

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**ANALIZA EKONOMSKEGA IN OKOLJSKEGA VIDIKA UPORABE  
AVTOPLINA**

Ljubljana, september 2010

SIMON MOHOROVIČ

### **IZJAVA**

Študent Simon Mohorovič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Jelene Zorić, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_

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

# KAZALO

UVOD .....	1
1 PROMETNO ONESNAŽEVANJE IN KJOTSKI SPORAZUM.....	2
1.1 Kjotski sporazum.....	2
1.2 Cilji Kjotskega sporazuma za Slovenijo .....	3
2 VRSTE GORIV ZA POGON MOTORNIH VOZIL.....	5
2.1 Konvencionalna goriva .....	6
2.2 Alternativna goriva.....	7
3 UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN (UNP) .....	8
3.1 Splošne značilnosti UNP .....	9
3.2 Utekočinjen naftni plin (UNP) in utekočinjen zemeljski plin (UZP).....	9
3.3 Pridobivanje UNP .....	10
3.4 Možnosti uporabe UNP .....	11
3.5 Svetovni trg UNP v obdobju od 2000 do 2008 .....	11
3.5.1 Svetovna ponudba UNP .....	11
3.5.2 Svetovno povpraševanje po UNP.....	12
3.6 Ekološka učinkovitost UNP .....	14
4 AVTOPLIN.....	14
4.1 Množičnost uporabe avtoplina .....	15
4.1.1 V tujini.....	15
4.1.2 V Sloveniji.....	15
4.1.3 Predelava vozil .....	16
4.2 Prednosti in slabosti uporabe avtoplina.....	16
4.2.1 Prednosti uporabe avtoplina .....	16
4.2.2 Slabosti uporabe avtoplina .....	18
4.3 Evropske direktive.....	18
4.4 Ukrepi države za spodbujanje/zaviranje uporabe.....	19
4.5 Okoljevarstveni vidik avtoplina .....	20
5 POTENCIAL ZA ZMANJŠANJE IZPUSTA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V PROMETU V SLOVENIJI OB UPORABI AVTOPLINA.....	21
5.1 Število registriranih osebnih vozil v Sloveniji .....	22
5.2 Skupna količina toplogrednih plinov v cestnem prometu v Sloveniji .....	23
5.3 Zmanjšanje količine izpusta CO <sub>2</sub> osebnih vozil v Sloveniji ob uporabi avtoplina .....	23
SKLEP.....	25
LITERATURA IN VIRI .....	26
PRILOGE	

## KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Letni izpusti toplogrednih plinov po sektorjih v 1000 ton CO<sub>2</sub> .....</i>	<i>4</i>
<i>Slika 2: Končna poraba UNP v Sloveniji v letu 2008 po sektorjih .....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 3: Svetovna poraba UNP po sektorjih v letu 2008.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 4: Poraba posameznih goriv v Sloveniji za leto 2008 (v 1000 ton) .....</i>	<i>15</i>

## KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Cene posameznih goriv na Petrolovih črpalkah dne 15. 7. 2010.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 2: Število registriranih osebnih avtomobilov v Sloveniji na dan 31. 12. v letih 1996 in 2002 ter od 2006 do 2009 po vrsti goriva.....</i>	<i>22</i>

## UVOD

Promet se nezadržno povečuje, njegove škodljive emisije pa so vse bolj alarmantne. Zaradi porasta števila motornih vozil in povečane mobilnosti se je ustrezno povečala poraba motornih goriv, s tem pa tudi emisije CO<sub>2</sub> kot najpomembnejšega toplogrednega plina. Emisije CO<sub>2</sub> se v veliki meri zaradi prometa iz leta v leto povečujejo tudi v Sloveniji. Eden glavnih razlogov je gotovo povečanje tranzitnega prometa zaradi širitve EU in oživljanja gospodarstva na zahodnem Balkanu. Za velik del emisij pa so odgovorna osebna vozila slovenskih državljanov. Cestni promet je domala v celoti odvisen le od bencinskega in dizelskega goriva, čeprav je na razpolago kar nekaj alternativ, med katerimi se avtoplin kaže kot enostavna in cenovno ugodna rešitev, ki bi lahko pripomogla k takojšnjemu zmanjšanju emisij. Slovenija je z ratifikacijo Kjotskega protokola prevzela odgovornost, da izpuste toplogrednih plinov do leta 2012 zmanjša za 8 odstotkov v primerjavi z letom 1986, v okviru t. i. podnebno-energetskega paketa EU pa ima tudi že določene obveznosti do leta 2020. Eden glavnih razlogov za neizpolnjevanje obveznosti iz Kjotskega protokola predstavljajo ravno emisije toplogrednih plinov prometnega sektorja, ki se v zadnjih letih povečujejo.

Namen diplomskega dela je preučiti prednosti avtoplina, utekočinjenega naftnega plina, kot pogonskega goriva za osebna vozila. Poudarek bo predvsem na ekonomskem in okoljevarstvenem vidiku, saj gre za cenovno dostopnejše in okolju prijaznejše gorivo v primerjavi z ostalimi fosilnimi gorivi. Zaradi lažje primerjave se analiza okoljevarstvenega vidika osredotoča predvsem na toplogredni plin CO<sub>2</sub>. V diplomskem delu želim potrditi ali ovreči hipotezo, da bi lahko s predelavo osebnih vozil na avtoplin uresničili cilje Kjotskega protokola o znižanju izpustov toplogrednih plinov in se na ta način izognili plačilu kazni zaradi neustrezno visokih emisij.

Diplomsko delo je razdeljeno na pet poglavij. V prvem poglavju se osredotočam na Kjotski protokol in cilje Kjotskega protokola o znižanju emisij toplogrednih plinov za Slovenijo, predvsem glavnega toplogrednega plina CO<sub>2</sub>. V drugem delu naloge podajam trenutne možnosti za pogon vozil, in sicer konvencionalni gorivi, bencin in dizel, nato pa še alternative, ki so že na voljo. Alternativna goriva bodo v prihodnosti pridobivala na pomenu, saj so zaloge fosilnih goriv omejene in bodo pošle, poleg tega pa so fosilna goriva glavni krivec za globalno segrevanje. Tretji del je namenjen opisu utekočinjenega naftnega plina, ki ima več različnih pozitivnih okoljskih lastnosti, kar povečuje njegovo prisotnost na različnih področjih, prav tako pa tudi v prometu in v avtomobilski industriji. Avtoplin, ki je utekočinjen naftni plin, namenjen pogonu vozil, bom pod drobnogled vzel v četrtem delu, kjer bo glavni poudarek namenjen prednostim in slabostim avtoplina. Na koncu četrtega dela se bom osredotočil na okoljevarstveni vidik avtoplina, s poudarkom zlasti na prispevku k zmanjšanju emisij CO<sub>2</sub>. Peti del proučuje hipotetično zmanjšanje izpusta toplogrednega plina CO<sub>2</sub> v prometu v Sloveniji na račun pretvorbe osebnih vozil iz delovanja na bencinski pogon v pogon na avtoplin. Sledijo glavne ugotovitve, povsem na koncu pa še sklepne misli.

# 1 PROMETNO ONESNAŽEVANJE IN KJOTSKI SPORAZUM

»Promet vpliva na obdelovalna tla in vodne vire, na biotsko pestrost ter na naselja in življenja ljudi, vendar nikoli blagodejno« (Lobnik, 2002). Prometno onesnaževanje se začne z izpustom (emisijo) izpušnih plinov v ozračje. Ti plini so posledica izgorevanja goriv v motorjih vozil. Izpusti se v ozračju širijo in onesnažujejo zrak v širšem okolju. V zraku se zadržujejo različno dolgo, od nekaj ur pa tudi do več tednov. Pri koncentraciji polutantov v zraku igrata pomembno vlogo tudi vreme in prevetrenost območja. Na primer v bolj zaprtih prostorih, kot so doline in kotline, so včasih dovolj že majhni izpusti, da so koncentracije emisij visoke (Ogrin, 2008).

Cestni motorni promet je velik onesnaževalec zraka, saj prispeva večino škodljivih emisij ogljikovega (mon)oksida (CO), dušikovih oksidov (NO<sub>x</sub>) in nemetanskih hlapnih organskih spojin (NMVOC) ter pomemben delež »toplogrednih plinov« – ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) in didušikovega monoksida (N<sub>2</sub>O). Promet v Sloveniji dnevno povzroči nastanek okoli 140 ton emisij CO, več kot 10.000 ton CO<sub>2</sub>, 70 ton NO<sub>x</sub>, 4 tone SO<sub>2</sub> ter 100 kg svinca. Kljub temu cena prevoza ne vključuje stroškov onesnaževanja ozračja. Z onesnaževanjem prihodnjim generacijam odtujujemo pravico do čistega zraka, stabilnega podnebja in neokrnjenega naravnega prostora (Focus, 2006).

Da bi omejili škodljive posledice, se zahteve za izboljšanje zraka iz leta v leto bolj zaostrejo. Glavni koordinirani ukrepi v Evropi so Evropske direktive, Evropski okoljevarstveni standardi in Kjotski protokol. Poleg Kjotskega sporazuma, ki je že veljavi, se je EU, ločeno od Kjotskega sporazuma, v letu 2008 zavezala, da do leta 2020 doseže najmanj 20-odstotno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov v primerjavi z letom 1990 (Paradiž, 2002).

## 1.1 Kjotski sporazum

Kjotski sporazum je mednarodni sporazum za podnebne spremembe, ki je bil sprejet decembra leta 1997 in zajema večji del industrializiranih držav. Veljati je začel 16. februarja 2005 z rusko ratifikacijo. Cilj Kjotskega sporazuma je zmanjšati količino toplogrednih plinov v ozračju in na ta način zaustaviti globalno segrevanje. **Toplogredni plini** (v nadaljevanju TGP) ali plini tople grede so plini, ki povzročajo učinek tople grede v ozračju. Najpomembnejši TGP v ozračju je vodna para, vendar ljudje na njeno vsebnost za zdaj še ne vplivamo. Najpogostejši TGP je **ogljikov dioksid** (CO<sub>2</sub>), ki predstavlja kar 80 odstotkov človekovih izpustov in zato velja za glavnega povzročitelja podnebnih sprememb. Sprošča se predvsem ob izgorevanju fosilnih goriv. Ocenjujejo, da se s sedanjo globalno porabo fosilnih goriv vsako leto v ozračje sprosti 22 milijard ton ogljikovega dioksida, količina pa še vedno narašča (ARSO 2010). Drugi toplogredni plini, ki vplivajo na toplotno stanje ozračja, so: metan (CH<sub>4</sub>), didušikov oksid (N<sub>2</sub>O), ozon (O<sub>3</sub>) in fluorokloroogljikovodiki (CFCs, HFCs...) (Evropska komisija, 2010).

Kjotski sporazum je zakonsko obvezujoč dogovor, ki za države podpisnice vključuje določila in restrikcije glede porabe energije in emisij toplogrednih plinov. Konkretno za EU velja, da mora skupno zmanjšati emisije TGP za 8 odstotkov v obdobju od 2008 do 2012 glede na leto 1990. Države članice, ki cilja ne bodo dosegle, bodo morale plačati globo v obliki emisijskih kuponov;

za vsako preseženo tona CO<sub>2</sub> bodo morale kupiti kupone. Izpusti držav, ki so sporazum ratificirale, skupaj predstavljajo 61 odstotkov svetovnih izpustov (ARSO, 2010).

Evropska komisija je načrtala tudi smernice po letu 2012 v Podnebno-energetskem paketu EU. V njem so določili, da morajo na ravni EU izpuste TGP znižati za 20 odstotkov, dvigniti delež obnovljivih virov energije za 20 odstotkov in dvigniti delež biogoriv v energetske mešanici Evropske unije na 10 odstotkov do leta 2020. Za Slovenijo pa sta v Direktivi o spodbujanju rabe energije iz obnovljivih virov energije za Slovenijo opredeljena dva cilja: 25-odstotni delež energije iz obnovljivih virov v rabi končne energije leta 2020 in 10-odstotni delež energije iz obnovljivih virov v rabi končne energije v prometu leta 2020. Slovenija ne izpolnjuje zastavljenih ciljev glede obnovljivih virov energije, načrtovane dejavnosti pa izvaja v obsegu, ki je daleč od načrtovanega (Inštitut Jožef Štefan, 2010). Nadalje je bilo s Kopenhagenskim dogovorom decembra 2009 dogovorjeno, da je globalni cilj zaustaviti segrevanje ozračja pri 2 stopinjah Celzija, kar za razvite države pomeni znižanje izpustov za 80–95 odstotkov do leta 2050 glede na leto 1990. Glede na sedanji nivo emisij Slovenije, to za našo državo pomeni znižanje za 80 odstotkov oziroma na 2 tona CO<sub>2</sub> letno na prebivalca. Tolikšno znižanje z drugim izrazom imenujemo tudi prehod v nizkoogljično družbo. Velja poudariti, da uradni dogovor o zmanjševanju TGP na svetovni ravni za post-kjotsko obdobje (po letu 2012) do sedaj še ni bil dosežen (Služba vlade Republike Slovenije za podnebne spremembe, 2010).

## 1.2 Cilji Kjotskega sporazuma za Slovenijo

V Sloveniji je 16. februarja 2005 tudi za Republiko Slovenijo (v nadaljevanju RS) začel veljati Kjotski protokol s sprejemom Zakona o ratifikaciji Kjotskega protokola k Okvirni konvenciji Organizacije Združenih narodov o spremembi podnebja (Uradni list RS, št. 115/2005 z dne 20. 12. 2005). RS mora v skladu s Kjotskim sporazumom v obdobju od 2008 do 2012 v povprečju zmanjšati emisije TGP glede na izhodiščne emisije<sup>1</sup>. Emisije CO<sub>2</sub> mora zmanjšati za 8 odstotkov glede na leto 1986, ko so bili taki izpusti največji in so presegali 20 milijonov ton.

Povprečne letne emisije TGP v RS v obdobju od 2008 do 2012 lahko znašajo 18,73 milijonov ton CO<sub>2</sub> ekvivalenta. V kolikor bo dokazala ustrezno gospodarjenje z gozdovi, pa lahko RS pri doseganju Kjotske obveznosti koristi povečanje ponorov CO<sub>2</sub> v višini 1,32 milijonov ton CO<sub>2</sub> ekvivalenta, kar pomeni, da lahko njene povprečne letne emisije v obdobju od 2008 do 2012 znašajo 20,05 milijonov ton CO<sub>2</sub> ekvivalenta (Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov, 2009). Slika 1 prikazuje letne količine izpustov CO<sub>2</sub> po sektorjih v Sloveniji.

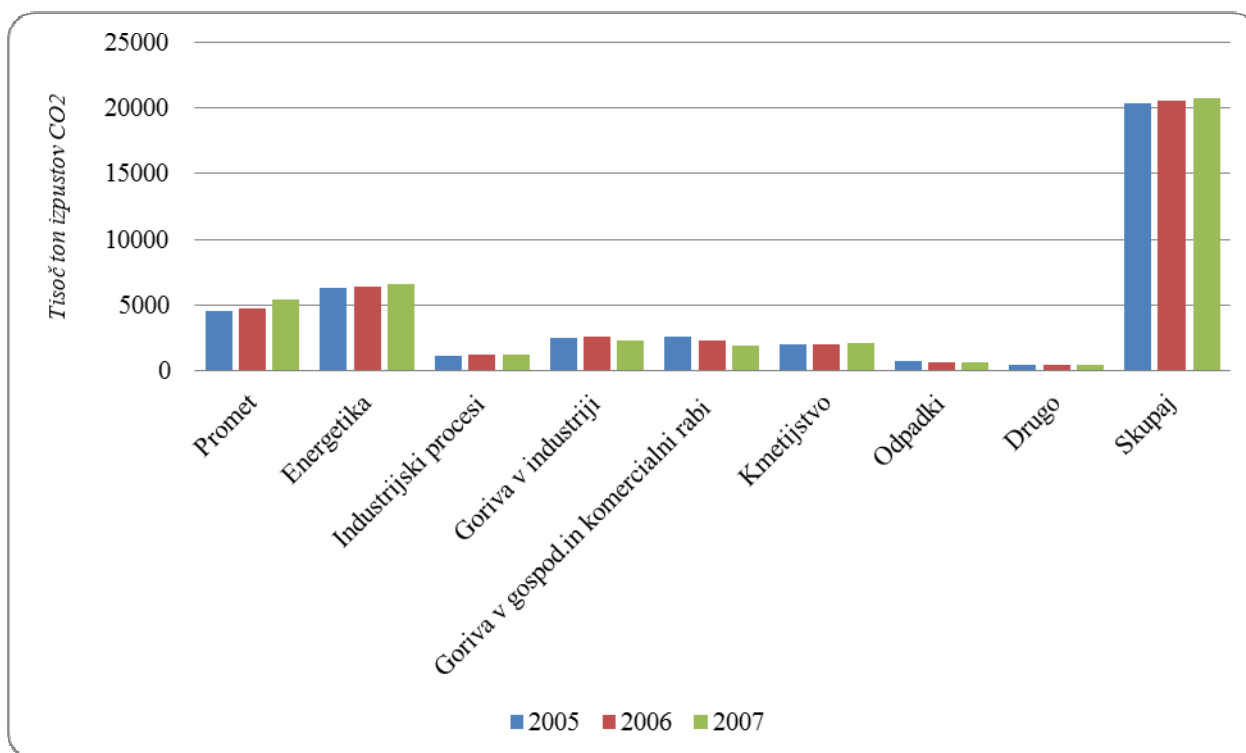
Z namenom izpolnitve obveznosti po Kjotskem protokolu je Vlada RS decembra 2006 sprejela Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov (v nadaljevanju OP TGP) do leta 2012. Julija 2009 je Vlada RS na podlagi ocene izvajanja programa sprejela revidiran Operativni program (OP TGP-1). Izvajanje ukrepov, določenih v OP TGP, se spremlja na letni ravni. Podlaga za sprejem spremenjenega in dopolnjenega OP TGP-1 v letu 2009 je bila ocena stanja izvajanja OP-TGP za leto 2008, ki je pokazala, da se je od 25 ukrepov zadovoljivo izvajalo samo

---

<sup>1</sup> Seštevek emisij CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> in N<sub>2</sub>O v letu 1986 in emisij F-plinov v letu 1995.

10 ukrepov, 4 ukrepi so se izvajali delno zadovoljivo, **kar 10 ukrepov pa nezadovoljivo (od tega vsi v sektorju prometa)**. Posledica tega je bilo naraščanje emisij toplogrednih plinov, zlasti v prometnem sektorju. Nadalje so projekcije emisij toplogrednih plinov za obdobje od 2008 do 2012, ki so temeljile na podatkih do leta 2007, pokazale, da bi kljub implementaciji vseh domačih ukrepov prišlo **do povprečnega letnega preseganja kjotske obveznosti za 1,07 milijona ton CO<sub>2</sub> ekvivalenta**, kar predstavlja več kot 5-odstotno preseganje kjotskega cilja in bi pomenilo, da bi za izpolnjevanje obveznosti v obdobju od 2008 do 2012 morali na mednarodnem trgu kupiti emisijske pravice v višini 80 milijonov evrov, pri ceni 15 evrov za tono CO<sub>2</sub>. Za zagotovitev sredstev za nakup pravic do emisije TGP, je predvidena uvedba okoljske dajatve za obremenjevanje okolja z emisijo CO<sub>2</sub> na pogonska goriva v višini do 0,02 evra na liter (Služba vlade Republike Slovenije za podnebne spremembe, 2010).

Slika 1: Letni izpusti toplogrednih plinov po sektorjih v 1000 ton CO<sub>2</sub>



Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje (julij 2010).

V poročilu o spremljanju izvajanja OP TGP-1 so bile podane ocene in projekcije emisij za leto **2009, ko so se po prvih okvirnih ocenah izpusti toplogrednih plinov zmanjšali predvidoma za dobrih 7 odstotkov** oz. so znašali približno 19,7 milijonov ton CO<sub>2</sub>. To bi lahko pomenilo, da bo **zaradi gospodarske recesije in spremenjene trošarinske politike predvideno preseganje kjotskega cilja v celotnem obdobju od 2008 do 2012 precej manjše, kot je bilo sprva napovedano** (Služba vlade Republike Slovenije za podnebne spremembe, 2010). Vendar so emisijski podatki za leto 2009 le ocena, zato se analiza v nalogi nanaša na podatke iz leta 2008.



## 2 VRSTE GORIV ZA POGON MOTORNIH VOZIL

Da bi gorivo lahko nosilo breme množične uporabe, mora zadostiti mnogim kriterijem. Vsako izmed odkritih goriv namreč ni primerno za vsakdanjo in splošnejšo rabo. Najpomembnejše tehnične lastnosti vira energije so zaloga energije, moč, masa, prostornina, izkoristek, ekološki vpliv, vzdržljivost in odzivnosti (Lampič, 2006). Za uveljavitev v industrijski uporabi in pozneje v vsakodnevnem življenju so pomembni še kriteriji, kot so zanesljivost dobave, dovolj velika razpoložljivost energenta, enostavnost uporabe, varnost, ekološka učinkovitost in cena, ki je gotovo ena izmed pomembnejših kriterijev. Cena energenta najbolj neposredno vpliva na povpraševanje po samem energentu in na ekonomiko investiranja v dobavo energenta.

Vire energije delimo na obnovljive in neobnovljive. **Neobnovljivi viri** so tisti, ki so na voljo v zemlji v fiksnih količinah in se jih ne da obnoviti v kratkem času. Primer so fosilna goriva (najbolj poznana so nafta, zemeljski plin in premog), ki jih izkoplremo ali izčrpamo iz zemlje. Ta skupaj predstavljajo skoraj 65 odstotkov skupno proizvedene energije. Fosilna goriva so nastala v naravi iz organskih snovi. Vsebujejo predvsem dva osnovna elementa: ogljik in vodik. Pri primerno visoki temperaturi in ob prisotnosti zraka oziroma kisika oksidirajo, zgorevajo. Pri tem se z dimnimi plini v ozračje izločajo snovi, ki škodljivo vplivajo na naravo ter na počutje in zdravje ljudi. Kakovost fosilnih goriv se kaže predvsem v količini kemično vezane energije na enoto mase, ki jo izražamo s sežigalno vrednostjo in kurilnostjo (Burkeljca, 2001). **Obnovljivi viri** so tisti, ki jih lahko obnovimo v kratkem času, nekaj mesecev ali let (Craig J. R., Vaughan D. J., & Skinner B. J., 1996). Primeri obnovljivih virov so energija, ki jo zajemamo iz stalnih naravnih procesov, kot so sončno sevanje, veter, vodni tok v rekah ali potokih (hidroenergija), fotosinteza, s katero rastline gradijo biomaso, bibavica in zemeljski toplotni tokovi (geotermalna energija). Večina obnovljivih virov, razen geotermalne energije in bibavice, izvira iz sprotnega sončnega sevanja. Zajemanje obnovljivih virov energije ne izčrpa vira (Energap, 2010). Prednosti uporabe obnovljivih virov energije se kažejo v pozitivnem učinku na podnebje.

Energente, ki se najpogosteje uporabljajo za pogon motornih vozil, lahko nadalje smiselno razdelimo v naslednje kategorije glede na izvor in vrsto:

- dizelsko gorivo in bencin,
- plini (zemeljski in naftni),
- biogoriva (bioetanol, biometan, biodizel),
- električna energija (plug-in avtomobili) in
- vodik (gorivne celice, izgorevanje vodika).

V prometu sta daleč najpogostejša vira energije naftna derivata bencin in dizel. Sledijo derivati nafte v obliki plinov. Na tretjem mestu so biogoriva, ki zaradi obnovljivosti žanjejo velike spodbude vladnih organizacij širom sveta. Tako Evropska unija (v nadaljevanju EU) s smernicami spodbuja pospeševanje proizvodnje in uporabe biodizla (Direktiva EU o pospeševanju rabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv 2003/30/ES). V prometu v Sloveniji obnovljivi viri praktično niso v splošni rabi (Klemenc, 2009).

## 2.1 Konvencionalna goriva

Zaradi pretirane rabe naftnih derivatov bencina in dizla kot goriva povzroča promet okolju ogromno škodo. Hkrati predstavlja nevarnost nestabilnosti dobave energije za države uvoznice, kajti uvozna odvisnost v sektorju prometa je v Sloveniji kar 98-odstotna (Krmelj, 2008).

Z nafto je povezanih več dilem. Trenutno glavna dilema in ljudem najbolj očitna je višanje cen nafte. Cene nafte so se od 2001 do 2010 potrojile. Le v letu 2008 je viden večji padec cen nafte, ki je posledica padca povpraševanja po nafti, zaradi pojava finančne in gospodarske krize v svetu (Priloga 1). Druga dilema so nahajališča nafte, ki so geografsko porazdeljena zelo neenakomerno, zato naftni trg obvladuje le peščica držav, ki so po večini politično nestabilne. Ostale države, ki svoje nafte nimajo, se soočajo s strahom prevelike odvisnosti od tujih dobav fosilnih goriv. Še ena dilema se dotika samega nastanka nafte, ki je kot neobnovljiv energetski vir na voljo le v omejenih količinah. Mnenja o tem, kdaj naj bi ob trenutni stopnji rasti porabe nafte le-ta pošla, so deljena. Po sedanjih ocenah bodo zaloge nafte in zemeljskega plina glede na sedanjo stopnjo porabe zadostovale še za naslednjih 60 let, zaloge premoga pa za 200 let. Vendar je treba upoštevati, da vse zaloge fosilnih goriv še niso odkrite in da hkrati obstajajo gospodarske, zlasti pa okoljske omejitve (Plut, 2004, str. 79). Po mnenju Bodeja (1998) je bolj kot večja poraba fosilnih goriv problematična ogroženost biotske raznovrstnosti in preseganje sprejemljivosti okolja za odlaganje različnih emisij in odpadkov, katere zgornjo mejo naj bi že dosegli.

Uporaba bencina in drugih naftnih derivatov se je množično začela z iznajdbo motorjev in s hitrejšim razvojem industrije in cestnega prometa. Leta 1876 je nemški inženir Otto Nikolaus izumil motor z notranjim izgorevanjem; v letih od 1883 do 1885 je inženir Gottlieb Daimler ta motor prilagodil za motorna vozila; Rudolf Diesel je v letih od 1893 do 1897 razvil dizlov motor (Lenarčič, 1993, str. 14). Kljub dejstvu, da so bili ti izumi v več kot 100 letih deležni mnogih izboljšav in dopolnitev, princip delovanja ostaja enak. V dobrih sto letih je razvoj od atmosferskih enovaljnih motorjev z uplinjačem in enostavnim vžigalnim sistemom pripeljal do večvaljnih motorjev s turbopolnilniki in elektronsko podprtim vbrizgalnim sistemom in vžigom (Lesjak, 2008, str. 3).

Prednost klasičnih vozil z motorji na notranje izgorevanje je predvsem v preprosti in splošno uveljavljeni uporabi, v veliki energijski gostoti goriva in urejeni infrastrukturi. Vse to omogoča nemotene dolge vožnje (Elaphe d.o.o., 2007). Najpomembnejše tehnične odlike motorjev z notranjim izgorevanjem so velika moč, nizka masa in enostavno delovanje. Njihova dolgoletna množična proizvodnja omogoča nizko ceno in zanesljivo delovanje (Lampič, 2006, str. 34).

Obstoječi motorji imajo še eno zelo pomembno prednost, saj jih je brez večjih stroškov možno optimizirati za delovanje na različne vrste goriv, kot so na primer zemeljski plin, biodizel, bioetanol ali utekočinjen naftni plin (v nadaljevanju UNP). Ti viri so v sektorju prevoznih sredstev kljub njihovi nizki ceni, čistejšem izgorevanju in dobri dostopnosti pri nas še vedno preslabo izkoriščeni. Predvsem UNP predstavlja dober, preprost, dostopen in cenovno ugoden srednjeročen substitut nafte in bencinu. Kot okolju prijazno in ekonomično gorivo lahko UNP pomaga državam pri minimiziranju vpliva, ki ga ima transport na zdravje ljudi in na naravno

okolje. Gre za alternativo, ki bi lahko pripomogla k raznovrstnejši in bolj trajnostno usmerjeni energetske mešanici (Evropska zveza za avtoplin, 2010).

Zaradi vseh dilem, ki jih prinaša nafta, najbolj pa zaradi groženj globalnega segrevanja, se je razvila miselnost o zmanjšanju odvisnosti od nafte in iskanju novih goriv, ki bi lahko poganjala vozila, ki danes domala poganjajo svet in gospodarski razvoj. Vlade razvitih in ekološko bolj osveščenih in naprednih držav intenzivno spodbujajo raziskave in razvoj, ki se nanašajo na boljšo učinkovitost pri pretvorbi energije in iskanju alternativnih virov energije, ki bi morda v prihodnosti lahko vidno zmanjšali odvisnost od nafte ali pa nafto kar v celoti nadomestili.

## 2.2 Alternativna goriva

Poleg dizelskega goriva in bencina je danes možno poganjati avtomobile še z mnogimi oblikami goriv. Kljub temu popolnega substituta, ki bi bil zmožen resno ogroziti ali zamenjati nafto kot energenta, še ni. Prav tako ni na voljo energetskega vira, ki bi bil zmožen zagotoviti nemoteno delovanje globalne ekonomije, kakršne smo vajeni. Večine alternativ, ki so danes na voljo, še ni v industrijski proizvodnji in za enkrat predstavljajo le možne rešitve, ki bi lahko bile na voljo širši populaciji šele čez deset in več let.

Japelj (2007) navaja pet različnih pogonskih rešitev, ki so že na trgu in pomenijo bistveno zmanjšanje emisij:

- Toyota – hibridna vozila,<sup>2</sup>
- Subaru, Fiat – Bi-fuel vozila,<sup>3</sup>
- Saab – BioPower vozila,<sup>4</sup>
- Bmw – CleanEnergy vozila (pogon na vodik),<sup>5</sup>
- DaimlerChrysler – gorivne celice.<sup>6</sup>

Član Slovenskega društva za energetske ekonomiko in ekologijo, Andrej Klemenc (Intervju za MMC, 2005), je mnenja, da so elektromotorji alternative pri pogonu avtomobilov namesto motorjev z notranjim izgorevanjem. Pri slednjih alternativni bencinu in dizlu predstavljata zemeljski ter utekočinjeni naftni plin. Alternative fosilnim gorivom (tudi zemeljskemu in utekočinjenemu naftnemu plinu) pa so t. i. bio-goriva: biodizel, biometanol in bioplin. Ena izmed alternativ je tudi vodik. Za vse omenjene alternative že obstajajo komercialna goriva, vozila na foto-napetostne celice pa so šele v eksperimentalni fazi.

Vsako izmed teh goriv ima tako prednosti kot slabosti. Le čas in z njim povezan tehnološki napredek lahko pokažeta, ali prednosti posameznega goriva prednjačijo pred slabostmi. Večina biogoriv ima to slabost, da jih je težko proizvajati masovno, saj vplivajo na proizvodnjo hrane in

---

<sup>2</sup> Za pogon uporablja kombinacijo motorja z notranjim izgorevanjem in akumulatorja.

<sup>3</sup> Deluje na dve vrsti goriva, in sicer na bencin ali na utekočinjen naftni plin.

<sup>4</sup> Uporabljajo t. i. »flexi-fuel« motor, kar pomeni, da lahko deluje na bencin, bioetanol ali katerokoli razmerje obeh.

<sup>5</sup> Vozilo na vodik je vozilo, ki za svoje gibanje kot primarni vir energije uporablja vodik na dva načina: z izgorevanjem ali s pretvorbo v gorivnih celicah.

<sup>6</sup> Gorivna celica je bateriji podoben elektro-kemijski element, kateremu sproti dovajamo gorivo. Pri spajanju vodika s kisikom v gorivni celici nastaja energija in kot stranski produkt voda.

s tem posledično na njeno ceno. Nastajajo iz biomase, kar pomeni, da so to organske nefosilne snovi biološkega izvora, ki predstavljajo obnovljiv energetski vir. Biomasa sestavljajo predvsem les, ostanki kmetijskih rastlin (slama, koruznica), rastlinski ter živalski odpadki. S predelavo rastlinskih olj iz oljne ogrščice ali oljne repice, sojinih semen, drugih žitaric ter živalskih maščob pridobivajo biodizelsko gorivo, ki lahko nadomesti dizelsko gorivo (Burkeljca, 2001, str. 9). Iz rastlinskih, živalskih in drugih odpadkov pa v posebnih plinskih generatorjih in digestorjih proizvajajo bioplino, s katerim je mogoče poganjati motorje z generatorji in proizvajati električno energijo.

Problem vodika je njegovo skladiščenje v samem vozilu, saj je za njegovo tekoče stanje potrebno doseči ekstremno nizke temperature (okoli minus 250 stopinj Celzija). Naslednji problem je, da še tako velika multinacionalka sama ne more prevzeti stroškov vzpostavitve infrastrukture oskrbe z gorivom (črpalke) (Klemenc, 2005). Predelava vode v vodik zahteva veliko energije (nafte). Teoretično bi se to energijo dalo pridobivati z obnovljivimi viri – predvsem ogromnimi zrcalnimi sončnimi elektrarnami, lociranimi v najbolj sončnih in najmanj naseljenih predelih Zemlje, ter ogromnimi polji vetrnih elektrarn, lociranih ob plitkih morskih obalah in z vsemi posledicami za ekologijo morja. Sicer pa bi proizvodnja vodika npr. s pomočjo premoga lahko povzročila še večje onesnaževanje kot ga sedaj bencin in plinsko olje.

Največ možnosti kot alternativni motorjem z notranjim izgorevanjem pripisujejo **električnim vozilom**, ki so bistveno boljše pri izkoristku pogonskega sistema in manj škodijo okolju. Največji tehnični problem električnih vozil je avtonomija, saj kilogram bencina ali dizelskega goriva vsebuje približno stokrat več energije kot kilogram najsodobnejše litijeve baterije. Najsodobnejša električna vozila imajo energijo skladiščeno v obliki vodika, kar pa je nepraktično s stališča varnosti in distribucije (Lampič, 2006, str. 9). Lampič (2006) tudi trdi, da se bo električni pogon lahko najprej uveljavil v tistih vozilih, kjer je obstoječi klasični pogon najslabši. Tehnično gledano so to vozila z majhno močjo, ki ne potrebujejo velike avtonomije. Torej majhen mestni avtomobil.

Večina teh goriv bi lahko bila dolgoročno učinkovita, vendar je danes do širše uporabe prišlo le pri etanolu. Od vseh alternativnih goriv je zaenkrat UNP glede na število črpalk po svetu najdostopnejši (Energap, 2010), zato se v nadaljevanju podrobneje osredotočam na UNP. Število črpalk, na katerih je možno črpati UNP, je grafično predstavljeno v Prilogi 6.

### 3 UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN (UNP)

V času trenutne gospodarske krize so investicije v nove tehnologije zelo omejene. Zato je postalo jasno, da se bomo zelo težko na hitro odpovedali fosilnim gorivom. Aktualno je postalo iskanje virov znotraj fosilnih goriv, ki bi bili manj obremenjujoči za okolje. Tovrstno rešitev predstavlja **utekočinjen naftni plin (UNP)**<sup>7</sup>.

Podjetje Butan plin d.d. (2009) navaja, da so prednosti UNP v primerjavi z drugimi energenti vsaj tri: **ekološka** (majhen izpust škodljivih snovi v okolje), **energetska** (visok energetski

---

<sup>7</sup> Angl. *liquified petroleum gas* ali *LPG*.

izkoristek) in **zanesljivost dobave** (dobava s cisternami, zato je zanesljiv energent tudi za bolj odročna območja).

### 3.1 Splošne značilnosti UNP

UNP je mešanica lahkih ogljikovodikov<sup>8</sup>, ki so pri normalni temperaturi in tlaku plinasti. Zaradi lažjega transporta in skladiščenja so v celoti ali deloma utekočinjeni. Tako velika količina goriva zajema malo prostora. Z drugimi besedami, energijska vrednost je zelo visoka. V tekočem stanju jih vzdržujejo s porastom tlaka ali padcem temperature, pri normalnem atmosferskem tlaku se povrnejo v plinasto stanje. Ko plin preide iz tekočega v plinasto stanje, se njegova prostornina poveča za 270-krat (Svetovna zveza za UNP, 2010). Enota za količino v tekočem stanju je kilogram (kg) ali liter (l).

UNP polnijo, hranijo in prevažajo v tlačnih posodah (jeklenkah, sodih, kontejnerjih). V Sloveniji je danes okoli milijon jeklenk, na vsem svetu pa jih je po podatkih Svetovne zveze za utekočinjen naftni plin (Svetovna zveza za UNP, 2009) v uporabi milijarda, kar pomeni, da bi s temi jeklenkami, postavljenimi pokončno v vrsto, lahko osemkrat obkrožili zemljo. Utekočinjeni propan in butan polnijo v jeklenko vsakega posebej ali mešanico v razmerju 70 : 30. V plinastem stanju je težji od zraka, zato tlačnih posod ne smemo hraniti v prostorih, kjer so tla nižja od okoliškega terena (Burkeljca, 2001, str. 38).

UNP ni strupen, povzroča pa zadušitve, ker izpodriva zrak. Je brez barve in vonja. Za uporabo v široki potrošnji mu iz varnostnih razlogov dodajamo vonj – odorant, zato da ga lahko ljudje zaznamo že v koncentraciji, ki je daleč pod spodnjo mejo eksplozivnosti. UNP je v jeklenkah mogoče hraniti skoraj neomejeno dolgo, ne da bi se pri tem zmanjšala kakovost plina.

### 3.2 Utekočinjen naftni plin (UNP) in utekočinjen zemeljski plin (UZP)

Veliko ljudi enači utekočinjen zemeljski plin UZP (angl. *liquified natural gas, LNG*) in utekočinjen naftni plin UNP. Čeprav sta si v nekaterih pogledih zelo podobna, gre za dve zelo različni gorivi. Oba plina sta fosilni gorivi, katerih zaloge so omejene.

Zemeljski plin je zmes različnih plinov, med katerimi je največ metana (tudi do 99 odstotkov). V manjših količinah so prisotni še etan, propan, butan, primesi težjih ogljikovodikov, dušik in ogljikov dioksid. Pri izgorevanju nastajata ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) in voda (H<sub>2</sub>O). Zemeljski plin se najbolj pogosto nahaja kot plinska blazina nad nafto v naftnih poljih in omogoča pridobivanje surove nafte brez črpanja. Niso pa redka podzemeljska polja zemeljskega plina brez prisotnosti nafte (čista plinska polja) (Geoplin-plinovodi, 2010). UZP je zemeljski plin, ki je zaradi lažjega transporta pod visokim pritiskom, zato spremeni agregatno stanje iz plinastega v tekoče stanje.

Razlike in podobnosti med UNP in UZP so prikazane v Prilogi 2. Razlike so v sestavi, pridobivanju, skladiščenju in transportu. Distribucija UZP je mogoča le po plinovodih, ki potekajo prek več držav; spor med dvema državama pa lahko povzroči ustavitev dobave plina.

---

<sup>8</sup> Propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), butan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), in njuni mešanici v različnih razmerjih (Istrabenz plini, 2010).

UNP se dobavlja v cisternah ali jeklenkah z ladjami in drugimi prevoznimi sredstvi do skladišč, naprej pa jih distributerji prenesejo do slehernega uporabnika.

Podobnosti med omenjenima plinoma so v možnostih uporabe in okoljski prijaznosti v primerjavi z ostalimi fosilnimi gorivi. Oba je možno uporabljati kot pogonsko gorivo za vozila, vendar pa je UNP veliko bolj razširjen. Pri nas UZP kot pogonsko gorivo praktično ni v uporabi. Za pogon bencinskih motorjev je predelava vozila na pogon na UZP zaradi potrebe po višjem tlaku v rezervoarju (okrog 200 barov, UNP 8 barov) praviloma dražja. Tudi emisije so pri zgorevanju obeh plinov podobne, le pri stisnjenem naftnem plinu je določen delež izpusta nezgorelega metana, ki je bistveno bolj škodljiv toplogredni plin kot ogljikov dioksid (Fleisinger, 2005). Slabost UZP kot goriva za pogon vozil je še slaba avtonomija. Avtomobili na UZP prevozijo z enim polnjenjem rezervoarja nekajkrat manjšo razdaljo kot vozila na UNP. Poudariti je potrebo, da imata UNP in UZP različne tehnične in gorivne lastnosti, zato so potrebne določene predelave v primeru, da bi želeli en plin zamenjati z drugim, npr. za kuhanje. UZP ima eno veliko prednost pred UNP. Poleg zemeljskih virov lahko metan pridobivajo iz premoga in pomembneje iz biomase, iz katere nastali metan poznamo pod imenom bioplin.

### 3.3 Pridobivanje UNP

Osnovni surovini za proizvodnjo UNP sta zemeljski plin in surova nafta. Skoraj 60 odstotkov svetovne ponudbe UNP nastane pri črpanju zemeljskega plina in nafte, ostalih 40 odstotkov se pridobi med rafiniranjem surove nafte (Svetovna zveza za avtoplin, 2010). UNP je torej stranski produkt dveh drugih procesov: črpanja zemeljskega plina in surove nafte ter rafiniranja surove nafte. Ko črpajo zemeljski plin in surovo nafto iz zemlje, izčrpajo mešanico več različnih plinov in tekočin, kjer UNP tipično predstavlja okrog 5 odstotkov načrpane celote. Preden lahko zemeljski plin transportirajo ali uporabijo, morajo ločiti pline, ki sestavljajo UNP in so rahlo težji kot metan, ki je zemeljski plin.

Proces rafiniranja nafte je kompleksen in vsebuje veliko korakov. UNP je proizveden na mnogih stopnjah procesa, med katerimi so tudi atmosferska destilacija<sup>9</sup>, reforming<sup>10</sup>, kreking<sup>11</sup> in druge (Burkeljca, 2001). Nastane, ker se plina butan in propan (iz katerih je sestavljen) nahajata znotraj zmesi surove nafte. V želji, da bi prečistili surovo nafto, te pline nadaljnjo prečistijo v UNP. Okrog 3 odstotke sodčka<sup>12</sup> se navadno rafinira v UNP, čeprav bi lahko prerafinirali tudi do 40 odstotkov enega sodčka v UNP (Svetovna zveza za avtoplin, 2010).

Procesiranje zemeljskega plina obsega odstranjevanje butana, propana in velikih količin etana iz surovega plina. Poleg tega naftne rafinerije proizvedejo nekaj propana in butana kot stranski produkt pri krekingu nafte v bencin in kurilno olje. Ko je UNP že formiran, ga navadno z morskimi tankerji, lahko pa tudi z cisternami po cesti ali tirih prepeljejo do velikih UNP skladišč.

<sup>9</sup> Primarna destilacija nafte pri atmosferskem tlaku.

<sup>10</sup> Termična obdelava lahkih naftnih frakcij za pridobivanje bencina z višjo vsebnostjo aromатов in višjim oktanskim številom, kot jo ima osnovna surovina.

<sup>11</sup> Kreking je rafinerijski kemični proces za razbijanje velikih in težjih molekul ogljikovodikov v manjše in lažje, ki poteka v rafinerijah s kompleksnimi napravami, da bi povečali delež lažjih proizvodov (bencina in dizelskega goriva) v skupni proizvodnji rafinerije.

Od tod naprej ponovno nastopi transport, ki UNP pripelje naprej do distributerjev in nato do končnih porabnikov. Proces pridobivanja in distribucije UNP je grafično upodobljen v Prilogi 3.

### 3.4 Možnosti uporabe UNP

UNP se v glavnem uporablja za gretje objektov in vode, to pa še zdaleč ni njegova edina funkcija. Študija podjetja Energetics Incorporated (2009) navaja, da obstaja več kot 1000 različnih možnosti uporabe UNP. Glavna področja uporabe so:

- V **vrtnarstvu in kmetijstvu**, kjer ga že precej vrtnarjev in kmetov uporablja za ogrevanje farm, hlevov in rastlinjakov ter sušenje žit.
- V **industriji** se uporablja za obdelavo in proizvodnjo keramike, stekla in različnih kovin.
- Gostinci, peki in slaščičarji ga uporabljajo za kuhanje in pečenje, peko kruha, peciva in slaščic, saj predstavlja izjemno praktičen, premičen vir energije. Posebej je uporaben za **pripravo hrane ali ogrevanje na prostem**, kjer plinska jeklenka nadomesti električni kuhalnik ali grelec. Med izletniki so priljubljene tako imenovane turistične jeklenke, ki se polnijo z dvema ali tremi kilogrami UNP.
- V okviru diplomske naloge je najbolj pomembna njegova vloga v transportu **kot pogonsko gorivo** za vse vrste vozil. Poganja lahko vse vrste vozil, od motornih koles do tovornjakov; ker pa je pri obeh navedenih tovrsten pogon še v fazi razvoja, se bom osredotočil predvsem na osebna vozila.

### 3.5 Svetovni trg UNP v obdobju od 2000 do 2008

#### 3.5.1 Svetovna ponudba UNP

Ponudba UNP je zaradi njegove narave stranskega produkta odvisna od ponudbe nafte in zemeljskega plina. Zato je težko ponudbo prilagajati povpraševanju. Svetovna proizvodnja za leto 2008 se je povečala domala v vseh regijah sveta in je znašala 239 milijonov ton, kar je 4 odstotke več kot leto poprej. Svetovna ponudba UNP je od leta 2000, ko je znašala 198 milijonov ton, skokovito narasla. V povprečju je rasla 2,4 odstotka letno. V neodvisnem energetske svetovalnem podjetju Purvin & Gertz pričakujejo, da bo leta 2012 dosegla okrog 270 milijonov ton (LPG – exceptional energy, 2009, str. 19).

Velika prednost UNP je razpršenost ponudbe po svetu. Svetovna ponudba UNP ni odvisna le od ene ali dveh regij sveta. Največji delež v svetovni ponudbi UNP ima Bližnji vzhod, ki predstavlja okoli petino svetovne ponudbe UNP. Severna Amerika ostaja druga največja proizvajalka UNP. Njen delež znaša okrog 24 odstotkov. Ostale pomembne proizvajalke po regijah v letu 2008 so bile še:

- severovzhodna Azija s 26 milijoni ton proizvodnje,

---

<sup>12</sup> V mednarodni trgovini se uporablja sodček (angl. *barrel*) za mersko enoto nafte. 1 sodček surove nafte = 158,9873 litra.

- Afrika je proizvedla skoraj 18 milijonov ton,
- proizvodnja v Latinski Ameriki (vključujoč Mehiko in Karibe) je bila okrog 24 milijonov ton,
- na Indijskem polotoku in v jugovzhodni Aziji skupaj je bilo proizvedenih nekaj manj kot 20 milijonov ton.

V Evropi je bilo v letu 2008 proizvedenih okoli 28 milijonov ton UNP. Od tega okrog 35 odstotkov prihaja iz Severnega morja, večino preostalega pa iz rafinerij. Slovenija nima svoje proizvodnje UNP in je popolnoma odvisna od uvoza. Podobno kot pri ponudbi nafte tudi pri UNP pomembno vlogo igrajo politične razmere v večjih državah proizvajalkah UNP. Vsakokratna zaostrovanja razmer na Bližnjem vzhodu in v Južni Ameriki omejujejo ponudbo in dvigujejo cene UNP. Statistični pregled BP (British petroleum, 2010) navaja, da naj bi bilo glede na trenutno porabo UNP, pridobljenega le iz zemeljskega plina, dovolj za vsaj 60 let.

### **3.5.2 Svetovno povpraševanje po UNP**

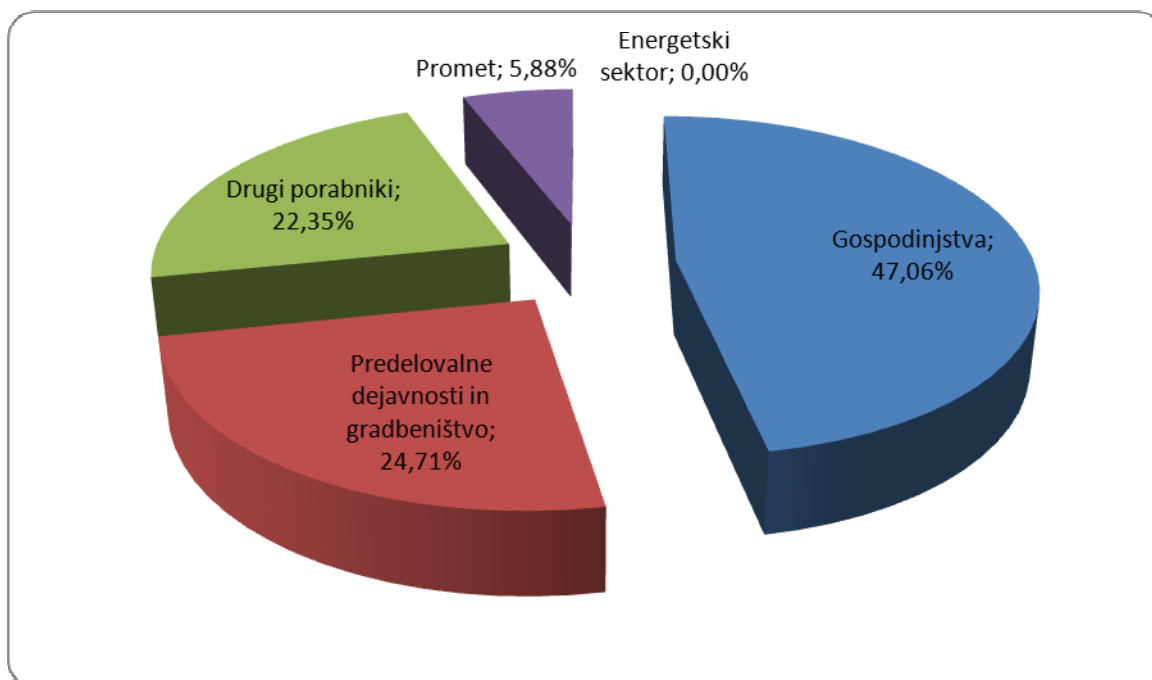
Kljub temu, da je UNP slabše poznan energent in ga veliko ljudi zamenjuje z zemeljskim plinom, njegovo povpraševanje v svetovnem merilu raste hitreje kot po nafti (Vidrih, 2009, str. 47). Približno polovica svetovnega povpraševanja po UNP prihaja iz trga ogrevanja in kuhanja doma in v podjetjih. Svetovno povpraševanje je v letu 2008 znašalo 239 milijonov ton in pričakovati je, da se bo ta številka v letu 2012 dvignila na 270 milijonov ton. Tako bo svetovno povpraševanje po UNP v tem obdobju raslo s stopnjo okrog 3,1 odstotka na leto. Največje stopnje rasti povpraševanja so v razvijajočih se regijah sveta. Po UNP največ povprašujejo v Severni Ameriki, sledi pa severovzhodna Azija, kjer je samo Kitajska povečala povpraševanje z 12 milijonov ton iz leta 2000 na 19 milijonov ton v letu 2008 (LPG gas – exceptional energy, 2010). Do leta 2008 je trg UNP najbolj rasel na račun petrokemične industrije, ki se je septembra istega leta zaustavila na račun recesije.

V Evropi je povpraševanje po UNP rahlo padlo – z 29 milijonov ton v letu 2000 na 28 milijonov ton v letu 2008. Medtem ko je v tem času potrošnja v gospodinjstvih, podjetjih in industriji padla, se je v segmentu motornega goriva pomembno povečala. Zemeljski plin je odtegnil nekaj tradicionalnega povpraševanja po UNP v Evropi. Skupno se je poraba UNP povečala z 31 milijonov ton v letu 2001 na približno 34 milijonov ton v letu 2008.

Slika 2 prikazuje končno porabo UNP v Sloveniji po sektorjih. V prometu se je v letu 2008 porabilo 5, v gospodinjstvih 40, v predelovalni dejavnosti in gradbeništvu 21 in pri drugih porabnikih 19 tisoč ton UNP. V energetskega sektorju v Sloveniji UNP praktično ni v rabi. Skupaj znaša letna poraba UNP v Sloveniji 85 tisoč ton, kar je približno štiri odstotke slovenskega energetskega trga (Butan plin d.d., 2009). Precej višji kot pri nas je odstotek uporabe v razvitih državah, saj vlade z različnimi finančnimi olajšavami zaradi omenjenih prednosti spodbujajo uporabo UNP. Vlade na povpraševanje v posamezni državi vplivajo s predpisovanjem davčnih stopenj in opredeljevanjem višine trošarin. UNP danes uporablja preko 120 milijonov Evropejcev (Evropska zveza za avtoplin, 2009).



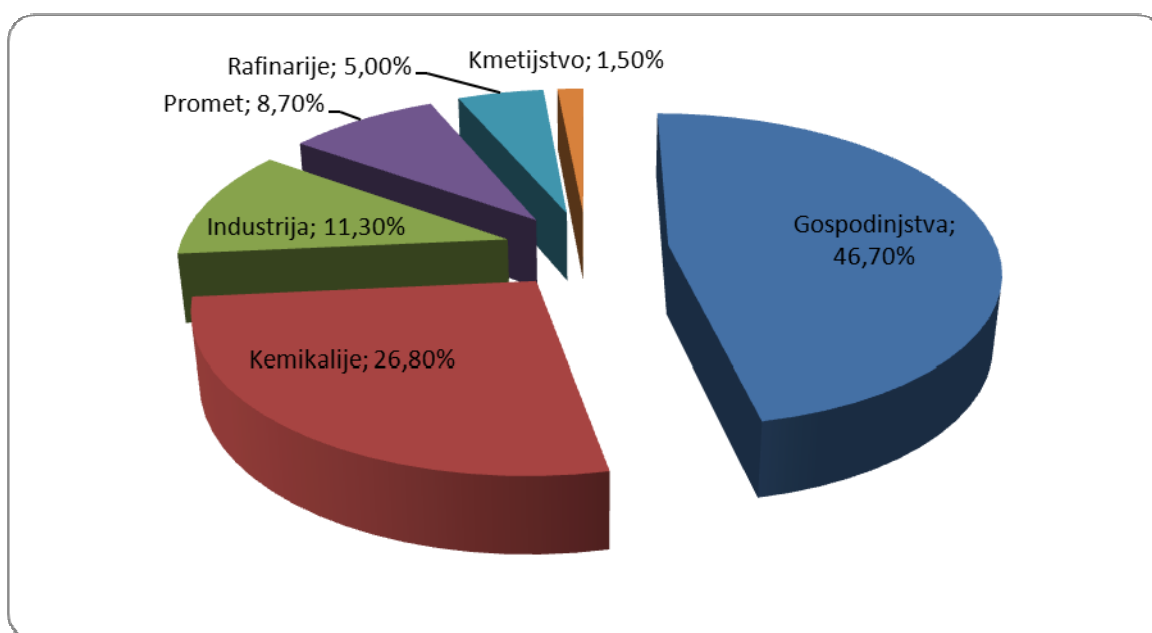
Slika 2: Končna poraba UNP v Sloveniji v letu 2008 po sektorjih



Vir: Statistični urad Republike Slovenije 2010.

Delež UNP, uporabljen v transportu, je v letu 2008 v svetu znašal 8,7 odstotka in je iz leta v leto višji. V letu 2006 je znašal 7,6 odstotka (Statistical Review of Global LP Gas, 2006, str. 12, v Vidrih, 2009). Slika 3 prikazuje svetovno porabo UNP po sektorjih v letu 2008.

Slika 3: Svetovna poraba UNP po sektorjih v letu 2008



Vir: Statistical Review of Global LP Gas 2008.

### 3.6 Ekološka učinkovitost UNP

Med izgorevanjem UNP v okolje izpuhneva okoli 20 odstotkov manj CO<sub>2</sub> kot pri izgorevanju kurilnega olja in 50 odstotkov manj kot pri gorenju premoga (Svetovna zveza za UNP, 2009, str. 20). UNP omogoča kuhanje, ogrevanje, transport in celo proizvodnjo elektrike, učinkovito in okolju prijazno. Morda se sliši neverjetno, toda na kilovatno uro je izpust ogljikovega dioksida pri UNP 229,3 grama, pri elektriki pa kar 542,8 grama (Butan plin d.d., 2009), saj je večina električne energije v svetu še vedno proizvedena s pomočjo gorenja premoga.

Za lažjo predstavo navajam primer podjetja Butan plin d.d.. Vzemimo na primer, da za ogrevanje potrebujemo 10.000 kWh na leto, kar pomeni, da porabimo 1.000 litrov kurilnega olja. Ta ob izgorevanju proizvede 2.699 kilogramov ogljikovega dioksida. Za isti primer bi potrebovali 776 kilogramov UNP, ki ob izgorevanju proizvede 2.251 kilogramov ogljikovega dioksida. Razlika je očitna in znaša 448 kilogramov oziroma 16,6 odstotka manj ogljikovega dioksida. Poleg tega UNP manj obremenjuje okolje tudi z drugimi škodljivimi snovmi, recimo s strupenim dušikovim oksidom, saj je izpust skoraj dvakrat manjši, poleg tega pa ne proizvaja žveplovega dioksida (Butan plin d.d., 2009).

## 4 AVTOPLIN

Ena izmed lastnosti UNP je, da ga lahko že z manjšimi posegi v motor z notranjim izgorevanjem uporabimo kot gorivo namesto bencina ali nafte. UNP, ki ga uporabljamo kot gorivo v prevoznih sredstvih, imenujemo **avtoplin** (angl. *autogas*). Avtoplin je vodilna alternativna energija za osebna vozila; trenutno poganja več kot 7 milijonov vozil po Evropi (Mednarodna energetska zveza, 2010).

Avtoplin je utekočinjeni naftni plin, mešanica butana in propana, prilagojena za uporabo v vozilih. Kot UNP je tudi avtoplin sestavljen iz mešanice propana in butana, katerima je zaradi lažje zaznave dodan odorant. Edina razlika je v razmerju obeh glavnih plinov – butana in propana. Zaradi različnih kemijskih sprememb pri različnih temperaturah je poleti mešanica propan-butana 20 : 80 odstotkov, pozimi pa 35 : 65 odstotkov (Vidrih, 2009, str. 27).

V Avstraliji imajo pomenljiv slogan: »Autogas – planet saver, money saver«, ki zajema bistvo avtoplina in v prevodu pomeni, da je avtoplin okolju in denarnici prijazno gorivo. Avtoplin je okolju prijazno gorivo, ker izpušča manj emisij CO<sub>2</sub> in manj drugih onesnaževalcev kot bencinsko in dizelsko gorivo.

Svetovna potreba po energiji naj bi se po napovedih do leta 2030 zvišala za 50 odstotkov (Mednarodna energetska zveza, 2010). Emisije CO<sub>2</sub>, povezane s prevoznimi sredstvi in transportom, naj bi po napovedih, gledano globalno, ravno tako narasle za 50 odstotkov. To bi lahko pomenilo, da bi se kvaliteta življenja na območjih, kjer je intenzivnost prometa največja, lahko drastično znižala. Zrak v velikih mestih bi lahko postal onesnažen do te mere, da bi bil neprimeren za dihanje. Iz tega sledi, da je nujno potrebno uporabljati čim čistejša goriva za pogon vozil.

## 4.1 Množičnost uporabe avtoplina

Uporaba je močno odvisna od višine cene avtoplina v primerjavi s ceno bencina oz. dizla. Nižja kot bo cena avtoplina in višja kot bo cena bencina oz. nafte, bolj bo investicija v predelavo avtomobila na avtoplin smiselna in več bo povpraševanja po avtoplinu. Ker je avtoplin derivat iz nafte in zemeljskega plina, njegova cena predvsem »sledi« cenam nafte in zemeljskega plina. Zato je veliko odvisno od davčne politike države. Nižje kot bodo ekološke takse, davki in trošarine na avtoplin, cenejši bo v primerjavi z ostalimi naftnimi derivati.

### 4.1.1 V tujini

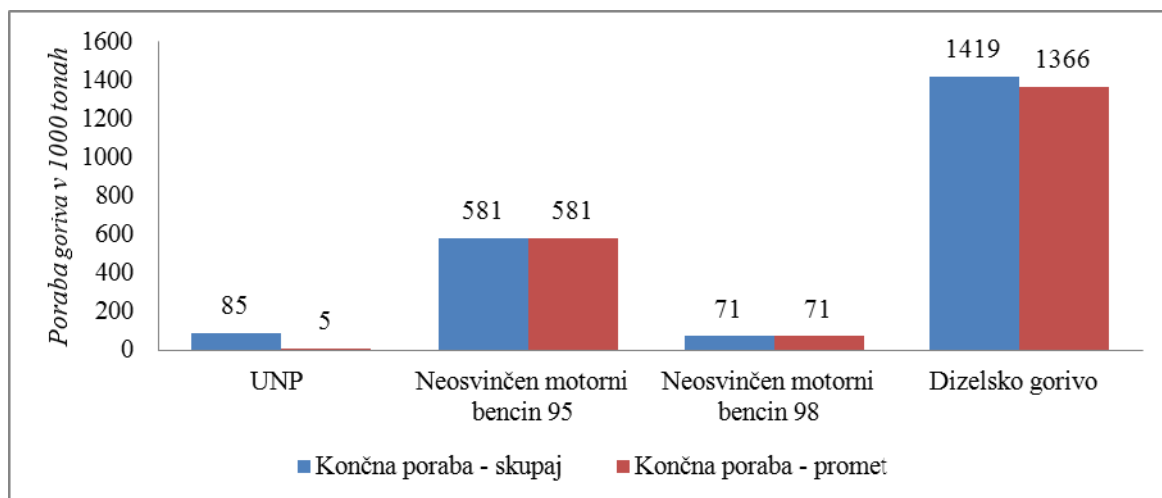
Tako po svetu kot v Evropi se delež avtomobilov na avtoplin vsako leto povečuje. Lep primer je Južna Koreja, kjer je bil avtoplin prvič predstavljen v sedemdesetih letih 20. stoletja in je nato konstantno rasel in danes predstavlja že okrog 20 odstotkov celotne cestne pogonske sheme. Še posebno močna rast je bila zabeležena od leta 1990 naprej. V Koreji je avtoplin v letu 2008 poganjal 2,2 milijona vozil (glej Prilogo 4).

V Evropi se pričakuje povečanje povpraševanja po UNP kot motornem gorivu (Svetovna zveza za UNP, 2009). Največje število vozil na avtoplin v Evropi imajo na Poljskem, kjer jih je že več kot 2 milijona (glej Prilogo 5). Poudariti velja, da je na Poljskem avtoplin med najcenejšimi v Evropi. V Italiji, kjer je uporaba avtoplina že dolgo razširjena, imajo za nekaj manj kot polovico manj avtomobilov predelanih na plin, kot jih imajo Poljaki.

### 4.1.2 V Sloveniji

V Sloveniji je skupna poraba fosilnih goriv, ki poganjajo promet v letu 2008 znašala 2.023.000 ton. Celotna poraba UNP v letu 2008 je znašala 85.000 ton, od tega se je le 5.000 ton porabilo v prometu. Medtem se je v istem letu v Sloveniji potrošilo 1.366.000 ton dizelskega goriva in skupno 652.000 ton neosvinčenega motornega bencina. Skupno torej avtoplin v Sloveniji poganja le 0,2 odstotka prometa (Slika 4).

Slika 4: Poraba posameznih goriv v Sloveniji za leto 2008 (v 1000 ton)



Vir: Statistični urad Republike Slovenije, 2010.

### 4.1.3 Predelava vozil

Da bi lahko avtomobil deloval na avtoplin, je potrebna predelava motorja. Na avtoplin je danes mogoče predelati skoraj vsak bencinski motor (izjema so nekateri prisilno polnjeni in dizelski motorji, a tudi tukaj tehnologija napreduje in je nekatere izmed teh že možno predelati). Predelavo vozila lahko izvede le pooblaščen oseb, ki tudi preveri celotno delovanje sistema in izda certifikat o ustreznosti sistema.

Predelava avtomobila srednjega razreda stane od 980 do 1400 evrov, kar pomeni, da se vozniku, ki naredi 30.000 kilometrov na leto, ta investicija povrne nekje v enem letu. Predelava je s tehničnega vidika razmeroma preprosta in ne zahteva nobene mehanske predelave na motorju (Plineks d.o.o.).

Najpogosteje in najenostavneje se predeluje vozila z bencinskim motorjem, ki za pogon uporabljajo neosvinčeni bencin. Bolj kompleksne, temu primerno dražje in posledično manj pogoste so predelave na dizelskih motorjih, ki se tako pri nas kot v svetu izvajajo zelo redko.

Predelava vozila z bencinskim motorjem zajema namestitev rezervoarja za avtoplin, običajno v prtljažni prostor, pri čemer je najpogostejša izbira vgradnje v prostor za rezervno kolo. Vgraditi je potrebno tudi vse potrebne napeljave, vključno z ventilom za polnjenje plina, ter stikalo za izbiro plinskega ali bencinskega pogona. Dodana sta tudi računalnik, ki skrbi za optimalno doziranje plina, kar zmanjšuje porabo in povečuje zmogljivost vozila, in uparjalnik, ki poskrbi za pripravo plina na zgorevanje.

Po predelavi obstaja možnost izbire med obema gorivoma, preklon pa je možen tudi med vožnjo s preprostim pritiskom na stikalo, ki je vgrajeno na doseg voznikovih rok. Vžig motorja zaradi optimalnega delovanja bencinske črpalke poteka na bencin, potem pa preklon na plin poteka samodejno. Prav tako prvih nekaj 100 metrov poti avtomobil deluje na bencin, ko pa se motor primerno ogreje, je preklon na avtoplin samodejen.

## 4.2 Prednosti in slabosti uporabe avtoplina

Uporaba avtoplina ima svoje prednosti in slabosti. Največji prednosti sta ekonomičnost in čistejše delovanje. Glavna slabost pa je strošek vgradnje.

### 4.2.1 Prednosti uporabe avtoplina

Za uporabnika ima avtoplin številne prednosti. Najpomembnejša prednost so **nižji izpusti** škodljivih emisij v okolje, zaradi česar avtoplin uvrščamo v skupino zelenih goriv. Študije pogona na avtoplin so pokazale (Petrol d.d., 2010):

- 34-odstotno znižanje dušikovega oksida,
- 15-odstotno znižanje ogljikovega dioksida,
- skoraj nič emisij ogljikovodikov,
- 50–60-odstotno znižanje ogljikovega monoksida,
- 30–40-odstotno znižanje smoga,

- skoraj nič emisij žveplovega dioksida,
- skoraj nič emisij drugih toksinov.

Populaciji najočitnejša prednost je **ekonomičnost**. Razlika v ceni med avtoplinom in bencinom je za potrošnika najbolj stimulativen parameter, saj mu le-ta prinaša direktni prihranek okoli 40 odstotkov (glej Tabela 1). Tako bi recimo poln 50-litrski rezervoar napolnjen dne 15. julija 2010 s Petrolovim 95 oktanskim bencinom stal slabih 60,85 evra, medtem ko bi enaka količina avtoplina na isti dan stala 34,95 evra. Neposredni prihranek bi v tem primeru bil 25,9 evra oz. izraženo v odstotkih, nekaj več kot 42 odstotkov.

Zaradi čistejšega izgorevanja zmesi plina in zraka se zmanjša korozija motorja, zato se **življenjska doba motorja** in katalizatorja **podaljša** (Petrol d.d., 2010). Proizvajalci omenjajo tudi do 35 odstotkov daljše delovanje motorja in katalizatorja na račun uporabe avtoplina.

*Tabela 1: Cene posameznih goriv na Petrolovih črpalkah dne 15. 7. 2010*

Vrste goriva	Cena (EUR / liter)	Absolutno razlika glede na ceno avtoplina (EUR / liter)	Relativna razlika glede na ceno avtoplina (v %)
Petrol 95	1,217	0,518	42,6
Petrol Diesel	1,162	0,463	39,8
Super Plus 98	1,243	0,544	43,8
Avtoplin	0,699	/	

*Vir: Spletna stran podjetja Petrol d.d..*

Od vseh alternativnih goriv je **avtoplin najdostopnejši** glede na število črpalk. Število črpalk, kjer je na voljo avtoplin, se iz leta v leto povečuje, kot je razvidno v Prilogi 6. Še pred kratkim bi lahko dostopnost v Sloveniji uvrstili med slabosti avtoplina, a danes temu predvsem zaradi investicij podjetja Petrol v infrastrukturo ni več tako. V Sloveniji je bilo 11. julija 2010 50 delujočih črpalk, ki imajo v ponudbi avtoplin (Plinske črpalke, 2010). Za primerjavo jih je bilo v začetku leta 2009 le nekaj več kot 10.

Ena izmed največjih stereotipov populacije o avtoplinu je skrb glede **varnosti**. Žal še vedno velika večina ljudi neupravičeno meni, da je avtoplin nevaren za uporabo, zaradi možnosti eksplozij. Dokazano je, da je avtoplin celo varnejši od uporabe bencina, tako ob sami nesreči kot tudi ob morebitnem požaru vozila (Petrol d.d., 2010). Rezervoar je izdelan iz okrepljenega materiala, ki zdrži velike pritiske, ki nastanejo ob trku. Pri trku ali požaru plin izteka postopoma in ob vnetju gori v usmerjenem ognju. Proizvajalci sistemov za plinski pogon dajejo velik poudarek visoki stopnji varnosti celotnega sistema. Vsak avtoplinski sistem ima vgrajene varnostne sisteme, ki ob prekinitvi električnega toka takoj zaprejo dotok goriva. Vse naprave za avtoplin morajo biti homologirane, kar pomeni, da so v skladu z evropskimi varnostnimi predpisi.

Pomembni prednosti sta še tišje delovanje motorja in večji radij vozila. Ob možni uporabi dvojnega goriva je mogoče prevoziti več kilometrov. Na primer Subaru Legacy Bi-Fuel 2.0 SW, ki je tovarniško predelan na avtoplin, zmore brez ustavljanja prevoziti preko 1000 kilometrov (Humar, 2007).

#### 4.2.2 Slabosti uporabe avtoplina

Z ekološkega vidika je glavna slabost avtoplina, da je **neobnovljiv vir energije**. Z vidika uporabnika je glavna ovira pri uporabi relativno visok strošek vgradnje sistema za avtoplin. Predelava avtomobila srednjega razreda stane med 980 in 1400 evrov (Plineks d.o.o.). To pomeni, da se vozniku, ki naredi preko 30.000 kilometrov na leto, ta investicija povrne v približno enem letu (glej Prilogo 7). Slabost je tudi povečanje povprečne porabe goriva za 10–15 odstotkov, ko avto poganja avtoplin, in manjši padec moči motorja (do največ 10 odstotkov), ki pa je vozniki večinoma sploh ne zaznajo.

Še ena slabost je zmanjšanje prtljažnega prostora zaradi rezervoarja za avtoplin. Največkrat gre za vgradnjo rezervoarja na mesto rezervnega kolesa, kar ima za rezultat izgubo prostora za rezervno kolo, v takem primeru je potrebno dokupiti kit za primere gumi defekta. Dodatni rezervoar predstavlja dodatno težo vozilu in se tudi zato rahlo poveča poraba goriva, za malenkost se poveča tudi obremenitev zadnjih delov vozila (zavore, amortizerji, ipd.).

Ostale slabosti avtoplina so še:

- rezervoar se napolni samo do 80 odstotkov prostornine, preostali prostor je namenjen temperaturnemu raztezanju tekočine,
- vozilo pri vžigu in vse dokler se motor ne ogreje na primerno temperaturo deluje na bencin ali dizel – ta razdalja je lahko tudi do enega ali celo več kilometrov v primeru zelo nizkih temperatur,
- v Sloveniji je prepovedano parkiranje vozila na UNP v podzemnih garažah, zaradi strahu pred uhajanjem plina in fizikalne lastnosti avtoplina, da se zadržuje pri tleh in ne izpuhti, ker je nekoliko težji od zraka.

V upanju odpravljanja nekaterih slabosti avtoplina bi lahko v prihodnosti optimizirali motorje vozil posebej za uporabo avtoplina in ne le kot predelavo in posledično le obstoj vozil z dvema gorivoma, t. i. dual-fuel vozil. Na ta način bi lahko optimizirali porabo in učinkovitost motorja za delovanje na plin. Do sedaj še nisem zasledil električnega hibrida, ki bi uporabljalo avtoplin. Tudi to je možnost, ki je vredna raziskav in bi lahko odpravila še eno slabost avtoplina.

### 4.3 Evropske direktive

V času gospodarske krize se vse več držav EU zaveda, da ne bodo zmogle investicij v čistejšo energetske tehnologije in tako do leta 2020 izpolniti akcijskega načrta EU, ki do istega leta zahteva, naj se petina potrebne energije zagotavlja iz obnovljivih virov, za prav toliko pa naj bi se zmanjšali izpusti toplogrednih plinov in izboljšala energetska učinkovitost<sup>13</sup>. EU tudi

---

<sup>13</sup> Energetske-podnebnega paketa EU (2008).

spodbuja t. i. energy mix, kar pomeni razširitev spektra uporabe energij za pogon vozil izven vsakdanjih (bencin in nafta), torej tudi spodbudo uporabe avtoplina.

Evropska komisija je že večkrat opozorila nekatere članice, med njimi tudi Slovenijo, da brez dodatnih ukrepov do leta 2012 ne bodo dosegle ciljev za zmanjšanje TGP, h katerim so se obvezale s podpisom Kjotskega protokola (Vidrih, 2009).

Evropska komisija predlaga tudi zmanjšanje dovoljenih vrednosti emisij CO<sub>2</sub>. Pri novih avtomobilih v EU iz približno 160 gramov na kilometer na 130 gramov CO<sub>2</sub> na kilometer do leta 2012 in na 95 gramov CO<sub>2</sub> na kilometer do leta 2020, kar je približno 50 odstotkov manj kot leta 1990. Evropska avtomobilska industrija si je naložila nalogo, da bo do leta 2008 pri vseh novih avtomobilih zmanjšala izpust CO<sub>2</sub> na 140 gramov na prevoženi kilometer. To pomeni povprečno porabo goriva 6,0 litrov na 100 kilometrov za bencinska vozila in 5,3 litra za dizelska goriva. Zadali so si pretežno nalogo, ki pa je na žalost ne izpolnjujejo.

#### **4.4 Ukrepi države za spodbujanje/zaviranje uporabe**

Država ima na voljo vrsto orodij, ki imajo lahko za rezultat večjo uporabo določenega goriva ali sistema za pogon. Glede na nižje emisije pogona vozila na avtoplin bi bilo za državo smiselno spodbujanje avtoplina.

Ena izmed alternativ za spodbuditev uporabe avtoplina so subvencije in davčne olajšave. Davčna olajšava s strani vlade bi morala biti dovolj visoka, da bi vsaj delno pokrila stroške vgradnje avtoplina. Na ta način bi predelava postala dostopnejša in bi se veliko več ljudi odločalo za predelavo vozila na avtoplin, saj prav strošek predelave predstavlja največjo oviro. Državni zbor že ima v obravnavi predlog zakona o državnih subvencijah za nakup do okolja prijaznejših motornih vozil. Pri tem so predvidene različne višine subvencij. Najvišja subvencija v višini 4.500 evrov je predvidena pri nakupu vozila brez neposrednih izpustov CO<sub>2</sub>. Nekoliko nižje bi bile subvencije za vozila, ki imajo tovrstne izpuste, pri čemer je spet predvidena višja subvencija za nakup vozila na hibridni pogon na osnovi motorja na notranje izgorevanje in električnega motorja. Subvencije so predvidene tudi za predelavo motornega vozila, in sicer 300 evrov za vgradnjo sistema za pogon na utekočinjen naftni plin ali stisnjeni zemeljski plin (Strniš, 2010).

Poleg tega bi lahko pri določanju višine zavarovanja, registracije ali cestnine imeli lastniki avtomobila na avtoplin določene ugodnosti, saj so sedaj stroški registracije in zavarovanja popolnoma enaki za avtomobile na bencinski pogon in za avtomobile, ki jih poganja avtoplin.

Liter avtoplina je pri nas med dražjimi v Evropi. Razmerje cen avtoplin/ bencin je prav tako v vrhu Evrope. Cena avtoplina v Sloveniji ni regulirana s strani države in se zato prilagaja konkurenčnim energentom. Tudi zato smo v zadnjem času priča pogostim višanjem cen avtoplina. Dne 15. julija 2010 so se cene avtoplina v Sloveniji gibale med 0,65 evra za liter in 0,699 evra za liter. Največji ponudnik Petrol je na isti dan ponujal avtoplin po ceni 0,699 evra za liter, za liter 95 oktanskega bencina pa 1,217 evra za liter. Razmerje avtoplin : 95 oktanski bencin je 0,57. V ceni avtoplina sta upoštevani trošarina na UNP, ki znaša 125 evrov za tisoč kilogramov (kar je minimum, ki ga določa Energetska direktiva), in 20-odstotni DDV.

Primer dobre prakse je Italija. V Italiji vlada ponuja številne ugodnosti za vozila, ki izpuščajo manj emisij. Denimo za nov avtomobil je (v primeru, da ne zavržemo starega vozila) spodbuda oz. olajšava za vozila na avtoplin 1500 evrov, če je višina emisij CO<sub>2</sub> večja od 120 gramov na kilometer, in 2000 evrov, če je višina emisij CO<sub>2</sub> manjša od 120 gramov na kilometer. Med 7. februarjem 2009 in 31. decembrom 2009 je bila za predelavo vozil na avtoplin, ki bodo registrirana najkasneje do 31. marca 2010, namenjena subvencija v višini 500 evrov (Oil bulletin, 2009).

#### 4.5 Okoljevarstveni vidik avtoplina

Avtoplin je čistejši od konvencionalnih goriv v številnih ključnih emisijah in onesnaževalcih. S svojimi škodljivimi vplivi na človekovo zdravje in na naravno okolje te emisije ustvarjajo negativne eksternalije v obliki podnebnih sprememb, onesnaženosti zraka, sprejemih v bolnišnicah, prezgodnjih smrtih in ostale negativne posledice. Nekaj najpomembnejših okoljskih prednosti avtoplina je razvidnih iz naslednjih primerjav (Evropska zveza za avtoplin, 2009):

- Test finih delcev na urbanem emisijskem ciklu je pokazal, da dizelsko gnana vozila izpuščajo do 120-krat več finih delcev kot avtoplin.
- NO<sub>x</sub> pri bencinu so od 120 do 180 odstotkov višje, odvisno od voznega cikla. NO<sub>x</sub> pri dizlih je 2.000 odstotkov več kot pri avtoplinu, ne glede na vozni cikel. Z drugimi besedami, dizelska vozila izpuščajo enako količino NO<sub>x</sub> kot 20 vozil na avtoplin.
- Avtoplin ne vsebuje težkih kovin (nikelj, kadmij, arzen, živo srebro), čemur ni tako pri bencinu in dizlu.
- Vsebnost žvepla v avtoplinu je nižja kot pri vrsti bencina in nafte z ultra nizkimi žveplovimi vsebnostmi. Edino žveplo, ki ga vsebuje avtoplin, je dodano kot del odoranta, to pa je manj kot 25 ppm<sup>14</sup>.
- Raziskave so pokazale, da je benzen močna kancerogena snov, ki povzroča številne oblike raka, še posebno levkemijo. Naraščanje obolenj za nekaterimi tipi raka (posebno pri otrocih) je deloma posledica naraščajočih stopenj benzena v atmosferi. Benzen je aromatična hlapljiva organska spojina, ki sestavlja bencin (približno 2 odstotka volumna). Količina benzena v bencinu se je dejansko povečala, ko so bencinu odstranili svinec. Glavni vir benzena v atmosferi Evrope je distribucija in izgorevanje bencina. Avtoplin benzena ne vsebuje.

Z napredkom tehnologije obstajajo vedno boljši katalizatorji, ki veliko teh emisij škodljivih plinov in drobnih delcev zmanjšujejo, a imajo tudi katalizatorji svoje slabosti, kot so obraba, neučinkovitost na hladni temperaturi, nezmožnost odstranjevanja ogljikovega dioksida in neučinkovito odstranjevanje benzena, žvepla in katerih koli delcev težkih kovin. **Kombinirane strupene emisije vozil na avtoplin so 90 odstotkov manjše kot pri bencinu in dizlu.**

Izmed številnih manjših emisij škodljivih snovi v primerjavi z bencinom in dizlom se **bom v diplomskem delu osredotočil na emisije ogljikovega dioksida**, saj je CO<sub>2</sub> odgovoren za več kot 80 odstotkov toplogrednih plinov, ki jih izpušča človek s svojimi dejavnostmi (Evropska

---

<sup>14</sup> Ppm – angl. *part(s) per million* (delcev na milijon).



komisija, 2010). Potrebno je poudariti, da obstaja vrsta študij, ki navajajo različne podatke o emisijah, ki nastajajo ob izgorevanju avtoplina. Podatki različnih raziskav o zmanjšanih izpustih CO<sub>2</sub> v primerjavi z dizelskim in bencinskim gorivom se nahajajo na intervalu med 10 in 40 odstotki.

Glava dejstva o emisijah CO<sub>2</sub>, ki so rezultat avtoplina bom povzel po angleški študiji »Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context<sup>15</sup>« (Združeni raziskovalni center Evropske komisije, 2010):

- Emisije od rezervoarja do koles<sup>16</sup>:
  - 12 odstotkov nižje kot pri avtomobilih na bencinski pogon,
  - na račun varčnejših dizelskih motorjev so emisije CO<sub>2</sub> pri dizelskem pogonu približno enakovredne pogonu na avtoplin.
- Emisije od izvira do koles<sup>17</sup>:
  - 14 odstotkov nižje kot pri avtomobilih na bencinski pogon,
  - 10 odstotkov nižje kot pri avtomobilih na dizelski pogon.
- Emisije od izvira do rezervoarja<sup>18</sup>:
  - 37 odstotkov nižje kot pri bencinu in
  - 44 odstotkov nižje kot pri dizlu.

## **5 POTENCIAL ZA ZMANJŠANJE IZPUSTA OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V PROMETU V SLOVENIJI OB UPORABI AVTOPLINA**

K dodatnemu (od ljudi povzročenemu) toplogrednemu učinku največ prispeva ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), saj predstavlja več kot 80-odstoten delež emisij toplogrednih plinov. Ogljikov dioksid je tudi najpogosteje navedeni škodljiv plin in največkrat tudi merilo stopnje emisij. Tudi cilji Kjotskega protokola o zmanjševanju emisij toplogrednih plinov so opredeljeni v ekvivalentu CO<sub>2</sub>. Prispevek snovi h globalnemu segrevanju izražamo s toplogrednim potencialom (angl. *Global Warming Potential, GWP*). To je indeks, ki za vsak toplogredni plin (glede na njegovo življenjsko dobo) kaže prispevek molekule tega plina h globalnemu segrevanju v primerjavi z molekulo CO<sub>2</sub> (GWP za ogljikov dioksid je 1) (ARSO, 2010).

Od 1986 do 2007 so se emisije CO<sub>2</sub> v prometu v Sloveniji skupno povečale za 161,7 odstotka. V cestnem prometu so se povečale za 173,9 odstotka (ARSO, 2010), od katerega jih skoraj 40 odstotkov povzroča raba avtomobilov v mestih (Vidrih, 2009, str. 6). Cestni prevoz v EU

---

<sup>15</sup> Študijo so skupaj izvedli Evropski svet za avtomobilske raziskave in razvoj (EUCAR), Evropsko združenje naftnih podjetij za okolje, zdravje in varnost pri refiniranju in distribuciji (CONCAWE) in Združeni raziskovalni center Evropske komisije (EU JRC).

<sup>16</sup> Od rezervoarja do koles (angl. *Tank-To-Wheel*): opis izgorevanja goriva v vozilu. Emisije od rezervoarja do koles so bile merjene po metodi t.i. novega evropskega voznega cikla (angl. *New European Driving Cycle* ali NEDC). Test predpostavlja vožnjo z večkratnim ustavljanjem, zaviranjem, pospeševanjem in trajanjem vožnje 1200 sekund.

<sup>17</sup> Od izvira do koles (angl. *Well-To-Wheel*): integracija vseh korakov, ki so potrebni za proizvodnjo in distribucijo goriva ter njegova poraba v vozilu (od izvira UNP do koles avtomobila, ki ga UNP poganja).

<sup>18</sup> Od izvira do rezervoarja (angl. *Well-To-Tank*): vrsta korakov potrebnih za to, da se gorivo proizvede, transportira in natoči v rezervoar vozila.

prispeva več kot petino vseh emisij CO<sub>2</sub>, osebna vozila pa k omenjenemu deležu prispevajo polovico emisij (Portal Evropske unije, 2010).

## 5.1 Število registriranih osebnih vozil v Sloveniji

Razvoj slovenskega cestnega prometa v preteklih letih zaznamuje predvsem povečevanje števila registriranih motornih vozil. Od konca leta 2002 do leta 2009 se je število registriranih osebnih vozil povečalo za 164.337 vozil. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je bilo v letu 1996 v Sloveniji registriranih 743.057 osebnih avtomobilov, v letu 2009 pa 1.058.858. Če je bilo leta 1996 v Sloveniji 1.990.266 prebivalcev, leta 2009 pa 2.032.362 prebivalcev, pomeni da sta bili 2,6 osebe na en osebni avtomobil v letu 1996, leta 2009 pa samo še 1,9 osebe na en avtomobil, kar pomeni, da ima vsaka druga oseba v Sloveniji svoj avtomobil.

Tabela 2: Število registriranih osebnih avtomobilov<sup>1</sup> v Sloveniji na dan 31. 12.<sup>2</sup> v letih 1996 in 2002 ter od 2006 do 2009 po vrsti goriva

Število vozil		Leto					
		1996	2002	2006	2007	2008	2009
Vrsta goriva	<i>Bencin</i>	675.604	779.051	740.736	734.009	729.735	713.028
	<i>Dizel, nafta, plinsko olje</i>	66.186	114.056	237.354	277.794	312.962	344.176
	<b><i>Avtoplin</i></b>	286	1.312	2.139	2.283	2.416	<b>1.596</b>
	<i>Ostalo</i>	981	102	32	36	70	58
<b>SKUPAJ registriranih osebnih vozil</b>		743.057	894.521	980.261	1.014.122	1.045.183	1.058.858
Število prvih registracij na avtoplin	<i>Prve registracije</i> <sup>3</sup>	n.a. <sup>5</sup>	344	26	54	36	8
	<i>Prve registracije - nova vozila</i> <sup>4</sup>	n.a.	281	5	7	7	3

<sup>1</sup>Osebni avtomobil je motorno vozilo z vsaj štirimi kolesi, namenjeno za prevoz oseb, in ima poleg sedeža za voznika še največ 8 sedežev.

<sup>2</sup>Število vseh vozil na dan 31. 12. – zajeta so vsa cestna motorna vozila in prikolice, ki so registrirana v Sloveniji, na dan 31.12. za določeno leto.

<sup>3</sup>Število prvih registracij vozil – zajeta so vsa cestna motorna vozila in prikolice, ki so bila v določenem obdobju prvič registrirana v Sloveniji, ne glede na to, kdaj so bila objavljena iz prometa.

<sup>4</sup>Nova vozila – V podatkih iz starega registra (do vključno februarja 2006) so zajeta vozila, ki imajo leto izdelave enako tekočem letu, januarja, februarja in marca pa še preteklemu letu. Pri podatkih iz novega registra (od marca 2006) so zajeta vozila, kjer je datum prve registracije vozila enak datumu prve registracije vozila v Sloveniji.

<sup>5</sup>n.a. – ni podatka

Vir: Statistični urad Republike Slovenije, 2010.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (2010) je v Sloveniji delež vozil na avtoplin zelo nizek in je v letu 2009 znašal manj kot 0,2 odstotka. Za primerjavo je delež registriranih avtomobilov na bencinsko gorivo v letu 2009 znašal 67,3 odstotka vseh registriranih osebnih vozil. V letu 2009 je bilo v Sloveniji registriranih le 1.596 osebnih vozil na avtoplin. Še bolj alarmanten je podatek, da je bilo od teh le 8 prvih registracij osebnih vozil na avtoplin. Za primerjavo, v istem letu je bilo število prvič registriranih dizelskih vozil 39.453, bencinskih pa 41.413. Tabela 2 prikazuje število registriranih osebnih avtomobilov v Sloveniji. Število registriranih vozil na avtoplin v Sloveniji se iz leta v leto povečuje, z izjemo leta 2009. Možnih razlogov, zakaj se je število v letu 2009 zmanjšalo kar za tretjino, je lahko več. Eden izmed

glavnih razlogov je zagotovo recesija, zaradi katere so si uporabniki osebnih vozil težko privoščili predelavo avtomobila na avtoplin. Še en pomemben razlog bi lahko bila višajoča se cena avtoplina, ki je bila v letu 2009 najvišja, odkar je avtoplin naprodaj na Petrolovih bencinskih servisih.

## 5.2 Skupna količina toplogrednih plinov v cestnem prometu v Sloveniji

V letu 2007 je bila raven izpustov toplogrednega plina CO<sub>2</sub> v Sloveniji 16.989,2 tisoč ton CO<sub>2</sub>. Od tega v prometu 26 odstotkov ali 5.395,2 tisoč ton CO<sub>2</sub>. Cestni promet je nase v letu 2007 prevzemal 5.351,2 tisoč ton CO<sub>2</sub> (ARSO, 2010). V cestni promet so všteta vsa vozila, ki so se vozila po slovenskih cestah v letu 2007, od tovornega prometa do tranzicijskega, ki je zaradi lege Slovenije še posebej problematičen. Letni izpusti toplogrednih plinov po sektorjih so grafično prikazani na sliki 1 na strani 4.

Bivši okoljski minister Karl Erjavec (Slovenska tiskovna agencija, 2009) je pojasnil, da Slovenija ne bo dosegla obveznosti Kjotskega sporazuma. Za približno milijon tisoč ton ekvivalenta presega obveznosti, kar pomeni, da bo treba na trgu kupiti emisijske kupone. Slovenijo bo letno to stalo po 20 milijonov evrov, v štirih letih torej 80 milijonov evrov. Razlog za večanje emisij in nedoseganje zavez Kjotskega protokola je po ministrovih besedah predvsem promet. Prepričan je, da povečanje emisij toplogrednih plinov iz prometa ne bo mogoče nadomestiti z zmanjšanjem emisij toplogrednih plinov v drugih sektorjih. "Za ta del obveznosti bomo morali kupiti pravico do emisij toplogrednih plinov na mednarodnem trgu," je opozoril.

## 5.3 Zmanjšanje količine izpusta CO<sub>2</sub> osebnih vozil v Sloveniji ob uporabi avtoplina

V izračunih se bom zanašal na podatke TTW Report (EUCAR et al., 2008). Ta navaja podatek 12-odstotno znižanje emisij CO<sub>2</sub> ob uporabi avtoplina v primerjavi z bencinom (od rezervoarja do koles) in 37-odstotno znižanje ob upoštevanju celotne verige od izvira avtoplina do koles avtomobila.

Točnih podatkov, koliko emisij CO<sub>2</sub> povzročajo v Sloveniji samo osebna vozila, ki so registrirana v Sloveniji, ni na voljo, zato bom napravil hipotetični izračun za leto 2009 po enačbi 1, spodaj. Evropska agencija za avtoplin navaja, da v povprečju osebni avtomobil v Evropi prevozi 16.000 kilometrov. Na spletu je naveden podatek, da je trenutno povprečje emisij za osebna vozila v Evropi 167 gramov CO<sub>2</sub> na kilometer, najnižja je 86 in najvišja 470 gramov CO<sub>2</sub> na kilometer (Britanska avtomobilistična spletna stran, 2010).

Skupna višina emisij in zmanjšanje emisij sta izračunani po naslednjih enačbah:

$$\text{Skupna višina emisij CO}_2 = \text{Povprečne emisije} * \text{Število prevoženih kilometrov} * \text{Število registriranih osebnih vozil v istem letu} \quad (1)$$

$$\text{Zmanjšanje emisij} = \text{Skupna višina emisij CO}_2 * \text{Odstotno zmanjšanje zaradi uporabe avtoplina} \quad (2)$$

Ko v enačbo 1 vstavimo registrirana osebna vozila na bencin v Sloveniji v letu 2009, dobimo 1905,2 tisoč ton CO<sub>2</sub>. Če bi **vsa osebna vozila**, ki jih poganja bencinsko gorivo in so bila v **Sloveniji registrirana v letu 2009, predelali na avtoplin**, bi lahko (ob predpostavki 12 odstotkov manj izpustov emisij CO<sub>2</sub>) okolju **prihranili 228,6 tisoč ton CO<sub>2</sub>**. To predstavlja dobro petino emisij CO<sub>2</sub>, ki jih je Slovenija preseгла v okviru Kjotskega protokola v letu 2008. Ob ceni iz julija 2010 (Murks, 2010) 16 evrov na tono CO<sub>2</sub>, bi to Sloveniji prihranilo 3,7 milijona evrov na leto. V petletnem obdobju od 2008 do 2012 bi to pomenilo 18,3 milijonov evrov.

Če nadalje v izračunu upoštevamo analize bolj optimističnih napovedi, ki zajemajo celotno verigo, t. i. emisije od izvora do rezervoarja (EUCAR 2008), ki navajajo 37-odstotno manjše emisije v primerjavi z bencinom, bi privarčevali kar 706,6 tisoč ton CO<sub>2</sub>, v primeru, da bi vsa bencinska vozila predelali na avtoplin.

Glede na sedanjo dinamiko pretvorb temu ni tako. Ena izmed vlog države je, da varuje okolje in poizkuša čim učinkoviteje izničevati negativne eksternalije. Zato bi morala spodbujati okolju prijazne tehnologije oz. v tem primeru uporabo goriv. Avtoplin se je izkazal kot odlična alternativa bencinu in dizlu, a je kljub temu v Sloveniji le malo v uporabi. Država bi morala s svojimi ukrepi, subvencijami, spodbudami in olajšavami odprtih rok sprejeti gorivo, kot je avtoplin, a se zdi, da je nanj pozabila. Vsak napredek k čistejšemu okolju je napredek, pa naj bo še tako majhen. Avtoplin pa ni majhen napredek, temveč je velik napredek. Mnogo alternativ, ki se lahko izkažejo kot mnogo čistejše, še prihaja. Skrb vzbujajoča je misel, kaj se lahko zgodi z okoljem, če bodo vse alternative tako slabo podprte s strani države, kot je avtoplin.

Poudariti še velja, da je pretvorba vozil na avtoplin le eden izmed možnih ukrepov, ki bi lahko pomembno prispevali k zmanjšanju emisij CO<sub>2</sub> v Sloveniji. Država bi morala stremeti k zmanjšanju odvisnosti od le ene ali dveh vrst goriv. Morala bi spodbujati raznovrstnost na področju goriv. Le če ponudimo gorivu možnost, ugotovimo, ali v resnici deluje ali ne.

Dolgoročneje gleda model TREMOVE<sup>19</sup>, ki demonstrira potencial avtoplina pri zmanjšanju skupnih emisij iz izpušnih cevi do leta 2020 v Evropi. Model predvideva, da avtoplin predstavlja 10 odstotkov porabljenega goriva v evropskem cestnem prometu. V teh pogojih model predvideva v Evropi v obdobju od 2007 do 2020 314 milijonov ton izognjenih emisij CO<sub>2</sub> in 11.000 ton izognjenih emisij trdnih delcev. Izogib tem emisijam bi na ravni EU pomenil prihranek 20,3 milijarde evrov v prihranjenih stroških negativnih eksternalij, kar bi koristilo tako evropskim državljanom kot družbi kot celoti. TM Leuvenova analiza je napravljena na naraščajoči krivulji, ki predpostavlja, da bi vozila na avtoplin predstavljala 12,96 odstotka potniških avtomobilov in da bi avtoplin predstavljal 10,5 odstotka celotne evropske avtopogonske sheme do leta 2020. Tem družbenim koristim je po scenariju dodanih še 41,2 milijard prihrankov zaradi cenejšega goriva med leti 2007 in 2020 (Evropska zveza za UNP, 2009, str. 31).

---

<sup>19</sup> TREMOVE – študija izvedena pod okriljem raziskovalne skupine Transport & Mobility Leuven (TML) v sodelovanju z Evropsko komisijo (Evropska zveza za UNP, 2009, str. 29).

## SKLEP

Promet je eden izmed največjih onesnaževalcev okolja. Izpusti toplogrednih plinov iz vozil prek učinka tople grede povzročajo globalno segrevanje. V želji, da bi zaustavile segrevanje ozračja, so države sveta sprejele Kjotski protokol, ki skuša zmanjšati emisije CO<sub>2</sub> in petih drugih toplogrednih plinov. Protokol je začel veljati 16. februarja 2005 z rusko ratifikacijo. Emisije držav, ki so sporazum ratificirale, predstavljajo 61 odstotkov globalnih emisij. Obdobje od 2008 do 2012 je določeno kot prvo ciljno obdobje, v katerem bodo države, ki so protokol ratificirale, skušale emisije zmanjšati za 8 odstotkov v primerjavi z letom 1990. Slovenija v letu 2008 ni izpolnila ciljev Kjotskega protokola in je presegla dovoljeno mejo emisij. V sektorju prometa ni uresničila nobenega izmed ciljev za zmanjšanje emisij v letu 2008.

Nemogoče je pričakovati, da bi se ljudje nenadoma odpovedali osebnim vozilom samo zato, da bi varovali okolje. Zato je veliko preprosteje vozila narediti prijaznejša do okolja. To lahko dosežemo z gorivi, ki imajo za rezultat izgorevanja manj škodljivih izpustov kot sedanja konvencionalna goriva. Alternativ je veliko, pri čemer največ obetajo električna energija, vodikove celice, plini in bio-goriva. Le redke alternative so že danes sposobne množično ponuditi ljudem čistejši izpuh iz njihovih vozil. Eno izmed takih goriv je utekočinjen naftni plin (UNP) ali avtoplin.

UNP je v glavnem sestavljen iz mešanice propana in butana ter služi mnogim namenom. Ko se uporablja kot pogonsko gorivo za vozila, ga najdemo pod imenom avtoplin. Avtoplin je ena izmed imenitnih možnosti pogona vozil in ima mnoge okoljske prednosti v primerjavi z nafto in bencinom. Poleg nižjih emisij CO<sub>2</sub> izpušča v zrak tudi manj drugih, veliko bolj škodljivih snovi, kot so dušikov oksid, žveplo, težke kovine, prašni delci in drugi. Okoljevarstvene koristi niso edina prednost avtoplina. Za uporabnike veliko prednost predstavlja tudi nizka cena avtoplina. Največja slabost avtoplina je strošek predelave avtomobila na delovanje na avtoplin. Kljub mnogim prednostim in le nekaj slabostim je avtoplin še vedno nerazširjen v Sloveniji.

Uporaba avtoplina namesto bencina lahko znatno zmanjša škodljive izpuste. Že samo CO<sub>2</sub> izpusti bi bili manjši za najmanj 228 tisoč ton, če bi vsa bencinsko gnana osebna vozila v Sloveniji poganjal avtoplin. To predstavlja dobro petino emisij CO<sub>2</sub>, ki jih je Slovenija presegla v okviru Kjotskega protokola v letu 2008. Tudi hrupna onesnaženost mest zaradi prometa bi se na račun uporabe avtoplina občutno zmanjšala, saj je delovanje motorja, ki kot gorivo uporablja avtoplin, tišje.

Stranska korist večje uporabe avtoplina bi bila diverzifikacija goriv, kar pomeni manjšo odvisnost le od bencina in dizla. Tako bi bila odprta pot tudi za lažje uveljavljanje ostalih alternativ. Avtoplin lahko pomaga pri premostitvi grebena med konvencionalnimi in alternativnimi gorivi in olajša tranzicijo na goriva z nizkimi stopnjami emisij. Avtoplin je edino gorivo, ki je že na voljo in lahko poveže obstoječe energijske navade in čistejšo, od nafte manj odvisno prihodnost.

## LITERATURA IN VIRI

1. ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje. Najdeno na 25. Junij 2010 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si>
2. *Autogas in Europe, The Sustainable Alternative. An LPG Industry Roadmap* (2009). Bruselj: AEGPL (Evropska zveza za utekočinjen naftni plin). Najdeno 25. maja 2010 na spletnem naslovu [http://worldlpgas.com/page\\_attachments/0000/1861/Autogas\\_roadmap\\_light.pdf](http://worldlpgas.com/page_attachments/0000/1861/Autogas_roadmap_light.pdf)
3. Bode, W. (1998). *Trajnost? Ne narava, ampak človek »ve«, čeprav ne vedno najboljše, Naprej k naravi* (zbornik). Ljubljana.
4. Burkeljca, M. (2001). *Pojmovnik izrazov iz naftne panoge*. Ljubljana: Slovenski nacionalni naftni komite Svetovnih naftnih derivatov (SNNK).
5. Butan plin d.d.. *UNP obzorja* (2009 december). Glasilo Butan plina d.d.. Najdeno 25. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.butanplin.si/hisa-energije/unp-obzorja/>
6. Britanska avtomobilistična spletna stran. Najdeno 20. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.carpages.co.uk/co2/>.
7. British Petroleum global (2010). Najdeno 25.5.2010 na spletnem naslovu <http://www.bp.com>.
8. Craig J. R., Vaughan D. J., & Skinner B. J. (1996). *Resources of the Earth* (2<sup>nd</sup> ed.). New Jersey: Prentice Hall.
9. Elaphe d.o.o. in Ministrstvo za okolje in prostor (2007, 29.november). *Razvojni trendi na področju sodobnih vozil in tehnologij vodika*. Najdeno 5. junija 2010 na spletnem naslovu [http://www.elaphe.si/vodik2/S09\\_CLEVELJ\\_brosura.pdf](http://www.elaphe.si/vodik2/S09_CLEVELJ_brosura.pdf)
10. Energetska agencija za Podravlje (2009, februar). *E-NOVICE št. 2: Trajnostna mobilnost – uporaba zemeljskega plina ali bioplina v vozilih*. Najdeno 25.5.2010 na spletnem naslovu [http://www.energap.si/uploads/E-novice%20st\\_%202.pdf](http://www.energap.si/uploads/E-novice%20st_%202.pdf)
11. Energetska agencija za Podravje. Najdeno 25.5.2010 na spletnem naslovu <http://www.energap.si>
12. Energetics Incorporated (2009, 22. Januar). *LP gas: efficient energy for a modern world*. Najdeno 25.5.2010 na spletnem naslovu <http://www.energetics.com/resourcecenter/products/studies/Documents/LPG-energy-efficiency.pdf>
13. EU economic report - march 2009. Bruselj: ACEA. Najdeno 15. junija 2010 na spletnem naslovu [www.acea.be/images/.../20090309\\_ER\\_0902\\_2009\\_I\\_Q1-4\\_public\\_web.pdf](http://www.acea.be/images/.../20090309_ER_0902_2009_I_Q1-4_public_web.pdf)
14. Evropska komisija, generalni direktorat za energijo. *Tedenske cene in davki* (2010, 19.julij). Najdeno 20.julija na spletnem naslovu [http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/doc/prices/bulletin\\_without\\_taxes/2010\\_07\\_19\\_without\\_taxes\\_1516.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/doc/prices/bulletin_without_taxes/2010_07_19_without_taxes_1516.pdf)
15. Evropska komisija. *Razumevanje toplogrednih plinov*. Najdeno 20. julija 2010 na spletnem naslovu [http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/gases\\_sl.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/gases_sl.pdf)
16. Evropska zveza za avtoplin (2009). *Autogas in Europe, the sustainable alternative - an lpg industry roadmap*. Bruselj: AEGPL (Evropska zveza za utekočinjen naftni plin).

- Najdeno na 25. maja 2010 na spletni strani [http://worldlpgas.com/page\\_attachments/0000/1861/Autogas\\_roadmap\\_light.pdf](http://worldlpgas.com/page_attachments/0000/1861/Autogas_roadmap_light.pdf)
17. EUCAR (Evropska svet za avtomobilski razvoj in raziskave), CONCAWE (Evropsko združenje naftnih združb za okolje, zdravje in varnost pri rafineranju in distribuciji in JRC/IES (institut za Okolje in trajnost centra Evropske komisije za združene raziskave), ob pomoči zaposlenih pri L-B-Systemtechnik GmbH (LBST) in Francoskega instituta za nafto (IFP) (2008, oktober). *Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the european context. Version 3. TANK-to-WHEELS Report.*
  18. Fleisinger, M (2005, 2.junij). Velik prihranek in bolj čist izpuh. *Večer*, str. 36.
  19. Focus, društvo za sonaraven razvoj. (2006). *Zakaj smo v akciji?* Ozadje tez za trajnostno prometno politiko. Koalicija za trajnostno prometno politiko. Najdeno 26. avgusta 2010 na spletnem naslovu [http://www.focus.si/files/programi/TPP\\_ozadje.pdf](http://www.focus.si/files/programi/TPP_ozadje.pdf)
  20. Geoplin-plinovodi. *Kaj je zemeljski plin.* Najdeno 3. julija 2010 na <http://www.geoplin-plinovodi.si>
  21. Humar, P. (2007). Subaru Legacy Bi-Fuel 2.0 SW. *Avtomagazin.* Najdeno 13. junija 2010 na spletnem naslovu [http://www.avto-magazin.si/avtomobilski-testi/subaru\\_legacy\\_bi\\_fuel\\_2\\_0\\_sw-6245.aspx](http://www.avto-magazin.si/avtomobilski-testi/subaru_legacy_bi_fuel_2_0_sw-6245.aspx)
  22. Inštitut »Jožef Štefan«. Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020 (Osnutek). Najdeno 10. avgusta 2010 na spletnem naslovu [http://www.gzs.si/slo/panoge/zbornica\\_gradbenistva\\_in\\_industrije\\_gradbenega\\_materiala/49779](http://www.gzs.si/slo/panoge/zbornica_gradbenistva_in_industrije_gradbenega_materiala/49779)
  23. Japelj, J. (2007). *Vpliv cen nafte in njenih derivatov na razvoj alternativnih tehnologij pogona pri vozili.* Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
  24. Klemenc, A., Slovenski E-forum (2005, 17. avgust). Intervju za MMC (RTV SLO). Najdeno 20. junija 2010 na spletnem naslovu [http://www.rtv slo.si/modload.php?&c\\_mod=rtvchat&op=chat&func=read&c\\_id=136](http://www.rtv slo.si/modload.php?&c_mod=rtvchat&op=chat&func=read&c_id=136).
  25. Krmelj, V. (2008, 28. November). *Alternativna goriva v prometu: zemeljski plin in bioplin.*
  26. Lampič, G. (2006). *Analiza uvajanja električnih pogonov v različne vrste vozil in zasnova pogona za sodobni mestni električni hibridni avto (SMEH).* Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
  27. Lenarčič, A. (1993). *Naftno gospodarstvo na Slovenskem* (druga dopolnjena izdaja). Ljubljana: Samozaložba.
  28. Lesjak, M. (2008). *Analiza možnosti uporabe alternativnih virov energije s poudarkom na uporabi biodizla za pogon traktorjev v Sloveniji.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta.
  29. Lobnik, F. (2002). Promet in okolje. Lah, A. (ur.), *Promet iz okoljskega zornega kota* (str.7). Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.
  30. Murks, A. (2010, 11. maj). *Emisije toplogrednih plinov v prometu še vedno naraščajo.* Najdeno 15. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/si/novice/emisije-co2/emisije-toplogrednih-plinov-v-prometu-se-vedno-narascajo>
  31. Murks, A. (2010, 28. junij ). *Evropski trg emisijskih kuponov v znamenju visokih tečajnih nihanj.* Najdeno 15. julija 2010 na spletnem naslovu

- <http://www.energetika.net/novice/emisije-co2/evropski-trg-emisijskih-kuponov-v-znamenju-visokih-tečajnih->
32. Mednarodna energetska zveza - IEA. *World Energy Outlook 2007*. Najdeno 11. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.worldenergyoutlook.org/>
  33. Medved, S. & Novak, P.: *Varstvo okolja in alternativni energetski viri*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2000.
  34. Odredba o prepovedi prodaje in uvoza vozil brez katalizatorja. *Uradni list RS*, št. 27/1994.
  35. Ogrin, M. (2008). *Prometno onesnaževanje ozračja z dušikovim oksidom v Ljubljani*. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete, Oddelek za geografijo.
  36. Oil bulletin (2009, februar). Survey - on the petroleum products' price data collection published in the weekly oil bulletin. Najdeno 26. maja 2010 na spletnem naslovu [http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/bulletin\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/bulletin_en.htm)
  37. *Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012*. (30. julij 2009). Najdeno 15. julija 2010 na spletnem naslovu [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo\\_okolja/operativni\\_programi/op\\_toplogredni\\_plini2012\\_1.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo_okolja/operativni_programi/op_toplogredni_plini2012_1.pdf)
  38. Paradiž, B. (2002). Promet in okolje. Lah, A. (ur.), *Zakaj moramo zmanjšati škodljive emisije prometa?* (str.64-71). Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije
  39. Plut, D. (2004). *Zeleni planet*. Ljubljana: Didaktika.
  40. Pogorevc, P. (2008, 7. januar). Uporabljajmo okolju prijazen pogon. *Večer*, str. 26.
  41. Portal Evropske unije – *Promet*. Najdeno 10. septembra 2010 na spletnem naslovu [http://europa.eu/pol/trans/index\\_sl.htm](http://europa.eu/pol/trans/index_sl.htm)
  42. Pravilnik o obveščanju potrošnikov o varčni rabi goriv in emisijah CO2 novih osebnih vozil. *Uradni list RS*, št. 86/2003.
  43. Sagaj, M. (2008). »Bodi in, vozi na plin«. *Bonbon – priloga Večer*. Najdeno 15.5.2010 na spletnem naslovu [http://bor.czp-vecer.si/vecer2000\\_xp/2008/07/01/2008-07-01-BONBON-STR-1-48.pdf](http://bor.czp-vecer.si/vecer2000_xp/2008/07/01/2008-07-01-BONBON-STR-1-48.pdf)
  44. Sievertova abeceda o ZNP. Najdeno 21. junija 2010 na spletnem naslovu <http://www.sempeter-ie.si/files/sievert-abeceda.pdf>
  45. Slovenska tiskovna agencija - STA (31.7.2009). *Vlada sprejela operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012*. Najdeno 10. avgusta 2010 na spletnem naslovu [http://www.evropa.gov.si/si/vsebina/novica/news/vlada-sprejela-operativni-program-zmanjsevanja-emisij-toplogrednih-plinov-do-leta-2012/7a86d92d2b/?tx\\_ttnews\[year\]=2009&tx\\_ttnews\[month\]=07](http://www.evropa.gov.si/si/vsebina/novica/news/vlada-sprejela-operativni-program-zmanjsevanja-emisij-toplogrednih-plinov-do-leta-2012/7a86d92d2b/?tx_ttnews[year]=2009&tx_ttnews[month]=07)
  46. Služba vlade Republike Slovenije za podnebne spremembe (2010, 13. maj). *Poročilo vladi Republike Slovenije o spremljanju izvajanju operativnega programa zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012*.
  47. Plinske črpalke v Sloveniji. Najdeno 11. julija 2010 na <http://www.plinske-crpalke.si/izracun>
  48. Podjetje Petrol d.d.. Najdeno 16. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.petrol.si/>
  49. Podjetje Plineks d.o.o.. *Predelava avtomobila na avtoplin*. Najdeno 11. maja 2010 na spletnem naslovu [www.plineks.si](http://www.plineks.si)

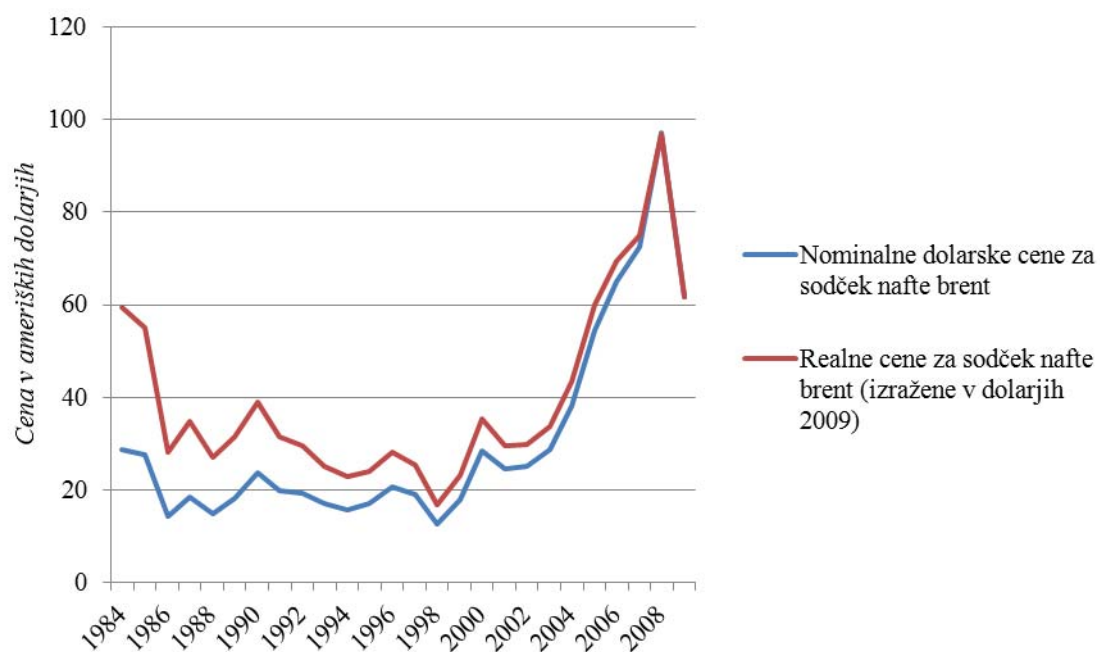


50. Svetovna zveza za UNP (WLPGA). Najdeno 10. maja 2010 <http://www.worldlpgas.com/>
51. Svetovna zveza za UNP (WLPGA) & International Systems and Communications Limited (ISC) & (2009, september). *LP gas – exceptional energy*. Najdeno 28. junija 2010 na spletnem naslovu [http://www.worldlpgas.com/page\\_attachments/0000/1989/wlpga\\_layout\\_webFINALPRINT.PDF](http://www.worldlpgas.com/page_attachments/0000/1989/wlpga_layout_webFINALPRINT.PDF)
52. Vidrih, J. (2009). *Analiza in razvoj trga utekočinjenega naftnega plin kot naftnega derivata*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
53. Transport research center of OECD, & The International Transport forum (2009). *Transport outlook 2009*. Najdeno 25. maja 2010 na spletnem naslovu [www.internationaltransportforum.org/jtrc/.../DP200912.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/.../DP200912.pdf)
54. Transport research center of OECD, & The International Transport forum (2008). *Transport outlook 2008*. Najdeno 25. maja 2010 na spletnem naslovu <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/.../DP200813.pdf>
55. Zakon o ratifikaciji Kjotskega protokola k Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (MKPOKSP). *Uradni list* 60/2002.
56. Zakon o varstvu okolja. *Uradni list RS* št. 41/2004, popr. Ur.l. RS, št. 17/2006, 20/2006, 28/2006 Skl.US: U-I-51/06-5, 39/2006-UPB1, 49/2006-ZMetD, 66/2006 Odl.US: U-I-51/06-10, 112/2006 Odl.US: U-I-40/06-10, 33/2007-ZPNačrt, 57/2008-ZFO-1A, 70/2008, 108/2009.
57. Združeni raziskovalni center Evropske komisije (2010). Najdeno 27. maja 2010 na spletnem naslovu <http://ies.jrc.ec.europa.eu/>

## **PRILOGE**

<i>Priloga 1: Povprečne letne cene sodčka nafte brent izražene v ameriških dolarjih.....</i>	<i>2</i>
<i>Priloga 2: Razlike in podobnosti zemeljskega plina in utekočinjenega naftnega plina.....</i>	<i>3</i>
<i>Priloga 3: Pridobivanje in distribucija UNP .....</i>	<i>4</i>
<i>Priloga 4: Število avtomobilov na avtoplin v Južni Koreji od 1997 do 2008 (v 1000 avtomobilih) .....</i>	<i>5</i>
<i>Priloga 5: Število vozil na avtoplin v izbranih državah po svetu.....</i>	<i>5</i>
<i>Priloga 6: Število črpalk avtoplina v svetu od 2000 do 2008 .....</i>	<i>6</i>
<i>Priloga 7: Izračun ekonomičnosti uporabe avtoplina v primerjavi z bencinom v vozilu, ki povprečno potroši 8 litrov bencina ali 9,2 litra avtoplina .....</i>	<i>6</i>

Priloga 1: Povprečne letne cene sodčka nafte brent<sup>20</sup> izražene v ameriških dolarjih



Vir: BP, 2010.

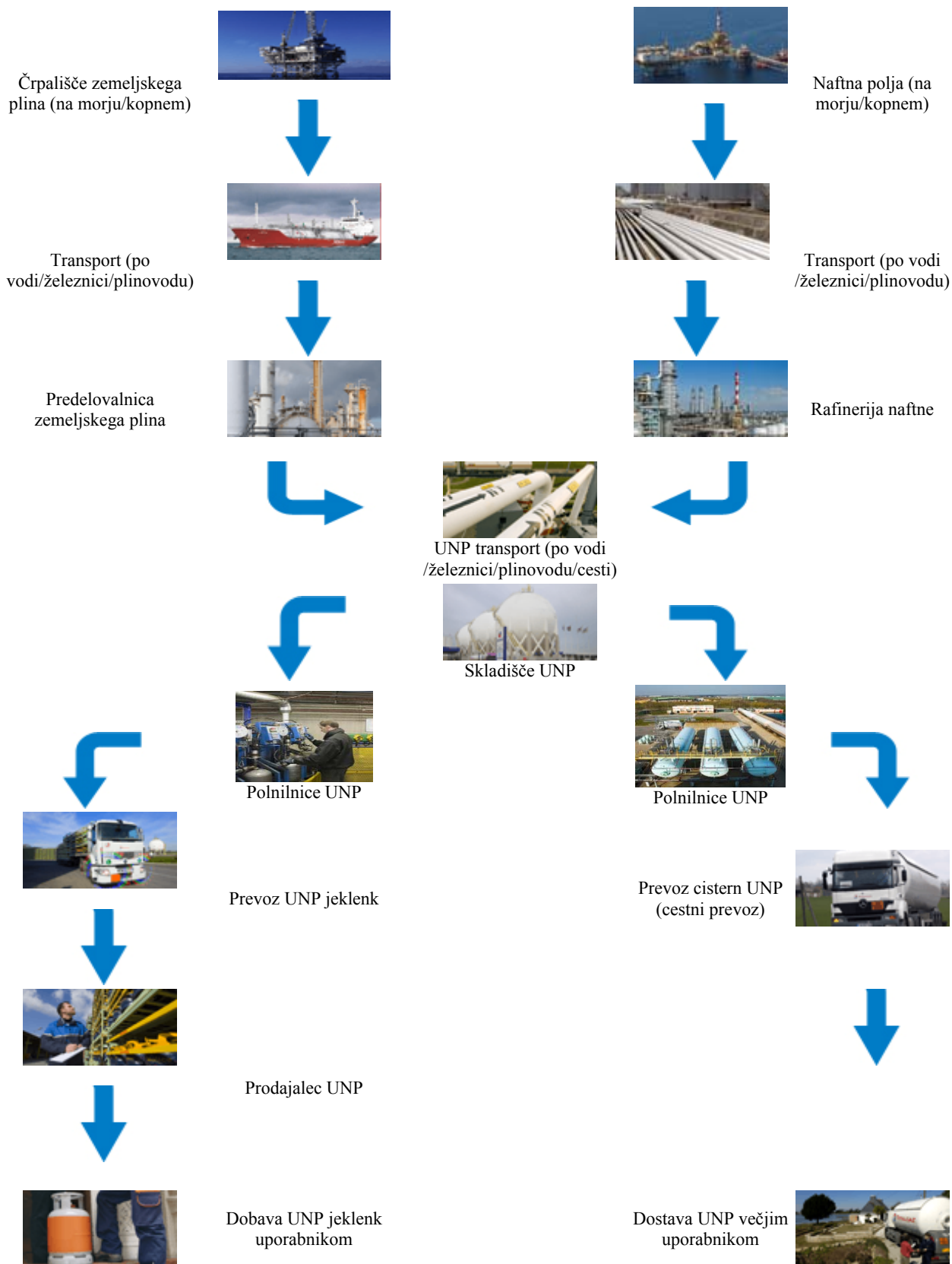
<sup>20</sup> Brent – Vrsta severnomorske nafte, ki jo črpajo na naftnem polju Brent in na sosednjih poljih (skupno 17). Od začetka osemdesetih velja kot mednarodno priznано merilo pri določanju tržnih cen nafte (Burkeljca, 2001).

Priloga 2: Razlike in podobnosti zemeljskega plina in utekočinjenega naftnega plina

	<b>ZEMELJSKI PLIN</b>	<b>UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN</b>
Sestava	Metan – nekoliko lažji od zraka.	Propan in butan – težja od zraka.
Pridobivanje	Zemeljske vrtine (večinoma samostojno, lahko tudi povezano s pridobivanjem surove nafte).	Stranski produkt rafinacije nafte in kot stranski produkt pri ločevanju zemeljskega plina.
Transport	Po plinovodih.	V jeklenkah po cesti, železnici, vodi.
Glavne možnosti uporabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ogrevanje prostorov in sanitarnih voda.</li> <li>· Kuhanje.</li> <li>· Pogon vozil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ogrevanje prostorov in sanitarnih voda.</li> <li>· Kuhanje.</li> <li>· Pogon vozil.</li> </ul>
Uporaba s Sloveniji	Predvsem za ogrevanje prostorov in sanitarnih voda ter kuhanje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ogrevanje prostorov in sanitarnih voda.</li> <li>· Kuhanje.</li> <li>· Pogon vozil.</li> </ul>
Prednosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pridobivanje UZP je enostavnejše kot pridobivanje nafte in je tako cenovno konkurenčnejše.</li> <li>· Emisije škodljivih snovi so veliko manjše kot pri bencinskih in dizelskih motorjih (manjše so emisije žveplovega dioksida, ogljikovega monoksida in trdih delcev).</li> <li>· UZP se lahko uporablja v kombinaciji z bencinom in tako je mogoče prevoziti večje število kilometrov neodvisno izključno od gostote UZP črpalk.</li> <li>· Dostava po plinovodu je varnejša kot transport bencina ali dizla po cesti ali železnici.</li> <li>· Polnilno postajo je možno namestiti tudi doma, v kolikor je v hiši že zemeljski plin.</li> <li>· Predstavlja predhodnico uporabe bioplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Že obstoječa infrastruktura.</li> <li>· Zaradi čistejšega zgorevanja zmesi plina in zraka se zmanjša korozija motorja, življenjska doba motorja in katalizatorja se podaljša.</li> <li>· V izpuhu do petkrat manj ogljikovega monoksida, med 30 in 60 odstotkov manj dušikovih oksidov, za okoli 12 odstotkov manj ogljikovega dioksida. Drugih strupenih snovi kot pri bencinskem ali dizelskem motorju.</li> <li>· Avtoplin je cenovno ugodnejši od bencina.</li> <li>· Od vseh alternativnih goriv je UNP glede na število črpalk po svetu najdostopnejši.</li> <li>· Ob možni uporabi dvojnega goriva je mogoče prevoziti več kilometrov.</li> </ul>
Slabosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Predelava avtomobilov je draga (okoli 2.000 €) zaradi dragih rezervoarjev, ki morajo prenesti tlak 200-250 barov.</li> <li>· Zaradi dodatnega rezervoarja za gorivo je avto bolj obremenjen.</li> <li>· Gostota črpalk UZP je v Evropi različna, pri nas pa takšne črpalke še ni.</li> <li>· Investicijski stroški črpalke za UZP so zelo visoki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UNP je neobnovljiv vir energije.</li> <li>· V Sloveniji je le 24 črpalk na UNP.</li> <li>· Zaradi dodatnega rezervoarja za gorivo je avto bolj obremenjen.</li> <li>· Dodatna investicija za predelavo avtomobilov.</li> <li>· Zaradi večje zaloge goriva so potrebni večji varnostni ukrepi.</li> <li>· Prepoved parkiranja vozila na UNP v podzemnih garažah.</li> </ul>

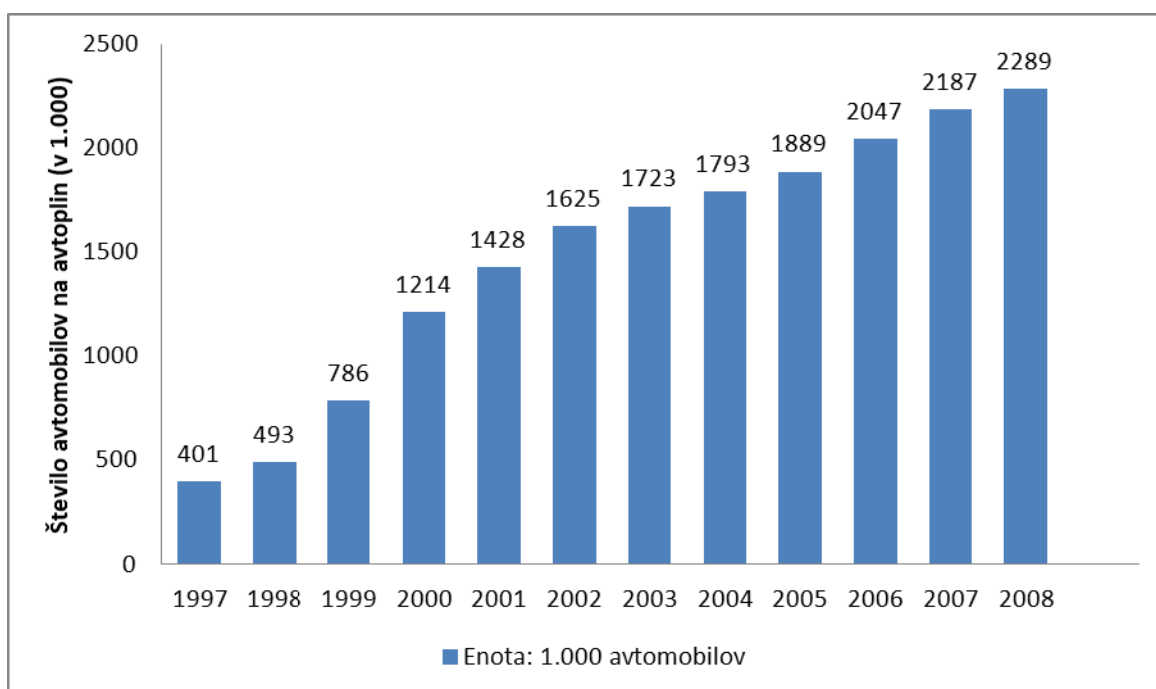
Vir: Vidrih, 2009; Energap, 2010.

### Priloga 3: Pridobivanje in distribucija UNP



Vir: Evropska zveza za avtoplin, 2010.

Priloga 4: Število avtomobilov na avtoplin v Južni Koreji od 1997 do 2008 (v 1000 avtomobilih)



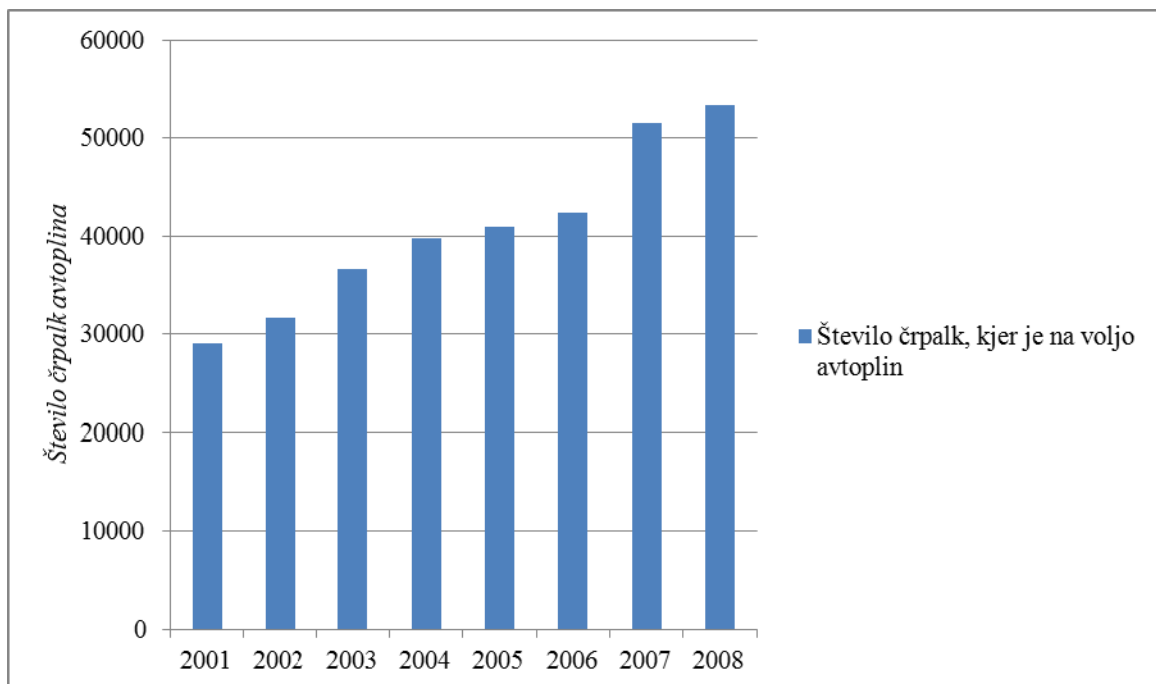
Vir: Evropska zveza za utekočinjen naftni plin, 2010.

Priloga 5: Število vozil na avtoplin v izbranih državah po svetu

Država	Število vozil
Južna Koreja	2.187.066
Poljska	2.050.000
Turčija	2.000.000
Italija	1.002.118
Avstrija	620.000
Rusija	600.000
Mehika	550.000
Indija	500.000
Japonska	292.300
Nizozemska	270.000

Vir: Svetovna zveza za utekočinjen naftni plin, 2010.

Priloga 6: Število črpalk avtoplina v svetu od 2000 do 2008



Vir: Svetovna zveza za utekočinjen naftni plin, 2010.

Priloga 7: Izračun ekonomičnosti uporabe avtoplina v primerjavi z bencinom v vozilu, ki povprečno potroši 8 litrov bencina ali 9,2 litra avtoplina

Število prevoženih kilometrov	Strošek goriva Petrol 95 v EUR	Strošek avtoplina ob povečanju porabe za 10% v EUR	Prihranek v EUR
10.000	973	643	330
20.000	1947	1286	661
30.000	2920	1929	991
40.000	3894	2572	1322
50.000	4868	3215	1652

Vir: Petrol d.d., 2010.