

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**SANJA MIŠKULIN**

**RAZVOJ PROMETA U FUNKCIJI OČUVANJA**  
**ENERGETSKIH RESURSA**

**DIPLOMSKI RAD**

**RIJEKA, 2013**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**RAZVOJ PROMETA U FUNKCIJI OČUVANJA**  
**ENERGETSKIH RESURSA**

DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Pomorska i prometna politika  
Mentor: dr.sc. Dundović Čedomir  
Komentor: dipl.ing. Grubišić Neven  
Student: Sanja Miškulin  
Matični broj: 0062017948  
Smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

RIJEKA, 2013

# SADRŽAJ

<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>3</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>4</b>
1.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA.....	4
1.2. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA.....	5
1.3. STRUKTURA RADA .....	5
1.4. METODE IZRADE RADA .....	6
<b>2. POSTOJEĆE STANJE PROMETNOG SUSTAVA</b> .....	<b>7</b>
2.1. PROBLEM SUVREMENOG CESTOVNOG PROMETA .....	9
2.2. UTJECAJ GLOBALIZACIJE NA POMORSKI PROMET .....	13
2.3. RAZVOJ ZRAČNOG PROMETA .....	16
2.4. ZNAČAJKE ŽELJEZNIČKOG PROMETA .....	19
<b>3. ENERGETSKI RESURSI U PROMETU</b> .....	<b>20</b>
3.1. NEOBNOVLJIVI ENERGETSKI RESURSI - FOSILNA GORIVA .....	20
3.2. OBNOVLJIVI ENERGETSKI RESURSI - ALTERNATIVNA GORIVA .....	23
3.2.1. <i>Biogoriva</i> .....	23
3.2.2. <i>Vodik kao energetski resurs</i> .....	26
3.2.3. <i>Upotreba električne energije kao pogonskog goriva</i> .....	27
<b>4. DUGOROČNI RAZVOJ PROMETNOG SUSTAVA U FUNKCIJI OČUVANJA RESURSA</b> .....	<b>30</b>
4.1. PREDNOST ŽELJEZNICE U RAZVOJU PROMETA .....	34
4.2. INTEGRIRANI JAVNI PRIJEVOZ PUTNIKA .....	37
4.3. UPOTREBA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U CESTOVNOM PROMETU.....	39
4.4. ALTERNATIVNI POGONSKI SUSTAV U RAZVOJU PROMETA.....	43
4.5. ORGANIZACIJA MULTIMODALNOG PRIJEVOZA KAO ČIMBENIK RAZVOJA PROMETA .....	47
<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>51</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>54</b>
<b>PRILOZI</b> .....	<b>57</b>

## **1. Uvod**

Promet kao specifična gospodarska djelatnost prijevoza odnosno prijenosa ljudi i roba, svojom kvalitetom i prilagođenošću ljudskim potrebama znatno pridonosi oblikovanju životnog prostora i ukupnom gospodarskom razvoju gdje se mobilnost javlja kao neophodna stavka za razvoj međunarodnog tržišta. S druge strane, stalni gospodarski rast, povećanje proizvodnje, potrošnje a time i obujma prometa, sve više negativno djeluje na čovjekov okoliš te iscrpljuje obnovljive, a pogotovo neobnovljive prirodne resurse. Posljedice se uočavaju u obliku globalnog zatopljenja, povećanja ozonskih rupa, kiselih kiša, istrebljenja biljnih i životinjskih vrsta, smanjivanja obradivog tla zbog izgradnje prometnica te progresivnog iscrpljivanja neobnovljivih izvora energije.

### **1.1. Predmet istraživanja**

Promet kao dio ljudskoga okoliša bitno utječe na njegovu kvalitetu a kako je u proteklih dvadesetak godina uočen značajan porast transporta ljudi i roba, nužno je okrenuti se razvoju i organizaciji prometa po načelu održivog razvoja. Slijedeći koncepciju održivog razvoja dolazi se do zaključka da se mora preusmjeriti pažnja na razvoj prometa uz minimiziranje njegovog štetnog utjecaja na ekološku ravnotežu i zdravlje ljudi. To znači smanjiti upotreba prometnih grana koje negativno utječu na okoliš i iscrpljuju fosilna goriva a povećati korištenje onih prometnih grana na alternativna pogonska goriva te poticati organizaciju onih oblika prijevoza koje imaju manje štetan utjecaj na okoliš. Nove tehnologije za prijevozna sredstva i održivo upravljanje prometom ključne su u smanjivanju ispušnih plinova iz prometa.

U brojnim razvijenim zemljama danas postoje modeli organizacije prometa koji ciljano djeluju na smanjenje štetnog utjecaja prometa na čovjeka i okoliš. Osim usavršavanja javnog gradskog prijevoza kao okosnice prometne politike, dolazi do značaja prednost željezničkog prijevoza u prometu roba i transportu ljudi, do koristi od upotrebe inteligentnih transportnih sustava u organizaciji prometa kao i do organizacije multimodalnog oblika prijevoza kao racionalnog rješenja prometnih

problema. Osim toga mnogi europski gradovi pripremaju niz restriktivnih mjera te postavljaju stroge zahtjeve prema naftnoj industriji u cilju proizvodnje čistijih fosilnih goriva, bez emisije štetnih plinova.

Iz svega navedenog kao predmet istraživanja ovog diplomskog rada javlja se potreba za razvojem prometa putem: racionalne upotrebe neobnovljivih izvora energije, organizacije multimodalnog načina prijevoza, upotrebe inteligentnih transportnih sustava, povećanja korištenja javnog prijevoza, zamjene cestovnog prometa željezničkim te prelaska na alternativne izvore energije kako bi se što više smanjili negativni utjecaji prometa na okoliš uz očuvanje energetske resursa.

## **1.2. Svrha i cilj istraživanja**

Svrha ovog istraživanja je da se primjenom odgovarajućih istraživačkih metoda utvrdi da investiranje u razvoj prometa temeljen na kombiniranim oblicima prijevoza, racionalnom organiziranju prometa i alternativnim gorivima dovodi do očuvanja resursa, unapređenja kvalitete usluge prometne mreže te uz efikasniji način prometne organizacije do smanjenja zagađenja okoliša.

Cilj znanstvenog istraživanja je prikazati kako se djelotvornom i racionalnom organizacijom prometa i prometne infrastrukture može utjecati na poboljšanje cijelog prometnog sustava uz očuvanje resursa te naglasiti prednosti koje bi takav sustav nudio.

## **1.3. Struktura rada**

Ovaj diplomski rad pod naslovom „Razvoj prometa u funkciji očuvanja energetske resursa“ strukturno je koncipiran u 5 poglavlja.

Uvodni dio sadrži: definiranje predmeta istraživanja, postavljanje svrhe i cilja istraživanja, strukturu rada kao i primijenjene znanstvene metode istraživanja.

U drugom dijelu pod nazivom „Postojeće stanje prometnog sustava“ definiraju se pozitivne te negativne strane postojeće organizacije cestovnog, pomorskog, zračnog i željezničkog prometa iz čega je vidljivo da različite vrste prometa imaju različit učinak na okoliš.

Treći dio koji nosi naziv „Energetski resursi u prometu“ prikazuje kratak pregled neobnovljivih i obnovljivih resursa koji se koriste u organizaciji prometa s naglaskom na alternativne pogonske sustave koje treba sve više uključiti u razvoj prometnog sustava.

U četvrtom dijelu pod naslovom „Dugoročni razvoj prometnog sustava u funkciji očuvanja resursa“ prikazana su potencijalna rješenja za razvoj održivog prometnog sustava kroz: veće korištenje željezničkog prijevoza u organizaciji prometa sa svojim prednostima u urbanim sredinama, upotrebu inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu, korištenje alternativnih pogonskih sustava te organizaciju multimodalnog načina prijevoza.

U petom i posljednjem dijelu „Zaključku“ iznose se zaključci koji proizlaze iz istraživanja ostvarenog u ovom radu.

#### **1.4. Metode izrade rada**

Prilikom izrade diplomskog rada istraživanja su provedena metodom promatranja, deskripcije, sređivanja i komparacije, te su korištene metode analize i sinteze, generalizacije i specijalizacije, indukcije i dedukcije, kao i metoda dokazivanja. Sve dostupne informacije, spoznaje i podaci obrađeni su primjenom navedenih metoda uz korektno citiranje tuđih opažanja, stavova, zaključaka i spoznaja.

## 2. Postojeće stanje prometnog sustava

Prometni sektor jedan je od najvažnijih sektora današnjice a ujedno i značajan nositelj te okosnica gospodarskog i društvenog razvoja svake zemlje i kao takav mora biti učinkovit. Promet omogućuje gospodarski rast te stvaranje poslova i shodno tome mora biti održiv i u kontekstu izazova s kojima je gospodarstvo svakodnevno suočeno. Promet se odvija na svjetskoj razini, stoga je za učinkovito djelovanje potrebna međunarodna suradnja.

Osim pozitivnog društveno-ekonomskog utjecaja promet ima i negativnu dimenziju u koju spada onečišćenje okoliša, prometne nezgode te zagušenje. Te tri dimenzije predstavljaju najznačajnije kategorije eksternih troškova prometa, koji se u Europskoj uniji procjenjuju na iznos od 8% BDP-a, pri čemu je cestovni promet odgovoran za 90% troškova.<sup>1</sup> Ekspanzija prometa kao posljedica rasta životnog standarda te prometne kulture, dovela je do povećanog broja vozila koji prometne mreže ne mogu kvalitetno uslužiti te zbog navedenog dolazi do zagušenja u prometnom sustavu. Taj problem se javlja jer razvoj prometnih sustava nije adekvatno pratio gospodarski razvoj. Rješenja se javljaju adekvatnim razvojem javnog prijevoza te razvojem prigradske željeznice što bi dovelo do povećanog korištenja ovih vrsta prijevoza, te bi se smanjila upotreba osobnih automobila. Smanjenjem upotrebe osobnih automobila došlo bi do smanjenja gužvi u prometnom sustavu te do manjeg negativnog utjecaja prometa na okoliš. Promet je zbog uporabe fosilnih goriva odgovoran za više od 26% globalnih emisija ugljikovog oksida.<sup>2</sup> Razvoj prometa koji je uvjetovan velikom mobilnošću ljudi, roba i usluga mora biti usklađen s načelima održivog razvoja.

Održivi promet je promet koji ne ugrožava javno zdravlje i okoliš te konzistentno zadovoljava prijevoznu potražnju kroz:

- racionalno korištenje prirodno obnovljivih izvora te
- racionalno korištenje neobnovljivih izvora.

---

<sup>1</sup> Breglec, D.,: Program smanjenja negativnog utjecaja prometa na okoliš, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2009. god. str. 5.

<sup>2</sup> Božičević, J.,: Ekološki problemi prometnog razvoja, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011. god. str. 11.

Promet je područje gdje su pokazatelji rasta, kroz prizmu održivog razvoja, većim dijelom sa negativnim predznakom. Sva poboljšanja glede smanjenja emisija štetnih tvari, povećanja iskoristivosti goriva te uvođenje novih alternativnih goriva i načina prijevoza, nedovoljna su pred podacima o znatnom povećanju broja i korištenja vozila svih vrsta, a posebno cestovnih vozila. Zabrinjavajuće je i povećanje korištenja osobnih vozila u odnosu na smanjenje korištenja javnih oblika prijevoza što bi pozitivno utjecalo na razvoj prometa.

Ovisnost različitih elemenata zaštite od zagađenja pokazuje obavezu usklađivanja gospodarskog razvoja što znači da zahtjeva stručna znanja u području zaštite okoliša, zdravlja, energetike, prometnog te prostornog planiranja. Na svjetskoj razini motorni promet čini 20% svih djelatnosti što pokazuje koliko je bitno voditi računa o razvoju prometa pomoću racionalne upotrebe neobnovljivih resursa, organiziranja multimodalnog načina prijevoza, primjene inteligentnih transportnih sustava, povećanja korištenja javnog prijevoza, zamjene cestovnog prijevoza željezničkim te prelaska na alternativne izvore energije kako bi se što više smanjili negativni utjecaji prometa na okoliš i zdravlje ljudi.

Promet i mobilnost značajno ovise i o infrastrukturi. Bez potpore u obliku odgovarajuće infrastrukturne mreže i njenog racionalnog korištenja nisu moguće veće promjene u prometu. Ulaganja u prometnu infrastrukturu moraju biti isplanirana tako da se postigne najveći mogući pozitivni učinak na gospodarski rast te najmanji mogući negativni učinak na okoliš.



## 2.1. Problem suvremenog cestovnog prometa

Suvremeni cestovni promet je najrazvijeniji i najznačajniji oblik kopnenog prometa. Ovaj oblik prometa je u razdoblju nakon drugog svjetskog rata izborio vodeću poziciju u prometu onih dijelova svijeta u kojima je najrazvijeniji industrijski način proizvodnje.

S obzirom da ne postoji sektor koji barem u malom postotku negativno ne utječe na zagađenje okoliša, istraživanja pokazuju da okolinu najviše zagađuju motorna vozila. U atmosferu se izbacuje velika količina stakleničkih plinova koji su svrstani u dvije osnovne skupine:<sup>3</sup>

- glavni (direktni),
- indirektni.

Slika 1.: Utjecaj cestovnog prometa na onečišćenje zraka



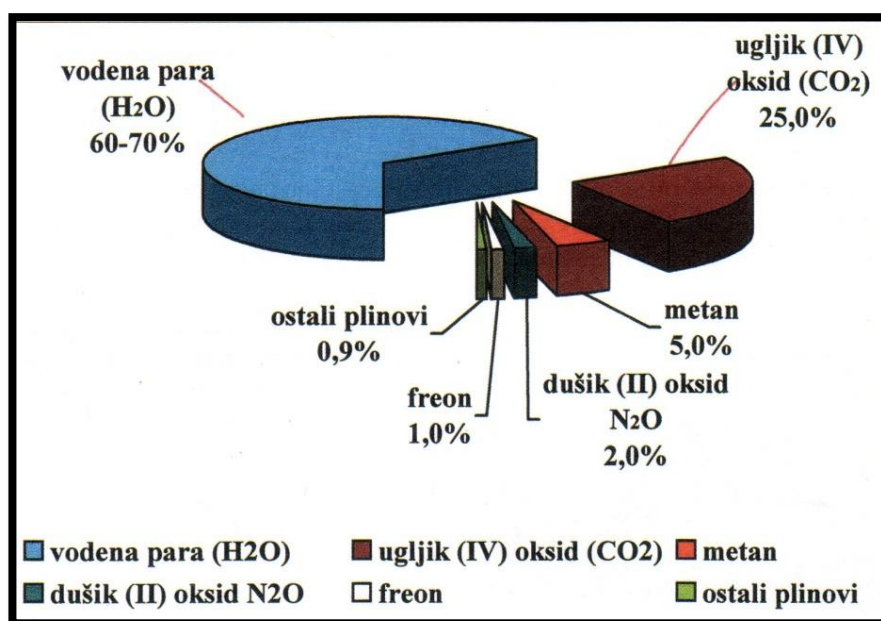
Izvor: Ekološke posljedice, [www.ekologija.ba](http://www.ekologija.ba), 2013.

Glavni staklenički plinovi imaju izravan utjecaj na globalno zatopljenje, a to su ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), didušikov oksid (N<sub>2</sub>O), fluorougljikovodici

<sup>3</sup> Breglec, D.: op.cit., str. 10.

(HFC), perfluorougljici (PFC), sumpor-heksafluorid (SF<sub>6</sub>). Indirektni spojevi imaju indirektan utjecaj a tu spadaju dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>), ne-metanski hlapljivi organski spojevi (NMVOC) i ugljikov monoksid (CO).<sup>4</sup>

Slika 2.: Staklenički plinovi u postocima



Izvor: Golubić. J.,:Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011. god. str. 162.

Standardi emisije štetnih plinova za vozila zadaju se u obliku grama emitirane tvari po prijeđenom kilometru. Emisija štetnih tvari iz vozila regulira se za laka vozila (osobni automobili i laka komercijalna vozila) te teška teretna vozila (kamioni i autobusi). Tako zakonodavstvo Europske unije u području tehnologije i sigurnosti propisuje najveće dopuštene mase i dimenzije cestovnih vozila, licenciranje vozača, utvrđuje procedure za tehnički pregled vozila, tehničke zahtjeve za cestovna vozila te područje sigurnosti i ekološke podobnosti motornih vozila na temelju Europske konferencije ministara prometa (CEMT), kao i područje koje uređuje međunarodni

<sup>4</sup> Breglec, D.: op. cit., str. 10.

Sporazum o prijevozu opasnih tvari (Sporazum ADR).<sup>5</sup> Prema regulativi Europske unije skraćeno se označavaju sa EURO 1, EURO 2,..., EURO 5. Ovim standardima se ograničava emisija ugljikovog monoksida (CO), ugljikovodika (HC), dušičnih oksida (NOx) i čestica (PM).

Tablica 1.: Direktive za pojedine EURO standarde

Direktive za pojedine EURO standarde EURO standard	Godina	Kategorija	Direktiva
EURO 1	1993.	Za osobne automobile Za osobne automobile i laka teretna vozila	91/441/EEC 93/59/EEC
EURO 2	1996.	Za osobna vozila	94/12/EC, 96/69/EC
EURO 3	2000.	Za sva vozila	98/69/EC
EURO 4	2005.	Za sva vozila	98/69/EC, 2002/80/EC
EURO 5	2008./9/10	Za sva vozila	COM(2005)683 prijedlog
EURO 6	2014.	Za sva vozila	EU Tematska strategija (2006)

Izvor: Breglec, D.: Program smanjenja negativnog utjecaja prometa na okoliš, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2009. god. str. 13.

Negativna uloga prometa ne očituje se samo emisijom štetnih plinova, već bukom i vibracijama, zauzimanjem obradivih površina te vizualnim degradiranjem prostora. Cestovni promet smanjuje kvalitetu okoliša i otpadnim tvarima koje nastaju trošenjem guma i površinskih slojeva kolnika.

U 2010. godini cestovni promet, kao najveći konzument prometnog sektora Europske unije, imao je potrošnju energenata preko 82%.<sup>6</sup> Da bi se smanjilo zagađenje okoliša te racionalno iskorištavalo energetske resurse potrebno je poduzeti mjere za učinkovitiju upotrebu cestovnih prijevoznih sredstava. To se može ostvariti putem veće upotrebe multimodalnog prijevoza, prelaska na cestovna vozila sa

<sup>5</sup> Breglec, D.: op. cit., str. 12.

<sup>6</sup> Eurostat: Energy, transport and environment indicators, 2012. god. str. 57.

pogonskim gorivom iz obnovljivih izvora, smanjenjem cestovnog prometa u korist željeznice te boljom organizacijom javnog gradskog prijevoza.

## 2.2. Utjecaj globalizacije na pomorski promet

Svjetsko more čini golemu plovnu površinu koja omogućuje funkcioniranje pomorskog prometa. Utjecaj svjetskog gospodarstva odrazio se na poslovanje brodarskih kompanija, koje se javljaju u funkciji sve većih potreba međunarodne razmjene vanjskotrgovinskog poslovanja. Na svjetskom tržištu dolazi do pojave sve većeg broja raznovrsnih roba i do sve veće potrebe za njihovom razmjenom. Liberalizacija svjetske trgovine intenzivira ugrožavanje okoliša rastom proizvodnje i potražnjom za energijom što sve generira zagađivanje.<sup>7</sup>

Pomorski promet je najvažnija pomorska djelatnost, koja omogućuje gospodarsko povezivanje na svjetskoj razini gdje se oko dvije trećine ukupnog međunarodnog robnog prometa obavlja putem mora. Najjeftinija grana prometa je upravo pomorski promet, a često i jedini način transporta robe među kontinentima.

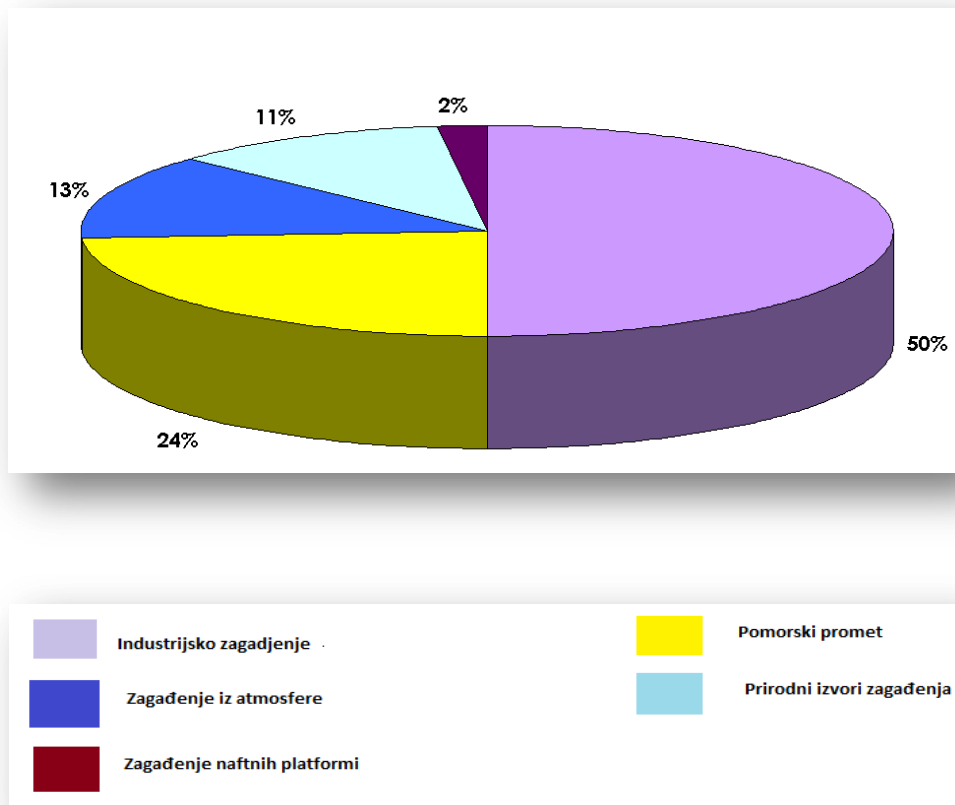
Gospodarstvo svih razvijenih zemalja ovisno je o pomorskom prometu pa su tijekom prošlosti iste nastojale ovladati dijelom morske obale. Dugo nakon velikih geografskih otkrića najprometniji ocean bio je Atlantik, zbog frekventnih veza između Europe i Amerike. Krajem dvadesetog stoljeća i početkom dvadeset prvog stoljeća, prednost u pomorskom prometu preuzele su pomorske luke na Pacifiku što se javilo kao posljedica razvoja trgovinskih veza između dalekoistočnih zemalja te Angloamerike s jedne i Australije s druge strane.

Brodarske kompanije na porast globalnog gospodarstva odgovaraju sve većim brodovima za prijevoz tereta zbog čega u vodene ekosustave dnevno dospijevaju velike količine različitog otpada koje se sustavno povećavaju zbog velikog opsega pomorskog prometa i povećanih izvanrednih stanja poput havarija brodova. (Slika 3.)

---

<sup>7</sup> Pašalić, Ž.,: Promet i gospodarstveni razvoj, Split, 2012. god. str. 77.

Slika 3.: Zagađenje morskog ekosustava 1993 godina



Izvor: IMO, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP): Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment, 1993. god. str. 27.

Gotovo 100.000 brodova različite namjene, veličine, godine izgradnje i snage plovi svakodnevno po svijetskim morima. Iako se pomorski prijevoz, u usporedbi s ostalim načinima prijevoza, blagonaklono odnosi prema okolišu, svi ti brodovi na neki način prouzrokuju onečišćenje budući da koriste pogonsko gorivo loše kvalitete koje sadrži i do nekoliko tisuća puta više sumpora u usporedbi s dizelskim gorivom kojim se koriste automobili.<sup>8</sup> Većina brodarskih kompanija, u posljednje vrijeme bila je primorana prijeći na ekonomičnu brzinu plovidbe koja je otprilike za 20% manja nego brzina pri punoj eksploataciji (npr. kontejnerski brod od 4.000 TEU pri punoj

<sup>8</sup> Zane, M., Twrdy, E.: Air pollution from maritime transport- the problem of today, the challenge of tomorrow, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, br. 25, 2011. god. str. 101.

brzini od 25 čvorova troši otprilike 155 tona teškog goriva, a pri ekonomičnoj brzini od 20 čvorova troši otprilike 110 tona teškog goriva) što direkno utječe na manju emisiju štetnih tvari te na racionalizaciju upotrebe resursa.

U principu, postoje četiri temeljne opcije za smanjenje emisije štetnih plinova te povećanje učinkovitosti razvoja pomorskog prometa:<sup>9</sup>

- poboljšanje energetske učinkovitosti, odnosno bolja iskoristivost rada sa istom potrošnjom energije (bolje projektiranje i iskorištavanje brodova),
- korištenje obnovljivih izvora energije, poput vjetra i sunca,
- korištenje goriva s manjom emisijom stakleničkih plinova, kao što su biogoriva i prirodni plin,
- korištenje tehnologija koje reduciraju zagađenje, smanjenje emisije kroz kemijske reakcije te skladištenje štetnih plinova.

---

<sup>9</sup> Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K.: Second IMO GHG Study 2009, International Maritime Organization (IMO), 2009. god. str. 64.

### 2.3. Razvoj zračnog prometa

Zračni promet je relativno nov oblik prometa koji se najčešće bavi prijevozom putnika. Danas se zračni promet osobito razvija u zemljama koje imaju veća prostranstva jer je avion najbrže prijevozno sredstvo. Suvremeni zračni promet putnika obavlja se avionima, dok se prijevoz robe vrši posebnim avionima, kad je u pitanju specifična roba, roba velike vrijednosti ili lako kvarljiva roba. Zračni promet danas je posebno značajan za udaljenije i izoliranije krajeve, koje nije moguće povezati uobičajenim prometnim sredstvima na kopnu ili vodi. Zračni promet se u suvremenim uvjetima razvija brzo te je prema podacima u posljednjih trideset godina broj putnika porastao za pet puta a promet robe za više od četiri puta.

Utjecaj zračnog prometa na onečišćenje okoliša primarno se očituje u izgaranju fosilnih goriva u motorima zrakoplova na visinama koje se nalaze u gornjim slojevima troposfere ili donjim slojevima stratosfere. (Slika 4.) Iako zračni promet ima vrlo mali udio u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u atmosferi (oko 2%), izrazito se brzo razvija jer promet u prosjeku na globalnoj razini raste za 5% godišnje.<sup>10</sup>

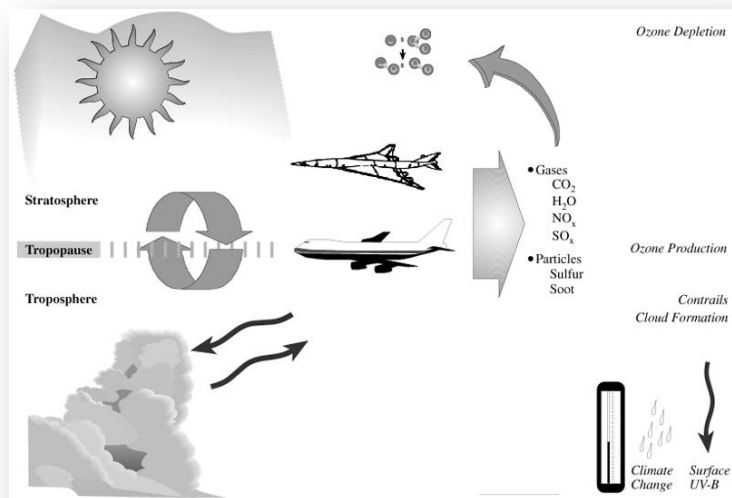
Glede zagađenja od zračnog prometa najveći utjecaj je u prvih deset minuta kod polijetanja te prilikom slijetanja zrakoplova. Osim ovog direktnog zagađenja zračni promet ima dva globalna efekta: utjecaj na smanjenje ozonskog omotača (direktno povećanje količine sunčevog zračenja), te povećanje radijacije na populaciji ispod avionskih ruta (zabilježena veća učestalost maligniteta koji ovise o sunčevoj radijaciji).

---

<sup>10</sup> Bazijanac, E., Novak, D.: Ekološki aspekti razvoja zračnog prometa, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011. god. str. 51.



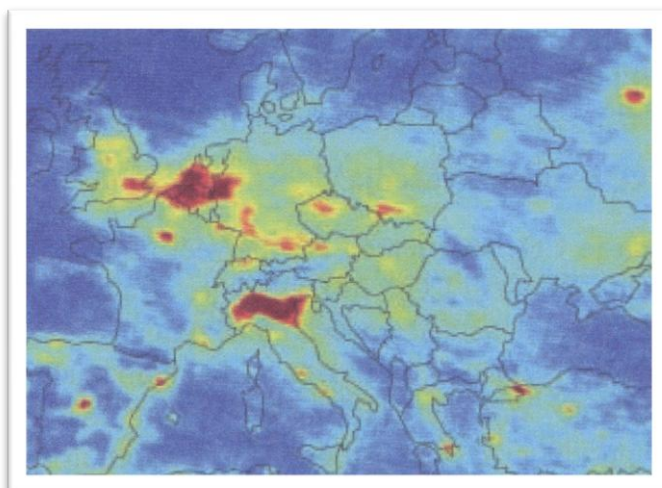
Slika 4.: Utjecaj zračnog prometa na atmosferu



Izvor: IPCC Special Report: Aviation and the Global Atmosphere, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch), 1999.

Zračnim prometom uvjetovano onečišćenje najveće je na sjevernoj polutki a posebno iznad razvijenih zemalja Europe. Područja pojačanog zagađenja poklapaju se sa najprometnijim europskim koridorima te sa preookeanskim zračnim putevima (Slika 5.).

Slika 5.: Područja Europe gdje je koncentracija onečišćenja najveća



Izvor: Fakleš, D., Kučić, D., Petrin, I.; Normativa trgovanja emisijama stakleničkih plinova u komercijalnom zrakoplovstvu, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011. god. str. 255.

S aspekta potrošnje energetske resursa, zračni promet u zemljama Europske unije je po potrošnji neobnovljivih resursa na drugom mjestu, odmah iza cestovnog prometa, sa udjelom od 14% u ukupnoj potrošnji.<sup>11</sup>

Kao primarni cilj sudionika zračnog prometa javlja se potreba za uštedom u potrošnji goriva i to na dva načina:<sup>12</sup>

- uvođenjem efikasnijih motora,
- optimizacijom putanje leta.

Poboljšanje učinkovitosti zrakoplova te upravljanje prometom je cilj kojem treba težiti u sektoru zračnog prometa. Tehnološko usavršavanje zrakoplovnih motora pridonosi smanjenju potrošnje goriva. Uz smanjivanje zagađenja od ispušnih plinova to bi osiguralo i konkurentnu prednost. Potrebno je optimizirati kapacitete zračnih luka i po potrebi ih povećati, kako bi bilo moguće odgovoriti na rastuću potražnju za putovanjima u i iz trećih zemalja i područja Europe koja su inače slabo povezana i iz njih, zbog koje bi se do 2050. godine aktivnosti zračnog prijevoza u EU-u mogle i više nego udvostručiti.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Eurostat: Energy, transport and environment indicators, 2012. god. str. 57.

<sup>12</sup> Bazijanac, E., Novak, D.: op. cit., str. 51.

<sup>13</sup> European commission: White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, 2011. god. str. 8.

## 2.4. Značajke željezničkog prometa

Željeznica je oblik prometa koji se odvija kopnenim putem po određenim linijama (prugama) i jedan je od najstarijih modernih oblika prijevoza. Oko 70% ukupne mreže željezničkih pruga posjeduju Europa i Sjeverna Amerika.

Utjecaj željezničkog prometa na stanje okoliša manje je invanzivno od utjecaja ostalih prometnih grana a razvojem tehnologije i prelaskom na električni pogon, željeznički sustav postaje sustav koji minimalno negativno utječe na okoliš. Nove željezničke tehnologije rezultiraju sve bržim, čistim i rentabilnijim pogonskim načinima prijevoza a maksimum je postignut razvojem vlakova velikih brzina (TGV).

Svjetska željeznička unija (UIC) pokrenula je izradu studija o negativnom utjecaju prometa na okoliš. Verzija iz 2004. godine nedvojbeno pokazuje da među kopnenim vrstama prometa željeznica najmanje negativno utječe na okoliš sa manje od 2% potrošnje energenata u Europi (Tablica 2.). S tim u vezi nužno je posvetiti se jačanju željezničkog prijevoza kao alternativni za cestovni prijevoz ljudi i roba.

Tablica 2.: Emisija onečišćivača zraka po vrstama prometa

Naziv štetnih tvari	% u jediničnoj količini	% po vrsti prometa-željeznički	% po vrsti prometa-cestovni	% po vrsti prometa-zračni	% po vrsti prometa-vodeni
Ugljični monoksid(CO)	68	1	98	0.3	0.2
Dušični oksid (Nox)	17	4	90.5	0.5	5
Ugljikovodik (CH)	9	1	95	1	3
Sumporni dioksid (SO2)	2	10	74	2	14
Krute čestice	1	5	85	3	7
Ostali nusprodukti	3				

Izvor: Golubić, J.,: Promet i Okoliš, Zagreb, 1999. god. str. 17.

### 3. Energetski resursi u prometu

Energetski resursi su svi dostupni izvori energije koji mogu biti:<sup>14</sup>

- Neobnovljivi – fosilna goriva kojima je količina ograničena a procesima pretvorbe se iscrpljuju.
- Obnovljivi – procesima pretvorbe se troše ali im se količina samo privremeno iscrpljuje.

#### 3.1. Neobnovljivi energetski resursi - fosilna goriva

Osnova fosilnih goriva je ugljik pri čemu normalnim sagorijevanjem nastaje ugljični dioksid koji većinom završava u atmosferi te uzrokuje globalno zatopljenje. Još opasniji je ugljični monoksid koji se oslobađa prilikom nepotpunog sagorijevanja goriva bez dovoljne količine kisika. Niti jedno fosilno gorivo nije sasvim pročišćeno, pa se prilikom sagorijevanja otpuštaju i drugi štetni plinovi koji kasnije reagiraju s vodenom parom u oblacima te formiraju kisele kiše.

Veliki postotak svjetske energije dobiva se iz ekološki neprihvatljivih izvora energije, pogotovo fosilnih goriva koja su još uvijek dominantan izvor energije. U fosilna goriva ubrajamo:<sup>15</sup>

- ugljen
- naftu i naftne derivate
- prirodni plin.

Ugljen je nastao iz mase biljnog podrijetla koja je potresima i drugim prirodnim pojavama dospjela ispod slojeva zemlje. Zbog malog prisutstva kisika, visokog tlaka i temperature došlo je do izlučivanja vode i organskih plinova iz tvari s visokim udjelom ugljika što je rezultiralo mineralizacijom i nastankom ugljena. Iz

---

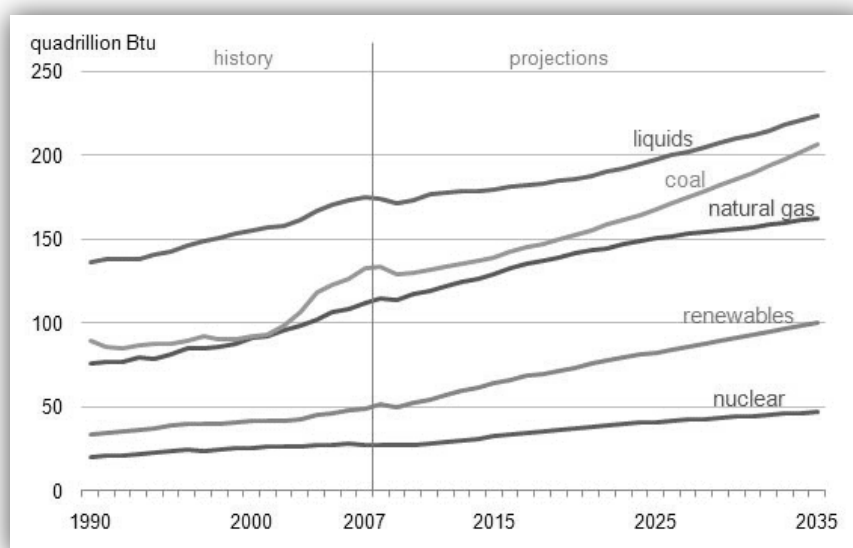
<sup>14</sup> Labudović, B.,: Obnovljivi izvori energije, Zagreb, 2002. god. str. 20.

<sup>15</sup> Ibidem, str. 36.

ugljena se raznim procesima prerade mogu dobiti plinovita i tekuća goriva kao gradski plin ili benzin.

Nafta je nastala na većim dubinama od ugljena gdje je zbog većeg tlaka, djelomičnog izdvajanja sumpora, kisika i dušika došlo do pretvorbe u tekuće stanje. Nafta iznosi više od 40% energije korištene u SAD-u, što je mnogo više od prirodnog plina, ugljena, nuklearne energije ili energije hidroelektrana.<sup>16</sup> Najvažniji proizvodi iz sirove nafte su benzin i dizel gorivo koji pokreću većinu vozila na svijetu. Nafta je oskudni resurs, s promjenljivim rezervama pa je nužno razvijati tehnologije za obnovljive energente.

Slika 6.: Prognoza svjetske potrošnje prema vrsti energenata



Izvor: Global Energy Consumption, [www.solarbuzz.com](http://www.solarbuzz.com), 2010.

Zalihe nafte najveće su na Bliskom istoku i u sjevernoj Africi (oko 42% ), a u ostalom dijelu svijeta na Sibir i ostalu Aziju otpada 23%, 11% na Sjevernu Ameriku,

<sup>16</sup> Benac, K., Slosar, T., Žuvić, M.,: Svjetsko tržište nafte, Pomorski zbornik, Rijeka, br. 45. 2008. god. str. 71.

9% na Latinsku Ameriku, šest posto 6% jugoistočnu Aziju, 4.5% Afriku (osim sjeverne), te 4.5% na Europu.<sup>17</sup>

Prirodni plin također je nastao u zemlji ali u dubljim slojevima od ugljena ili nafte gdje su tlak i temperatura bili još veći. Zbog toga dolazi do pretvorbe organskih slojeva u plinovito stanje. Zbog svojih karakteristika - velike zalihe, relativno jednostavna dostupnost i nepotrebno prerađivanje u kratkom su razdoblju dovele prirodni plin na drugo mjesto, iza nafte, u iskorištavanju prirodnih energenata. Zbog (dugoročno gledano) sve manjih zaliha nafte, pa sukladno tomu rastu njene cijene u eksploataciji, odnosno u krajnjoj distribuciji, prirodni plin se posljednjih godina nameće kao jedina realna zamjena nafte kao osnovni prirodni energent u dugoročnoj budućnosti.<sup>18</sup>

Iako široko korištena u prometu fosilna goriva imaju dva nedostatka:<sup>19</sup>

- zalihe su im konačne i približavaju se svom relativno bliskom kraju,
- izvlačenjem ugljika na površinu Zemlje i njegovim izgaranjem povećava se sadržaj CO<sub>2</sub> u atmosferi a time se pojačava efekt staklenika i doprinosi globalnom zatopljenju.

---

<sup>17</sup> Letunić, S.,: Utjecaj cijena i ograničenosti resursa nafte na svjetsko gospodarstvo, Ekonomska misao i praksa, br. 2, 2006. god. str. 242.

<sup>18</sup> Marulić, S., Njegovan, M., Sclaunich, D.,: Svjetsko tržište zemnog plina (trenutno stanje i prognoze), Pomorski zbornik, Rijeka, br. 45. 2008. god. str. 89.

<sup>19</sup> Mahalec, I.,: Zašto hibridna vozila?, www.fsb.unizg.hr, 2006.

## 3.2. Obnovljivi energetske resursi - alternativna goriva

Obnovljivi energetske resursi su oni izvori čiji se potencijal obnavlja u kratkom vremenu. Alternativna goriva uključuju biogorivo, vodik i električnu energiju.<sup>20</sup>

### 3.2.1. Biogoriva

Biogoriva su ona goriva koja se dobivaju preradom biomase. Biogoriva su uglavnom u tekućem obliku a mogu se koristiti za napajanje cestovnih vozila.<sup>21</sup> Tu spadaju goriva koja mogu biti proizvedena neposredno iz biljaka ili posredno iz industrijskog, komercijalnog, poljoprivrednog ili domaćeg otpada.

Biogoriva se dijele na:

- prvu,
- drugu i
- treću generaciju.

U najpoznatije vrste biogoriva prve generacije spadaju bioetanol, metanol, biodizel i bioplin.

*Bioetanol* predstavlja alternativu benzinu a proizvodi se iz tri vrste biomase:<sup>22</sup> šećera (šećerne trske, melase), škroba (kukuruza) i celuloze (drva, poljoprivrednih ostataka). Sirovine bogate šećerima pogodne su za proizvodnju etanola jer sadržavaju jednostavne šećere glukozu i fruktozu koji direktno fermentiraju u etanol. Kad se etanolu doda 22% benzina, dobivena mješavina se može koristiti za pokretanje klasičnih Otto motora.

*Metanol* se dobiva iz prirodnog plina, sirove nafte, biomase ili komunalnog otpada. Najčešće se metanol proizvodi katalitičkom sintezom ugljik dioksida,

---

<sup>20</sup> OECD Green growth papers: Market Development for Green Cars, 2012. god. str. 43.

<sup>21</sup> Ibidem, str. 43.

<sup>22</sup> Labudović, B.: op. cit., str. 482.

dobivenog modificiranom reakcijom vodenog plina.<sup>23</sup> Trenutno, najekonomičnija proizvodnja metanola je iz prirodnog plina. Metanol kao gorivo ima poželjne karakteristike vezane za sagorijevanje i emisiju ispušnih plinova te je kao takvo pogodno gorivo za klasične motore u omjeru od 85% metanola i 15% benzina (M85).<sup>24</sup>

*Biodizel* predstavlja alternativu običnom dizelu proizvedenom iz fosilnih goriva a proizvodi se najviše iz ulja uljane repice i recikliranog otpadnog jestivog ulja. Prednost mu je što je biorazgradiv i nije opasan za okoliš. Singapur je najveći proizvođač biodizela na svijetu, sa kapacitetom od 800 tisuća tona godišnje.<sup>25</sup> Većina sirovine koju koriste dolazi od biljnih ulja i otpadnih proizvoda prehrambene industrije. Drugi najveći proizvođač je Brazil koji se služi sojom kao sirovinom, dok je treći po veličini proizvođač biodizela Kanada.

*Bioplin* se proizvodi energetskim transformacijama iz životinjskog izmeta, kanalizacijskog otpada i krute biomase. Da bi se koristio kao gorivo mora se pročistiti na razinu 97-98% udjela metana u plinu. Dorađeni bioplin (biometan) se kao pogonsko gorivo koristi u Švedskoj, Njemačkoj i Švicarskoj te je broj privatnih vozila, vozila u javnom prometu i kamiona koji koriste ovakav oblik goriva u značajnom porastu.<sup>26</sup> Sve je veći broj europskih gradova koji zamjenjuju gradske autobuse na dizelsko gorivo s onima koji koriste biometan. Vozila na biometan imaju prednosti u usporedbi s vozilima na benzinsko ili dizelsko gorivo u manjoj emisiji ugljikovog dioksida, dušikovih oksida i nemetanskih ugljikohidrata.

Druga generacija biogoriva dobiva se preradom poljoprivrednog i šumskog otpada te bi znatno mogla reducirati emisiju CO<sub>2</sub>, a uz to ne koriste izvore hrane kao temelj proizvodnje. Biogoriva druge generacije trenutno su biohidrogen, bio-DME, biometanol, DMF, HTU dizel i Fischer-Tropsch dizel.

---

<sup>23</sup> Golubić, J.,: Promet i Okoliš, Zagreb, 1999. god. str. 98.

<sup>24</sup> Gable, C., Gable, S.,: Methanol 101: What is it?, [www.alternativefuels.about.com](http://www.alternativefuels.about.com), 2013.

<sup>25</sup> 10 Largest Producers of Biodiesel, [www.allegrobiodiesel.com](http://www.allegrobiodiesel.com), 2012.

<sup>26</sup> Al Seadi T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., Janssen, R.,: Europska komisija: Priručnik za bioplin, 2008. god. str. 53.



*Biohidrogen* bi kao gorivo mogao biti najzastupljeniji u budućnosti, budući da je obnovljiv, ne uzrokuje emisiju stakleničkih plinova pri sagorijevanju te se lako pretvara u električnu energiju pomoću gorivih ćelija.

*Bio-DME* sličan je biometanolu, a može se proizvesti neposredno iz sintetičkog plina, koji je još uvijek u razvoju.

*Biometanol* može biti proizveden iz sintetičkog plina, koji se dobiva iz biomase. 10-20% biometanola pomiješanog s naftom može se koristiti u motorima bez potrebe za modifikacijom.

*DMF* ili dimetilformamid dobiva se procesom reakcije dimetil amina i ugljičnog monoksida pri niskom tlaku i temperaturi. Osim kao gorivo koristi se u farmaciji, proizvodnji pesticida i sintetičkih vlakana.<sup>27</sup>

*HydroThermalUpgrading (HTU)* je tehnologija pretvorbe biogoriva iz izvora kao što je mokra biomasa životinjskog podrijetla.<sup>28</sup> Za sada se ova tehnologija koristi samo u Nizozemskoj.

*Fischer-Tropsch proces* je kemijska reakcija pri kojoj se ugljikov monoksid i vodik pretvaraju u tekući ugljikovodik. Cilj ovog procesa je proizvodnja sintetičke zamjene nafte, prvenstveno od ugljena ili prirodnog plina.

Biogoriva treće generacije su ona goriva proizvedena iz algi. Prednost ovog biogoriva je u tome što je biorazgradivo odnosno relativno bezopasno za okoliš.<sup>29</sup> Proizvodnja biogoriva iz algi ima mnoge prednosti: alge rastu pedeset do sto puta brže od tradicionalnih kultura (žitarice, mahunarke), te ne zahtijevaju svježvu vodu i zemlju da bi rasli, što znatno pojednostavnjuje proizvodnju. Proizvodnja goriva iz algi najbolja je alternativa fosilnim gorivima te bi uz dobru podršku, u budućnosti, mogla u potpunosti izbaciti fosilna goriva.

---

<sup>27</sup> Biogoriva (biofuels), [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com), 2008.

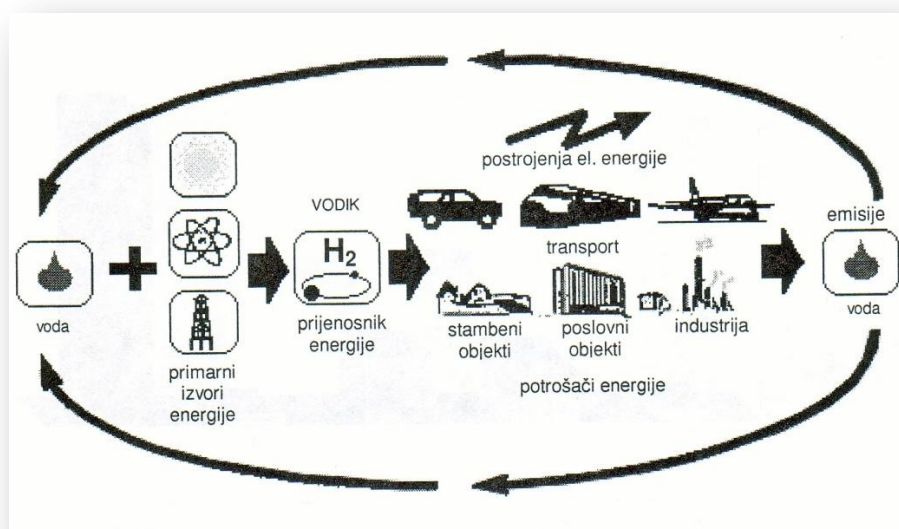
<sup>28</sup> Ibidem.

<sup>29</sup> Proizvodnja biogoriva iz algi, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com), 2009.

### 3.2.2. Vodik kao energetski resurs

Vodik se već dulje vrijeme smatra jednim od ozbiljnih kandidata za gorivo budućnosti. Njegove se prednosti očituju u zračnom prometu jer je lakši od kerozina i u slučaju nezgoda sigurniji. Vodik se može proizvesti iz obnovljivih izvora energije čime se stvara čist i permanentan energetski sustav.<sup>30</sup> (Slika 7.)

Slika 7.: Energetski krug vodika



Izvor: Golubić, J.: Promet i Okoliš, Zagreb, 1999. god. str. 94.

Upotreba vodika kao pogonskog goriva za cestovna vozila provodi se primjenom duboko ohlađenog vodika te posredno upotrebom vodika u obogaćenim derivatima nafte i sintetičkim gorivima. Benzinski motori se vrlo lako prerađuju na pogon vodikom, dok je kod dizela to problem.<sup>31</sup> Vodik spada među najčišća goriva i zato je za komercijalnu upotrebu nužno prevladati probleme skupe proizvodnje, vrlo niske energetske gustoće kao i tehničke probleme.

<sup>30</sup> Labudović, B.: op. cit., str. 413.

<sup>31</sup> Golubić, J.: op.cit., str. 95.

### 3.2.3. Upotreba električne energije kao pogonskog goriva

Glavni nedostaci klasičnih dizelskih i benzinskih motora su emisije štetnih tvari te potrošnja već osiromašenih neobnovljivih izvora energenata gdje se javljaju prednosti elektromotora. Korisnost kod električnog vozila trostruko je veća od korisnosti kod dizelskog ili benzinskog vozila, jer se 90% energije pretvara u mehanički rad, a 10% odlazi na toplinu. Dizelski ili benzinski motori imaju korisnost do 30% što znači da se 30% energije pretvara u mehanički rad, a ostalih 70% odlazi na toplinu.

*Hibridno električni pogonski sustavi (HEV)* kombiniraju dva ili više sustava za pohranu energije od kojih oba moraju osigurati pogon, zajedno ili odvojeno. Primarni sustav je obično motor sa unutarnjim izgaranjem u kombinaciji sa električnim motorom. Električni motor se u takvim slučajevima obično koristi kao pogon za kratke relacije ili kao potpora glavnom motoru (čekanje na semaforu).

Hibridno električni sustav dijeli se s obzirom na autonomnost električnoga pogona, na:<sup>32</sup>

- djelomične (mild hybrid - električni motor potpomaže klasičnom motoru ali se vozilo ne može pokretati samo elektromotorom),
- potpune (full hybrid - električni motor napaja se iz baterije koja se puni radom klasičnog motora).

*Plug-In hibridno električni pogonski sustav (PHV)* je potpuno hibridno vozilo s baterijom koja se može ponovno puniti spajanjem na izvor električne energije. PHV radi na principu električnog vozila bez emisije štetnih plinova na kraće udaljenosti, te kao klasično hibridno vozilo na duže udaljenosti. Prednost takvog pogona je ta što kada se baterija isprazni, vozilo se automatski prebacuje na hibridni način rada. PHV sustav uglavnom se oslanja na pohranjenu električnu energiju koja je prikladna za gradsku vožnju s tim da se vozilo puni preko noći. PHV vozila, također, mogu raditi na istom principu kao i konvencionalna HEV vozila, kada je energija baterije niska (na dužim putovanjima) klasični motor, svojim radom, puni bateriju.

---

<sup>32</sup> OECD Green growth papers: Market Development for Green Cars, 2012. god. str. 45.

*Električni pogonski sustav sa Fuel cell tehnologijom (FCEV) koristi električnu energiju za napajanje motora. FCEV proizvodi svoju električnu energiju pomoću gorive ćelije (fuel cell), koja se napaja vodikom smještenom u spremniku goriva. Vodik koji se koristi u Fuel cell tehnologiji, stvara se putem elektrolize, komprimira i tada puni u vozilo. Pomoću gorive ćelije iz spremnika vozila vodik se pretvara u električnu energiju. Postoji nekoliko vrsta gorivih ćelija ali za primjenu u vozilima najzastupljenija je polimer elektrolit membrana (PEM) koja koristi vodik i kisik iz zraka za proizvodnju električne energije.*

Tablica 3.: Usporedba električnih pogona

Vozila na alternativni pogon	Domet vozila	Vrijeme punjenja	Vrsta vožnje	Infrastrukturni zahtjevi
Vozila na električni pogon	Ovisno o prosječnoj dnevnoj vožnji od 100 km do 150 km.	8.1 sat na 3kW/30 minuta na 50kW	Gradska vožnja uz smanjenje onečišćenja u gradu. Može se koristiti za veće udaljenosti ako se razvije dostupna mreža za opskrbu energije ili centri za zamjenu baterija.	Punjenje kod kuće ili javni pristup punjenju baterija. Mreža stanica za zamjenu baterija.
Plug-In hibridna vozila	Optimalni kapacitet baterije varira ovisno o tržištu i potrošačkoj skupini. Domet oko 700 km.	2.6 sati na 3kW/ 27 minuta na 50kW Plin:3 minute	Može se koristiti za duža putovanja zahvaljujući kombinaciji klasičnog pogona za dulje udaljenosti i električnog motora za kratke udaljenosti.	Postojeća infrastruktura za klasični pogon, punjenje kod kuće ili stanice za punjenje elektrobaterije.
Fuel cell vozila	500 km	5 minuta	Može se koristiti za duža putovanja zahvaljujući hibridizaciji. Uporaba samo gorivih ćelija za duža putovanja je uvjetovana razvojem javne infrastrukture za punjenje vodikom.	Mreža pumpnih stanica za opskrbu vodikom (gdje vodik može biti trenutno proizveden elektrolizom).

Izvor: OECD Green growth papers: Market Development for Green Cars, 2012. god. str. 48.

#### **4. Dugoročni razvoj prometnog sustava u funkciji očuvanja resursa**

Promet je postao ključni strateški resurs sveukupnog čovječanstva čija je potražnja u trajnom porastu što zahtijeva novi pristup u projektiranju i aplikaciji suvremenih prometnih tehnologija. Koordinirano planiranje moderne prometne infrastrukture i prometne potražnje predstavlja temeljnu pretpostavku za postizanje bolje kvalitete života ljudi, racionalnu upotrebu resursa i zaštitu okoliša. Ulaganje u izgradnju prometne infrastrukture, jedan je od preduvjeta kontinuiranog održivog razvoja prometa koje se mora temeljiti na analizi potražnje za prometnim uslugama. Učinci razvitka infrastrukture javljaju se kao učinci kapaciteta, učinci racionalizacije, neizravni proizvodni učinci, te izravni učinci životne razine.<sup>33</sup> Kako bi se izgradio učinkovit prometni sustav mora postojati integrirano planiranje iskorištenja zemljišta za gradnju infrastrukture i planiranje prometnog sustava. Prometno - infrastrukturne investicije izazivaju promjene u transportnim troškovima. Skraćivanje udaljenosti ili povećanje brzine prijevoza smanjuje troškove goriva, kapitala i radne snage s značajnim uštedama vremena. Planiranje infrastrukture u konačnici mora osigurati odgovarajuću mobilnost ljudi i roba te adekvatan prijevozni pristup.

Jedno od potencijalnih rješenja za kvalitetan razvoj prometnog sustava je razvoj platforma za modernizaciju i veću iskorištenost željezničkog prometa koji trenutno nije dovoljno zastupljen s obzirom na svoje pozitivne karakteristike. Bečkom deklaracijom vlade pojedinih zemalja obvezuje se da će promicati učinkovite i održive prometne sustave, odnosno raditi na preusmjeravanju putničkog i teretnog prijevoza sa cestovnog prometa na željeznice i kombinirani prijevoz da bi se smanjio štetan utjecaj na okoliš i postigla manja potrošnja fosilnih goriva. Veliki potencijal u razvoju prometnog sustava pruža i veća integracija zračnog prijevoza s drugim vrstama prometa putem željezničkih platformi ili autocestom. Veća upotreba inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu (automatski vođena teretna vozila, kontrola potrošnje goriva), dovelo bi do povećanja efikasnosti i fleksibilnosti prometa te racionalizacije u prometnom sustavu. Destimulacija upotrebe osobnih vozila u svakodnevnom životu u korist javnog prijevoza predstavlja dobar temelj za

---

<sup>33</sup> Pašalić, Ž.,: Promet i gospodarstveni razvoj, Split, 2012. god. str. 30.

budući razvoj prometa uz uštedu resursa. Korištenjem električne, hibridne i vodikove tehnologije kao i prelazak na biogoriva u prometu rezultiralo bi smanjenjem emisije štetnih stakleničkih plinova i razvojem prometa po načelima održivog razvoja. Razvoj suvremenih tehnologija transporta, dovodi do potrebe za većom upotrebom multimodalnog načina prijevoza koji pridonosi povećanju efikasnosti prometnog sustava, uz manju potrošnju energetske resursa te manje negativan učinak na okoliš.

Bijela knjiga Europske komisije iz 2011. godine u Planu za jedinstveni europski prometni prostor predlaže deset ciljeva za razvoj konkurentnog prometnog sustava u kojem se resursi koriste na učinkovit način:<sup>34</sup>

1. Do 2030. godine prepoloviti korištenje automobila na uobičajena goriva u gradskom prometu; prestati ih koristiti u gradovima do 2050. godine; do 2030. godine uspostaviti u glavnim gradskim centrima logistiku koja bi bila gotovo sasvim bez ispuštanja CO<sub>2</sub>.
2. Do 2050. godine doseći 40% udjel održivih goriva s niskim udjelom ugljika u zračnom prometu, također do 2050. godine za 40% (ako bude izvedivo 50% ) smanjiti ispuštanje CO<sub>2</sub> iz brodskih goriva u EU-u.
3. 30% teretnog cestovnog prijevoza duljeg od 300 km potrebno je do 2030. godine preusmjeriti na druge načine prijevoza kao što su željeznički i vodeni promet; a do 2050. godine i više od 50%, što bismo trebali olakšati uspostavljanjem učinkovitih i zelenih koridora za teretni prijevoz. Za postizanje ovog cilja će također biti potrebno razviti odgovarajuću infrastrukturu.
4. Do 2050. godine dovršiti europsku mrežu željezničkih pruga za velike brzine. Utrostručiti dužinu postojeće mreže do 2030. godine i održati gustoću željezničke mreže u svim državama članicama. Do 2050. godine veći dio putničkog prijevoza na srednje udaljenosti trebao bi se odvijati željeznicom.
5. Potpuno funkcionalna multimodalna osnovna TEN-T mreža na čitavom teritoriju EU-a do 2030. godine, s visokokvalitetnom i visokokapacitetnom mrežom do 2050. godine i odgovarajućim paketom informacijskih usluga.

---

<sup>34</sup> European commission: White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, 2011. god. str. 9.

6. Do 2050. godine povezati sve zračne luke iz osnovne mreže sa željezničkom mrežom, po mogućnosti željezničkim prugama za velike brzine; osigurati dostatnu povezanost svih morskih luka iz osnovne mreže s željezničkim prugama za prijevoz tereta, i, gdje je moguće, sustavom unutarnjih plovnih putova.
7. Uspostaviti moderniziranu infrastrukturu za upravljanje zračnim prometom (SESAR) u Europi do 2020. godine i dovršiti Zajednički europski zračni prostor. Uvesti odgovarajuće sustave za upravljanje kopnenim i vodenim prometom (ERTMS , ITS , SafeSeaNet i LRIT , RIS ). Uspostaviti Europski globalni navigacijski satelitski sustav (Galileo).
8. Do 2020. godine uspostaviti okvir za europski multimodalni prometni sustav za obavješavanje, upravljanje i plaćanje.
9. Do 2050. godine približiti nuli broj cestovnih nesreća sa smrtnim posljedicama. U skladu s tim ciljem, EU želi do 2020. godine prepoloviti broj žrtava na cestama. Osigurati vodeću ulogu EU-a u sigurnosti i sigurnosnoj zaštiti prijevoza u svim granama prometa.
10. Pomak prema punoj primjeni načela „korisnik plaća“ ili „zagađivač plaća“ i uključivanju privatnog sektora u rješavanje problema vezanih uz narušavanja tržišnog natjecanja, uključujući štetne subvencije, stvaranje prihoda i osiguravanje financiranja za buduća prometna ulaganja.

Energetska intenzivnost prometa čine ga osjetljivim na cijene uvozne energije.<sup>35</sup> Jedno od mogućih rješenja je uvođenje strategije za promjenu težišta prijevoznog tržišta sa cestovnog vida prijevoza na druge prijevozne grane. Dobar primjer pružio je Novi Zeland sa akcijskim planom za uštedu potrošnje energenata u prometu koji podrazumijeva uštedu od 19%. Taj akcijski plan zasniva se na sljedećim pretpostavkama:

- poboljšanje načina vožnje i korištenja vozila za 10%,
- veće korištenje energetske učinkovitih vozila za 5%,

---

<sup>35</sup> Čavrak, V., Smojver, Ž.,: Ekonomski aspekti energetske djelotvornosti prometa u Republici Hrvatskoj, Zbornik ekonomskog fakulteta u Zagrebu, br. 3. 2005. god. str. 129.



- dijeljenje automobila s drugim osobama i smanjenje osobnog prijevoza za 5%,
- zamjena 5% vožnje autobusima umjesto osobnim automobilima,
- zamjena 5% vožnje šetnjom ili korištenjem bicikla,
- zamjena 20% prijevoza tereta cestom prijevozom na željeznici ili na vodi.

U slučaju uspjeha ovog plana ostvarila bi se ušteda od 7.6% u ukupnoj potrošnji energenata u zemlji dok bi emisija štetnih plinova pala za 8.5%.

Za podizanje kvalitete i razvoj prometnog sustava neophodno je ulagati u gradnju moderne i funkcionalne infrastrukture. Razlike u propisanim veličinama tračnica u različitim zemljama sprječavaju dalekosežnost željeznice. Na području Europe treba izgraditi kvalitetnu mrežu koridora kojom bi se učinkovito i uz nisku razinu štetnih plinova prevozile velike količine putnika i tereta i to putem multimodalnih načina prijevoza i primjenom naprednih tehnologija na alternativna goriva. Potrebno je uvesti informatičke sustave radi pojednostavljivanja administrativnih procedura, omogućavanja praćenja i pronalaska tereta i optimiziranja voznih redova i prometnih tokova. Također je potrebno riješiti problem velikih razlika u prometnoj infrastrukturi između istočnih i zapadnih dijelova Europske unije.

#### 4.1. Prednost željeznice u razvoju prometa

Željeznicu se ponekad smatra neprivlačnim načinom prijevoza i to posebno za teretni prijevoz ali primjeri u nekim državama Europske unije pokazuju da željeznica može ponuditi kvalitetnu uslugu. Željeznica koristi dva izvora pogonske energije, dizelsko gorivo kao derivat nafte i električnu energiju, a upravo joj korištenje električne energije otvara mogućnost iskorištenja široke lepeze primarnih izvora.<sup>36</sup> Prednost željezničkog prijevoza je da se struja za pogon može proizvesti gotovo iz svakog primarnog izvora i to ne samo konvencionalnog već i alternativnog.

Da bi se osigurala konkurentnost željeznice u prijevozu robe nužno je riješiti strukturne promjene kako bi ona mogla preuzeti veći dio teretnog prijevoza na srednje i velike udaljenosti. U ostvarenju tog cilja potrebna su značajna ulaganja u proširenje i modernizaciju kapaciteta željezničke mreže te postepeno uvođenje modernog voznog parka. Planiranje i projektiranje novih željezničkih pruga treba temeljiti na održivom razvoju. Jedan od najvažnijih uvjeta u izgradnji nove željezničke pruge je reljef terena koji uvelike određuje tehničke karakteristike željezničkih pruga. Moderne lokomotive grade se za nagib do 17 % a gradnja pruga preko te granice predstavljaju energetska rasipana i neekonomična projekta.

Racionalna upotreba energetska resursa u željezničkom prometu može se izraziti na sljedeći način:<sup>37</sup>

- Postojeća željeznička infrastruktura izgrađena je prije 150 godina i ne dopušta velike uštede u energiji. Modernizacija željezničke infrastrukture je glavni preduvjet za uštedu energenata i nesmetan željeznički promet. Dizajniranje svake nove željezničke pruge treba analizirati s aspekta potrošnje energije.
- Upravljanje prometom treba pružiti optimalnu potrošnju energije u tehnološkim procesima na postojećoj željezničkoj infrastrukturi. Svako kočenje i ubrzanje vlaka, zbog pogrešne odluke troši resurse.

---

<sup>36</sup> Dragić, Ž.,: Konkurentnost željeznice s cestovnim prometom a aspekta troškova pogonske energije, Željeznice 21, br. 3. 2003. god. str. 9.

<sup>37</sup> Mlinarić, T., Ponikvar, K.,: Energy Efficiency of Railway Lines, Promet- Traffic & Transportation, br. 23. 2011. god. str. 187.

- Masa vlaka i vrsta lokomotive također ovise o željezničkom prijevozniku. Prijevoznik treba educirati svoje vlakovođe za poboljšanje vožnje s aspekta potrošnje energije. Oko 10% energije može se uštediti u energetske učinkovitoj vožnji vlaka. Modernizacija voznog parka, jedan je od glavnih uvjeta za uštedu energenata.

Učinkovitost u području organizacije željezničkog prometa putnika najbolje se može postići efikasnijom organizacijom prijevoza u urbanim sredinama. Prelaskom sa upotrebe cestovnih vozila na željeznicu mogu se ostvariti goleme uštede u potrošnji resursa kao i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš. Masovni putnički prijevoz u velikim gradovima organiziran je najčešće u obliku tračničkoga površinskog prijevoza (tramvaja) ili u obliku neovisnih sustava (brze gradske željeznice i metro).

Prijevozne mogućnosti tramvaja u gradskim uvjetima kreću se u rasponu od 6.000 - 12.000 putnika po satu, u jednom smjeru. Masovni putnički prijevoz u velikim gradovima može se uspješno organizirati uz pomoć sustava koji su neovisni o vanjskim utjecajima i nemaju negativnih posljedica na životni prostor.

Brza gradska željeznica predstavlja željeznicu s električnom vučom koja je prilagođena za masovni prijevoz putnika sa širih gradskih područja do gradskih središta. Takav prijevozni sustav uglavnom se razvija po trasama postojećih željezničkih pruga. Prijevozna mogućnost brze gradske željeznice može biti 50.000 putnika u jednom satu, u jednom smjeru.

Metro je suvremen i efikasan tračnički sustav za prijevoz putnika s velikim potencijalom razvoja. To je visoko kapacitirani prijevozni sustav sa prijevoznom moći od oko 40.000 putnika u satu, u jednom smjeru. Nedostatak metroa su visoki troškovi gradnje pa se locira samo u onim urbanim središtima u kojima se već u prvoj fazi očekuje preko 15.000 putnika u satu. Eksploatacijske značajke tračničkih sustava brzog tramvaja, brze gradske željeznice i metroa prikazane su u tablici 4.

Tablica 4.: Eksploatacijske značajke tračničkih sustava

Pokazatelj	Brzi tramvaj	Brza gradska željeznica	Metro
Posebna trasa	60-90%	100%	100%
Prijevozna brzina	18-30km/sat	30-50km/sat	25-45km/sat
Maksimalna brzina	40-50km/sat	100-140km/sat	80-120km/sat
Kapacitet putnika	8-15 tisuća u satu	20-25 tisuća u satu	20-40 tisuća u satu
Razmak stajališta	400-800m	800-2000m	500-1000m
Maksimalni broj vozila	2-4	4-10	4-8
Mjesta u vozilu	110-250	140-210	140-280

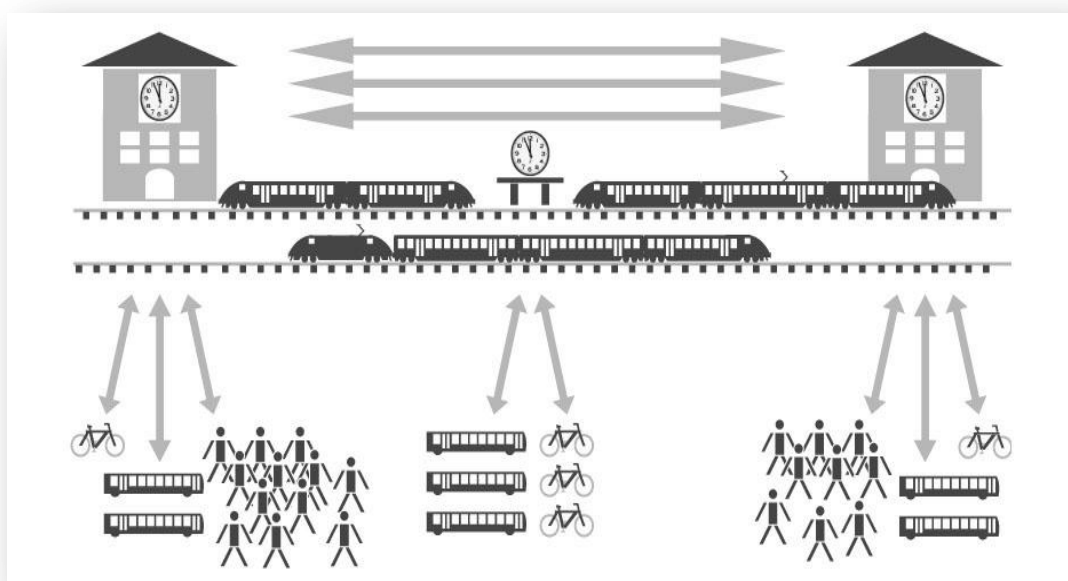
Izvor: Stipetić, A., Cnarić, T.,: Prednosti željezničkog prometa u urbanim prostorima, Znanstveni skup Prometna problematika grada Zagreba, Zbornik, Zagreb, 2006. god. str. 96.

Razvojem željezničkog prometa moguće je izbjeći prenapučenost velikih gradova automobilima. Željezničke pruge presijecaju gradske prostore ali u puno manjem obujmu od cestovnih prometnica. Pruga sa dva kolosjeka zauzima deset puta manje prostora od autoceste istog kapaciteta. Oko prigradskih stajališta postojećih željezničkih pruga treba stimulirati širenje grada i urbanizaciju. Da bi se postigli odgovarajući efekti u prometu nužno je da željeznički prijevoz bude privlačan (velika učestalost prijevoza, udobnost, pouzdanost i brzina). Odlučujući faktor pri odabiru prijevoznog sredstva je vrijeme putovanja pa je u budućnosti neophodno da se javni gradski prijevoz čim više približi mjestu stanovanja. Favoriziranje željezničkog prijevoznog sustava u odnosu na osobne automobile pozitivno bi utjecalo na redukciju potrošnje energrtskih resursa a time i na manje zagađenje okoliša.

## 4.2. Integrirani javni prijevoz putnika

Rast gradskog prijevoza proizvodi velike pritiske na urbani prostor što se javlja kao posljedica stalnog rasta višenamjenske upotrebe osobnih automobila. Jedno od kvalitetnih dugoročnih rješenja u razvoju urbanog prijevoza je sustav lokalnog javnog prijevoza putnika u kojem su sva vozila javnog prijevoza (vlakovi, autobusi, tramvaji, brodovi) objedinjena u zajednički sustav prijevoza određene regije. Ovaj oblik organizacije prijevoza temelji se na sustavima kojeg već koriste razvijene zemlje Europske unije i svijeta. Sustav najčešće koristi vozni red u pravilnim vremenskim razmacima, odnosno polasci sa svakog stajališta su svakih 10, 20, 30, 60 minuta itd. U takvom sustavu postoji veliki broj zajedničkih terminala na kojima se zaustavljaju različite vrste javnog prijevoza te je tako omogućeno brzo presjedanje. Vozni redovi u sustavu su usklađeni i omogućuju brz nastavak putovanja nakon presjedanja. Osnova ovakvog sustava su vlakovi zbog svojih ekoloških, energetskih i infrastrukturnih prednosti a ostala vozila javnog prijevoza (autobusi) služe kao pomoć tračničkim sustavima.

Slika 8.: Shema integriranog javnog prijevoza



Izvor: Integrirani prijevoz putnika, [www.szz.hr](http://www.szz.hr), 2010.

Okosnica sustava je željeznica zbog svojih prednosti na dužim relacijama a autobusi dovoze putnike do vlakova zbog svojih prednosti na kraćim relacijama. Sustav također omogućava parkiranje osobnih automobila na stajalištima.

Prednosti ovakvog javnog prijevoza nad osobnim su:<sup>38</sup>

- višestruko manje zagađuje okoliš po prevezenom putniku
- troši višestruko manje energetske resurse po prevezenom putniku
- nekoliko je puta sigurniji od osobnog prijevoza
- zauzima mnogo manje prostora nego osobni (dugačke kolone automobila, parkirališni prostor, itd.)

Integrirani prijevoz putnika nužno je organizirati na određenom geografskom prostoru prema potrebama stanovništva a linije javnog prijevoza odrediti ispitivanjem potreba građana. Organizacija integriranog prijevoza omogućava da veći broj različitih prijevozničkih tvrtki zajednički radi u sustavu na uzajamnu korist.

S aspekta potrošnje resursa i očuvanja okoliša prednost ovakve organizacije prometa je u tome da putovanje željeznicom u prosjeku proizvodi 3 - 10% manje ugljičnog dioksida nego ostali vidovi kopnenog prijevoza a autobusi danas najčešće koriste motore s EURO 5 standardom i imaju vrlo malu emisiju štetnih plinova.

---

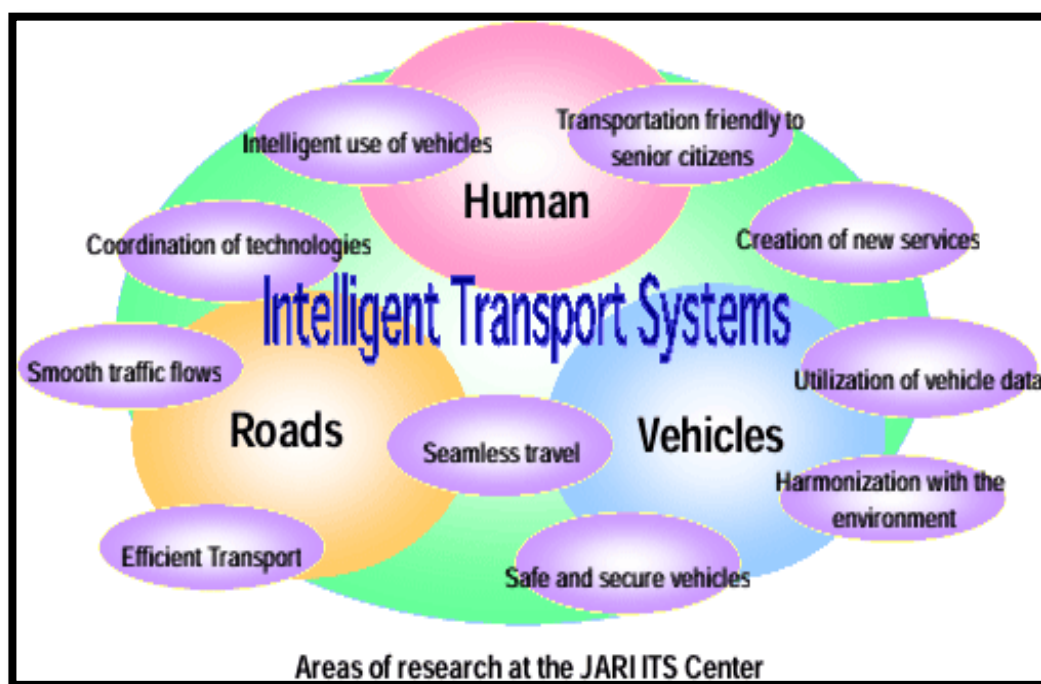
<sup>38</sup> Integrirani prijevoz putnika; [www.szz.hr](http://www.szz.hr), 2010.

### **4.3. Upotreba inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu**

Važnost cestovnog prometa za svaki gospodarski sustav javlja se u njegovoj nezaobilaznoj ulozi u povezivanju proizvodnje i potrošnje te kroz širenje tržišta. Zbog te nezaobilazne važnosti cestovnog prometa u gospodarstvu svake zemlje dolazi do konstantnog rasta upotrebe cestovne infrastrukture što dovodi do zakrčenosti prometnica gdje se primjena ITS-a javlja kao moguće rješenje. Inteligentni transportni sustav (ITS) je upravljačka i informatičko-komunikacijska nadgradnja klasičnog prometnog sustava, namjenjena da se postiže bitno veća propusnost, sigurnost, zaštićenost i ekološka prihvatljivost u odnosu na rješenja bez ITS aplikacija. ITS sustavi obuhvaćaju širok krug informacijskih, nadzornih te elektroničkih tehnologija koje omogućuju efikasnije praćenje i upravljanje prometnim tokovima.

Interes za ITS javlja se radi problema uzrokovanih prometnim gužvama i sinergije nove informacijske tehnologije za simulaciju, real-time kontrolu i komunikacijske mreže. Zagušenje prometa je u porastu u cijelom svijetu kao rezultat povećane motorizacije, urbanizacije, porasta broja stanovnika te promjene u naseljenosti. Zagušenje kao takvo smanjuje učinkovitost prometne infrastrukture te povećava vrijeme putovanja, zagađenje zraka i potrošnju goriva. Osnovna svrha implementacije inteligentnog transportnog sustava je podizanje kvalitete prometa i transporta, poboljšanje postupaka vezanih za putovanja ljudi, razmjenu dobara i usluga, te povećanje sveukupne prometne transparentnosti. Glavni cilj izgradnje ITS-a je integracija sustava koji će poboljšati putovanje i prijevoz kroz učinkovitije i sigurnije kretanje ljudi i roba, uz veću mobilnost, veću učinkovitost potrošnje resursa i manje zagađenje okoliša. U skladu s ovim glavnim ciljem mogu se definirati posebni ciljevi koji pobliže opisuju širinu sustava ITS-a: povećavanje radne učinkovitosti i kapaciteta transportnog sustava, povećanje mobilnosti ljudi i robe, prevencija i smanjivanje nezgoda i šteta uzrokovanih transportom, smanjena potrošnja energenata te dugoročno kontrolirana zaštita okoliša.

Slika 9.: Integracija ITS-a u sve aspekte prometa



Izvor: Intelligent Transport Systems: Implementing a sophisticated and affluent automobile society, [www.jari.or.jp](http://www.jari.or.jp), 2013.

Inteligentna vozila imaju dodatne funkcionalnosti kojima se postiže prikupljanje i obrada podataka iz okruženja te automatizirana prilagodba kao pomoć ili zamjena vozača.<sup>39</sup> Područje inteligentnih vozila bilježi dinamičan rast u koje su uključeni različiti sudionici od automobilske industrije, javnih prijevoznika i elektroničke industrije. Pod pojmom inteligentno vozilo smatra se ono vozilo kojim se može automatski upravljati, koje može određivati sigurnosni razmak te postoji mogućnost elektroničkog vođenja javnog prijevoza i teretnih vozila posebnom prometnim trakom.

---

<sup>39</sup> Zelenika, R.,: Inteligentna transportna sredstva u funkciji racionalizacije cestovnog prometa, *Suvremeni promet*, br. 31. 2011. god. str. 164.



ITS se sastoji od 11 funkcionalnih područja djelovanja i 32 usluge od kojih upravljanje potražnjom ima najveći utjecaj na očuvanje energetske resursa u prometu i to putem:<sup>40</sup>

- upravljanja tarifama javnog prijevoza,
- kontrolom pristupa pojedinim gradskim zonama,
- upravljanja cijenama parkiranja,
- naplatom doprinosa zagušenju (Congestion Pricing),
- uvođenjem posebnog traka za osobna vozila s više putnika (High Occupancy Lane Management).

Upravljanjem tarifama u javnom prijevozu može se ostvariti povećanje korištenja javnog prijevoza smanjenjem cijena putničkih karata. Povoljniji javni gradski prijevoz rezultirao bi barem djelomičnim napuštanjem korištenja osobnih vozila u korist javnog prijevoza u svakodnevnom prometu a time bi se smanjila prometna zagušenja, zagađenje okoliša i upotreba energetske resursa.

Kontrola pristupa pojedinim gradskim zonama je stanje u kojem je korisnicima pristup vozilom potpuno ili djelomično kontroliran ili ograničen. Glavna prednost i svrha kontrole pristupa je očuvanje kapaciteta, brzine, udobnosti i sigurnosti odvijanja prometnih tokova.

Upravljanje cijenama parkiranja određuju se cijene parkiranja u užem i širem gradskom području. Politikom većih cijena u užem području grada moglo bi rezultirati manjom upotrebom osobnih automobila u urbanim sredinama.

Naplata doprinosa zagušenju je sustav naplate korisnicima javnih usluga koje podliježu zagušenju radi velike potražnje. Potrebno je uvesti dodatnu naplatu vozačima osobnih vozila koji u vrhuncu prometne potražnje svojim vozilima pridonose stvaranju negativnih vanjskih utjecaja jer bi i samo malo smanjenje vozila u vrhuncu potražnje rezultiralo efikasnijim prometnim tokom i smanjenem štetnih plinova.

---

<sup>40</sup> Bošnjak, I.,: Razvoj inteligentnih transportnih sustava – ITS, [www.infotrend.hr](http://www.infotrend.hr), 2006.

Uvođenje posebnog traka za osobna vozila s više putnika može ponuditi uštede u vremenu putovanja za one koji se odluče za zajednički prijevoz i tako direktno djeluju na smanjenje gužvi i potrošnju energenata.

#### 4.4. Alternativni pogonski sustav u razvoju prometa

Upotreba obnovljivih energenata postaje sve značajnija ne samo zbog ograničenih fosilnih goriva, nego i zbog toga što su produkti nastali izgaranjem istih najveći zagađivači okoliša. Korištenje resursa iz obnovljivih izvora energije nije više stvar opredjeljenja pojedinaca da osobnim primjerom doprinesu smanjenju emisije štetnih tvari iz cestovnih vozila, već je temelj unapređenja i razvoja globalnog energetskeg sektora. Kako bi se naglasio značaj takvih promjena, u okviru međunarodnih sporazuma, navode se ciljevi koji se žele postići u budućnosti. Prilikom postavljanja ciljeva o povećanju korištenja obnovljivih energetskeg resursa treba voditi računa o dostupnosti istih i o mogućnosti njihove primjene u postojećem voznom parku. Budući da je vozni park prvenstveno prilagođen za korištenje konvencionalnog fosilnog goriva, prijelazno rješenje može biti korištenje mješavine fosilnih i alternativnih goriva.

Opravdanost za uvođenje alternativnih pogonskih goriva treba tražiti u trendovima koji se promoviraju u Europskoj uniji i drugim razvijenim zemljama svijeta. Ovi trendovi postaju značajni prvenstveno zbog toga što se izvori fosilnih goriva smanjuju, osobito nafte, čijom se preradom proizvodi dizel i benzin.

Primjer koji treba slijediti je projekt SU:GRE (Sustainable Green Fleets) koji je obuhvaćao sve varijante alternativnih pogona i u kojem su sudjelovale gotove sve članice Europske unije. Ovim projektom promovirana su alternativna goriva sa fokusom na zelene vozne parkove iako ne isključivo na one vezane za kopneni prijevoz. Cilj projekta bio je poticanje vlasnika vozni parkova da se prebace na čistija goriva (biogorivo, metan i hibridni HEV ili PHV sustav). SU:GRE projekt imao je 6 projektnih jedinica, čije su zadaće bile:<sup>41</sup>

1. vođenje i koordinacija svih informacijskih aktivnosti,
2. osiguranje kvalitete i financijske administracije (projektni menadžment), analiza kampanje i njezini rezultati,
3. definiranje sadržaja za tri ciljne skupine (transportni vozni parkovi, autoškole, instruktori i ostali vozni parkovi),

---

<sup>41</sup> Sustainable green fleets, [www.co2star.eu](http://www.co2star.eu), 2008.

4. izrada i ocijena koncepta edukativnih materijala uz pomoć vlasnika voznih parkova,
5. trening/učenje vlasnika transportnih i ostalih voznih parkova,
6. obavljanje općih informativnih zadataka (prezentacije, letci, newsletter i internetska platforma).

Rezultati ovog projekta identificirali su potrebu da države članice Europske unije korištenjem tarifnih i poreznih sustava stvore poticaj za javnu nabavu vozila na biogoriva.<sup>42</sup> Ta inicijativa posebno je važna za vlasnike voznih parkova, zbog mogućnosti ulaganja u prilagodbu postojećih vozila. Dobar primjer pokazuju rezultati uvođenja autobusa na vodikove čelije u Lihtenštajnu gdje je takvom mjerom uštedeno preko 70 000 litra dizela a emisija štetnih tvari smanjena je za skoro 200 tona.

Slika 10.: Autobus na vodikov pogon u Lihtenštajnu



Izvor: Hydrogen powered bus, Reykjavik, [www.arcticphoto.co.uk](http://www.arcticphoto.co.uk), 2010.

Ovim projektom usvojeno je da zemlje članice Europske unije trebaju maksimalno iskoristiti mogućnosti koje imaju za stvaranje stabilne investicijske

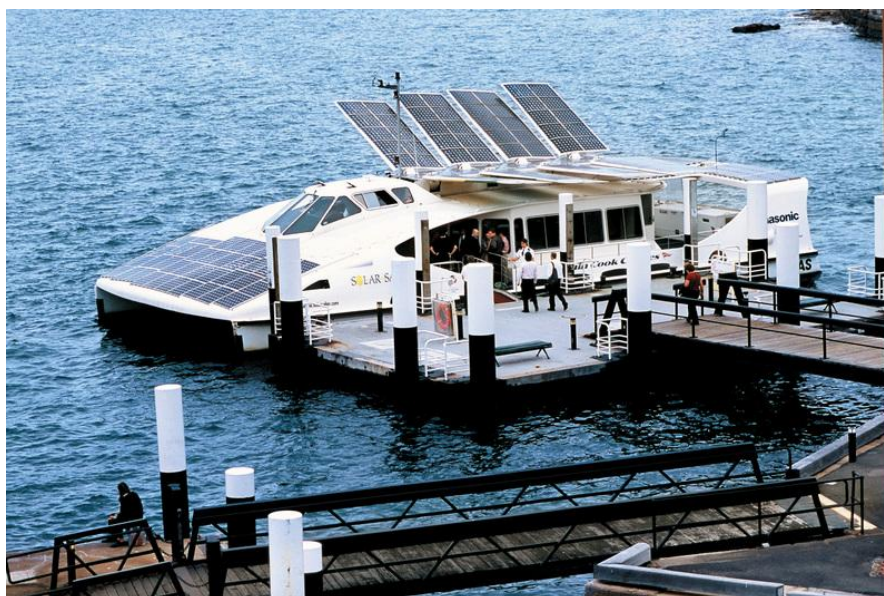
---

<sup>42</sup> Sustainable Green Fleets (SUGRE), [www.eaci-projects.eu](http://www.eaci-projects.eu), 2008.

klime za prelazak na biogoriva. To se posebno odnosi na vlasnike voznih parkova koji moraju povećati ulaganja u prilagodbu vozila i izgradnju adekvatne infrastrukture pa su nužne mjere potpore putem javnih natječaja kao i infrastrukturne mjere.

U sektoru pomorskog prometa također se može raditi na uvođenju alternativnih pogonskih sustava. Australijski projekt „Solar Sailor“ već primjenjuje kombiniranu pogonsku tehnologiju na većim i manjim lučkim trajektima. Takvi brodovi imaju sustav kombiniranog električnog poriva nazvanog HMP (Hybrid Marine Power).<sup>43</sup> Taj sustav koristi klasične motore na razna fosilna ili alternativna goriva u kombinaciji s električnom energijom dobivenom preko solarnih ćelija koje se nalaze na jedinstveno konstruiranim zakretnim jedrima. Putem tih jedara može se iskoristiti i energija vjetra. Kad se jedra koriste samostalno, trajekt kapaciteta 600 putnika postiže brzinu od 10 – 12 čvorova a u slučaju da je brzina vjetra preko 30 čvorova jedra se, zbog sigurnosti, sklapaju na palubu.

Slika 11.: Australijski SolarSailor trajekt



Izvor: Solar Sailor, [www.9wows.com](http://www.9wows.com), 2012.

---

<sup>43</sup> A single device able to harness solar or wind energy or both in a seaworthy manner, [www.solarsailor.com](http://www.solarsailor.com), 2012.

Jedan od koraka u cilju razvoja pomorskog prometa i poboljšanja energetske učinkovitosti je mogućnost uporabe LNG-a (ukapljenog zemnog plina) kao pogonskog goriva za teretne brodove koje bi trebalo zamijeniti dizelsko gorivo i time smanjiti emisiju NOx za 80%. Osim samih prijevoznika LNG-a, za sada vrlo malo teretnih brodova troši LNG kao pogonsko gorivo.

Vodeću prednost u upotrebi takvih brodova ima Norveška sa dva off-shore prijevoznika i jednim trajektom koji kao pogonsko gorivo koriste ukapljeni zemni plin. Tvrтка Wärtsilä kao pionir u promociji korištenja ukapljenog zemnog plina u svrhu pogonskog goriva razvila je projekt obalnog kruzera kapaciteta 300 putnika na LNG pogon. Također, Wärtsilä radi na projektu izgradnje dva Kanadska Ro-Pax trajekta sa LNG pogonom koji će imati pozitivne ekonomske i ekološke učinke.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Press release: Wärtsilä's integrated solution selected for two environmentally advanced Canadian ferries, [www.wartsila.com](http://www.wartsila.com), 2013.

#### **4.5. Organizacija multimodalnog prijevoza kao čimbenik razvoja prometa**

Cilj liberalizacije Europske unije je da sve zemlje budu povezane jednom transportnom infrastrukturom gdje se multimodalni prijevoz javlja kao optimalno rješenje. Multimodalni transport jedne države trebao bi biti kompatibilan s odgovarajućim multimodalnim transportom drugog prometnog sustava. Idealno bi bilo kad bi prometne infrastrukture različitih regija bile na istoj razini, što bi stvorilo kompatibilan europski prometni sustav, međutim u praksi to još nije slučaj. Multimodalni prijevoz je onaj oblik prijevoza u kojem istovremeno sudjeluju dva prijevozna sredstva iz različitih prijevoznih grana i to tako da prvo prijevozno sredstvo zajedno s teretom postaje teret za drugo prijevozno sredstvo iz druge grane. Suvremeni međunarodni multimodalni prijevoz, pod utjecajem tehnološkog razvoja mora promijeniti svoje ciljeva i način djelovanja. Međunarodni multimodalni transport, kao složeni dinamički i stohastički sustav ima sva bitna obilježja: cilj, aktivnosti, strukturu, ulazne i izlazne varijable, pravila ponašanja, okruženje, informacije, složenost, dinamičnost, upravljivost, rezultat ponašanja, koja se moraju imati na umu pri analizi međunarodnog multimodalnog transporta kao sustava.<sup>45</sup> Primjena suvremenih prijevoznih tehnologija u okviru multimodalnog transporta, uz brzu i kvalitetnu uslugu, ima i značajnu ulogu u ekologiji. Multimodalni transport se smatra ekološki modernim oblikom prometa jer je učinkovit, brz i siguran način prijevoza robe.

Multimodalne transportne tehnologije mogu se podijeliti na:

Cesta – željeznica

- Huckepack tehnologija
- Bimodalna tehnologija

Cesta – željeznica – more

- RO-RO tehnologija

---

<sup>45</sup> Rudan, I.,: Utjecaj logističkog odlučivanja na multimodalni transport, Pomorski zbornik, Rijeka, br. 40. 2002. god. str. 140.

## Pomorski transport

- LO-LO tehnologija
- FO-FO tehnologija

Slika 12.: RO-RO tehnologija prijevoza



Izvor: Aegan Sky, [www.fleetmon.com](http://www.fleetmon.com), 2008.

Klasične grane prometa, cestovni, željeznički i zračni promet, značajno su pridonijeli onečišćenju čovjekova okoliša. Usprkos tome, dokazano je da je multimodalni transport ekološki "čist" oblik prijevoza roba.<sup>46</sup> Važnost multimodalnog transporta proizlazi iz činjenice da se kod ove vrste prijevoza mogu u odgovarajućim kombinacijama koristiti sve prednosti pojedinih grana transporta i prometa ili više njih zajedno, te istodobno i brojne prednosti suvremenih tehnologija transporta, odnosno, paletizacije, kontejnerizacije, RO-RO, LO-LO, Huckepack i Bimodalne tehnologije transporta. Time je omogućeno da cjelokopni transportni pothvat bude brz, siguran i racionalan. Osnovni razlog zašto se treba koristiti multimodalni transport su karakteristike svake pojedine transportne grane. Cilj sustava multimodalnog prijevoza je da osigura stručno, brzo, kvalitetno i ekonomično manipuliranje i prijevoz robe. Međunarodni multimodalni transport

---

<sup>46</sup> Zelenika, R., Nikolić, G.,: Multi-modal ecology - the factor of the efficient integration of the Republic of Croatia in the European traffic system, Naše more, Znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo, Dubrovnik, br. 50. 2003. god. str. 143.



zbog svog značenja u međunarodnim i nacionalnim gospodarskim sustavima je skup međusobno povezanih prometno - tehnoloških aktivnosti, izravnih i neizravnih sudionika, prometnih i drugih kadrova te tehničkih pomagala. Upotreba multimodalnog transporta u svijetu svakim danom sve više raste u odnosu na ostale vrste transporta zbog smanjenih troškova i postizanja kraćeg vremena prijevoza. Spoznajama o prednostima i nedostacima suvremenih tehnologija transporta moguće je izabrati optimalnu kombinaciju navedinih tehnologija i minimalizirati negativne posljedice na ekosustave. Primjena multimodalnog prijevoza povećava efikasnost i efektivnost čimbenika proizvodnje prometnih usluga u europskim i svjetskim prometnim tokovima. Nekontrolirani razvoj proizvodnje a s time i prometa mogao bi dovesti do nepotrebne eksploatacije prirodnih resursa, te je nužno u što većoj mjeri primjenjivati suvremene transportne tehnologije, posebice RO-RO, Huckepack i Bimodalnu tehnologiju, koje puno manje utječu na onečišćenje okoliša od klasičnih oblika prometa.

Nužno je podizati učinkovitost multimodalnih logističkih lanaca na najvišu moguću razinu, većim korištenjem energetski učinkovitijih načina prijevoza, gdje druge tehnološke inovacije mogu biti nedovoljne (npr. teretni prijevoz na velike udaljenosti). Za pojedine oblike prijevoza multimodalnog transporta, pomorsko-riječni, pomorsko-željeznički ili pomorsko-cestovni, nužno je smisliti odgovarajuću politiku zaštite okoliša jer sustav multimodalnog transporta ne može optimalno funkcionirati bez takve politike, a bez takvog oblika transporta, ne mogu adekvatno funkcionirati međunarodni prometni i gospodarski sustavi.

Osim klasičnih prednosti upotrebe multimodalnog načina prijevoza robe dodatno se može raditi i na uvođenju teretnih brodova multimodalnog sustava na kombinirani alternativni pogon kao što je primjer njemački RO-LO brod E-Ship 1 Emden. Četiri velike rotorske Flettner-turbine koje se nalaze na palubi rotiraju se uz pomoć mehanizacije koja je vezana za propelere. Brodska „jedra“ odnosno turbine pomažu brodskom pogonu na temelju „Magnusovog efekta“. Ova vrsta pogona daje uštede u potrošnji energetskih resursa od 30-40% pri brzini od 16 čvorova.

Slika 13.: RO-LO brod E-ship 1 Emden



Izvor: E ship 1 photos, [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), 2010.

## Zaključak

Razvoj prometa, posebno u prošlom stoljeću, doveo je do potrebe definiranja novih koncepcija koje trebaju biti uključene u napredak. Tako se javlja koncepcija održivog razvoja koja podrazumijeva ne samo društveni i ekonomski napredak nego i ekološki napredak, što je prije bilo zanemarivano. Promet kao takav, najveći je izvor emisije CO<sub>2</sub>, a veći dio ukupne emisije potječe iz cestovnog prometa, zatim iz željezničkog, zračnog te najmanje iz brodskog prometa.

Problem rastuće prometne potražnje s novim modelima mobilnosti stvaraju posebne izazove u području održivog razvoja, s naglašenim interesom za istraživanja i praktična rješenja u područjima prometne zakrčenosti, zagađenja i upotrebe energetske resursa. Nužno je pronaći prikladne modele primjene modernih tehnologija u uvjetima veće deregulacije, koji bi osigurali učinkoviti razvoj prometne infrastrukture i prometnog sustava.

Rastuća zakrčenost cestovnog prometa u svijetu stimulira obnovu prijevoznih sustava temeljenih na željezničkom prijevozu, koji može osigurati brzu i kvalitetnu pokretljivost. Javlja se potreba za preusmjeravanjem cestovnog prijevoza tereta na željeznički promet uz izgradnju odgovarajuće nove infrastrukture ili modernizacije postojeće uz analizu s aspekta potrošnje energije. Značajne uštede u korištenju energetske resursa mogu se postići i efikasnijom organizacijom putničkog prometa u urbanim sredinama putem ulaganja u razvoj javnog gradskog prijevoza. Takav oblik prijevoza mora biti višestruko efikasan sa velikim potencijalom razvoja gdje se brza gradska željeznica ili metro javljaju kao optimalna rješenja. Da bi se postigli odgovarajući efekti organizacije javnog gradskog prijevoza nužno je da takvi oblici prijevoza budu privlačni u smislu brzine prijevoza, učestalosti, udobnosti te ekonomske isplativosti krajnjeg korisnika. Strateške smjernice Europske unije u velikoj mjeri potiču razvoj sustava javnog prijevoza, naročito integriranih sustava prijevoza. Integrirani javni prijevoz putnika rješenje je kojeg već koriste neke zemlje Europske unije i svijeta a temelji se na povezivanju različitih oblika javnog prijevoza i to autobusa, vlakova i brodova sa usklađenim voznim redovima i zajedničkim terminalima. Takvom integracijom postižu se mnoge prednosti od kojih je najvažnije

manje zagađenje okoliša te manja potrošnja energetske resursa po prevezenom putniku.

Za razvoj gospodarstva svake zemlje neophodan je odgovarajući stupanj razvijenosti prometa koji je zbog povećanja svjetske proizvodnje i potrošnje u konstantnom porastu što dovodi do zagušenosti prometne infrastrukture, pogotovo kopnene, te povećanja potrošnje goriva i štetnog utjecaja na okoliš. Iz tih razloga javlja se potreba za primjenom novih tehnologija gdje se implementacija inteligentnih transportnih sustava pokazuju kao prikladno rješenje. Cilj izgradnje ITS-a je integracija sustava koji će poboljšati putovanje ljudi i prijevoz roba uz veću mobilnost, manju potrošnju energetske resursa te manje zagađenje okoliša. Implementacijom inteligentnih transportnih sustava moguće je dodatno povećati kapacitet i radnu učinkovitost prometnog sustava te smanjiti štete uzrokovane transportom. Prednosti korištenja ITS rješenja u razvoju prometa mogu se postići i korištenjem usluga poput upravljanja tarifama javnog prijevoza, kontrolom pristupa pojedinim gradskim zonama, upravljanja cijenama parkiranja, naplatom doprinosa zagušenju te uvođenjem posebnog traka za osobna vozila s više putnika.

Upotreba skupih neobnovljivih energetske resursa, ima negativne posljedice na globalni okoliš smanjujući kvalitetu života ljudi. Iz toga se javlja sve veća potreba za upotrebom alternativnih energetske izvora, biogoriva, vodikove ili električne energije, gdje bi postepeno ukidanje konvencionalnih fosilnih goriva bio glavni doprinos značajnom smanjenju ovisnosti o neobnovljivim resursima, emisiji štetnih stakleničkih plinova i zagađenju okoliša. Kod postavljanja ciljeva o povećanju korištenja obnovljivih resursa u prometu mora se voditi računa o dostupnosti istih te mogućnosti njihove upotrebe u postojećem voznom parku. Sredstva javnog prijevoza posebno su pogodna za uvođenje alternativnih pogonskih sustava i goriva što, naravno, mora biti podržano razvojem odgovarajuće infrastrukture te uvođenjem adekvatnih fiskalnih mjera. Također, u sektoru pomorskog prometa, za prijevoz putnika pojavljuju se nove tehnologije u vidu manjih ili većih trajekta na kombinirani pogonski sustav. Takvi sustavi za rad koriste električnu energiju prikupljenu solarnim ćelijama i klasične motore na fosilna ili alternativna goriva čime se postiže znatna ušteda u potrošnji energetske resursa te iskorištavanje obnovljivih energetske izvora uz minimalno štetan utjecaj na okoliš. Razvoj teretnog pomorskog

prometa trebao bi se temeljit na upotrebi ukapljenog zemnog plina kao pogonskog goriva što bi znatno utjecalo na smanjenje emisije stakleničkih plinova.

Prometni cilj Europske unije je potpuno funkcionalna, visokokvalitetna i visokokapacitirana multimodalna mreža na cijelom području unije. Javlja se potreba za adekvatnim povezivanjem zračnih i morskih luka sa željezničkom mrežom. Multimodalni transport kao složeni dinamički i stohastički sustav mora biti kompatibilan sa multimodalnim transportom drugog prometnog sustava da bi bio optimalan. Suvremeni multimodalni prijevoz mora promijeniti svoj način djelovanja i ciljeve pod utjecajem tehnološkog razvoja. Pozitivan utjecaj ovakvog oblika prijevoza je da se u odgovarajućim kombinacijama mogu koristiti sve prednosti pojedinih prijevoznih grana te prednosti suvremenih transportnih tehnologija poput kontejnerizacije, paletizacije, LO-LO, RO-RO, Huckepack i Bimodalne tehnologije čime je omogućeno da organizacija prijevoza bude brza, sigurna i racionalna. Također je potrebno podizati učinkovitost multimodalnih lanaca na najveću razinu upotrebom energetski učinkovitijih načina prijevoza te provoditi odgovarajuću politiku zaštite okoliša. Za daljni razvoj multimodalnog sustava potrebno je raditi i na uvođenju suvremenih tehnologija prijevoza na alternativni pogonski sustav što bi imalo dodatni pozitivan učinak na smanjenje zagađenja okoliša te smanjenje eksploatacije neobnovljivih energetskih resursa.

Potrošnja energetskih resursa u budućnosti ovisiti će uglavnom o tome kakva će biti energetska i gospodarska politika određene države. Jedan od temeljnih ciljeva europske politike održivog prometa jest udovoljavanje ekološkim kriterijima, koji podrazumijevaju niz različitih mjera uključujući tehnološka poboljšanja vozila, promjene u organizaciji prometa, poreznu politiku, definiranje ekoloških standarda te primjenu alternativnih izvora energije.

## Literatura

1. Golubić, J.: Promet i Okoliš, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
2. Labudović, B.: Obnovljivi izvori energije, Energetika marketing, Zagreb, 2002.
3. Pašalić, Ž.: Promet i gospodarstveni razvoj, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet, Split, 2012.
4. Al Seadi T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., Janssen, R.: Priručnik za bioplin, Europska komisija, 2008.
5. Bazijanac, E., Novak, D.: Ekološki aspekti razvoja zračnog prometa, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011., str. 47-55.
6. Benac, K., Slosar, T., Žuvić, M.: Svjetsko tržište nafte, Pomorski zbornik, Rijeka, br. 45. 2008., str. 71-88.
7. Božićević, J.: Ekološki problemi prometnog razvoja, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011., str. 11-14.
8. Breglec, D.: Program smanjenja negativnog utjecaja prometa na okoliš, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2009.
9. Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K.: Second IMO GHG Study 2009, International Maritime Organization (IMO), 2009.
10. Čavrak, V., Smojver, Ž.: Ekonomski aspekti energetske djelatnosti prometa u Republici Hrvatskoj, Zbornik ekonomskog fakulteta u Zagrebu, br. 3. 2005., str. 110-132.
11. Dragić, Ž.: Konkurentnost željeznice s cestovnim prometom a aspekta troškova pogonske energije, Željeznice 21, br. 3. 2003., str. 5-13.
12. European commission: White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, 2011.
13. Eurostat: Energy, transport and environment indicators, 2012.
14. Fakleš, D., Kučić, D., Petrin, I.: Normativa trgovanja emisijama stakleničkih plinova u komercijalnom zrakoplovstvu, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011., str. 255-263.
15. Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa, Zagreb, 2011., str. 161-169.
16. IMO, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP): Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment, 1993.

17. Letunić, S.: Utjecaj cijena i ograničenosti resursa nafte na svjetsko gospodarstvo, *Ekonomski misao i praksa*, br. 2. 2006., str. 241-257.
18. Marulić, S., Njegovan, M., Sclaunich, D.: Svjetsko tržište zemnog plina (trenutno stanje i prognoze), *Pomorski zbornik*, Rijeka, br. 45. 2008., str. 89-97.
19. Mlinarić, T., Ponikvar, K.: Energy Efficiency of Railway Lines, *Promet-Traffic & Transportation*, br. 23. 2011., str. 187-193.
20. OECD Green growth papers: Market Development for Green Cars, 2012.
21. Rudan, I.: Utjecaj logističkog odlučivanja na multimodalni transport, *Pomorski zbornik*, Rijeka, br. 40. 2002., str. 139-152.
22. Stipetić, A., Crnarić, T.: Prednosti željezničkog prometa u urbanim prostorima, *Znanstveni skup Prometna problematika grada Zagreba*, Zbornik, Zagreb, 2006., str. 93-99.
23. Zane, M., Twrdy, E.: Air pollution from maritime transport- the problem of today, the challenge of tomorrow, *Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research*, br. 25. 2011., str. 101-108.
24. Zelenika, R.: Inteligentna transportna sredstva u funkciji racionalizacije cestovnog prometa, *Suvremeni promet*, br. 31, 2011., str. 163-169.
25. Zelenika, R., Nikolić, G.: Multi-modal ecology - the factor of the efficient integration of the Republic of Croatia in the European traffic system, *Naše more*, *Znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo*, Dubrovnik, br. 50. 2003., str. 137-144.
  
26. A single device able to harness solar or wind energy or both in a seaworthy manner, [www.solarsailor.com](http://www.solarsailor.com), 2012.
27. Aegan Sky, [www.fleetmon.com](http://www.fleetmon.com), 2008.
28. Biogoriva (biofuels), [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com), 2008.
29. Bošnjak, I.: Razvoj inteligentnih transportnih sustava – ITS, [www.infotrend.hr](http://www.infotrend.hr), 2006.
30. E ship 1 photos, [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), 2010.
31. Ekološke posljedice, [www.ekologija.ba](http://www.ekologija.ba), 2013.
32. Gable, C., Gable, S.: Methanol 101: What is it?, [www.alternativefuels.about.com](http://www.alternativefuels.about.com), 2013.
33. Global Energy Consumption, [www.solarbuzz.com](http://www.solarbuzz.com), 2010.
34. Hydrogen powered bus, Reykjavik, [www.arcticphoto.co.uk](http://www.arcticphoto.co.uk), 2010.
35. Integrirani prijevoz putnika; [www.szz.hr](http://www.szz.hr), 2010
36. Intelligent Transport Systems: Implementing a sophisticated and affluent automobile society, [www.jari.or.jp](http://www.jari.or.jp), 2013.
37. IPCC Special Report: Aviation and the Global Atmosphere, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch), 1999.
38. Mahalec, I.: Zašto hibridna vozila?, [www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr), 2006.
39. Press release: Wärtsilä's integrated solution selected for two environmentally advanced Canadian ferries, [www.wartsila.com](http://www.wartsila.com), 2013.

40. Proizvodnja biogoriva iz algi, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com), 2009.
41. Solar Sailor, [www.9wows.com](http://www.9wows.com), 2012.
42. Sustainable green fleets, [www.co2star.eu](http://www.co2star.eu), 2008.
43. Sustainable Green Fleets (SUGRE), [www.eaci-projects.eu](http://www.eaci-projects.eu), 2008.
44. 10 Largest Producers of Biodiesel, [www.allegrobiodiesel.com](http://www.allegrobiodiesel.com), 2012.



## ***Prilozi***

### *Popis slika:*

Slika 1.: Utjecaj cestovnog prometa na onečišćenje zraka	8
Slika 2.: Staklenički plinovi u postocima	9
Slika 3.: Zagađenje morskog ekosustava	13
Slika 4.: Utjecaj zračnog prometa na atmosferu	16
Slika 5.: Područja Europe gdje je koncentracija onečišćenja najveća	16
Slika 6.: Prognoza svjetske potrošnje prema vrsti energenata	20
Slika 7.: Energetski krug vodika	25
Slika 8.: Shema integriranog javnog prijevoza	36
Slika 9.: Integracija ITS-a u sve aspekte prometa	39
Slika 10.: Autobus na vodikov pogon u Lihtenštajnu	43
Slika 11.: Australski SolarSailor trajekt	44
Slika 12.: RO-RO tehnologija prijevoza	47
Slika 13.: RO-LO brod E-ship 1 Emden	49

### *Popis tablica:*

Tablica 1.: Direktive za pojedine EURO standarde	10
Tablica 2.: Emisija onečišćivača zraka po vrstama prometa	18
Tablica 3.: Usporedba električnih pogona	28
Tablica 4.: Eksploatacijske značajke tračničkih sustava	35