih goriv .....	11
2.3.1	Goriva za bencinske motorje .....	11
2.3.2	Klenkanje .....	11
2.3.3	Odpornost proti klenkanju (ROŠ, MOŠ).....	11
2.3.4	Osvinčeni bencin.....	12
2.3.5	Neosvinčeni bencin.....	12
2.3.6	Dizelska goriva.....	12
2.3.7	Zimsko dizelsko gorivo.....	13
2.4	Vpliv naftnih derivatov na okolje .....	13
3	Biogoriva za pogon motornih vozil .....	15
3.1	Biomasa.....	15
3.1.1	Vpliv biomase na okolje .....	17
3.2	Bioetanol.....	17
3.2.1	Pridobivanje bioetanola iz koruze .....	18
3.2.2	Uporaba bioetanola v svetu .....	20
3.2.3	Vplivi bioetanola na okolje .....	22
3.3	Biometanol.....	22
3.3.1	Pridobivanje biometanola.....	23
3.3.2	Uporaba biometanola.....	23
3.3.3	Vplivi biometanola na okolje .....	25
3.4	Biodizel.....	25
3.4.1	Pridobivanje biodizla .....	25
3.4.2	Uporaba biodizla .....	26
3.4.3	Vplivi biodizla na okolje.....	28
3.5	Plini iz biomase.....	28
3.5.1	Sintezni plin.....	29
3.5.2	Bioplina .....	29
4	Druga alternativna goriva za pogon motornih vozil .....	32
4.1	Zemeljski plin.....	32
4.1.1	Pridobivanje zemeljskega plina.....	33
4.1.2	Uporaba zemeljskega plina.....	33
4.1.3	Vplivi zemeljskega plina na okolje .....	34
4.2	Utekočinjen naftni plin .....	34
4.2.1	Pridobivanje utekočinjenega naftnega plina .....	34
4.2.2	Uporaba utekočinjenega naftnega plina .....	34
4.2.3	Vpliv utekočinjenega naftnega plina na okolje .....	36
4.2.4	Razlika med plinskimi gorivi (LPG in CNG) .....	36

---

4.3	Elektrika .....	36
4.3.1	Pridobivanje električne energije .....	37
4.3.2	Uporaba elektrike kot pogonsko gorivo .....	37
4.3.3	Vpliv elektrike na okolje .....	38
4.4	Hibridni pogon .....	38
4.4.1	Pridobivanje hibridnega pogonskega sistema .....	38
4.4.2	Uporaba hibridnega pogonskega sistema .....	39
4.4.3	Vpliv hibridnega pogona na okolje .....	40
4.5	Vodik kot gorivo za gorivne celice .....	40
4.5.1	Pridobivanje vodika .....	40
4.5.2	Uporaba vodika pri pogonu električnih vozil .....	41
4.6	Vodikove gorivne celice .....	43
4.6.1	Delovanje vodikove gorivne celice .....	43
4.6.2	Uporaba vodikovih gorivnih celic .....	44
4.6.3	Vpliv vodikovih gorivnih celic na okolje .....	46
5	Zaključek .....	47
5.1	Možnosti nadaljnega razvoja .....	48
	Literatura in viri .....	49

# 1 UVOD

V zadnjem stoletju je motor z notranjim izgorevanjem spremenil svet. Ljudem je omogočil, da z avtomobilom in drugimi prevoznimi sredstvi potujejo hitreje in dlje kot kdajkoli prej. Sedaj že plačujemo ceno za novo pridobitev 20. stoletja. Ko je čedalje več ljudi potovalo čedalje več kilometrov, so se v ozračje sproščali žveplo, svinec in kopica drugih strupov. Okolje se je zastrupilo in s tem prizadelo rastline, živali in ljudi. Največja težava pa je ogljikov dioksid, to je plin, ki nastane pri izgorevanju goriva. Na milijone ton tega plina se vsako leto sprosti v ozračje. Ogljikov dioksid se v ozračju nabira v plast, ki odbija sončno svetlobo nazaj na zemljo in s tem povzroča podnebne spremembe. Znanstveniki dajejo različne napovedi o posledicah globalnega segrevanja in o tem, kdaj jih bomo občutili. Vendar ni dvoma, da podnebne spremembe že vplivajo na vsakogar. Zaradi njih so pogostejši skrajni vremenski pojavi, kot so nevihte, poplave, suša in druge okoljske težave. Te težave prizadenejo pridelek, živali in oskrbo z vodo, ki so bistvene stvari, od katerih je odvisno naše preživetje. Če hočemo pomagati in upočasniti podnebne spremembe, moramo takoj spremeniti prevozne navade ali pa poseči po čistejših gorivih.

Namen diplomske naloge je raziskovanje nekaterih pogonskih goriv motornih vozil in biogoriv, s katerimi bi zmanjšali emisije toplogrednih plinov. Gre za globalno segrevanje planeta Zemlja in njegove atmosfere. Biogoriva so tekoča ali plinasta goriva za pogon motornih vozil, ki so pridobljena iz biomase. Biološki materiali, ki se uporabljajo za pridobivanje biogoriv, so rastlinskega in živalskega izvora. Biogoriva so alternativna pogonska goriva oziroma obnovljiv vir energije in nadomeščajo navadna pogonska goriva mineralnega izvora. Lahko se uporabljajo v čisti obliki ali v mešanici s tekočimi fosilnimi gorivi. Druga alternativna pogonska goriva pa so: naravni plin, elektrika in gorivne celice.

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Nafta, ki je nastala v milijonih let v geoloških dobah s kopičenjem živih, mikroskopsko majhnih organizmov morskega planktona in z razpadanjem odmrlih in potopljenih živih bitij v morju, je zelo dragocena surovina, saj si brez naftnih derivatov v današnjem času le težko predstavljamo vsakodnevno življenje. Vse bolj pa se zavedamo škodljivega vpliva nekaterih derivatov na okolje, saj je onesnaževanje navezano na učinek tople grede, kar je katastrofalno za prihodnost. Zaradi porasta motornih vozil in povečane mobilnosti se je ustrezno povečala tudi poraba motornih goriv, s tem pa emisija CO<sub>2</sub> kot najpomembnejšega toplogrednega plina. Obnavljanje voznega parka pozitivno vpliva na zmanjševanje emisije dušikovih oksidov, vendar se zaradi vse večjega števila vozil ti učinki zmanjšujejo. Poraba naftnih derivatov neposredno obremenjuje okolje z najpomembnejšim toplogrednim plinom – ogljikovim dioksidom. Tako smo primorani začeti vse bolj izkoriščati alternativne vire oz. obnovljive vire energije

## 1.2 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

V naslednjih petdesetih letih bo prišlo v promet do bistvenih sprememb, saj je skoraj večina današnjega mehanskega prometa odvisna od nafte. Količine načrpane surove nafte bodo samostojne države, lastnice teh nahajališč, namerno

zmanjševale, da bi podaljšale trajanje zalog. Surova nafta se bo pričela dražiti in tudi okolje bo že precej onesnaženo, zato bomo primorani poseči po biogorivih in drugih alternativnih gorivih za pogon motornih vozil. Vsak posameznik je najbolj odvisen od cestnega prometa, zato smo se v diplomski nalogi omejili na nekatera pogonska goriva, ki se uporabljajo v cestnem prometu.

### **1.3 METODE DELA**

Metode, ki sem jih uporabil pri izdelavi diplomske naloge, so: analitična metoda; metoda razčlenjevanja celote v posamezne dele, metoda deskripcije; metoda opisovanja posameznih pojmov, sintetična metoda; metoda združevanja od splošnih pojmov k sestavljenim pojmom oziroma strnitev različnih pojmov v celoto, statistična metoda; metoda množičnih pojavov, zbiranja podatkov in obdelava podatkov.



## 2 FOSILNA GORIVA ZA POGON MOTORNIH VOZIL

Fosilna goriva so organskega izvora in so nastala v prejšnjih geoloških obdobjih iz rastlinskih in živalskih organizmov.

### 2.1 NAFTA

Nafta (zemeljsko olje, surovo olje) pravimo bolj ali manj težko tekočim mineralnim oljem temne rjavo zelene barve, ki se nahajajo na različnih krajih v zemeljski skorji. Nahajališča olja spremljajo pogosto zemeljski plini in slanice. Nafta je v glavnem sestavljena iz ogljika in vodika in je zapletena mešanica različnih ogljikovodikov, ki je v vsakem nahajališču drugačna.

Nafta je nastala v geoloških dobah s kopičenjem živih, mikroskopsko majhnih organizmov morskega planktona. Tokovi so zanašali plankton v zalive, kjer je admiral, se potapljal na dno in pokrilo ga je blato. Ta organska tvarina se je spreminjala pod vplivom dokaj visoke temperature, tlaka in bakterijskega razpadanja v različne ogljikovodike, iz katerih je nafta. Nafta navadno ne ostaja v matični kamnini, kjer je nastala, temveč se s časom dviga proti površini zemlje. Če pri tem naleti na prepustno kamnino, prekrito z neprepustno plastjo, se nabira v prepustnih plasteh in tako nastaja »naftna past«, ki ji pravimo zbiralna kamnina. Tako nastajajo bolj ali manj pomembna nahajališča nafte. Nafta se ne zbira v podzemeljskih jezerih, temveč le prepaja (namaka) luknjičave kamnine.

#### 2.1.1 NAHAJALIŠČA NAFTE

Nahajališča nafte najdemo v globinah zemlje pod morjem ali tam, kjer je bilo v preteklosti morje do 6000 m globoko. Nafto dobimo iz teh globin z vrtanjem vrtin, iz katerih potem črpamo nafto.

Ko nafto izčrpamo, jo najprej očistimo peska, vode, soli in plinov. Tako očiščeno surovo nafto transportiramo po naftovodih ali s tankerji v rafinerije, kjer poteka čiščenje, ločevanje naftnih sestavin ter predelava nafte.

#### 2.1.2 RAFINACIJA NAFTE

Z rafinacijo nafte izdelujemo različne naftne proizvode, na primer: bencin, plin, plinsko olje (za dizelske motorje), maziva, kurilno olje, parafin itd.

Nafta je sestavljena iz različnih ogljikovodikov, sestavljenih iz ogljika (C) in vodika (H). Ti ogljikovodiki imajo različne fizikalne in kemične lastnosti in se razlikujejo tudi po molekularni zgradbi. Surovo nafto sestavljajo v glavnem tri vrste ogljikovodikov: parafini ali alkani, nasičeni ogljikovodiki z verižno zgradbo (metan, etan, butan itd.), nafteni ali cikloalkani, nasičeni ogljikovodiki z obročno strukturo (ciklopentan itd.) in aromati, nenasičeni ogljikovodiki z obročno strukturo (benzen, toluol itd.). Končni proizvodi iz nafte so odvisni od deleža in vrste teh ogljikovodikov. Poleg ogljikovodikov se nahajajo v surovem olju še žveplo, dušik, kisik in kovine, ki so škodljive primesi in jih odstranjujemo s čiščenjem in po možnosti gospodarno izrabljamo, na primer žveplo za žvepleno kislino.

Temeljni postopek rafinacije je destilacija, postopek ločevanja. Opravimo jo delno pri normalnem tlaku, delno v vakuumu. Ko zapusti surovo olje cevno peč, kjer ga izpari 70%, speljemo težje sestavine v tekoči obliki v prvi destilacijski ali atmosferski stolp, v katerem notranji tlak ustreza zračnemu. Ta stolp je razdeljen na nadstropja, v katerih so temperature različne, tako da je spodaj najvišja. Skozi odprtine v tleh (nadstropjih) se ogljikovodiki s podobno temperaturo izparevanja zbirajo v posameznih nadstropjih. Najlažji sestavni deli zapuščajo stolp pri vrhu v obliki plinov in jih vodimo v kondenzator. Neizparjeni ostanek zapušča prvi destilacijski stolp. Ta je sestavni del težkih kurilnih olj. Ker se nekateri ogljikovodiki cepijo šele pri temperaturah nad 400 °C, vodimo neuplinjene ostanke v drugi destilacijski ali vakuumski stolp. Tam dosežejo pri 400 °C vrelišča, ki ustrezajo 595 °C pri normalnem tlaku. Pri tako visoki temperaturi pa se lahko molekularna zgradba že nenadzorovano spreminja.

Molekularno strukturo ogljikovodikov spreminjamo tudi s krekanjem in reformingom. Delež bencina, ki ga dobimo z destilacijo nafte, je 15 do 30 odstotkov. S termičnim krekanjem (cepitvijo) cepimo večje molekule pri visoki temperaturi in dobimo ogljikovodike z manjšimi molekulami. Tako dobimo iz težkih sestavin nafte večjo količino bencina. Delež bencina, pridobljenega iz nafte, se tako poveča na 80 odstotkov.

Z reformingom, naravnim nadaljnjim razvojem krekjanja, spreminjamo pod vplivom fizikalnih razmer molekularno zgradbo ogljikovodikov. S krekanjem pridelamo več bencinskih frakcij, z reformingom pa damo bencinu višjo oktansko stopnjo. Stranski proizvodi so velike količine plinastih nenasičenih, zelo aktivnih ogljikovodikov, tako imenovanih olefinov ali alkenov, ki so pomembne surovine za petrokemijo.

Z ločilno (frakcionarno) destilacijo ločimo ogljikovodike po skupinah, vendar ne odstranimo nečistoč. Odstraniti moramo na primer žveplo. Ob vplivu katalizatorja ga vežemo z vodikom v žveplovodik in dobimo iz njega kot stranski proizvod elementarno žveplo. Po drugih metodah, na primer s kislinami, odstranimo iz kurilnega olja in težkih oljnih frakcij aromatske ogljikovodike. Razbarvanje z belilno zemljo odvzame končnim proizvodom nestabilne, obarvane sestavine. Belilna zemlja je vrsta glin, ki nastane ob razpadanju nekaterih kamnin, ki vsebujejo rogovačo, in močno razbarva olja. Iz težkih olj odstranimo parafin, da bi bila bolj obstojna na mrazu. Pri rafiniranju dodajamo tudi druge snovi, da bi si naftni proizvodi pridobili boljše lastnosti za uporabo.

Pri obdelavi nafte moramo upoštevati količinske in kakovostne zahteve. Proizvodnjo moramo uskladiti s povpraševanjem v različnih letnih časih; tako proizvajamo kdaj več kurilnega olja, drugič več bencina.

## **2.2 POMEMBNEJŠI NAFTNI DERIVATI ZA POGON MOTORNIH VOZIL**

Večino svetovne proizvodnje nafte – približno 80 do 85% - porabimo za gorivo (in pogonska sredstva) v raznih oblikah. Preostanek nafte porabimo za proizvodnjo topil, maziv, parafinov, asfalta ali za druge surovine v kemični industriji.

### **2.2.1 BENCINI**

Bencini so tekoči ogljikovodiki, ki jih dobimo z destilacijo pri temperaturah 30 do 200 °C. Sodobne bencine dobivamo tudi s krekanjem, spreminjanjem ogljikovodikov ali z dodajanjem umetnih ogljikovodikov. Dodamo jim še aditive za zvišanje oktanske stopnje, fosforne spojine za nižanje vžiga in snovi, ki preprečujejo zmrzovanje v uplinjačih in oksidacijo. Bencine delimo na avtomobilске, letalske in tehnične. Vsi motorni imajo visoko oktansko stopnjo.

### **2.2.2 PLINSKA OLJA**

Destilate nafte (plinska olja), ki sestavljajo težko olje, pridobivamo pri temperaturah med 180 in 370 °C. Za proizvodnjo teh olj so pomembni cetanski indeks, vsebnost žvepla, odpornost proti zmrzovanju in toplotna (kurilna) moč. Rabijo kot pogonska goriva za dizelske motorje. To so težji in dražji motorji od bencinskih in se uporabljajo za pogon težjih vozil (traktorski, kamionski, ladijski, pa tudi avtomobilski motorji). Uporabljamo pa jih tudi kot gorivo za manjše ogrevalne naprave. Poraba goriva pa je manjša kot pri bencinskih motorjih.

## **2.3 LASTNOSTI TEKOČIH GORIV**

### **2.3.1 GORIVA ZA BENCINSKE MOTORJE**

Gorivo se mora v bencinskih motorjih zlahka in popolnoma upliniti. Delež goriva, ki se upari pri temperaturi do 70 °C, naj bi bil tolikšen, da po eni strani zagotovi vžig hladnega motorja tudi pozimi, po drugi strani pa ne sme priti do nevarnega nastajanja mehurčkov pri vročem motorju. Do 180 °C naj bi se uplinilo približno 90 % goriva, saj tako predvsem pri hladnem motorju v največji meri preprečimo redčenje mazalnega olja z neuplinjenim gorivom.

Goriva za bencinske motorje (za uplinjače) imajo plamenišče pod 21 °C, tako da sodijo v skupino A v nevarnostnem razredu I (najvišja stopnja nevarnosti).

### **2.3.2 KLENKANJE**

Bencinski motor klenka takrat, kadar poleg zgorevanja zaradi iskre z vžigalne svečke nastane tudi samovžig zmesi goriva in zraka. Samovžig, ki sproži sočasen vžig na več mestih, povzroči prehitro, sunkovito zgorevanje, saj se plamen lahko razširi s hitrostjo celo do 300 m/s in tlak postane previsok. Sledi močan, sunkovit zvok, ki ga imenujemo klenkanje. To povzroči višjo mehansko in toplotno obremenitev ročičnega mehanizma, s tem pa se zmanjša moč.

### **2.3.3 ODPORNOST PROTI KLENKANJU (ROŠ, MOŠ)**

Visoka temperatura samovžiga goriva za bencinske motorje ustreza visoki odpornosti proti klenkanju. Merili za odpornost proti klenkanju sta raziskovalno

oktansko število (ROŠ) in motorno oktansko število (MOŠ). Za motorje s spremenljivim kompresijskim razmerjem dobimo obe števili ob primerjavi z referenčnim gorivom iz izooktana (OŠ = 100) in normalnega heptana (OŠ = 0). Prostorninski delež iz izooktana ima v referenčnem gorivu enako moč klenkanja, kot jo ima preizkušeno gorivo, je torej enak njegovemu oktanskemu številu.

Oktansko število bencina ugotavljajo tako, da ga preizkušajo v posebnih preizkusnih motorjih. Ti motorji imajo pomično glavo, ki omogoča spreminjanje kompresijskega razmerja, in merilno napravo, ki meri intenzivnost klenkanja. Nato meritve ponovijo z gorivom, ki je mešanica dveh ogljikovodikov izooktana in heptana. Pri tem spreminjajo mešalno razmerje obeh ogljikovodikov toliko časa, dokler ne doseže enake intenzivnosti klenkanja kakor pri bencinu, pri katerem želijo ugotoviti oktansko število. Oktansko število goriva je izmerjeno s procentom izooktana v primerjalni mešanici le-tega s heptanom.

Za sodobne motorje so oktanska števila bencinov, ki se pridobivajo iz rafinerij, prenizka. Bencinu je potrebno z dodatki za zmanjšanje eksplozijskih lastnosti povečati oktansko število. Še do nedavna je bil najbolj v uporabi svinčev tetraetil, ki pa je zaradi vsebnosti strupenega svinca škodljiv okolju. Svinca z znanimi postopki ni možno izločiti iz izpušnih plinov, zato klasični osvinčen bencin vse bolj izpodriva neosvinčeni, pri katerem lahko strupene snovi odstrani katalizator.

#### **2.3.4 OSVINČENI BENCIN**

Za zvišanje odpornosti proti klenkanju dodamo gorivu mešanico svinčevega tetrametila (TML) in tetraetila (TEL). Vsebina svinca je bila zaradi strupenih izpušnih plinov v večini držav že omejena. Zato dodajamo bencinu za doseganje predpisane najmanjše oktanske vrednosti (bencin super ROŠ 98) največkrat aromate, kot npr. toluol in ksilol, prav tako tudi izoparafine. Alkoholi, kot npr. metanol ali etanol, sicer zvišajo oktansko število, vendar pri previsoki koncentraciji lahko povzročajo težave pri vžigu, poleg tega pa najedajo določene snovi (tesnila, plovce itd.).

#### **2.3.5 NEOSVINČENI BENCIN**

Za vozila s katalizatorjem moramo uporabljati neosvinčen bencin, saj pri uporabi osvinčenega bencina svinčeve spojine v izpušnih plinih sčasoma prekrijejo tisto plast prevleke v katalizatorju, ki pretvarja škodljive primese izpušnih plinov v neškodljive, tako da to onemogoči njegovo delovanje. Zaradi tega je vsebina svinca v tako imenovanem neosvinčenem bencinu omejena.

To pa seveda znatno vpliva na znižanje oktanskega števila, tako da moramo že pri izdelavi bencina s preoblikovanjem, polimerizacijo in alkalizacijo pridobiti večji delež sestavin, odpornih proti klenkanju, ki jih primešamo neosvinčenemu bencinu. Delež alkoholov do 3% prav tako zviša odpornost proti klenkanju.

#### **2.3.6 DIZELSKA GORIVA**

V nasprotju z gorivi za bencinske motorje morajo biti dizelska goriva zaradi preprečevanja klenkanja po možnosti čim lažje vnetljiva. Merilo vnetljivosti je cetansko število (CŠ). Dizelsko gorivo je vnetljivo tem bolj, čim več vsebuje

ogljikovodikov z verižno strukturo. Cetansko število dizelskega goriva naj znaša po možnosti nad 45.

Cetan je sestavni del dizelskega goriva za umirjanje, pravzaprav ga imenujemo n-heksadekan ( $C_{16}H_{34}$ ), je ogljikovodik z enostavno verižno strukturo iz skupine parafinov. Ker je zelo vnetljiv, mu pripada cetansko število 100.

Dizelska goriva imajo lastnost, da se pri nizkih temperaturah v njih oblikujejo parafinski kristali, ki od neke določene temperature navzdol ne morejo več skozi filter za gorivo. Filter se zamaši in motor ne more več teči.

### 2.3.7 ZIMSKO DIZELSKO GORIVO

Do temperature  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  mora gorivo neovirano teči skozi filter. Sposobnost filtriranja je določena z vrednostjo CFPP (Cold Filter Plugging Point). Pri tem gre za temperaturo, pri kateri postanejo parafinski kristali tolikšni, da v predpisanem času ne pretečejo več skozi standardizirano preizkusno sito.

Parafinske kristale preprečimo z dovajanjem toplote, npr. z vgradnjo grelca za filter. Z dodajanjem dodatkov (za izboljšanje pretakanja) sicer ne preprečimo izločanja parafina, vendar s tem oviramo in upočasnimo rast kristalov, tako da je pretok skozi filtre še mogoč pri temperaturi pod  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Z dodajanjem normalnega bencina (največ do 30%) se izboljša obnašanje dizelskega goriva v mrazu. Vsekakor pa z nižanjem cetanskega števila poslabšujemo vnetljivost (nevarnost poškodbe motorja), plamenišče se zniža (nevarnost eksplozije), prav tako se tudi poslabša samomazalni učinek dizelskega goriva, kar seveda neugodno deluje na razdelilno vrstno črpalko za vbrizgavanje goriva.

Lahko pa primešamo tudi do 50% petroleja, ne da bi pri tem prišlo do neugodnih učinkov normalnega bencina.

Dizelsko gorivo ima plamenišče med  $55$  in  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  in sodi v skupino A, nevarnostni razred III.

## 2.4 VPLIV NAFTNIH DERIVATOV NA OKOLJE

Poraba naftnih derivatov neposredno obremenjuje okolje z najpomembnejšim toplogrednim plinom – ogljikovim dioksidom ( $\text{CO}_2$ ). Pretirana uporaba fosilnih goriv v zadnjih desetletjih je pripeljala do občutnih klimatskih sprememb zaradi emisij toplogrednih plinov. Zaradi prometa nastane v EU okrog 21 odstotkov vseh emisij toplogrednih plinov, ki prispevajo h globalnemu segrevanju, odstotek pa še vedno narašča. Dejstvo je zaskrbljujoče in terja uvajanje učinkovitejših in čistejših načinov prevoza, s katerimi bi zmanjšali onesnaževanje zraka, segrevanje ozračja in s tem vplive avtomobilskega prometa na zdravje ljudi in kakovost življenja v mestih.

Največ ogljikovega dioksida izločajo bencinska vozila s katalitičnimi pretvorniki v mestnem prometu. Emisija  $\text{CO}_2$  znaša kar 96 odstotkov mase vseh izpušnih plinov.

Med emisije pri izgorevanju naftnih derivatov, pa prištevamo še:

- dušikove okside  $\text{NO}_x$ , ki nastajajo pri višjih temperaturah oziroma večjih obremenitvah motorjev;
- ogljikov monoksid  $\text{CO}$ , ki nastaja zaradi pomanjkanja kisika, (največ emisij povzročajo hladni zagoni motorjev);

- žveplov dioksid ( $\text{SO}_2$ ), ki je odvisen od porabe goriva in kakovosti goriva;
- nezgoreli ogljikovodiki CH, ki so odvisni od načina zgorevanja in načina vožnje (obremenitve in hitrosti motorja);
- trdni delci (saje) so značilni zlasti za dizelske motorje, nastajajo zaradi nepopolnega zgorevanja in so odvisni od obratovalnih razmer dizelskega motorja.

Poleg onesnaževanja zraka z emisijami so naftni derivati ob morebitnem izlitju zelo problematični, saj že zelo majhna količina derivata zastrupi vodo, vodne vire in vodne organizme.

### 3 BIOGORIVA ZA POGON MOTORNIH VOZIL

Biogoriva so tekoča ali plinasta goriva za pogon motornih vozil, ki so pridobljena iz biomase. Biomasa je biološko razgradljiva frakcija oz. biorazgradljivi deli proizvodov, odpadkov in ostankov v kmetijstvu, gozdarstvu in podobnih proizvodnih dejavnostih ter biorazgradljivi deli industrijskih in komunalnih odpadkov. Biološki materiali, ki se uporabljajo za proizvodnjo biogoriv, so rastlinskega in živalskega izvora. Biogoriva so alternativna pogonska goriva in nadomeščajo navadna pogonska goriva mineralnega izvora, lahko se uporabljajo v čisti obliki ali mešanici s fosilnimi pogonskimi gorivi.

Vrste biogoriv:

- bioetanol je etanol, ki se pridobiva iz biomase in/ali biološko razgradljivih frakcij odpadkov, ki vsebujejo sladkorje, škrob ali celulozo. To so zlasti sladkorni trs, sladkorna pesa, slama, koruza, les in lesni odpadki..;
- biometanol je metanol, ki se proizvaja iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov;
- biodizel je metilni ester maščobnih kislin, proizveden iz rastlinskih ali živalskih maščob. Za izdelavo se uporabljajo tudi olja oljne ogrščice, soje, sončnic in drugih oljnic ter odpadna jedilna olja in odpadne maščobe živalskega izvora;
- bioplín je zmes plinov, predvsem metana in ogljikovega dioksida, proizveden kot lesni plín, ali iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov;
- bio dimetileter je dimetileter, proizveden iz biomase;
- bio etil-terc-butíl-eter (bio-ETBE) se pridobiva na osnovi bioetanola, če je v njem vsaj 47 % ETBE, ki se šteje za biogorivo;
- bio metil-terc-butíl-eter (bio-MTBE) se pridobiva na osnovi biometanola, če je v njem vsaj 36 % MTBE, ki se šteje za bioigorivo;
- sintetična biogoriva so sintetični ogljikovodiki ali mešanica sintetičnih ogljikovodikov, ki so proizvedeni iz biomase;
- biovodík je vodík, pridobljen iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov;
- čisto rastlinsko olje je olje, proizvedeno iz rastlin s stiskanjem, ekstrakcijo ali primerljivimi procesi, surovo ali rafinirano, vendar kemijsko nespremenjeno. Uporablja se predvsem olje oljne ogrščice, koruzno, sončnično ter laneno olje.

Druga biološka goriva so obnovljiva goriva razen bioloških goriv, katerih izvir so obnovljivi viri energije v skladu s predpisi, ki urejajo kvalificirano proizvodnjo električne energije, če se uporabljajo za pogon motornih vozil.

#### 3.1 BIOMASA

Biomasa je biološko razgradljiva frakcija oz. biorazgradljivi deli proizvodov, odpadkov in ostankov v kmetijstvu, gozdarstvu in podobnih proizvodnih dejavnostih ter biorazgradljivi deli industrijskih in komunalnih odpadkov.

S fotosintezo, ki jo opravljajo rastline, se sončna energija neposredno ali posredno pretvarja v biomaso. Baza virov vključuje na stotisoče kopenskih in vodnih rastlinskih vrst, različne kmetijske in industrijske ostanke ter predelovalne odpadke, odpadne vode in živalske odpadke. K biomasbi bi lahko prišteli tudi komunalne odpadke. Bistveni vir je ogljik, vezan na obnovljivo osnovo skozi proces fotosinteze. To je edini naravni kemični proces za shranjevanje energije sonca. V tem pomenu sodi biomasa med obnovljive vire energije.



Slika 1: Siliranje zelene biomase

(Vir: <http://www.videsfakti.lv/index.php?typ=2&ca=4&zid=58> 06.02.2007)

Vire biomase, uporabljene v energetske namene, običajno delimo v tri kategorije:

- lesni viri,
- kmetijski ostanki in živalski odpadki,
- energetske pridelki.

Za uporabo in predelavo biomase v goriva poznamo različne postopke, ki jih razdelimo v tri skupine:

#### Sežiganje

Sežiganje je postopek, pri katerem gorljive snovi v masi oksidirajo v CO<sub>2</sub> in vodno paro ter pri tem oddajo toploto.

#### Biološka pretvorba

Naravni postopki, ki jih opravljajo bakterije, kvasovke ali encimi v različnih organskih snoveh pri različnih temperaturah in oksidacijskih pogojih, so:

- fermentacija,
- anaerobno vrenje in
- kompostiranje.

#### Toplotno-kemična pretvorba

Toplotno-kemična pretvorba temelji na procesih nepopolnega zgorevanja, pri katerih proces kontroliramo s temperaturo, velikostjo delcev in atmosfero, v kateri poteka nepopolno zgorevanje:



- piroliza,
- utekočinjanje in
- uplinjanje.

Goriva, ki jih pridobivamo iz biomase, lahko razvrstimo v tri skupine:

- trdna biomasa, namenjena sežigu lesne biomase, odpadkov kmetijskih rastlin, energetskih rastlin, alg;
- tekoča biogoriva iz biomase, ki jih pridobivamo s fermentacijo v bioetanol, s pirolizo v biometanol, z iztiskanjem semen v biodizel in
- plinasta biogoriva, ki se tvorijo pri anaerobnem vrenju in pirolizi. Najbolj poznana sta sintezni plin ali lesni plin in bioplín.

Prednosti izkoriščanja biomase:

- je obnovljiv vir energije,
- prispeva k čiščenju gozdov in zaraščenih površin,
- zmanjšuje emisije CO<sub>2</sub> in SO<sub>2</sub>,
- zmanjšuje uvozno odvisnost,
- zagotavlja razvoj podeželja,
- odpira nova delovna mesta.

Slabost izkoriščanja biomase:

- visoka cena potrebne tehnologije,
- erozija tal zaradi krčenja gozdov.

### 3.1.1 VPLIV BIOMASE NA OKOLJE

Čeprav se pri zgorevanju biomase izloča tudi ogljikov dioksid, ki ima največ zaslug za spremembe podnebja skozi t.i. učinek tople grede, pa se to gorivo v nasprotju z nafto in zemeljskim plinom obravnava kot nevtralno do segrevanja ozračja. Če biomasa ne bi zgorela, bi pač zgnila, pri čemer bi prav tako nastali toplogredni plini. Toplogredni plini, ki nastajajo s sežigom ali gnitjem biomase, so tako del naravnega kroženja ogljika v atmosferi in so v ravnovesju s sposobnostmi rastlin, da preko fotosinteze ogljikov dioksid razgradijo v kisik in ogljik.

## 3.2 BIOETANOL

Bioetanol je obnovljivo motorno gorivo, ki je veliko bolj prijazno okolju, kot pa goriva iz naftnih derivatov. Mnoge bencinske družbe ga zaenkrat ponujajo le kot mešanico z navadnim bencinom.

Bioetanol je visoko oktansko gorivo, alkohol brez vode, ki ga pridobivajo s fermentacijo (anaerobno vrenje) rastlin, ki vsebujejo sladkor, škrob ali celulozo. Pridobivajo ga iz žitaric ali iz drugih obnovljivih poljedelskih rastlin, lesa lesnih odpadkov... Trije najbolj prevladujoči viri so koruza, pšenica in sladkorni trs. Proces pridobivanja je podoben varjenju piva.

Bioetanol lahko pridobivamo tudi iz odpadkov in kmetijskih ostankov. Rastlinski ostanki in živalski odpadki so stranski produkt kmetijskega sektorja, ki je usmerjen v

pridelavo hrane. Poleg rastlinskih in živalskih odpadkov so viri mase tudi kmetijski presežki hrane ali pa kvarljivi proizvodi oz. proizvodi, ki ne ustrezajo standardom.

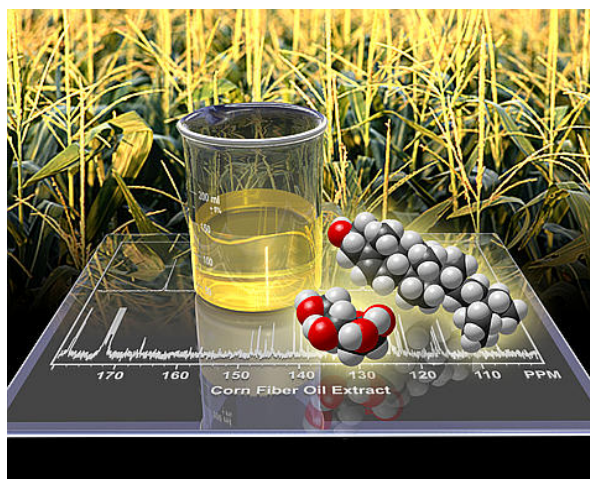
Kemične lastnosti bioetanola:

Bioetanol je čista, brezbarvna tekočina z značilnim vonjem. V razredčeni obliki ima neke vrste svež vonj, v bolj koncentrirani obliki pa bolj žgoč. Bioetanol  $C_2H_5OH$  je alkohol in je v skupini kemičnih spojin, kjer molekule vsebujejo hidroksi-OH skupino, vezano na ogljikov atom. Bioetanol se tali pri  $-114,1\text{ }^{\circ}C$  in zavre pri  $78,5\text{ }^{\circ}C$ , njegova specifična gostota pa je  $789\text{ kg/m}^3$  pri  $20\text{ }^{\circ}C$ .

Ko gori, je ogenj svetlo modre barve, brez saj in z veliko energije, kar so lastnosti idealnega goriva. Ker etanol vsebuje kisik, omogoča v motorjih bolj popolno izgorovanje goriva in s tem čistejši izpuh. Zelo dobro se meša z vodo in z večino organskih raztopin, zato ga uporabljajo tudi kot sestavino pri izdelovanju drugih kemikalij.

### 3.2.1 PRIDOBIVANJE BIOETANOLA IZ KORUZE

Koruzo najprej očistijo ter z njo napolnijo ogromne cisterne, kjer jo zmešajo z vodo in zmeljejo v redko kašo. Med tem morajo vzdrževati pH mešanice na 7 z dodajanjem natrijevega hidroksida. Ker je škrob v koruzi sestavljen iz tisočih kompleksnih sladkornih molekul, je treba te razbiti v preproste sladkorje (dekstroza) ali monosaharide, preden se vrenje sploh začne. Zato dodajajo encime, ki pri točno določeni kislosti in temperaturi povzročijo to reakcijo. Tedaj dodajo rastlinski kvas, ki povzroči vrenje. Iz tega nastane mešanica, ki vsebuje le kakih 10% alkohola, ostalo pa je 90% vode in trdnih ostankov. Na vrsti je destilacija ali izhlapevanje, ki loči alkohol od vode in ostale koruze. Alkohol sedaj doseže 96%. To je bioetanol s 4% vode. Za pridobitev čistega, 100% bioetanola, pa mora ta alkohol še skozi molekularno sito, ki odvzame še zadnje molekule vode.



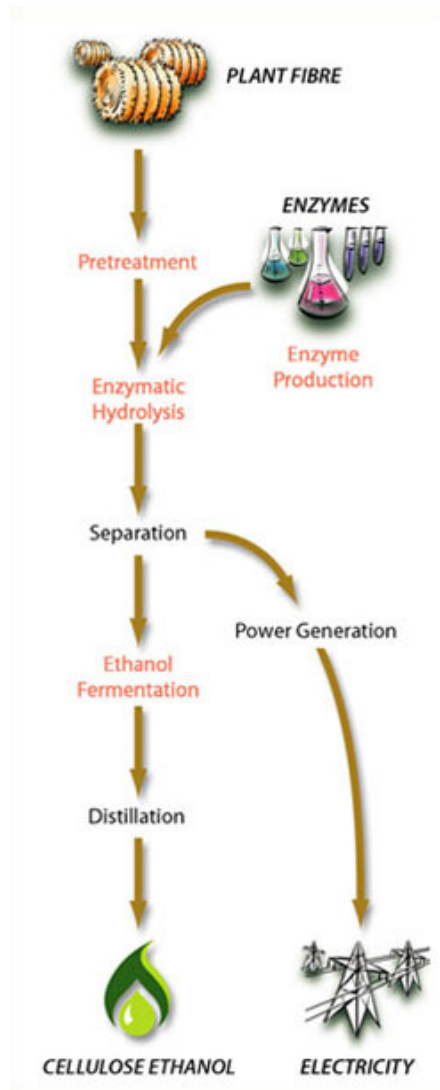
Slika 2: Bioetanol iz koruze

(Vir: <http://picturethis.pnl.gov/picturet.nsf/by+id/AMER-5K6VNS?opendocument>  
27.01.2007)

Iz 100 kg koruze v povprečju dobimo:

- 19,4 litra bioetanola,
- 2,9 kg koruznega olja,
- 5,4 kg beljakovinske hrane,
- 23,2 kg beljakovinske krme,
- ogljikov dioksid.

Večina teh proizvodov se uporablja za proizvodnjo hrane za ljudi in visoko beljakovinsko živalsko krmo. Na primer, iz koruznega olja se lahko pridobi margarina. Ogljikov dioksid se uporablja pri izdelovanju pijač ter kot hladilno sredstvo.



Slika 3: Proces izdelave bioetanola

(Vir: <http://picturethis.pnl.gov/picturet.nsf/f> 27.01.2007)

### 3.2.2 UPORABA BIOETANOLA V SVETU

Brazilija je največji svetovni proizvajalec in glede na število prebivalcev tudi največji porabnik bioetanolnega goriva. Brazilska vlada v sodelovanju z zasebno industrijo razvija nacionalni program proizvodnje bioetanol iz sladkornega trsja in izdelavo motorjev, ki so sposobni delovati na etanol. Kar 40% njihovih avtomobilov je sposobnih delovati na čisti bioetanol, ostalih 60% pa uporablja mešanico 22% bioetanol z 78% bencina. V letu 1998 je svetovna predelava bioetanol znašala 33,3 milijarde litrov. Od tega je Brazilija pridelala 14,5 milijarde litrov, ZDA 5,7 milijarde litrov, Azija 5,9 milijarde litrov in Evropa 4,6 milijarde litrov bioetanol. V ZDA so bioetanolne mešanice dosegle uporabo približno 12% celotnega trga goriv za pogon motornih vozil. V Evropi proizvede največ bioetanolne mešanice Francija, sledijo ji pa še Nizozemska, Švedska, Španija...

Brez kakršnih koli sprememb na pogonskih motorjih z notranjim izgorevanjem lahko dodajamo bencinu do 20% bioetanol. Lastnosti mešanice se celo izboljšajo: etanol ima dobre zgorevalne lastnosti, visoko oktansko število ter omogoča čisto zgorevanje. Kurilnost bioetanol je 26,7 MJ/kg (bencin 42,7 MJ/kg). Ker gori bioetanol počasneje kot bencin, moramo v motorjih, ki uporabljajo čisti bioetanol, prilagoditi le predvžig.

Sedaj se po svetu uporablja mešanico z bencinom, ki vsebuje 10% etanola (E-10), ki lahko poganja vse novejša avtomobile, kar pa že zelo pripomore k zmanjšanju emisij strupenih plinov v ozračje.

Zelo popularna je tudi E-85, tako imenovana mešanica iz 85% bioetanol in 15% bencina. Ta neosvinčenemu bencinu dvigne oktansko število za tri oktane, kar je celo nad predpisanimi standardi. Uporablja se lahko le v predelanih ali fleksibilnih motorjih na notranje izgorevanje.

Avtomobilom, ki obratujejo tako na bioetanol kot na bencin, pravijo FFV (flexible fuel vehicles), po slovensko bi takim vozilom lahko rekli, vozila s prilagodljivim tipom goriva. To so moderni avtomobili, ki so zasnovani tako, da obratujejo na mešanico E-85. Imajo vgrajen mikroprocesor, ki je sposoben zaznati procent mešanice in na podlagi tega spreminja delovne karakteristike motorja. Ti avtomobili omogočajo vožnjo na čisti bioetanol in na čisti bencin brez kakršnih koli posledic. Ker je bioetanol zelo koroziven, imajo ta vozila drugačne materiale za motor in rezervoar ter vse dele, ki so neposredno v stiku z gorivom. Kljub temu pa se njihova cena kaj dosti ne razlikuje od enakih tipov vozil s standardnim motorjem.

Bioetanol kot gorivo za cestna vozila se je v največji meri začel uveljavljati le v večjih mestih in tako bo najverjetneje tudi ostalo še kar nekaj časa, saj avtomobil na mešanico E-85 porabi na enaki prevoženi razdalji manjše kalorične vrednosti za polovico več goriva (v litrih) kot klasični avtomobil na bencin. Poraba bioetanol je primerljiva z bencinom le pri mešanicah, ki vsebujejo manj kot 15% bioetanol. Dokler se ne bo poraba zmanjšala do te mere, da bo konkurenčna porabi avtomobilov, ki uporabljajo le bencinsko gorivo, se ti avtomobili na dolge razdalje verjetno ne bodo uporabljali oz. se bo uporabljala le mešanica E-10.



Slika 4: Vozilo na bioetanol: Honda Develops Flexible Fuel Vehicle (FFV)

(Vir:

<http://world.honda.com/news/2006/4060925FlexibleFuelVehicle/photo/pages/02.htm>  
[ 30.01.2007)

Prednosti bioetanola:

- Bioetanol se pridobiva iz obnovljivih bioloških virov, kot so žitarice, odpadni les itd. To pa pomeni velik prihranek energije.
- Njegova pridelava (tudi v Sloveniji) in predelava bi pomenila razvoj kmetijstva in spremljajoče industrije ter bi s tem odprla več novih delavnih mest, državni letni proračun pa bi s tem bil bogatejši.
- Ker ga je možno pridelovati v domačih tovarnah, poveča neodvisnost od tujih dobaviteljev nafte in drugih goriv.
- Ni toksičen in je razgradljiv v vodi, tako da njegovo razlitje ne predstavlja naravne katastrofe, kot se to dogaja pri razlitju nafte.
- Poveča oktansko vrednost goriva.
- Gori čisteje in daje motorju večji izkoristek ter daljšo življenjsko dobo, saj vsebuje 80% manj smol kot bencin.
- Uporaba bioetanola omogoča varčevanje s fosilnimi gorivi in tako podaljšanje trajanja zaloga le-teh.
- Mešanica 85% bioetanola in 15% bencina (E-85) poveča moč običajnega 50 kW motorja tudi do pet kilovatov.
- Čisti motor in mu s tem podaljšuje življenjsko dobo.
- Bioetanol bi vozniki lahko nabavljali na že obstoječih bencinskih črpalkah. Ojačati bi morali le infrastrukturo, da bi bila odporna proti koroziji.
- Bioetanol predstavlja varen nadomestek za strupene katalizatorje v bencinu, kot so benzen, toluen in ksilen.
- Uporaba bioetanola povzroči 25% do 30% zmanjšanje emisij ogljikovega monoksida že z uporabo 10% mešanice bencina z bioetanolom. To posledično pomeni zmanjšanje količine emisije ozona pri tleh, posledica pa je manj boleznih dihal. Vozilo, ki pa obratuje na mešanico E-85, pa v ozračje izpušča v povprečju 18% manj NOx (nitrozni plini), 45% manj CO, 90% manj CO<sub>2</sub> in zaradi močnega izhlapevanja le nekoliko manj emisij CH kot z bencinskim gorivom. Seveda ob upoštevanju, da bioetanol pridobivamo iz

obnovljivih virov in s pomočjo metod, pri katerih se v ozračje ne spušča prav nobenih emisij CO<sub>2</sub>.

Slabosti bioetanola:

- Skeptiki trdijo, da bi intenzivna pridelava bioetanola po vsem svetu zmanjšala poljedelske površine, namenjene pridelavi hrane, in s tem še povečala lakoto v revnih državah.
- Bioetanol lahko ob zelo vročih dnevih pri nekaterih vozilih povzroča poškodbe sistema za vžig.
- Poraba olja v avtu je večja kot pri vožnji z bencinskim ali dizelskim gorivom.
- Močnejše izhlapevanje bioetanola povzroča višje emisije HC kot pri izhlapevanju bencina.
- Pri večjih odstotkih bioetanola v gorivu so potrebne predelave motorja, da se izognemo poškodbam ali celo večjim okvaram motorja.
- Proizvodnja bioetanola, glede na volumen pridobljenega goriva, je dražja kot proizvodnja bencina. Države večinoma podpirajo uporabo bioetanola tako, da znižajo trošarine in s tem omogočajo bioetanolu podobno ceno kot bencinu.
- Velik problem večine vozil, ki za svoj pogon lahko uporabljajo bioetanolno gorivo, je, da je povprečna poraba bioetanolne mešanice precej višja od povprečne porabe čistega bencina.

### 3.2.3 VPLIVI BIOETANOLA NA OKOLJE

Za razliko od bencina, bioetanol zmanjšuje emisije ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) ter na ta način zmanjšuje vpliv tople grede, ki prispeva h globalni otoplitvi. To pa zaradi tega, ker je vsota CO<sub>2</sub>, ki se pri tem sprošča, pri pridobivanju in porabi bioetanola skorajda enaka tisti, ki jo pridelki (žitarice, sladkorni trs ipd.) pri svoji rasti potrebujejo iz ozračja. Uporaba bioetanola torej zmanjšuje vsebnost ogljikovega dioksida v atmosferi za 6 do 10%.

Uporaba bioetanola povzroči 25% do 30% zmanjšanje emisije ogljikovega monoksida z uporabo 10% mešanice bencina z bioetanolom.

## 3.3 BIOMETANOL

Biometanol je bistra brezbarvna tekočina prijetnega vonja. Njegovo drugo ime je metilni alkohol. Poznan pa je tudi kot lesni alkohol ali lesni špirit. Proizvaja se iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov.

Kemične lastnosti biometanola:

Biometanol s kemijsko formulo CH<sub>3</sub>OH se tali pri -97,8 °C in je tekočina z vreliščem pri 64,7 °C, njegova specifična gostota pa je 792 kg/m<sup>3</sup> pri 20 °C. Njegova kurilna vrednost je sicer skoraj za polovico manjša kot pri tekočih naftnih gorivih, vendar izgoreva zelo čisto, brez saj, kar je lastnost idealnega goriva. Ker vsebuje kisik, omogoča v motorjih bolj popolno izgorevanje goriva in s tem manjši izpuh. Ko gori, je njegov plamen svetlo modre barve, ki pa je ob močnem soncu skoraj neviden.

### 3.3.1 PRIDOBIVANJE BIOMETANOLA

Biometanol pridobivamo iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov (odpadnega lesa, različnih poljedelskih rastlin in morskih alg). Biometanol se lahko izdeluje tudi iz konoplje, ki je ena izmed mnogih virov biomase. Znanstveniki ocenjujejo, da bi bilo pridobivanje bioetanola iz konoplje najcenejša možnost, saj npr. iz konoplje lahko pridobimo desetkrat več biometanola kot denimo iz koruze. Najbolj običajni metodi za pridobivanje biometanola iz konoplje sta piroliza in biokemijsko kompostiranje. Piroliza je postopek nepopolnega zgorevanja, pri katerem kontroliramo temperaturo, velikost delcev in atmosfero, v kateri poteka nepopolno zgorevanje.

### 3.3.2 UPORABA BIOMETANOLA

Biometanol je visoko-oktansko gorivo, ki z izgorevanjem poveča moč motorja in s tem omogoča boljše pospeške. Pri uporabi biometanola je potrebno preurediti predvžig motorja. Zaradi večjega oktanskega števila lahko povečamo kompresijsko razmerje in tako moč motorja.

Biometanol, kateremu so dodani posebni dodatki, je mogoče uporabljati tudi v dizelskih motorjih. Pri tem gre za dodatke, ki biometanolu povečujejo vnetljivost (cetansko število) in hkrati varujejo jeklene dele motorja in napajalnega sistema pred korozijo.



Slika 5: Črpalka z biogorivi

(Vir: <http://www.inforse.dk/europe/fee/OEZ/biomasa/biomasa.html> 06.02.2007)

Biometanol se kot pogonsko gorivo uporablja v glavnem v treh oblikah:

- Kot mešanica biometanola in bencina v standardnih motorjih z notranjim izgorevanjem;
- Biometanol kot dodatek k standardnemu bencinu za dvig oktanskega števila (MTBE);
- Biometanol za pogon gorivnih celic (v vozilih na gorivne celice).

Kot mešanica biometanola in bencina se uporablja M85, kar pomeni mešanico iz 85% biometanola in 15% bencina. M85 v primerjavi z bencinom zmanjšuje emisije

smoga kar za 59%. Vozila, ki lahko obratujejo tako na biometanol kot na čisti bencin brez kakršnokoli posledic, imenujejo FFV (flexible fuel vehicles), po slovensko bi takim vozilom lahko rekli vozila s prilagodljivim tipom goriva.

V izpuhu vozil, ki uporabljajo čisto metanolno gorivo, ni nič emisij saj in SO<sub>2</sub>, ter 50% manj emisij CO v primerjavi z bencinskim gorivom. Nižje so tudi emisije NO<sub>x</sub> in CO<sub>2</sub>. Velik problem metanola pa povzročajo njegove emisije karcinogenih aldehydov, ki se pojavljajo v izpuhu teh vozil, ter njegova korozivnost.

Biometanol se lahko uporablja tudi kot dodatek k bencinu za dvig oktanskega števila in s tem slednjemu omogoči popolnejše in čistejše izgorevanje v motorju. Bencinu se dodaja derivat metanola MTBE (Metil-Terciarni-Butil-Eter), ki sicer ne prihaja v poštev kot čisto gorivo, temveč le kot dodatek za zvišanje oktanskega števila. Posredno MTBE nadomešča svinčeve spojine v gorivu. Količina MTBE praktično v bencinskem gorivu nikoli ne presega 10%.

Kot biometanol za pogon gorivnih celic ga uporabimo tako, da iz biometanola direktno pridobimo vodik, ta pa se potem uporablja kot gorivo v gorivnih celicah. Biometanol je idealen nosilec vodika, saj je vodik sam po sebi zaradi svoje specifičnosti zelo težko varno skladiščiti in prevažati. Čisti metanol danes predstavlja vodilno gorivo v industriji gorivnih celic.

Biometanolna gorivna celica za svoje delovanje potrebuje metanol, pomešan z vodo. Tak biometanol je cenovno ugoden in varen za shranjevanje. Deluje pod vreliščem vode, kar je v primerjavi z drugimi vrstami gorivnih celic, ki nekatere delujejo le pri visokih temperaturah, zelo ugodno. Ne proizvaja strupenih snovi, le ogljikov dioksid in vodo, in tudi sam sistem gorivnih celic je narejen iz takšnih kovin, ki jih je mogoče reciklirati. Tak sistem ima nekoliko slabši izkoristek, vendar še vedno skoraj dvakrat večji od standardnega motorja.

Prednosti biometanola:

- možne mešanice do 85%,
- povečuje oktansko vrednost in znižuje emisije škodljivih plinov,
- možno ga je pridobivati iz oglja in biomase,
- manjši riziko vnetja kot pri bencinu,
- enostavno ga je predelati v vodik,
- možnost prodaje na že obstoječih bencinskih servisih, brez velikih in zelo dragih sprememb infrastrukture,
- možnost direktnega pridobivanja vodika, ta pa se potem lahko uporablja kot gorivo v gorivnih celicah,
- razgradljiv v vodi.

Slabosti biometanola:

- onesnažuje podtalnico,
- stranski produkt pri pridobivanju je amoniak,
- dokaj zahteven postopek pridobivanja,
- povzroča emisije karcinogenih aldehydov v izpušnih plinih,
- korozivnost in visoka toksičnost (strupenost),
- v mešanici z bencinom, zmanjša moč motorja.



### 3.3.3 VPLIVI BIOMETANOLA NA OKOLJE

Biometanol je v primerjavi s surovo nafto in bencinom manj škodljiv za okolico in tudi manj izhlapeva. Dokaj hitro se razgradi v atmosferi in kar je še bolj pomembno, hitro se razgradi tudi v vodi. Njegova slabost pa je ta, da onesnažuje podtalnico. Je manj vnetljiv in s tem tudi bolj varen, saj pri prometnih nesrečah malokdaj pride do požara. Biometanol lahko res štejemo kot čisto alternativo za zamenjavo standardnih dizelskih in bencinskih goriv.

## 3.4 BIODIZEL

Biodizel je metilni ester maščobnih kislin, je obnovljiv vir energije in predstavlja alternativo navadnemu mineralnemu dizelskemu gorivu. Za izdelavo biodizelskega goriva lahko uporabljamo olja oljne ogrščice, sončnično olje, laneno olje, bučno olje, sojino olje in olja drugih oljnic ter odpadno olje iz prehranske industrije in odpadne maščobe živalskega izvora. V Evropi se največ uporablja olje oljne ogrščice, v ZDA pa iz sojinega olja, veliko biodizla pa se naredi tudi iz odpadnega olja iz prehranske industrije. Vendar bi bilo možno z uporabo novih sort uporabiti tudi druge rastline, iz katerih lahko iztisnemo olje. Ameriško društvo za testiranje materialov (ASTM) opredeljuje biodizel kot monoalkilni ester dolge vrste maščobnih kislin, ki izvira iz obnovljivih maščob, kot so rastlinska olja ali živalska maščoba. »Bio« označuje njegov obnovljiv in biološki izvor za razliko od tradicionalnega dizelskega goriva, ki izvira iz surove nafte. »Dizel« se imenuje zaradi rabe v dizelskih motorjih. Kot alternativni vir se biodizel lahko uporablja samostojno ali zmešan s standardnim dizlom.

Že daljnega leta 1895 si je dr. Rudolf Diesel zamislil rastlinsko olje kot eno izmed goriv za dizelske motorje. Leta 1900 je na svetovni razstavi v Parizu prikazal dizelski motor, v katerem je za gorivo uporabil kikirikijevo olje. Torej uporaba rastlinskega olja v omejenih motorjih ni nič novega, le nekoliko več se sedaj govori o obnovljivih, čistejših virih energije.

Biodizel (kemijsko: mono alkil ester) ali kot ga včasih imenujemo kar »tekoče sončno gorivo«, je čisto goreče, ekološko sprejemljivo dizelsko gorivo, narejeno iz obnovljivih virov, kot so rastlinska olja ali živalske maščobe. Biodizelsko gorivo je alternativno gorivo in nadomešča navadno dizelsko gorivo mineralnega izvora. Vendar velja poudariti predvsem lastnosti, ki dajejo temu gorivu poseben pomen. Biodizel namreč nima žvepla in ne aromatskih spojin. Je varen za uporabo in biološko razgradljiv, zmanjšuje pa tudi količino snovi, ki onesnažujejo okolje, kot so ogljikov monoksid, ogljikovodiki in različni strupi. Biodizel je zares obnovljivo gorivo, saj v primerjavi s fosilno nafto, ki je za nastanek potrebovala več milijonov let, »zraste« le v nekaj mesecih, in to znova in znova, kajti rastline spremenijo sončno energijo v kemično energijo, ki jo shranijo v ogljikovodikih. Ta cikel je brezkončen, kar pomeni, da nikoli ne bo zmanjkalo obnovljivih goriv, vsaj dokler bomo skrbeli za našo Zemljo.

### 3.4.1 PRIDOBIVANJE BIODIZLA

Biodizel se pridobiva iz obnovljivih virov, največkrat so to oljna ogrščica (repica), sončnično olje, sojino olje, palmovo olje, laneno olje, bučno olje in olja drugih oljnic

ter iz odpadnega jedilnega olja in maščob živalskega izvora. Pri njegovi proizvodnji pa se kot stranski produkt pridobivata še glicerol in tropine. Bistveno je, da je biodizel obnovljiv vir energije, biološko razgradljiv in ga lahko prideluje skoraj vsaka država, kar pomeni regijsko neodvisnost. Kemijska reakcija rastlinskega olja z alkoholom (najpogosteje se za to uporablja metanol) nam da končni proizvod, ki mu v kemiji rečemo ester. Te estre poimenujemo biodizel, kadar se jih uporablja kot dizelsko gorivo. Pri tej kemijski reakciji dobimo še stranski produkt glicerol (glicerol), ki se uporablja predvsem v farmaciji, kozmetični industriji ... Biodizel nastane kot proizvod kemijske reakcije, imenovane transesterifikacija (trans-ester-ifi-kacija), ki pomeni pretvorbo enega tipa estra v drug tip estra. Rahljeno rastlinsko olje oziroma živalsko maščobo je treba najprej ločiti od vode in nato prefiltrirati, da se očisti trdnih delcev (drobtine ostanki ...). S tako pripravljenim oljem ali maščobo se začne proces z alkalijo, ki odstranjuje proste maščobne kisline. K temu primešamo alkohol (največkrat metanol) in katalizator (največkrat natrijev hidroksid). Trigliceridi iz olj reagirajo z alkoholom in nastane ester (biodizel) in glicerol, ki se ločita drug od drugega.

Tehnološki postopek proizvodnje biodizla sestoji iz naslednjih tehnoloških operacij:

- skladiščenje semen oljnic,
- mletje semen in iztiskanje rastlinskega olja,
- filtriranje in čiščenje rastlinskega olja,
- skladiščenje visoko beljakovinske maščobne pogače,
- kemična reakcija, t.i. preestrenje rastlinskega olja z alkoholom (največkrat metanolom),
- izločanje stranskih produktov iz reakcijske zmesi,
- predelava oz. uporaba surovega glicerola,
- dokončna obdelava metilnega estra rastlinskega olja – biodizla, njegovo skladiščenje ter prodaja.

Surovo rastlinsko olje, ki je stisnjeno in ekstrahirano iz semen, je treba pred uporabo predelati oziroma zaestriti. Estrenje je postopek, pri katerem dodajamo rastlinskemu oljem alkohol, navadno metanol, da dobimo končen proizvod, ki ga imenujemo ester, npr. zaestreno olje iz ogrščice je ogrščni metil ester oziroma Rapeded Methyl Ester (RME), njegovo uporabniško ime pa je biodizel.

### 3.4.2 UPORABA BIODIZLA

Biodizel se lahko uporablja kot nadomestek dizelskega goriva v vsakem avtomobilu na dizelski pogon. Mogoča je tudi uporaba mešanice navadnega dizla in biodizla. Uporaba mešanice do 20% biodizla (20% biodizla in 80% plinskega olja – B20) ne zahteva posebnih predelav motorja. Takšna mešanica je tudi kompatibilna z današnjo opremo za shranjevanje in distribucijo tovrstnega goriva. Možna je tudi uporaba čistega biodizla (100% biodizel – B100), vendar uporaba takega goriva zahteva predelave motorja in izpušnega sistema (katalizatorja). Prav tako so potrebne predelave opreme za skladiščenje in prevoz. Je pa tudi res, da ima takšno gorivo najnižji nivo emisij škodljivih plinov. Standardni dizel iz nafte razen škodljivih izpušnih plinov pušča za sabo tudi umazanijo (usedline) v motorju. Biodizel ni le čistejši, je tudi dober čistilec. V motorju čisti te obloge smol, ki jih je za sabo pustil navadni dizel. Zato je za voznike, ki so šele začeli uporabljati biodizel, priporočljivo,

da na začetku večkrat zamenjajo filter za gorivo. Avtomobili z uporabo biodizla izgubijo nekaj moči motorja, so pa tišji in gorivo izgoreva čisteje. Zdajšnji dizelski motorji zahtevajo čisto goreče in obstojno gorivo v najrazličnejših razmerah delovanja. Biodizel je trenutno edino alternativno gorivo, ki se lahko uporablja neposredno, brez (večjih) predelav in drugačnih nastavitev na dizelskem motorju. Uporablja se lahko v vseh novih modelih osebnih avtomobilov z dizelskim motorjem kot tudi v kmetijski mehanizaciji. Pri starejših modelih dizelskega motorja pa je treba paziti na obnašanje motornega olja, kakovost gumijastih delov motorja, barvo, filter za gorivo. Še posebno priporočajo uporabo biodizla v novejših, t.i. »zelenih dizlih«, in sicer z elektronsko nadzorovanim vbrizgom goriva in katalizatorjem izpušnih plinov (npr: VW TDI, MB CDI, OPEL DTI...). Poleg tega so dizelski motorji v novejših avtomobilih hitreje vrteči se in je zaželeno gorivo z več cetani (najmanj 45), biodizelsko cetansko število pa je kar 52. Biodizel ima podobne lastnosti kot fosilno dizelsko gorivo in se meša z njim v vseh razmerjih. Biodizel vsebuje približno 42.000 kJ/kg energije, ima pa biodizel večjo gostoto, kar na koncu pomeni približno 12 odstotkov manjši energetski izkupiček. Manjša kalorična vrednost sicer pomeni zmanjšanje motornega momenta in moči ter zvečanje porabe za okoli 5 odstotkov. Po drugi strani pa raba biodizla podaljšuje življenje dizelskim motorjem, saj je za 65 odstotkov bolj mazljiv od dizelskega goriva, motor pa deluje z nižjo delavno temperaturo in manjšo močjo.

#### Prednosti biodizla:

- ni potrebna posebna oprema za shranjevanje in distribucijo,
- je nestrupen in popolnoma biološko-razgradljiv, zato je onesnaževanje okolja pri nesrečah zaradi hitre biološke razgradljivosti in nizke toksičnosti majhno,
- je manj vnetljiv, zato je bolj varen za rokovanje in prevoz kot ostala fosilna goriva,
- ne vsebuje rakotvornih benzenov,
- ne dodaja novega ogljikovega dioksida (kolikor CO<sub>2</sub> se sprosti pri izgorevanju, toliko ga rastline porabijo za svojo rast),
- produkti izgorevanja vsebujejo praktično zanemarljive količine žvepla (manj kot 0,01%),
- proizvaja manj saj, manj ogljikovega monoksida (CO), manj ogljikovodika (CH),
- hitrost zgorevanja plamena je nižja, zato so bati in ležaji manj obremenjeni,
- biodizel ima boljše mazalne lastnosti od nafte, kar pripomore k daljši življenjski dobi posameznih delov motorja,
- ker lahko biodizel s primerno opremo pridelava vsaka država zase, to zmanjšuje odvisnost od tujih dobaviteljev, zmanjša pa se tudi potreba po fosilnih gorivih.

#### Slabosti biodizla:

- največja slabost biodizelskega goriva je, da ne omogoča velikih dobičkov, kar pomeni, da slabi gospodarstvo države, (biodizel je veliko dražji od navadnega dizla),
- problemi z garancijo na delovanje motorja, saj nekateri proizvajalci avtomobilskih motorjev ne dajejo garancije na delovanje motorja, če za gorivo uporabljamo biodizel,
- pri motorjih starejših letnikov so večinoma potrebne delne predelave za uporabo biodizel goriva,

- večja koncentracija biodizla v gorivu ima lahko posledično manjšo moč in navor motorja,
- pri nižjih temperaturah se pojavijo težave pri zagonu motorja, ki za gorivo uporabljajo biodizel, ker biodizel postane bolj želatinast,
- poraba goriva je večja kot pri D2, ker ima biodizel manjšo kurilno vrednost,
- zaradi visoke vsebnosti kisika v biodizlu se poveča oksidacija gume in plastike, tako nastanejo problemi s tesnili motorja in gumijastmi cevmi za gorivo,
- razkraja barvo in barvni olupki lahko zamašijo filter,
- biodizel se mora porabiti v roku 6 mesecev, ker ima nizko oksidacijsko stabilnost.

### 3.4.3 VPLIVI BIODIZLA NA OKOLJE

Biodizel zagotavlja izredno čisto zgorevanje. Pri zgorevanju biodizla se podobno kot pri zgorevanju fosilnih goriv izloča ogljikov dioksid, ki je poleg vodne pare »glaven zadrževalec« topote in eden izmed vodilnih toplogrednih plinov. Pri uporabi biodizla je ogljikov dioksid proizveden v naravnem krogu in se zato ne povečuje njegova koncentracija v ozračju. Rastline s porabo ogljikovega dioksida v rastni dobi delujejo kot čistilci zraka. Pri uporabi zaestrenega ogrščičnega olja za pogon motorjev se zmanjšajo izpusti ogljikovega dioksida za skoraj 80 odstotkov, ta pa se v procesu fotosinteze vrača nazaj v rastline in pozneje kot biogorivo znova poganja motorje. Podobno se pri uporabi RME za skoraj 100 odstotkov zmanjšajo izpusti žveplovega dioksida. Tudi vsebnost žvepla in njegovih spojin v RME je zanemarljiva. Izpusti ogljikovega monoksida ter saj se pri uporabi RME zmanjšajo za približno 50 do 70 odstotkov v primerjavi z dizelskim gorivom. Emisija ogljikovega monoksida je posledica pomanjkanja kisika za popolno oksidacijo ogljika. Biodizelsko gorivo proizvede veliko prostega kisika in s tem vpliva na manjšo koncentracijo ogljikovega monoksida v zraku, torej ima posreden vpliv na bolj zdravo okolje ljudi. Vsebnost dušikovih oksidov pa se z uporabo RME lahko poveča. Dušikovi oksidi so med drugimi tudi posredni povzročitelji kislega dežja in so strupeni za dihalne organe. Pri meritvah izpustov posameznih goriv je vsekakor treba upoštevati, da so ti odvisni tudi od nastavitve in obremenitve motorja poleg vremenskih razmer, v katerih motor deluje.

## 3.5 PLINI IZ BIOMASE

Bioplin je zmes plinov, predvsem metana in ogljikovega dioksida, proizveden kot lesni plin, ali iz biomase oziroma iz biološko razgradljivih delov odpadkov.

Poznamo več vrst plinastih goriv iz biomase. Najpogosteje sta to:

- sintezni plin (včasih ga imenujemo tudi lesni plin), ki nastane s toplotno kemičnim postopkom in
- bioplin, ki nastane z anaerobnim vrenjem.

### 3.5.1 SINTEZNI PLIN

Sintezni plin, včasih ga imenujemo tudi lesni plin, nastane, ko suho biomaso s postopkom pirolize uplinimo. Piroliza je postopek segrevanja biomase pri visoki temperaturi v atmosferi z omejeno količino kisika.

Pridobivanje sinteznega plina:

Najprej biomaso primerno zdrobimo na velikost 5 – 100 mm, velikost biomase je odvisna od vira biomase (les, slama...) in primerno posušimo. Ustrezno zdrobljeno in posušeno biomaso nato s postopkom pirolize uplinimo. Ta proces uplinjanja se odvija zelo hitro, tako da lahko poteka s sprotnim dodajanjem biomase. Pri tem se sprošča plin, ki je v pretežni meri sestavljen iz metana, ogljikovega monoksida, ogljikovega dioksida, vodika. Tako pridobljeni plin mehansko očistimo v ciklonskih filtrih. Tako dobimo plin s kurilnostjo med 4 – 7 MJ/m<sup>3</sup>.

Uporaba sinteznega plina:

Sintezni plin lahko uporabimo za pogon plinske turbine in generatorja, za proizvodnjo toplote, za ogrevanje v sistemih daljinskega ogrevanja ali proizvodnjo pare in pogon parne turbine ter generatorja v elektrarni.

Vpliv sinteznega plina na okolje:

Pri proizvodnji sinteznega plina se pokažejo problemi onesnaževanja okolja, povezani z emisijami strupenih plinov npr. ogljikovega monoksida (CO), zaradi visokih temperatur pri postopku pirolize nastaja tudi nevarnost požara. Pri postopku pirolize nastaja tudi strupen kondenzat, ki vsebuje katran in fenole. Uhajanje kondenzata v okolico lahko povzroči onesnaženje vode in pogin živali.

### 3.5.2 BIOPLIN

Bioplin je zmes plinov, ki nastanejo pri anaerobnem vrenju (brez prisotnosti kisika) v napravi, ki jo imenujemo digestor. Razkroj biomase in živalskih odpadkov poteka s pomočjo razkrojnih organizmov, kot so razne bakterije in plesni. Kot produkt tega procesa nastaja mešanica plinov, tako imenovani bioplin, z visoko vsebnostjo metana in ogljikovega dioksida. Prisotni pa so še drugi plini, kot so: vodik, vodikov sulfid in dušik ter preostala brozga iz digestorja, ta pa se porablja kot kvalitetno gnojilo z visoko vsebnostjo dušika. Ta proces lahko imenujemo tudi metansko vrenje, ki ga omogočajo anaerobne bakterije.

Anaerobno vrenje je biološki proces, pri katerem bakterije razgradijo blago vodno raztopino organskih odpadkov brez prisotnosti kisika.

Bioplin sestavljajo naslednji plini:

- metan (CH<sub>4</sub>) 50 - 90%,
- ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) 10 - 40%,
- vodik (H<sub>2</sub>) 1 - 3%,
- vodikov sulfid (H<sub>2</sub>S) 0,1 – 0,5%,
- dušik (N<sub>2</sub>) 0,5 - 2%.

Kurilnost bioplina s srednjo vrednostjo metana 70% znaša približno 20 MJ/m<sup>3</sup>.

Pridobivanje bioplina:

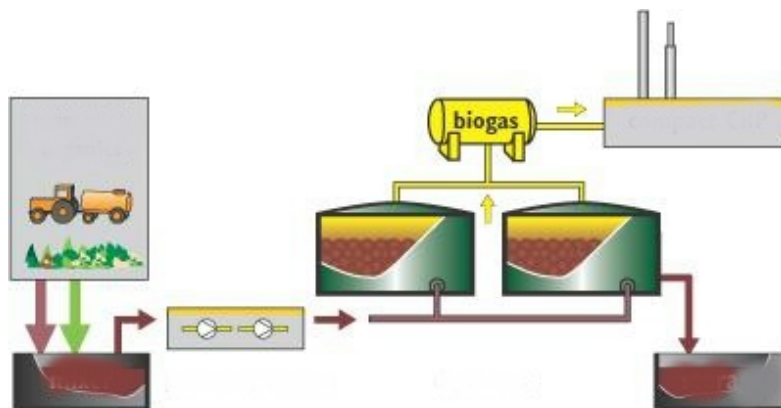
Bioplin lahko pridobimo praktično iz vseh organskih materialov, ki vsebujejo zadosten delež ogljika in optimalno razmerje med deležem ogljika in dušika.

Primerne organske snovi so:

- fekalije domačih živali in ljudi,
- poljedelski odpadki (ostanki pri predelavi sadja, olupki, žitni ostanki, listje, zelenjava...),
- gojena biomasa.

Bioplin je razmeroma preprosto pridobivati kar na kmetiji. Fekalije domačih živali in rastlinske odpadke, iz katerih se pripravi silaža, pustimo gniti v zaprti cisterni oziroma v digestorju. V procesu anaerobne razgradnje se nastali bioplin, ki izhaja iz digestorja, vodi v plinohram, trden preostanek pa je odlično gnojilo. Bioplin lahko utekočinimo pri tlaku 340 barov, kar je energetsko nesmiselno. Zato ga hranimo v plinasti fazi v rezervoarjih, ki jih imenujemo plinohrani.

Bioplin proizvajajo bakterije. Ko razgrajujejo gnijoče snovi, sproščajo bioplin. Za dobro proizvodnjo plina potrebujejo bakterije primerno toploto, ki je okrog 35 °C. V toplejših obdobjih vzdrževanje te temperature ni problem, medtem ko v hladnejših obdobjih del plina porabimo za ogrevanje digestorja.



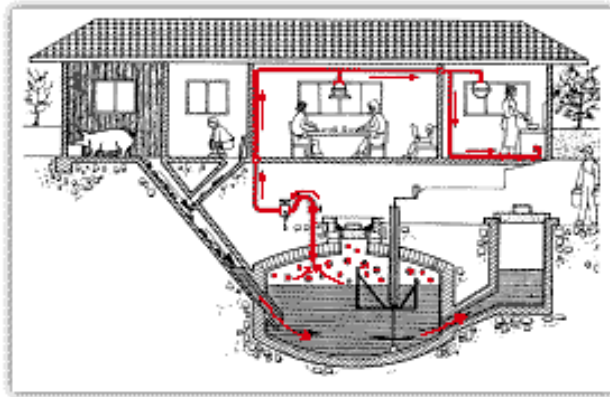
Slika 6: Digestor, v katerem nastaja bioplin

(Vir: [http://www.biometha.com/html/body\\_tech\\_agriculture.html](http://www.biometha.com/html/body_tech_agriculture.html) 07.02.2007)

Uporaba bioplina:

Bioplin se lahko uporablja za domačo uporabo (kuhanje, gretje), za proizvodnjo pare pri proizvodnji električne energije ali v industrijskih procesih, kot za izdelavo biometanola in za pogon gorivnih celic.

Bioplin – kurilni plin, ki ga je mogoče prečistiti do kakovosti naravnega plina, je namenjen kot biogorivo.



Slika 7: Digestor bioplina za domačo uporabo

(Vir: <http://www.catpress.com/bplant9/erifiuti.htm> 07.02.2007)

Vpliv bioplina na okolje:

Bioplin je strupen in ob nabiranju v zaprtih prostorih, če niso ustrezno prezračevani, tvori eksplozivno mešanico. Razen tega se pri anaerobni digestiji izloča tudi še nekaj žvepovodikov. Emisije plinov iz digestorja pa povzročajo še nekaj neprijetnosti, kot so neprijetne vonjave.

## 4 DRUGA ALTERNATIVNA GORIVA ZA POGON MOTORNIH VOZIL

Druga alternativna goriva za pogon motornih vozil so goriva, ki jih uporabljajo čistejša vozila, ki so bolj prijazna do okolja.

Čistejša vozila so:

- Vozila, ki uporabljajo biogoriva, ali v visokoodstotnih mešanicah v navadnih vozilih ali v visokoodstotnih mešanicah v posebej prilagodljivih vozilih.
- Vozila na zemeljski plin, ki jih poganja motor, prilagojen za izgorevanje metana, glavne sestavine zemeljskega plina.
- Vozila, ki jih poganja motor z notranjim izgorevanjem na utekočinjeni naftni plin iz mešanice lahkih ogljikovodikov, pretežno propana in butana.
- Vozila, ki jih poganjajo električni motorji, ki uporabljajo energijo, shranjeno v akumulatorskih baterijah.
- Hibridna vozila, ki uporabljajo dve vrsti motorjev, motor z notranjim izgorevanjem in električni motor, kar omogoča uporabo energije zaviranja s shranjevanjem v baterijah.
- Vozila na vodik oziroma gorivne celice, ki uporabljajo vodik kot nosilec energije ali kot gorivo v motorju z notranjim izgorevanjem ali v kemični reakciji, ki proizvede toploto in elektriko v gorivni celici.

### 4.1 ZEMELJSKI PLIN

Zemeljski plin je naravni plin, zmes plinov (ogljikovodikov), ki je sestavljena predvsem iz metana  $\text{CH}_4$ . Poleg metana vsebuje zemeljski plin še etan, propan, butan in ogljikov dioksid. Zemeljski plin se najpogosteje nahaja kot spremljevalec nafte v naftnih poljih, velikokrat pa odkrivajo tudi plinska polja brez prisotnosti nafte. Pridobivamo ga iz vrtin v zemeljsko skorjo, kjer se nahaja v porah kamnin in ga po ceveh dovajamo na površje. Zemeljski plin je mešanica ogljikovodikov, predvsem metana. Podobno kot nafta in premog je tudi zemeljski plin gorivo fosilnega izvora. Nastal je v več milijonov let trajajočem procesu razpadanja živali in rastlin pod visokimi pritiski in temperaturami. Pri tem so globoko v zemeljski skorji nastali ogljikovodiki v različnih agregatnih stanjih: tekočem (nafta), trdnem (premog) in plinastem (zemeljski plin).

Zemeljski plin je zmes različnih plinov (ogljikovodikov). Osnovna sestavina je metan  $\text{CH}_4$  (od 85–99%), prisotni pa so še etan, propan, butan, primesi težjih ogljikovodikov, dušik in ogljikov dioksid. Je plin, lažji od zraka, brez barve in vonja ter zgoreva z modrikastim plamenom. Zaradi varnostnih razlogov zemeljskemu plinu pred distribucijo dodajamo poseben vonj (odorant), kar omogoča, da ga zaznamo in izsledimo, če bi izhajal iz plinskega sistema. Zemeljski plin je najbolj čisto naravno gorivo, saj se poleg sproščene energije tvorita le vodna para in ogljikov dioksid.



#### 4.1.1 PRIDOBIVANJE ZEMELJSKEGA PLINA

Pridobivamo ga iz vrtin v zemeljsko skorjo, kjer se nahaja v porah kamnin in se podobno kot nafta po ceveh črpa na površje, kjer ni potreben noben nadaljnji okolju škodljiv proces ali obdelava. Shranjujemo ga v stisnjemem plinastem stanju (CNG – ang. Compressed Natural Gas).

#### 4.1.2 UPORABA ZEMELJSKEGA PLINA

Zaradi svoje prisotnosti na trgu in dostopnosti širokim množicam in ker je gorenje izredno čisto, emisija škodljivih plinov pa veliko manjša kot pri bencinskih in dizelskih motorjih, je zemeljski plin vedno bolj popularen kot alternativno gorivo. Stisnjen zemeljski plin (CNG) se dobro obnese kot alternativno gorivo za pogon Ottovih (bencinskih) motorjev, pri čemer je predelava na stisnjen zemeljski plin praviloma draga, saj tlak v rezervoarju doseže okrog 200 barov.

Nova vozila so opremljena z možnostjo uporabe obeh goriv, tako zemeljskega plina kot bencina. Tako lastnik ni odvisen od števila ustreznih črpalk na zemeljski plin.

Poleg tega da se zemeljski plin uporablja za pogon motornih vozil, se zemeljski plin uporablja tudi za: za komercialno rabo (ogrevanje, hlajenje), v široki potrošnji gospodinjstva, za proizvodnjo električne energije, v industriji, kot surovina (metanol). Izredno priljubljena so vozila na zemeljski plin v Argentini, kjer jih je za potrebe javnega transporta v obtoku kar 600.000. Ker je z 80-litrskim rezervoarjem mogoče v povprečju prevoziti med 220 in 250 kilometri, so vsi Fordovi testneži opremljeni tudi z možnostjo vožnje na običajno gorivo. Tako da voznik ni odvisen od števila ustreznih črpalk na zemeljski plin.

Prednosti uporabe zemeljskega plina:

- Proces pridobivanja zemeljskega plina je veliko enostavnejši in s tem veliko cenejši.
- Prednost je tudi v tem, da je dosti manj emisij škodljivih plinov kot pri bencinskih in dizelskih motorjih.
- Je cenovno konkurenčna energija.
- Vozila, ki imajo dvojno gorivo, lahko prevozijo večje število kilometrov zaradi večje količine zaloge goriva.
- Velikim porabnikom dostavljamo zemeljski plin po cevovodih, kar je bolj varno.

Slabosti uporabe zemeljskega plina:

- Slabost je ta, da so potrebni posebni in dragi rezervoarji, v katerih je plin shranjen pod tlakom od 200 do 250 barov. Ti rezervoarji so do desetkrat dražji kot tisti za LPG, vgrajujejo pa jih pod dno vozila.
- Naravni plin včasih vsebuje veliko škodljivih snovi.
- Zadovoljevati mora zelo stroge predpise za distribucijo.
- Zelo malo število črpalk na zemeljski plin.

### 4.1.3 VPLIVI ZEMELJSKEGA PLINA NA OKOLJE

Zemeljski plin je znan kot čisto gorivo, saj pri izgorevanju nastaja okolju zelo malo škodljivih snovi v primerjavi z drugimi fosilnimi gorivi. Manjša je predvsem emisija žvepovega dioksida, ogljikovega monoksida in trdnih delcev. Vdihovanje visokih koncentracij zemeljskega plina povzroči izgubo zavesti in nato zadušitev zaradi pomanjkanja kisika. Pri uhajanju zemeljskega plina se tvorijo z zrakom eksplozivne zmesi. Takrat je potrebno preprečiti iskrenje npr. ugasniti motor in izklopiti vire vžiga. Metan kot glavna sestavina zemeljskega plina se uvršča med toplogredne pline. Pri poklicni uporabi je potrebno upoštevati, da je zemeljski plin vnetljiv in v določenih pogojih predstavlja tveganje zadušitve.

## 4.2 UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN

Utekočinjen naftni plin UNP ali (LPG – ang. Liquefied Petroleum Gas) postaja vse bolj zanimiv za pogon avtomobilov. Zaradi svoje razširjenosti ga imenujemo tudi avtoplin. LPG je eno izmed alternativnih goriv, je brezbarvna zmes propana  $C_3H_8$  in butana  $C_4H_{10}$  z izobutanom, butilenom, propilenom. Približno razmerje plinov je 50:50; razmerje plinov je različno od države do države – ter višjih ogljikov, etana in propilena. Pri atmosferskem tlaku in temperaturi 20 stopinj C je v plinastem stanju, ko nekoliko povečamo tlak, pa plin preide v tekočo fazo in je tako primeren za shranjevanje v jeklenem rezervoarju. Propan in butan nastajata kot stranski proizvod pri pridobivanju nafte in zemeljskega plina ter rafiniranja. Propan je boljše gorivo od butana predvsem zaradi oktanskega števila (111) in lažjega vžiga pri nizkih temperaturah. Zato ga je v mešanici pozimi več kot poleti, v številnih državah pa je avtoplin sestavljen pretežno iz propana.

Utekočinjen naftni plin je nestrupen gorljiv plin, brez barve, vonja in okusa, težji od zraka, ki je v določenem razmerju z zrakom eksploziven. Plinu je dodan odorant, značilen vonj, po katerem zaznamo njegovo prisotnost. Pri pravilno nastavljeni mešanici plina in zraka nastajata spojini ogljikov dioksid ( $CO_2$ ) in voda ( $H_2O$ ), kar plin uvršča med ekološko sprejemljive energente.

### 4.2.1 PRIDOBIVANJE UTEKOČINJENEGA NAFTNEGA PLINA

Utekočinjen naftni plin (LPG) pridobivamo kot stranski produkt pri rafiniranju nafte in naftnih derivatov. Pridobivamo pa ga tudi kot stranski produkt pri ločevanju zemeljskega plina.

### 4.2.2 UPORABA UTEKOČINJENEGA NAFTNEGA PLINA

Uporaba plina za pogon vozil z motorji na notranje izgorevanje sega že v daljno leto 1913, kar je leto kasneje od začetka uporabe propana v gospodinjstvene namene. Plin propan je odkril Dr. Snelling, ko je skonstruiral preprosto napravo iz cevnega navitja, ki jo je potreboval za ločevanje tekočine in plina. Ugotovil je, da hlape bencina sestavljajo propan, butan in drugi ogljikovodiki.

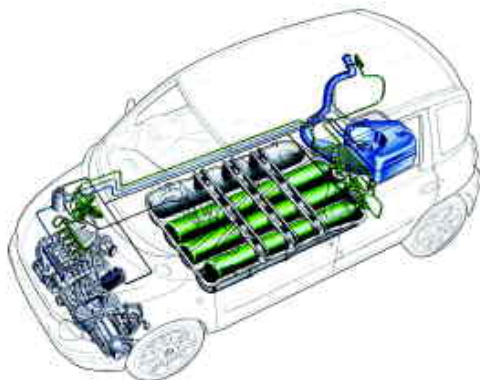
Bencinske motorje je moč v večini primerov enostavno predelati na plinski pogon. Predelavo vozila lahko naredi le pooblaščen oseb, ki preveri celotno delovanje

sistema in izda certifikat o ustreznosti sistema. Najpogosteje se predeluje vozila z bencinskim motorjem, ki za pogon uporabljajo neosvinčen bencin. Manj pogoste in bolj kompleksne so predelave na dizelskih motorjih, pri katerih je treba poleg predelav, kakršne so potrebne za bencinski motor, še zmanjšati kompresijsko razmerje in dodati vžigalni sistem s svečico.

Nekateri proizvajalci avtomobilov imajo v svojem prodajnem programu že tovarniško izdelane avtomobile, ki imajo možnost uporabe dveh vrst goriva. To možnost že dalj časa ponujajo skoraj vsi večji proizvajalci avtomobilov (npr. Citroen, Opel, Volvo...) na trgih, kjer je avtoplin ekonomična alternativa (npr. Italija, Francija...).

Citroen razvija nove motorje LPG, ki bodo najprej uporabljeni na vozilu Berlingo. Novi motor LPG bolj skrbi za čistejšo okolje. Ta novi motor 1.4i uporablja sistem večtočkovnega sekvenčnega plinskega vbrizgavanja za nadzorovanje vbrizgavanja goriva v vsak valj. Ta tehnologija zagotavlja zelo natančno vbrizgavanje goriva in popolno zgorevanje, zmanjšuje porabo in hkrati zagotavlja visoko zmogljivost.

Tudi Fiat je že leta 2004 kot dopolnilo k ponudbi predstavil prenovljena modela punto z motorjem 1.2 in multipla gpower 1.6. Oba sta serijska in se prodajata v Italiji prek Fiatove mreže trgovcev s tovarniškim jamstvom.



Slika 8: Tovarniško prilagojen prostor za uporabo plina in bencina pri Fiatovi multipli.

(Vir: [http://www.avtoplin.si/sitemgr/sitemgr-site/?pege\\_name=clanek0206vecer](http://www.avtoplin.si/sitemgr/sitemgr-site/?pege_name=clanek0206vecer)  
08.02.2007)

Prednosti uporabe utekočinjenega naftnega plina:

- Že obstoječa infrastruktura.
- Zaradi čistejšega in popolnejšega zgorevanja zmesi plina in zraka v zgorevalnem prostoru se zmanjša korozija motorja, ki jo pri bencinu povzročajo dodatki, hkrati pa se podaljšata življenjska doba motorja in katalizatorja ter s tem servisni interval vozila.
- 30 do 90% manj ogljikovega monoksida in do 50% manj drugih strupenih snovi kot pri bencinskih ali dizelskih motorjih.
- Avtoplin je cenovno bolj ugoden od bencina.
- Od vseh alternativnih goriv je avtoplin najbolj dostopen, saj obstaja več postaj za polnjenje rezervoarjev kot za druga alternativna goriva.
- Zaradi možnosti domače proizvodnje omogoča večjo energijsko neodvisnost od zunanjih dobaviteljev goriva.

- Vozila, ki uporabljajo dvojno gorivo, lahko prevozijo večje število kilometrov zaredi same zaloge goriva.

Slabosti uporabe utekočinjenega naftnega plina:

- Utekočinjen naftni plin sodi med neobnovljive vire energije.
- V Sloveniji je trenutno le šest plinskih črpalk, kar otežuje nabavo goriva.
- Za vozila z dvojnimi gorivom je potrebna dodatna oprema, ki zahteva dodatni prostor za vgradnjo te opreme, s tem je vozilo dodatno obremenjeno.
- Draga investicija za predelavo avtomobila v plinsko vozilo.
- Zaradi večje zaloge goriva je tudi večja nevarnost vžiga, tako da so potrebni tudi večji varnostni ukrepi.
- V primeru nesreče je povečana nevarnost vžiga vozila.

#### **4.2.3 VPLIV UTEKOČINJENEGA NAFTNEGA PLINA NA OKOLJE**

Utekočinjen naftni plin je težji od zraka, zato se ob morebitnem puščanju kopiči pretežno na tleh. To je razlog, zaradi katerega ga ne smemo hraniti v prostorih, ki so na nižjem nivoju kot okoliški teren. Prav tako se ne sme skladiščiti v bližini jaškov in kanalov.

Plin je v primerjavi z bencinom bolj varno pogonsko sredstvo tako pri vožnji, ob prometni nesreči kot ob požaru. Za razliko od bencina se plin ne razlije, iz rezervoarja izteka postopoma in gori v usmerjenem ognju. Plinska napeljava v avtomobilu je še posebej dobro zavarovana z elektroventili in jeklenimi plinskimi rezervoarji, ki imajo vgrajene posebne varnostne elemente.

Avtoplin ima popolno zgorevanje, zato ni izgub in strupenih izpušnih plinov ali saj, poleg tega v izpuhu ni strupenih snovi, kot sta svinec in žveplo, izpusti ogljikovega oksida so od dva do petkrat manjši, dušikovih oksidov za 30-65%, ogljikovega dioksida pa za 12%. Edina stvar, ki se iz izpušne cevi kadi v večjih količinah kot sicer, je neškodljiva vodna para.

#### **4.2.4 RAZLIKA MED PLINSKIMI GORIVI (LPG IN CNG)**

Pomembno je poznati razliko med utekočinjenim naftnim plinom (LPG – ang. Liquefied Petroleum Gas), ki je zmes propana in butana in je derivat pri predelavi surove nafte, in stisnjenim naravnim plinom (CNG – ang. Compressed Natural Gas), ki je po kemijski sestavi iz visokega deleža metana.

Utekočinjen naftni plin navadno hranimo v jeklenkah in priročnih plinohramih. Je težji od zraka, zato moramo prostore, kjer se uporablja, temeljito zračiti, medtem ko je naravni plin lažji od zraka in se ob morebitnem uhajanju naglo porazgubi.

### **4.3 ELEKTRIKA**

Elektrika je uporabna kot pogonsko gorivo za električna vozila. Vozila na električni pogon poganjajo električni motorji, ki uporabljajo energijo, shranjeno v akumulatorskih baterijah.

Pri vozilih na električni pogon je elektrika shranjena v akumulatorjih. Le-ti pa imajo dokaj majhno kapaciteto, kar pa ima za posledico majhno razdaljo, ki jo lahko takšno vozilo prevozi z enim polnjenjem baterije. Baterije lahko polnimo z elektriko iz omrežja ali pa s sončnimi celicami.

#### **4.3.1 PRIDOBIVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Elektrika nastaja v elektrarnah. Možni pa so tudi drugi načini za pridobivanje elektrike, kot so sončne celice, vetrne elektrarne, gorivne celice... Električna se distribuira skozi omrežja do končnih uporabnikov.

Vozila na električni pogon dobivajo električno energijo iz akumulatorjev, v katerih je ta energija shranjena. Ker pa se akumulator sčasoma sprazni, ga je potrebno po potrebi tudi napolniti. Akumulatorji se lahko polnijo iz omrežja. Nekatere rešitve polnjenja baterij omogočajo časovni nadzor polnjenja. Tako lahko vozilo oziroma njegove baterije polnimo ponoči, ko je elektrika cenejša, prav tako pa tak sistem omogoča zaznavanje »konic« porabe električne energije. Tako avtomatika vključi polnjenje šele takrat, ko je omrežje najmanj obremenjeno.

#### **4.3.2 UPORABA ELEKTRIKE KOT POGONSKO GORIVO**

Poznamo široko paleto električnih vozil, kot so vozila za golf, transport blaga in transport ljudi, terenskih vozil, vozil za servisiranje na terenu ali v tovarni, za osebno domačo rabo na kmetiji...

Električni pogonski sistem je v grobem sestavljen iz vira električne energije, elektromotorja in krmilne elektronike, ki skrbi za optimalno delovanje obeh komponent.

Kot vir električne energije se najpogosteje uporabljajo baterije oziroma akumulatorji. Elektromotor je lahko en sam (centralni), katerega navor se preko prestav in prenosnih mehanizmov prenese do pogonskih osi vozila, ali pa jih je več in so nameščeni direktno v kolesih, tako da ni potrebe po dodatnih mehanskih prenosih.

Z baterije preko elektronike poganjamo elektromotor. Mehansko energijo nato preko mehanskih prenosov prenesemo do koles. Pri zaviranju lahko tok energije obrnemo, elektromotor deluje kot generator, s tem pa del energije spet vrnemo v baterijo. Temu sistemu rečemo regenerativno zaviranje in je skupen vsem električnim vozilom. Klasični električni pogon je enostaven, vendar zaradi majhne zaloge energije v baterijah neprimeren za premagovanje večjih razdalj.

Za primer osebnih vozil lahko povemo, da je Citroen vse od leta 1989 razvil široko znanje na področju električnih vozil in sedaj nudi najširši izbor električnih vozil na tržišču. Kot sestavni del izbora vozil Citroen nudijo privlačno rešitev težav urbanega onesnaževanja z nično emisijo CO<sub>2</sub> in delovanjem brez hrupa.

Motor vozila Saxo doseže največjo moč 20 kW med 1.600 in 5.500 vrt/min pri navoru 127 Nm med 0 in 1.600 vrt/min. Doseže najvišjo hitrost 95 km/h in z njim lahko prevozimo skoraj 80 km. Akumulator lahko napolnimo na vsaki vtičnici z močjo 16 A (220 V).

Motor vozila Berlingo doseže največjo moč 28 kW med 1.600 in 5.500 vrt/min pri navoru 180 Nm med 0 in 1.600 vrt/min. Doseže največjo hitrost 95 km/h in z njim

lahko prevozimo skoraj 95 km. Nosilnost vozila Berlingo je 500 kg in uporabna prostornina 3 m<sup>3</sup>, tako kot pri običajnih izvedenkah.

Prednosti uporabe elektrike:

- Možnost polnjenja baterij z obnovljivimi viri energije, kot sta veter in sončna svetloba.
- Ni potrebe po motorjih z notranjim izgorevanjem.
- Polnjenje baterij je možno ponoči, ko je elektrika cenejša.
- Zaradi manjšega števila gibljivih delov kot pri motorjih z notranjim izgorevanjem je vzdrževanje vozil na električni pogon občutno cenejše.
- Elektromotorji zagotavljajo velik navor.
- Vozila so neslišna in okolju prijazna.

Slabosti uporabe elektrike:

- Omejene kapacitete baterij in s tem omejen domet vozila z enim polnjenjem.
- Težke in velike baterije, ki zavzamejo v vozilu veliko prostora.
- Potreba po vtičnicah za napajanje oziroma polnjenje baterij.
- Kratka življenjska doba baterij (6 let).
- Dolgotrajno polnjenje baterij (več ur).

#### **4.3.3 VPLIV ELEKTRIKE NA OKOLJE**

Vozila, ki uporabljajo električno energijo kot pogonsko gorivo, so okolju prijazna vozila, z nično emisijo CO<sub>2</sub> in delujejo brez hrupa.

### **4.4 HIBRIDNI POGON**

Hibridni pogon je pogon, ki uporablja dve vrsti motorjev, motor z notranjim izgorevanjem in električni motor, kar omogoča uporabo energije zaviranja s shranjevanjem v baterijah.

#### **4.4.1 PRIDOBIVANJE HIBRIDNEGA POGONSKEGA SISTEMA**

Hibridni pogonski sistem predstavlja kombinacijo električnega pogonskega sistema in pogona z motorjem na notranje izgorevanje. Hibridni pogonski sistem izkorišča prednosti obeh načinov pogona in je zelo zanimiv za aplikacije v večjih električnih vozilih, od vključno osebnega avtomobila naprej.

Hibridni pogonski sistem je lahko realiziran na dva načina: kot zaporedni ali kot vzporedni hibridni pogon.

Zaporedni hibridni pogon:

Hibridno vozilo z zaporedno vezanim pogonskim sistemom izkorišča veliko specifično energijo tekočih ogljikovodikov, saj motor na notranje izgorevanje, ki deluje v optimalnem delovnem območju, preko generatorja polni baterijo. Sistem ni najbolj enostaven, pri izkoristku pa smo še veno omejeni z izkoristkom toplotnega stroja. Težave pri zaporednem hibridnem pogonskem sistemu lahko nastopijo tudi

zaradi prepogostega polnjenja in praznjenja akumulatorjev, kar znižuje njegovo življenjsko dobo.

Vzporedni hibridni pogon:

Vzporedni hibridni pogon ima podobne značilnosti kot zaporedni, le da motor na notranje izgorevanje neposredno poganja mehanske prenose v vozilu, kadar je potreba po moči manjša pa še polni baterijo. Tak pogonski sistem uporablja Toyotin Prius, ki je trenutno najbolj popularno hibridno vozilo.

#### 4.4.2 UPORABA HIBRIDNEGA POGONSKEGA SISTEMA

Hibridni pogonski sistem je primeren za mestne vožnje, kjer je v mestu veliko zastojev. Z majhno porabo goriva manj onesnažuje, je prijetnejši za okolje.

Toyota je s svojim edinstvenim in vodilnim hibridnim pogonom Hybrid Sinergy Drive naredila velik korak, saj se z njim zmanjša poraba goriva za skoraj 40% v primerjavi z običajnim bencinskim motorjem, pa tudi škodljive emisije so za več kot 40% nižje od dovoljenih vrednosti po evropskih standardih za leto 2005.



Slika 9: Hibridno vozilo

(Vir: <http://www.toyota-evrope.com/innovation/technology/engines/hsd.aspx>  
28.03.2007)

Tehnologija Hibrid Sinergy Drive je tudi inteligentna. Zasnovana je tako, da v vsaki situaciji izbere najboljši način delovanja; kjer je mogoče, uporablja elektromotor oziroma, v primeru potrebe po večji zmogljivosti, ustrezno razmerje elektromotorja in bencinskega motorja.

Visokonapetostni akumulator omogoča odlično pospeševanje, izjemno učinkovitost izrabe goriva in zmogljivost, ki je popolnoma zanesljiva, saj se akumulator samodejno polni in ga nikoli ni potrebno priključiti v električno omrežje. Polni se z močjo bencinskega motorja preko generatorja, ob zmanjševanju hitrosti in zaviranju pa kar preko elektromotorja (v tem primeru deluje kot generator). Tako inteligentno krmiljenje vselej zagotavlja akumulatorju primerno napolnjenost in skoraj neomejeno življenjsko dobo (dosega življenjsko dobo vozila).

Prednosti hibridnega pogona:

- Motor z notranjim izgorevanjem je lahko precej manjši od motorja v običajnem vozilu, zaradi tega je tudi bolj ekonomičen.
- Primeren je za mestne vožnje, kjer je v prometu veliko zastojev.
- Zaradi manjše porabe goriva manj onesnažuje okolje.
- Običajen motor ne deluje ves čas in se, kadar avto stoji na mestu, izključi.
- Ni potrebno dodatno polnjenje baterij.
- Pri zaviranju se kot dodatna zavora vključi elektromotor, ki v tem primeru deluje kot generator in dovaja energijo v akumulator.
- Električni motor je namenjen za tih zagon motorja, je bolj vzdržljiv od zaganjalnika in služi za pomoč motorju z notranjim izgorevanjem predvsem pri nizkih vrtljajih in pospeševanju.

Slabosti hibridnega pogona:

- Dodatna teža elektromotorja in akumulatorja.
- Akumulator zahteva dodatni prostor.

#### **4.4.3 VPLIV HIBRIDNEGA POGONA NA OKOLJE**

Hibridni pogon je zaradi svoje manjše porabe goriva prijaznejši okolju, saj so emisije zaradi manjše porabe goriva manjše.

Baterije t.i. Nickel – Metal –Hybride (NiMH) so manj obremenjujoče za okolje od svinčevih. Imajo dolgo življenjsko dobo, ne zahtevajo vzdrževanja in jih je moč reciklirati.

### **4.5 VODIK KOT GORIVO ZA GORIVNE CELICE**

Vodik, kemijski simbol H, je gorljiv plin brez vonja in barve, ki je približno 15-krat lažji od zraka. Je vnetljiv, z zrakom tvori eksplozivno zmes. Tehnično ga uporabljamo v kemični industriji, pri varjenju kot hladilni medij, za polnjenje balonov, kot alternativno gorivo za gorivne celice...

Vodik bo v prihodnosti igral vodilno vlogo v razvoju alternativnih pogonov, saj ga je možno proizvajati v tako rekoč neomejenih količinah z uporabo obnovljivih virov. Vodik je bil uporabljen že v več poskusnih motorjih v mešanici z naravnim plinom, vedno pogosteje pa ga lahko srečamo v demonstracijskih vozilih, avtobusih in avtomobilih s pogonom na gorivne celice.

#### **4.5.1 PRIDOBIVANJE VODIKA**

Vodik je možno pridobivati na več načinov. Pri večini gre za razcep vode na vodik in kisik. Najpogostejša sta naslednja načina:

- uparjanje in predelava naravnega plina ,
- elektroliza vode.

Pri prvi metodi gre za obdelavo uparjanja naravnega plina in nato ekstrakcijo vodika, čeprav je možna uporaba tudi drugih surovin poleg naravnega plina, kot so biomasa in premog, ki ju je prav tako možno upariti in nato izločiti vodik.



Pri elektrolizi izkoriščamo električno energijo za razcep molekul vode na vodik in kisik. Električna energija, ki je potrebna za tak razcep, lahko prihaja tudi iz obnovljivih električnih virov.

Ostale metode so:

- Parna elektroliza, ki namesto elektrike za razcep izkorišča toploto. Ta proces ima večji izkoristek energije.
- Termo-kemični razcep vode izkorišča kemikalije in toploto v večjih zaporednih korakih za razcep vode na vodik in kisik.
- Foto-elektro-kemični sistemi izkoriščajo polprevodne materiale za razcep vode. Potrebna je le sončna svetloba.
- Foto-biološki sistem izkorišča mikro organizme in sončno svetlobo za razcep vode.
- Biološki sistem izkorišča mikrobe za razcep biomase na vodik in druge komponente.
- Termalni razcep vode izkorišča zelo visoko temperaturo (okoli 1000 °C) za razcep vode.
- Uplinjanje je proces, ki izkorišča visoko temperaturo za razcep biomase ali oglja v plin, iz katerega je možno izločiti čisti vodik.

Samo pridobivanje vodika je trenutno najbolj ekonomično z reformingom naravnega plina, v prihodnosti pa ga bo možno pridobivati tudi na popolnoma čist, ekološki način z elektrolizo vode, kjer za vir električne energije uporabljamo obnovljive vire energije (svetlobo, veter in podobne alternativne vire). Voda, ki bi jo z elektrolizo razcepili na vodik in kisik, bi se v gorivni celici z obrnjeno reakcijo vrnila v prvotno stanje.

Energijska gostota vodika je pri normalnih pogojih zelo nizka. Zaradi tega je vodik težje hraniti in distribuirati, kot pa navaden bencin ali plinsko olje. Sistemi za shranjevanje vodika so trenutno trije:

- vodik shranjen pod visokim tlakom, običajno 200 barov,
- utekočinjeni vodik, pri okoli -240 °C,
- vodik združen s skladiščnim materialom, kot so npr. metal-hidridi.

Vendar pa proizvodnja vodika danes še ni na dovolj visoki ravni, da bi omogočala prehod na vodik kot glavno pogonsko gorivo. Glavna težava je namreč visoka cena pridobivanja vodika in uvedbe tehnologij za masovno proizvodnjo. Trenutna infrastruktura je sicer dovolj razvita za prodor na trg, vendar je potrebno še ogromno velikih korakov do masovne uporabe vodika za pogon vozil. Ker pa je za pridobivanje vodika v večini primerov potrebna elektrika, bi to povzročilo, da bi bil vodik dražji od goriv, ki naj bi jih nadomestil.

#### **4.5.2 UPORABA VODIKA PRI POGONU ELEKTRIČNIH VOZIL**

Ena izmed najbolj resnih možnosti za pogon električnih vozil je uporaba vodika za pridobivanje elektrike v gorivnih celicah. V tem primeru imamo dve možnosti za shranjevanje vodika.

Pri prvi možnosti shranjujemo vodik v obliki tekočih ogljikovodikov (npr. metanola) in ga na vozilu samem sproti reformiramo v vodik v plinastem stanju. Ta možnost je zanimiva, saj imajo tekoči ogljikovodiki veliko energijsko gostoto in omogočajo

rešitev avtonomije vozila. Poleg tega sta skladiščenje in distribucija tekočih ogljikovodikov zelo enostavni in preizkušeni – vsa potrebna infrastruktura že obstaja. Težava je le relativno kompliciran proces samega reforminga, v katerem iz tekočega ogljikovodika pridobivamo plinasti vodik. Ta proces zahteva dodatni element na vozilu in podraži izvedbo.

Druga možnost je na prvi pogled bolj enostavna, saj imamo vodik že shranjen v plinastem stanju v posebnih visokotlačnih rezervoarjih. Ker je vodik zelo redek plin, potrebujemo za zadostitev energijskih potreb kar velik pritisk – običajno med 350 in 700 bari. Tovrstni rezervoarji so zelo trdni, vzdržljivi in težki. Običajni rezervoar, v katerega lahko shranimo 2 kg vodika, tehta približno 50 kg. Varnost pri morebitnem trku in samem procesu polnjenja je zadovoljiva, največje težave nastopajo pri vsej dodatni infrastrukturi črpalk, kjer bi se dalo rezervoar napolniti. Trenutno je v svetu več prototipov, ki temeljijo na tem principu.



Slika 10: Oskrbovalna postaja z vodikom

(Vir: [http://www.rtv slo.si/modload.php?&c\\_mod=rnews&op=sections&func=read&c\\_menu=12&c\\_id=121469](http://www.rtv slo.si/modload.php?&c_mod=rnews&op=sections&func=read&c_menu=12&c_id=121469) 20.11.2006)

Prednosti uporabe vodika:

- možnost neomejenega pridobivanja iz obnovljivih virov,
- omogoča izredno nizko emisijo škodljivih snovi, saj so na primer pri gorivnih celicah izpušni plini le vodne pare,
- trenutna infrastruktura zadošča za začetni prodor na tržišče,
- vodik je izredno lahek plin (je najlažji kemični element),
- elektrika, ki je potrebna za pridobivanje vodika, lahko izhaja iz obnovljivih virov,
- omogoča energijsko neodvisnost države od zunanjih dobaviteljev goriv,
- uporaba vodika ima ugoden vpliv na okolje,
- pri uporabi vodika za pogon nastajata kot stranski produkt le voda in toplota,
- v primeru izlitja vodika pri prevozu (tanker, cisterne ...) bi le-ta izparel ali pa se spremenil v vodo,
- uporaba vodika pripomore k odpravi smoga, ki je zelo pereč problem v večjih mestih,

- z začetkom masovne uporabe bi se odprlo veliko novih delovnih mest (pridobivanje vodika, izdelava delov, prodaja opreme, izdelava in širjenje infrastrukture ...).

Slabosti uporabe vodika:

- pridobivanje vodika je zelo draga, ker pri pridobivanju porabimo veliko energije,
- shranjevanje vodika je zahtevno,
- rezervoarji za (komprimiran ali utekočinjen) vodik so dragi in zavzamejo veliko prostora,
- oskrba z vodikom je nedostopna širši javnosti.

## **4.6 VODIKOVE GORIVNE CELICE**

Obstaja več vrst gorivnih celic, za avtomobilsko industrijo pa so najzanimivejše polimerno – membranske, ki so najbolj enostavne.

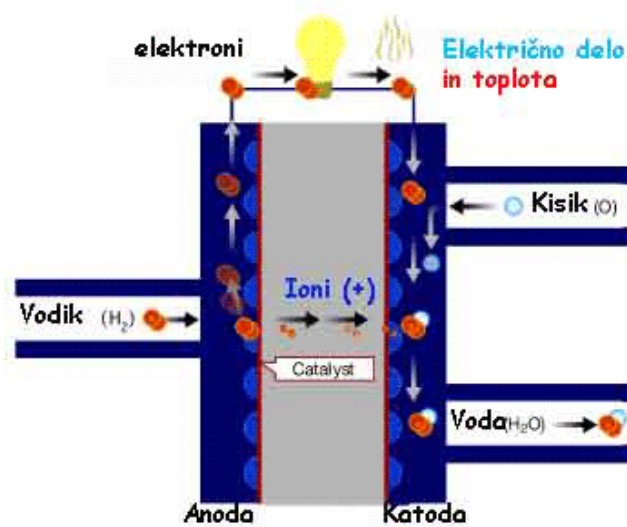
Izumil jih je Sir Wiliam Grove leta 1839, ko je sestavil prvo gorivno celico, vendar so bile vse do vesoljskih poletov pozabljene.

Gorivne celice so elektro-kemične naprave, ki omogočajo pretvorbo kemijske energije v električno. Odlikujejo se po dobrem izkoristku, majhni masi in volumnu ter tihemu in okolju prijaznemu delovanju. Trenutno je njihova glavna slabost visoka cena in nepopolna infrastruktura pri ponudbi goriva. Najbolj enostavne nizkotemperaturne gorivne celice lahko kot gorivo uporabljajo le čisti vodik, bolj zapletene ali pa visokotemperaturne pa tudi metanol in ostale tekoče ogljikovodike. Visoke ceno so povezane z visokimi razvojnimi stroški in delno tudi z dragimi materiali, ki se uporabljajo.

Največ obetajo gorivne celice F-Cell (Fuel-Cell), to so gorivne celice, ki omogočajo enostavno in učinkovito pridobivanje električne energije iz vodika.

### **4.6.1 DELOVANJE VODIKOVE GORIVNE CELICE**

Vodikova gorivna celica deluje podobno kot baterija. Kemikaliji, ki sta potrebni za kemično reakcijo, sta zelo enostavni: vodik in kisik oziroma zrak. Atoma vodika in kisika se pri reakciji združita in pri tem tvorita vodo in električno energijo.



Slika 11: Shema: Delovanje gorivne celice

(Vir: [http://www.sinteza.com/GC\\_SLO.htm](http://www.sinteza.com/GC_SLO.htm) 22.02.2007)

Gorivna celica je sestavljena iz dveh elektrod (anoda in katoda), ki sta prek katalizatorjev spojeni z elektrolitom. Kisik vstopa skozi katodo, vodik pa skozi anodo. Ob vzpodbudi katalizatorja vodik razpade na proton, ki potuje naprej skozi elektrolit, in na elektron, ki gre po drugi poti in ga lahko uporabimo za pogon električnega bremena, preden se vrne v katodo, kjer se s kisikom in vodikom združi v vodo.

Ker vodikova celica ne deluje na osnovi izgorovanja, ampak temelji na čisti kemični reakciji, so emisije tako rekoč enake nič, saj sta edina stranska produkta toplota in čista voda, ki odteče na cesto ali pa jo zadržimo na vozilu (v primeru nizkih temperatur si namreč ne želimo, da bi cesta zaledenela).

Gorivne celice je mogoče proizvajati v več velikostih, odvisno od njihovega namena. Vozila, ki za pogon uporabljajo gorivne celice so zanimiva in mikavna alternativa navadnim električno gnanim vozilom. Polnjenje poteka občutno hitreje kot pri baterijah, pa tudi čas obratovanja in s tem doseg vozila ob enem polnjenju sta dosti večja.

Kot gorivo lahko uporabljamo čisti vodik ali običajne ogljikovodike, iz katerih v vozilu samem pridobivamo vodik. Gorivne celice že same po sebi rešijo problem avtonomije električnih vozil, saj gorivo vsebuje bistveno več energije kot baterije. Razvoj gorivnih celic se je začel že pred desetletji v vesoljskih in vojaških programih, kjer stroški niso bili problematični.

#### 4.6.2 UPORABA VODIKOVIH GORIVNIH CELIC

Daimler Chrysler je naredil poskusno serijo sto mercedesov razreda B F-Cell z vodikovim pogonom prek sistema gorivnih celic in 100-kilovatnega elektromotorja, ki v avtomobilizmu predstavlja revolucijo. Oznaka F-Cell (kratica za Fuell-Cell) označuje gorivne celice, ki omogočajo enostavno in učinkovito pridobivanje električne energije iz vodika. Ta električna energija se uporablja za pogon elektromotorja, zato je mercedes B F-Cell v osnovi elektromobil. Pred njim pa so leta 2003 izdelali poskusno 60 mercedesov razreda A F-Cell. V tem času so ti

avtomobili prevozili že več kot milijon kilometrov, testirali pa so jih novinarji ter avtomobilski in prometni strokovnjaki.



Slika 12: Mercedesovo vozilo na gorivno celico F-Cell

(Vir: [http://www.sinteza.com/EVS21Monaco\\_SLO.htm](http://www.sinteza.com/EVS21Monaco_SLO.htm) 22.02.2007)

Da pa razvoj gorivnih celic ne počiva, dokazuje tudi članek v reviji Transport, ki navaja, da je od leta 2003 po Evropi vozilo trideset avtobusov znamke Mercedes-Benz (še trije pa po Avstraliji) s pogonom na gorivne celice F-Cell. Vseh triintrideset avtobusov je skupaj v času do novembra 2005, ko je bil ta članek objavljen, opravilo več kot 70.000 delovnih ur in prevozilo preko milijon kilometrov, kar je več kot v kateremkoli od prejšnjih poskusov. Članek navaja, da so po besedah odgovornih rezultati nad pričakovanji, saj so gorivne celice brez izgube moči delovale več kot 2000 ur, kar je že skoraj enako, kot je življenjska doba bencinskih in dizelskih motorjev. Vgrajene gorivne celice so v posameznem avtobusu proizvajale 200 kW (272 KM), kar je dovolj, da je avtobus dosegel hitrost 80 km/h ter brez vmesnega polnjenja prevozil okoli 200 kilometrov. Glavna prednost tovrstnega pogona je tiho in za okolje ne-obremenjujoče delovanje (brez škodljivih izpušnih plinov).

Prednost gorivnih celic:

- Glavna prednost gorivnih celic je v visoki stopnji energetske izkoriščenosti,
- ima tudi velike ekološke prednosti, saj gorivne celice ne proizvajajo škodljivih izpušnih plinov,
- delovanje gorivnih celic je brezšumno.

Slabost gorivnih celic:

- ena sama celica da napetost le 0,7 do 0,9 V, tako da je potrebno več celic združiti v celični blok, za kar se poveča njihova teža,
- materiali iz katerih so gorivne celice, med njimi tudi platina, so zelo dragi, saj gre za najplemenitejšo kovino.

### **4.6.3 VPLIV VODIKOVIH GORIVNIH CELIC NA OKOLJE**

Avtomobili na vodikove gorivne celice pri izgorevanju ne proizvajajo škodljivega ogljikovega dioksida, saj kemično energijo vodika pretvarjajo v električno energijo. Stranska produkta sta le voda in toplota. V primeru zlitja vodika pa bi le-ta izparel ali pa se spremenil v vodo.

Zaradi vzorno čistega izgorevanja in velike energetske vrednosti je zagotovo gorivo prihodnosti. Z vodikom je letel tudi space shuttle, uporabljajo pa ga tudi v številnih drugih raketnih pogonih.

Prototipi avtomobilov na vodik se že vozijo po cestah, kar je zelo spodbudno, saj prav avtomobili spadajo med največje porabnike energije in onesnaževalce okolja.

## 5 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo opisali nekatera pogonska goriva motornih vozil, njihovo uporabo in njihov vpliv na okolje.

Do zdaj smo na svetu porabili polovico zalog fosilnega goriva. Vendar že razvijamo nova goriva. Z njimi lahko dlje ohranimo naftne vire, tako da bo tudi v prihodnje dovolj energije za prevoz. Medtem proizvajalci izdelujejo nove inovativne avtomobile, ki ponujajo večjo učinkovitost in čistejši pogon.



Slika 13: Toyota Prius

(Vir: <http://www.toyota.com/prius/exterior.html> 23.02.2007)

Zgoraj je slika Toyote Prius, ki smo jo izbrali za evropski avto leta 2005. Njen motor je hibrid med električnim in bencinskim motorjem, ki dosega odlično učinkovitost glede porabe goriva. V mestnem prometu deluje predvsem električni motor in tako pripomore k zmanjševanju onesnaževanja, ko je treba, pa bencinski motor pospešuje učinkovitost.

Biogoriva, kot sta biodizel in biometanol, se v Evropi čedalje bolj uporabljajo. Proizvajajo se lahko iz rastlin in lahko poganjajo običajne motorje. Čedalje bolj se uporabljajo tudi vozila na plin. Zdaj so na voljo tudi nekateri povsem električni avtomobili. Imajo sicer omejen domet, ampak so dobra rešitev v mestnih središčih, ker nimajo izpuha. Možna prevozna sredstva so tudi vozila na vodik in gorivne celice.

Za proizvodnjo elektrike in vodika je potrebna energija. Trenutno najverjetneje pride iz fosilnega goriva. Vendar je za proizvodnjo vodika in elektrike mogoče uporabiti tudi obnovljive vire. Nove tehnike bodo pripomogle k pripravi teh goriv v prihodnosti. Zavedati se moramo, da alternativna goriva, ki so naštet v diplomski nalogi, nikakor ne predstavljajo celotne palete tekočih goriv in pogonov. Na tem področju je še ogromno dela in razvoj vedno skrbi za nove ideje, patente in rešitve.

Potrebno je opomniti, da ima vsako alternativno gorivo oziroma pogonski sistem svoje prednosti in slabosti. Če je sistem dovolj poceni in enostaven, obstaja dvom o njegovi kvaliteti, energijski vrednosti ali varnosti. Če pa je sistem varen, napreden, pa je zagotovo predrag za uporabo.

Popolna alternativa je na meji nedosegljivega, in vprašanje je, kdaj bomo priča rešitvi, ki bo enostavna, zanesljiva, okolju prijazna, dostopna široki množici uporabnikov in predvsem dovolj varna, da jo bo mogoče masovno proizvajati in se z njo srečevati.

## 5.1 MOŽNOSTI NADALJNJEGA RAZVOJA

Danes je nadaljnje zmanjšanje emisij pri motornih vozilih možno le z uporabo čistejših goriv. Slovenija bi se glede na energetske situacijo morala aktivno vključiti v razvoj alternativnih goriv. Biodizelsko gorivo je eno od okolju prijaznih virov energije, ki je zaradi možnosti pridelave oljne ogrščice ter njene nadaljnje predelave zanimivo za Slovenijo tako z okoljskega vidika, kmetijske pridelave pa tudi kot podjetniška priložnost. V Republiki Sloveniji so pogoji za pridelovanje oljne ogrščice razmeroma dobri. V letu 2005 je bilo z oljno ogrščico posejanih okoli 2.500 ha. Po ocenah ministrstva, pristojnega za kmetijstvo, pa je v Sloveniji na voljo največ 6.000 do 7.000 ha površin, primernih za pridelavo oljne ogrščice.

V Sloveniji ni obratov za proizvodnjo bioetanola ali drugih biogoriv, ki so primerna za umešanje v motorne bencine, in ni rafinerij oziroma obratov za umešanje uvoženih biogoriv v motorne bencine. V obdobju 2007 je pričakovati, da se bo na območju EU vzpostavil trg motornih bencinov z biogorivi. Zato bi se lahko tovarna sladkorja v Ormožu prestrukturirala na proizvodnjo bioetanola iz pšenice, koruze in sladkorne pese.

Na splošno bi proizvodnja biogoriv lahko zagotovila priložnost za razvejanost kmetijske dejavnosti, zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv (večinoma nafte) in bi trajnostno prispevala h gospodarski rasti. Za domač razvoj biogoriv pa je vsekakor odločilna cena nafte na svetovnem trgu, podpora političnega režima in tržna cena surovin, ki se uporabljajo za proizvodnjo biogoriv.

Zastavljamo si vprašanje, kako naprej, da ne bomo zastrupili sebe in okolico, obenem pa okolje ohranili še za naslednje rodove?

Zato, da bi lahko odgovorili na to vprašanje, je potrebno uvesti nekaj ukrepov predvsem za zmanjšanje škodljivih emisij. Sistematično uvajanje ukrepov za bistveno zmanjšanje emisij motornega prometa je nujno iz okoljskih vidikov in iz zdravstvenih razlogov, ker z vdihavanjem zraka čutimo posledice vsi ljudje, čeprav različno. Ukrepe za zmanjšanje emisij prometa lahko strnemo v več skupin:

- Zmanjšanje specifičnih emisij in povečanje energetske učinkovitosti vozil: redno vzdrževanje vozil ter nadzor nastavitvev motorjev in sestave izpušnih plinov, večja izkoriščenost vozil (poln avto);
- Obnova ali zamenjava voznega parka s tehnično izboljšanimi vozili;
- Načrtna oskrba z ustreznimi alternativnimi gorivi;
- Preurejanje strukture vozil in prevozov: z razvijanjem javnega potniškega prometa, s spodbujanjem kolesarjenja in večjo pozornostjo za pešce, pri transportih pa s čim večjo preusmeritvijo na železnice;
- Zmanjševanje potrebe po mobilnosti prebivalstva;
- Podražitev goriva z trošarinami;
- Uporaba cestnin in vinjet.



## LITERATURA IN VIRI

### Knjige:

- Artač, S. (1993): Naravoslovje in tehnologija v družbi, SATIS. 1, 2. natis, Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in šport.
- Chollet, H.M. (1979): Vse o avtomobilu, Ljubljana, Tehniška založba Slovenije. Enciklopedija tehnike, 1983.
- Haupt, W. (1994): Poznavanje blaga, Celovec – Ljubljana – Dunaj, Mohorjeva založba.
- Katalog: Toyota – Prius.
- Medved, S., Novak, P. (2000): Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, Ljubljana, Present d.o.o..
- Zgonik, M. (2004): Gradivo za predmet Energija v prometu, Portorož.

### Poročila, interni dokumenti:

- Tavzes, R. (2005): Biološka goriva v gorivih za pogon cestnih motornih vozil v Sloveniji – Poročilo, pregled podatkov za Republiko Slovenijo v skladu s prvim odstavkom 4. člena Direktive 2003/30/ES za poročevalsko leto 2005, Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, september 2005.
- Trontelj, F. (2005): Seminarska naloga – Naftni derivati, Tehnološke značilnosti tovorov Kranj, Višja strokovna šola B&B, d.o.o..

### Članki v reviji:

- Arnšek A., Kocjan Ačko D., Bernik R., (2002): Ogrščni metil ester, Sodobno kmetijstvo, 35 (4), str. 169-171.
- Gerič T., (2005): Alternativna proizvodnja energije iz živalskih ostankov in biomase, Pomurski vestnik, 39, str. 13.
- Kocjan Ačko D., (2002) Obnovljiv in čistejši vir energije – oljna ogrščica v motorju, Naša žena, 4, str. 72-73.
- Kocjan Ačko D., (2006): Oljna ogrščica – na krožniku in v avtomobilskem motorju, Naša žena, 5, strani 78-79.
- Paušer B., Cigale M., Jereb A., Mandič D., Mikuž S., Orbanić J., Drešček M., (2005): Svetovni rekord avtobusa, Transport, 11, str. 8.
- Štakul M., (2002): Ford že vrsto let razvija avte, ki jih poganjajo alternativna goriva, Dnevnik, 68, str. 1.
- Zaletel M., (1992): Eko-diesel/bio-diesel – zamenjava za dieselsko gorivo, Kemija v šoli, 4 (3), str. 34-36.

### Spletne strani:

#### Alternativni pogoni:

- [http://164.8.13.140/projekt/energetika%2005/alternativni\\_pogoni.html](http://164.8.13.140/projekt/energetika%2005/alternativni_pogoni.html). 8.2.2007.
- Avtoplin – pozabljeno alternativno gorivo za boljši danes in čistejši jutri: <http://www.avtoplin.com/index.html> 9.2.2007.
- Gorilne celice: <http://zvonko.fgguni-lj.si/seminarji/gorilne-celice/index.htm> 8.2.2007.
- Gorivne celice: [http://www.sinteza.com/GC\\_SLO.htm](http://www.sinteza.com/GC_SLO.htm) 22.2.2007.
- Motor z dvojnimi gorivom: <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2001/di/beharic/motor/uvod.html> 8.2.2007.
- O zemeljskem plinu: <http://www.adriaplin.si/o-zemeljskem-plinu.htm> 8.2.2007.
- Plinske instalacije: [http://www.fim.si/index.php?str=3\\_slo](http://www.fim.si/index.php?str=3_slo) 8.2.2007.

Prihodnost vodikovega pogona: <http://www.polet-press.si/stare/70/tehnika.htm>  
16.11.2005.

Uporabne tehnologije:

[http://www.citroen.si/index.php?sv\\_path=6031,6180,7124,7134](http://www.citroen.si/index.php?sv_path=6031,6180,7124,7134) 8.2.2007.

UNP (utekočinjen naftni plin): <http://www.unp.si/index.php> 10.2.2007.

Velik prihranek in bolj čist izpuh:

[http://www.avtoplin.si/sitemgr-site/?page\\_name=clanek0206vecer](http://www.avtoplin.si/sitemgr-site/?page_name=clanek0206vecer) 8.2.2007.

Zemeljski plin: <http://www.geoplin.si/main.asp> 8.2.2007.

## KAZALO SLIK

- Slika 1: Siliranje zelene biomase  
(Vir: <http://www.videsfakti.lv/index.php?typ=2&ca=4&zid=58> 06.02.2007)
- Slika 2: Bioetanol iz koruze  
(Vir: <http://picturethis.pnl.gov/picturet.nsf/by+id/AMER-5K6VNS?opendocument> 27.1.2007)
- Slika 3: Proces izdelave bioetanola  
(Vir: <http://picturethis.pnl.gov/picturet.nsf/f> 27.1.2007)
- Slika 4: Vozilo na bioetanol: Honda Develops Flexible Fuel Vehicle (FFV)  
(Vir: <http://world.honda.com/news/2006/4060925FlexibleFuelVehicle/photo/pages/02.html> 30.1.2007)
- Slika 5: Črpalka z biogorivi  
(Vir: <http://www.inforse.dk/europe/fee/OEZ/biomasa/biomasa.html> 06.02.2007)
- Slika 6: Digestor, v katerem nastaja bioplin  
(Vir: [http://www.biometha.com/html/body\\_tech\\_agriculture.html](http://www.biometha.com/html/body_tech_agriculture.html) 07.02.2007)
- Slika 7: Digestor bioplina za domačo uporabo  
(Vir: <http://www.catpress.com/bplant9/erifiuti.htm> 07.02.2007)
- Slika 8: Tovarniško prilagojen prostor za uporabo plina in bencina pri Fiatovi multipli.  
(Vir: [http://www.avtoplin.si/sitemgr/sitemgr-site/?pege\\_name=clanek0206vecer](http://www.avtoplin.si/sitemgr/sitemgr-site/?pege_name=clanek0206vecer) 08.02.2007)
- Slika 9: Hibridno vozilo  
(Vir: <http://www.toyota-europe.com/innovation/technology/engines/hsd.aspx> 28.03.2007)
- Slika 10: Oskrbovalna postaja z vodikom  
(Vir: [http://www.rtv slo.si/modload.php?&c\\_mod=rnews&op=sections&func=read&c\\_menu=12&c\\_id=121469](http://www.rtv slo.si/modload.php?&c_mod=rnews&op=sections&func=read&c_menu=12&c_id=121469) 20.11.2006)
- Slika 11: Shema: Delovanje gorivne celice  
(Vir: [http://www.sinteza.com/GC\\_SLO.htm](http://www.sinteza.com/GC_SLO.htm) 22.02.2007)
- Slika 12: Mercedesovo vozilo na gorivno celico F-Cell  
(Vir: [http://www.sinteza.com/EVS21Monaco\\_SLO.htm](http://www.sinteza.com/EVS21Monaco_SLO.htm) 22.02.2007)
- Slika 13: Toyota Prius  
(Vir: <http://www.toyota.com/prius/exterior.html> 23.02.2007)

## KRATICE IN AKRONIMI

C:	Ogljik
CFPP:	Cold Filter Plugging Point: sposobnost hladnega filtriranja
CH:	Ogljikovodiki
CH <sub>4</sub> :	Metan
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> :	Propan
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> :	Butan
CH <sub>3</sub> OH:	Biometanol
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH:	Bioetanol
CNG:	Compressed Natural Gas: stisnjen naravni plin
CO:	Ogljikov monoksid

CO <sub>2</sub> :	Ogljikov dioksid
CŠ:	Cetansko število
D2:	Dizelsko gorivo
ETBE:	Etil-terc-butyl-eter
F-Cell:	Fuel-Cell: vodikove gorivne celice
FFV:	Flexible Fuel Vehiles: vozila z prilagodljivim tipom goriva
H:	Vodik
H <sub>2</sub> O:	Voda
LPG:	Liquefied Petroleum Gas - utekočinjen naftni plin
MOŠ:	Motorno oktansko število
MTBE:	Metil-terc-butyl-eter
NiMH:	Nickel-Metal-Hibride: nikel metal hibrid
NO <sub>x</sub> :	Dušikovi oksidi
OŠ:	Oktansko število
RME:	Rapeseed Methyl Ester: ogrščni metil ester
ROŠ:	Raziskovalno oktansko število
SO <sub>2</sub> :	Žveplov dioksid
TEL:	Tetraetil
TML:	Tetrametil
UNP:	Utekočinjen naftni plin