

## CESTOVNI PROMET

- primarni zagađivač zraka u gusto naseljenoj sredini – 50%

### Cestovna motorna vozila kao izvor zagađenja zraka

- na temelju kemijske analize ustanovljeno je da potrebna količina kisika potrebna za potpuno izgaranje 1 kg goriva iznosi 14,7 kg
- odnos stvarne količine zraka potrebne za proces izgaranja jedinične količine goriva naziva se faktor zraka  $\lambda$ 
  - $\lambda > 1 \rightarrow$  siromašna smjesa (višak zraka u smjesi)
  - $\lambda < 1 \rightarrow$  bogata smjesa
- izgaranjem goriva nastaju produkti izgaranja  $\rightarrow$  neškodljivi sastojci
- nepotpunim izgaranjem goriva nastaju produkti koji su i dalje sposobni izgarati te su kao takvi jako štetni za okoliš

#### NEŠKODLJIVI SASTOJCI:

- vodena para ( $H_2O$ )
- dušik ( $N_2$ )
- kisik ( $O_2$ )
- ugljikov dioksid ( $CO_2$ )

#### ŠKODLJIVI SASTOJCI:

- ugljikov monoksid ( $CO$ )
- ugljikovodici ( $CH$ )
- dušični oksidi ( $NO_x$ )
- sumporov dioksid ( $SO_2$ )
- čađa
- olovo

- 50%  $CO_2$  u formiranju efekta staklenika
- $CO_2$  u prometu: 82.9% cestovni, 11.7% zračni, 2.9% željeznički, 2.5% pomorski promet
- prosječan ispuh  $CO_2$  za jedan automobil  $\rightarrow$  16,5 g/km
- ugljični monoksid
  - benzin motor  $\rightarrow$  0,25 – 10 %
  - diesel motor  $\rightarrow$  0,005 – 0,5 %
- maksimalna dopuštena koncentracija ugljik monoksida ( $CO$ ) je 50 ppm, dok je pri mirovanju 200ppm
- PAU – policiklički aromatski ugljikovodici
- učinci zagađenja zraka:
  - $\rightarrow$  na čovjeka – bolesti dišnih organa (rak, astma, bronhitis)
  - $\rightarrow$  na biljke
  - $\rightarrow$  na materijale – korozija, oštećenje pročelja zgrada

### EKO TEST U REPUBLICI HRVATSKOJ – od 14.08.2001.

- dva osnovna načina redukcije:
  1. podešavanje rada postojećih motora i njihovo dovođenje u ispravno stanje
  2. zamjena postojećeg voznog parka u kojem prevladavaju bezolovni katalizatorski motori s manjim i ekološki prihvatljivijim voznim parkom s REG-KAT

## Značenje homologacije cestovnih vozila za čistoću okoliša

- HOMOLOGACIJA – postupak utvrđivanja sigurnosnih i ekoloških sposobnosti vozila
- dosad je ukupno doneseno 109 ECE pravilnika koji se odnose na područja
  - aktivne sigurnosti
  - pasivne sigurnosti
  - zaštite okoliša
  - općih uvjeta sigurnosti
- popis ECE pravilnika koji se odnose na emisiju ispušnih plinova
  - ECE R–15 → kontrola emisije ispuha iz otto i diesel motora
  - ECE R–83 → zamijenio ECE R–15, uveo strožu kontrolu
  - ECE R–24 → dimnost ispušnih plinova diesel motora
  - ECE R–49 → kontrola emisije ispuha srednjih i velikih dieselovih motora
  - ECE R–84 → emisije ispušnih plinova s obzirom na potrošnju goriva
  - ECE R–101 → emisije CO<sub>2</sub> i potrošnje goriva

## Mjere za smanjenje ispušnih plinova kod OTTO motora

- **zahvati unutar motora**
  - sustavi elektroničkog paljenja
  - elektronički sustav za ubrizgavanje
- **zahvati izvan motora**
  - katalizatori
  - zagrijavanje katalizatora
  - upuhivanje sekundarnog zraka
  - toplinske izolacije ispušnog sustava
- **najdjelotvorniji** sustav za pročišćavanje ispušnih plinova (čak 3 štetna plina) je katalizator trostrukog djelovanja (smanjuje emisiju do 90%)
- uvjeti za djelotvoran rad trostrukog katalizatora:
  1. bezolovno gorivo
  2. bogatstvo smjese – stehiometrijski omjer zraka i goriva (faktor zraka  $\lambda=1$ )
  3. radna temperatura katalizatora (300 – 450 °C) – nakon 2-4 km vožnje (150s da katal. dobije radnu temp.)
  4. radni vijek – nakon 80000 km katalizator se kemijski i mehanički onečisti (brzina starenja i zaprljanja)

## Katalizator

- redukcijski, oksidacijski, trostrukog i dvostrukog djelovanja
- proces u katalizatoru se odvija u 3 faze:
  1. adsorpcija
  2. kemijske reakcije
  3. desorpcija
- Trostruki katalizator je najskuplje i najbolje rješenje
- njegova efikasnost ovisi o bogatstvu smjese, temperaturi ispušnih plinova, o brzini starenja i zaprljanja

- uz njegovu primjenu potrebne lambda sonda tj. sonda kisika s elektronskim upravljašem radi uspješnog čišćenja štetnih tvari
- zagrijavanje katalizatora može biti:
  - električnim griječem (izravno iz akumulatora, izravno iz alternatora)
  - plamenikom
  - primjenom aktivnog ugljena

#### **Prednost:**

- brzo zagrijavanje na radnu temp
- nizak protutlak
- jednostavna dijagnostika
- ekološki povoljna rješenja

#### **Nedostaci:**

- velika potrošnja energije
- povećanje cijene i mase vozila
- mala tajnost akumulatora

## **DIESEL MOTORI**

- problem su dušični spojevi ( $\text{NO}_x$ ) i čađa
- proces izgaranja u području siromašne smjese tj. s viškom zraka, pa nisu problem ugljikov monoksid (CO) i ugljikovodici (CH)
- mjere za smanjenje ispušnih plinova dieselskih motora su:
- zahvati unutar motora
  - početak dobave
  - predubrizgavanje
  - punjenje
  - hlađenje usisanog zraka
  - povratno vođenje ispušnih plinova
- zahvati izvan motora:
  - kemijske reakcije
    - termičke reakcije
    - katalitičke reakcije
  - Katalitičke reakcije (pročišćavanje plina od čestica):
    - selektivna nekatalitička redukcija - kamioni
    - selektivna katalitička redukcija
    - neselektivna katalitička redukcija
    - DENOX katalizator
    - oksidacijski katalizator
- **DENOX katalizator** je predviđen za rad u siromašnim smjesama i služi za smanjenje  $\text{NO}_x$  preko 30%
- **oksidacijski katalizator** omogućuje oksidaciju CO i CH pri temperaturi iznad  $170^\circ\text{C}$
- **keramičko monolitni filter**
  - visok stupanj pročišćavanja
  - temperaturna postojanost keramike
  - relativno mali prostor zapremanja
  - zbog taloženja čestica potrebno je obnavljanje filtera

## BUKA U CESTOVNOM PROMETU

- 40 % europskog stanovništva izloženo je buci iznad 55 dB
- 20 % je izloženo buci koja prelazi 65 dB → nedopustiva razina za dugotrajnu izloženost
  
- buka od gradskog prometa može povećati rizik od infarkta 2 - 3 puta
- buka preko 60 dB može izazvati podraživanje simpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava
  
- razna buke ili zvuka L u dB jednaka je:  
$$L = 20 * \log (P/P_0) \text{ [dB]}$$
- decibel je mjera za potencijal zvučnog tlaka
  
- mjerenje buke ima sljedeću svrhu:
  - da se ocijeni važnost buke kao štetnog faktora u određenoj sredini
  - da se dobiju podaci koji će služiti za planiranje naselja i prometnica
  - da se dobiju podaci za stvaranje matematičkog modela za prognoziranje buke
  - da se utvrdi nužnost i potreban opseg mjera za zaštitu
  
- mjerenje buke:
  - pojedinačnog vozila
  - prometnog toka
  
- utjecaj pojedinih čimbenika prometnog toka na razinu buke:
  - protok
  - brzina
  - struktura
  
- smanjenje buke na izvoru:
  - rad motora
  - smanjenje brzine
  - vozna površina – hrapaviji kolnik stvara veću buku
  - upravljanje prometom
  - preusmjeravanje prometa
  - ponašanje vozača
  
- smanjenje rasprostiranja buke:
  - planiranje prometom
  - dovoljna udaljenost od prometnica
  - zaklanjanje prostora koja se štiti
  - primjena barijera
  - smještanje prometnica u usjeke
  - smještanje prometnica u tunele
  
- mjere za smanjenje buke provodi se:
  - a) na izvoru buke
  - b) na prijenosu buke (prigušnim aluminijskim poklopcem)
  - c) na prijemniku buke (upotrebom panelnih ploča)

- mjere za smanjenje buke kod motora:
  - upravljanjem procesom izgaranja
  - smanjenjem buke konstrukcijom motora
  - smanjenjem buke oklopom oko motora
  - zidovi kućišta motora od visokoprigušnih materijala i što kraći, od lijevanog magnezija ( smanjenje visokofrekvencijske buke pritom iznosi 10-12 dB)
  - Active Noise Control sustav (ANC)
  
- mjere za smanjenje buke izvan motora:
  - vođenjem prometnice u tunelu smanjuje se buka za 20 dB
  - uzdužni nagibne veći od 3% (nagib od 4% povećava zvučni inzenzitet za 3 dB)
  - odabrati odgovarajuću brzinu – 90 km/h povećava se buka za 3 dB
  - gradnjom prirodnih zvučnih barijera u obliku zidova, zaštitnih nasipa i pošumljenim pojasima

### **Uklopljenost ceste u krajolik**

1. izbor trase – prostorni i razvojni gospodarski planovi
  2. prometni planeri – izbor tipa prometnice, njenoj opravdanosti s obzirom na opterećenje
  3. graditelji s tehničkim rješenjima
  4. pejzažni arhitekti – koncepcija najmanjeg oštećenja krajolika, sanacija nakon gradnje
- razvija se djelatnost OBLIKOVANJA KRAJOLIKA SUVREMENIM CESTAMA
  - tuneli su negdje možda i nepotrebni, ali čuvaju okoliš

### **Utjecaj ceste na okolinu**

- od svih vrsta prometnica najveći utjecaj na okolinu imaju ceste
- suvremene ceste zbog velikih širina i visokih zahtjeva intenzivno narušavaju sliku krajolika
- u gradnji cesta treba mijenjati mnoge klasične graditeljske tehnike projektiranja

### **Tuneli**

- umjesto usjeka treba izvoditi tunele i tamo gdje oni nisu tehnički potrebni i to površinskim otkopom

### **Usjeci i nasipi**

- ako se rade, moraju dobiti položene strane, često mnogo položenije nego što to zahtijeva pokos prirodnog klizanja terena

## **Vijadukti**

- ne treba ih izbjegavati
- dobro oblikovana inženjerska konstrukcija pridonosi krajoliku

## **Potporni tipovi**

- Valja ih izbjegavati, a tamo gdje su neizbježni treba ih obložiti debelim kamenom, a ne raditi u betonu.

## **Ograde-braniči**

- Treba ih izbjegavati
- na autocestama umjesto limene ograde, bolje je ostaviti širok zelen pojas, širok koliko i jedan trak smjera s rigolom po sredini, položenih stranicama

## **Ulazi u tunele**

- Oni moraju biti položeni u padini brijega, a ne izvođeni na stari način s vertikalno betonirani iskopom

## **Ceste u kosine**

- umjesto urezivanjem ceste u padinu brijega usjekom i nasipom, suvremena gradnja cesta radi sa uzdužnim vijaduktima
- osim tehničkih i estetskih prednosti pruža i ekološke

## **Pothodnici i podvožnjaci**

- Oni moraju biti što više prostorno oslobođeni umjesto da se provlače kroz uski betonski prolaz kako bi izgledali kao prirodna uteknuća.

## **Faze planiranja prometa nakon II svjetskog rata**

1. prva faza – faza automobila
  - obuhvaća obnovu s jasnim davanjem prioriteta automobilu i traje sve do sredine 60-ih godina 20. st.
  - planirao se grad "primjeren automobilu", zanemaren javni gradski prijevoz
2. druga faza – faza razmišljanja, sredinom 60-ih godina 20. st.
  - pojavljuju se zahtjevi za integralnim planiranjem svih oblika prometa
3. treća faza – započela 70-ih godina 20.st.
  - obnavljanje sustava javnog gradskog prometa
  - koncept mjera smirenog prometa
4. četvrta faza – masovnija izgradnja podzemne i nadzemne gradske željeznice
5. peta faza – od sredine 80-ih godina 20. st.
  - nema primjerenog rješenja za problem gradskog prometa

## Prometni infarkt

- tri strategije rješenja:
  1. staru gradsku jezgru zatvoriti za automobile
  2. otežati prilaz osobnom vozilu u centru grada
  3. ponuditi kvalitetne i raznovrsne alternative osobnom vozilu

## Koraci u cilju ekološkog prometnog sustava

1. postepeno uklanjanje automobila
  - grad kraćih udaljenosti
  - voditi takvu prometno-urbanističku politiku da se smanji relacija putovanja
2. preusmjeravanje prometa
  - unapređenje nemotoriziranog i javnog gradskog prometa
  - destimulativno djelovati na korištenje vozila
3. poboljšati tehniku i tehnološki aspekt vožnje
4. mjere smirivanja prometa

## Alternativna goriva

### Biodiesel

- dodaje se 20% klasičnom diesel gorivu i smanjuje emisiju štetnih tvari za 35%
- emisija stakleničkih plinova od diesel goriva iznosi 2,8 kg/l, a kod biodiesela iznosi 0,89 kg/l, što je 68% manje
- CO<sub>2</sub> neutralno gorivo
- transport biodiesela gotovo je potpuno neopasan za okoliš, jer se u tlu razgradi za 28 dana
- u vodi se razgradi za nekoliko dana
- najznačajnija prednost biodiesela je smanjenje emisija stakleničkih plinova i štetnih tvari

### Prednosti

- zatvoren CO<sub>2</sub> kružni tok
- 50% manja emisija štetnih plinova
- biološki dobro razgradivo
- industrijska proizvodnja
- obnovljiv izvor energije
- količina čađi manja do 50%
- gotovo da nema sumpora

### Nedostaci

- manja ogrjevna moć
- veća potrošnja za oko 10%
- manja snaga motora
- poras emisije NO<sub>x</sub> za 12%
- razgrađuju lakirane površine
- jak miris ispušnih plinova

### Mjere za smanjenje potrošnje goriva

1. pomak u postojećoj strukturi korištenja oblika i sredstava prometa (preusmjeravanje sa cestovnog na željeznički promet)
2. ograničenje potrošnje goriva
3. bolje iskorištenje prijevoznih sredstava
4. bolje iskorištenje goriva

### Prostorno planiranje i ekologija u prometu

- obnovljivi izvori energije – energija vodnih tokova i kretanja vode, sunčeva energija, energija vjetra
- neobnovljivi izvori energije – fosilna goriva, nafta i plin
- vrste goriva – kruta goriva
  - tekuća
  - plinovita

### Osnovni kriteriji za ocjenjivanje potencijalnog alterativnog goriva:

1. mogućnost masovne proizvodnje i to iz obnovljivih izvora
2. specifičnost pripreme smjese
3. utjecaj na okoliš
4. ekonomski uvjeti – konkurentnost cijene (cijena se vrednuje po energetskej jedinici)
5. stupanj opasnosti pri manipulaciji

### VODIK

#### Prednosti

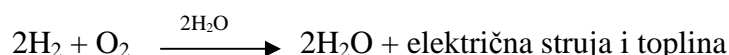
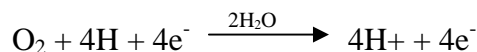
- može se pretvoriti u korisne oblike energije s visokom efikasnošću
- obnovljivo gorivo – proizvodi se iz vode
- najlakša tvar poznata čovjeku
- nema emisije štetnih plinova
- neutralan, ugodan za čovjekov okoliš

#### Nedostaci

- skupa proizvodnja
- niska
- tehnički problemi
- skladištenje
- pri proizvodnji se troši 90% energije (pri elektrolizi vode)

### GORIVI ČLANAK

- elektrokemijski motor koji izravno pretvara energiju goriva u električnu energiju za pogon vučnih motora → električna vozila
- kod baterija je gorivo pohranjeno u samoj bateriji, a kad goriva više ne potiče kemijsku reakciju za proizvodnju električne energije, baterija se mora obnoviti
- gorivo je kod gorivog članka smješteno u zasebnom spremniku i opskrbljuje gorivi članak prema potrebi
- kad vozilo isprazni spremnik, potrebno ga je ponovno napuniti





- vodikov plin dolazi na elektrodu obloženu metalom (npr. platinom) koja razdvaja molekule vodika na atome, odnosno ionizira ih u vodikove ione, tj. katione
- ta elektroda u kontaktu je s elektrolitom, vodom ili drugom tekućinom čije se polarne molekule mogu ionizirati i provoditi elektricitet

## **PRIRODNI PLIN**

### **Prednosti:**

- jeftiniji i do 65%
- raspoloživost još 200 godina
- lakši od zraka
- viša temperatura zapaljivosti
- neškodljiv za ljudsko zdravlje

### **Nedostaci:**

- emisija NOx kao kod otto motora
- SPP povećava težinu spremnika  
\*5 – 7 puta

# ZRAČNI PROMET

## Komercijalno zrakoplovstvo i okoliš

- eksterni troškovi zračnog prometa uslijed onečišćenja, zagušenja i stradavanja na razini EU iznosi 16,4 milijarde €/god.

## Međunarodne organizacije za okoliš u zrakoplovstvu

- International Civil Aviation Organization
- International Air Transport Association
- European Community
  
- buduće operacije zrakoplovnih motora ugrožavajući temeljne komponente održivog razvoja stavljaju pred proizvođače do 2010. zahtjeve:
  - smanjenje potrošnje za 20%
  - smanjenje razine buke za 10 dB
  - smanjenje NO<sub>x</sub> emisije za 85%
  - smanjenje izravnih operativnih troškova za 3%
  
- ANEX 16 ICAO – zaštita okoliša
  - Volume I – buka zrakoplova
  - Volume II – emisija zrakoplovnih motora

## ANEX-om 16 ICAO zrakoplovi se dijele u 4 skupine

- kategorija 1
  - neodgovarajući zrakoplovi (prema dopuštenom stupnju buke) koji ne mogu dobiti certifikat o plovidbenosti (B 707)
- kategorija 2
  - zrakoplovi koji djelomično odgovaraju dopuštenom stupnju buke radi čega ih treba utišati ili postupno izbaciti iz uporabe (B 727-100, B 747-200)
- kategorija 3
  - zrakoplovi koji odgovaraju dopuštenom stupnju buke
- kategorija 4
  - zrakoplovi koji imaju razinu buke nižu od 10 dB od postavljenih granica 2006. godine

## **Buka u komercijalnom zračnom prometu**

- ICAO propisao tri referentne točke u blizini USS-e kojima se utvrđuje razina buke pri slijetanju odnosno polijetanju
  - točka A (preletna točka) - koja se nalazi na produženoj središnjici USS-e, udaljenu 6500m od početka zaleta pri polijetanju. U ovoj točki se mjeri razina buke pri uzlijetanju
  - točka B (prilazna točka) – nalazi se na produženoj crti USS-e, 2000m od praga USS-e. U ovoj točki se mjeri razina buke pri slijetanju
  - točka C (lateralna točka) – nalazi se na paralelnoj središnjici USS-e, udaljenoj od središnjice 650m, gdje je razina buke najveća za vrijeme uzlijetanja zrakoplova

## **Načini smanjenja buke u zračnom prometu**

- TEHNIČKI – utišavanjem motora u eksploataciji (Husk-kit), izmjenom motora i zamjenom bučnih zrakoplova novim modelima
- ORGANIZACIJSKO-TEHNOLOŠKI – reguliranje lokalne gustoće prometa, racionalizacija početno-završnih operacija na zračnim lukama

## **Izvori buke zrakoplova**

- pogonska skupina
- struktura zrakoplova oko koje se stvaraju turbulentni slojevi
- buka turboventilacijskog motora nastaje radom njegovih elemenata:
  - ventilatora
  - kompresora
  - turbine i komore izgaranja
  - te zbog strujanja mlaza ispušnih plinova

## **Postoje 4 glavna elementa balansiranog pristupa u regulaciji zrakoplovne buke po rezoluciji ICAO 2000. godine**

1. redukcija buke na izvoru
2. operativne restrikcije za zrakoplove na granici udovoljavanja "chapter 3" standarda
3. posebno planiranje i menadžment aerodroma
4. operativne procedure smanjenja buke

## **Operativne mjere smanjenja buke**

- postupak FAA
- postupak Lufthause (tehnika mali otpor – mali potisak)
- prilaz u dva stupnja
- prilaženje/odlet po krivocrtnoj putanji

## Emisije ispušnih plinova mlaznih motora

- predmetom kontrole su: CO, NO<sub>x</sub>, HC i koksne čestice, tj. dimnost ispušnih plinova
- najznačajnije onečišćenje je na visinama krstarećeg leta (8-12km) odnosno u području tropopauze gdje se zrakoplovi pojavljuju kao jedini antropogeni zagađivači
- sveukupno je 1/5 zrakoplovima emitiranih polutanata u donjim stratosfernim slojevima, dok je ostalih 4/5 unutar troposfere
- staklenik-efekt je na granici tropopauze deset puta veći nego u donjim slojevima
- najveću brigu zadaju dušičini oksidi (NO<sub>x</sub>) zbog dva efekta:
  1. iznad tropopauze doprinose uništenju ozona
  2. u gornjoj troposferi povećavaju količinu ozona koji na ovim visinama stvara efekt staklenika

**RJEŠENJE:** u tehničkom unapređivanju, tj. na poboljšanju ukupne aerodinamike zrakoplova kao i na projektiranju nove generacije propfan-motora s novom koncepcijom komore za izgaranje

## Utjecaj zračne luke na okoliš

- buka zrakoplova
- emisija zrakoplovnih motora
- planiranje namjene i uporaba okolnog zemljišta
- tretiranje otpada
- onečišćenje tla i vode na zračnoj luci i njezinoj okolini
  
- Na svjetskim zračnim lukama sve je prisutniji termin environmental capacity koji znači ograničenje kapaciteta zračne luke s aspekta zaštite svjetske okoline.
  
- Povećanje prometa uvjetuje:
  - povećanje količine otpada
  - tretiranje otpada na način da se koriste materijali pogodni za recikliranje

## Onečišćenje zraka na zračnoj luci

- od ispuha zraka motora
- otvori za gorivo zrakoplova
- motorna vozila putnika i zaposlenih i posjetitelja zračne luke
- zemaljska oprema
- građevinske aktivnosti

## RJEŠENJE:

- zahtijevati da su motori ugašeni u blizini ulaza/izlaza
- koristiti manji broj motora koji rade velikom brzinom okretaja u minuti dok rulaju kako bi se smanjile emisije CO i HC
- riješiti problem izlaska goriva

## Onečišćenje vode od rada zračne luke

- Sanitarni otpad
- Industrijski otpad
- Onečišćenje voda zbog olujna vremena i kanalizacije
- Otpad od čišćenja zrakoplova, punjenja goriva
- Otpad od remonta i održavanja zrakoplova

## Alternativni pogon u zrakoplovstvu

- Prvi zrakoplov koji je poletio kraj Moskve na tekući vodik je TUPOLJEV 154
- Optimalna komora za izgaranje vodika treba iskoristiti njegove prednosti:
  - mogućnost izgaranja siromašnih gorivih smjesa
  - niže temperaturne granice paljenja
  - dobro miješanje sa zrakom i velika reaktivnost ( kratko zadržavanje zraka)
- istraživanja pokazuju da se emisije NO<sub>x</sub> pri izgaranju vodika mogu smanjiti na 1/3
- projektiranje nove kompatibilne infrastrukture vrlo skupo ( ukapljivanje, spremnici za njegovu pohranu i sl.)
- "cryoplane" – smještaj spremnika za gorivo u trupu iznad putničke kabine.

## Novе tehnologije

- tehnološko usavršavanje zrakoplovnih motora zadnjih 40-ak godina pridonijelo je smanjenju potrošnje goriva od 70%
- tipični zrakoplovi koji se aktuelno uvode su za 20 dB tiši u odnosu na zrakoplove od prije 30-ak godina, što znači redukciju luke za 75%

## Operativne mjere

- prema izvješću IPCC, poboljšanjem ATM efikasnosti ( kontrola zračnog prometa) može se reducirati potrošnja goriva za 6-12%

## Ekonomске mjere

- uvođenje zrakoplovnih ekoloških naknada (0.20 dolara po litri goriva smanjio bi rast zrakoplovne emisije za 30%)

## Materijali izrade nove generacije zrakoplova

- kompozitni materijali → smanjenje težine zrakoplova
  - povećanje nosivosti
  - dugotrajna izdržljivost
  - veća otpornost na opterećenje
- već 60% konstrukcije A350 zrakoplova napravljeno od plastike ojačane karbonskim vlaknima, te aluminij-litijskih legura

- najčešće u uporabi su sljedeći materijali:
  - plastika ojačana vlaknima
  - staklena vuna
  - fiberglas
  - ojačan karbon – karbon kompozit
  - super legure (bazirane na niklu, kobaltu ili željezu)

### **Ekološka tehnologija gradnje zrakoplova**

- IZRAVNI – poboljšanjem konstrukcije i performansi zrakoplovnih motora kao glavnih izvora buke i emisije
- POSREDNI – reguliranjem prometa na način minimiziranja lokalne gustoće prometa i reguliranjem operativnih faza leta, tj. početno-završnih operacija na zračnim lukama

# ŽELJEZNIČKI PROMET

## Ekološke prednosti željezničkog prometa

- strategijom EU do 2020. predviđen je jedinstven europski željeznički sustav:
  - povećati tržišni udjel željeznice u prijevozu putnika sa 6% na 10% i u teretnom prijevozu sa 8% na 15%
  - u zemljama Srednje i Istočne Europe zadržati udio željeznice u ukupnom prijevozu tereta na razini od 40%
  - udvostručiti produktivnosti radne snage na željeznicama
  - povećati djelatvornostenergije za 50%
- zadnjih 30. godina svake godine u Europi se zatvara u prosjeku 600 km željezničkih pruga, dok se istovremeno cestovna mreža povećava za 1200 km – pogrešna prometna strategija

## Eksterni troškovi

- za razmatranje strukture eksternih troškova uzeti su parametri:
  - nesreće
  - zagađenja zraka
  - klimatske promjene
  - buka
- eksterni troškovi rastu i 2010. u odnosu na 1995. porast će za 58% (zbog povećanja intenziteta prometa, zbog velikih brzina željezničkog prometa)
- argument za preusmjeravanje prijevoza tereta sa cestovnog na željeznički su eksterni troškovi koji su niži i do 5 puta
- cestovni promet generira i do 87% ukupnih eksternih troškova prometa (zračni promet 14%, željezniči 1.9%, vodni promet 0.4%)

## Povećanje energetske djelatvornosti željezničkog prijevoza

- smanjiti masu željezničkih vozila
- povećati aerodinamiku i smanjiti trenje
- povećati koristan prostor u željezničkim vozilima
- koristiti što više regenerativne kočnice i akumulirati energiju
- raditi na inovativnim vučnim konceptima i izvorima energije
- posebnu pažnju obratiti na upravljanje i organizaciju
- smanjivati energetske potrošnje za potrebu komfora
- smanjiti gubitke pri prijenosu kod elektro i diesel vuče
- mjeriti i dokumentirati energetske potrošnje

## Ekološki aspekt željezničkog prometa

- željeznički promet prema trima glavnim čimbenicima degradiranja okoliša – zauzimanju površina, utrošku energije i onečišćenju zraka – predstavlja najpovoljniji oblik prometa
- željeznički promet zahtjeva tri puta manje zemljišnog prostora nego cestovni uz približno jednako prometno opterećenje
- ako željeznicu usporedimo s automobilom, onda ona emitira 8.3 puta manje štetnih tvari u okoliš, a 30 puta manje nego teretno vozilo za isti obujam prometa
- utrošak energije po jedinici obavljenog rada na željeznici je 3.5 puta manji nego u cestovnom putničkom prometu, a 8.7 puta manji nego u teretnom prometu

## Ekološki nedostatak željezničkog prometa

- buka kod vlakova velikih brzina
- prijevoz opasnih i štetnih tvari
- prskanje herbicidima
- ionizacija zraka kod elektrovođe

## Problem buke u željezničkom prometu

- preko 80% svih izvora buke otpada na prometna vozila, od toga 18% na promet tračnicama
- buka od željezničkog prometa je kratkotrajna, javlja se po voznom redu i iste je glasnoće i karaktera
- sustav za ocjenu buke ima 3 granične vrijednosti (imisijsku, plansku i alarmnu)
- glavni problem postaje buka kod vlakova velikih brzina koji se kreću na umjetnim objektima (tuneli, mostovi) te je potrebno razmotriti položaj trase u odnosu na teren
- tri tehničke mjere zaštite: smanjivanje buke na izvoru, spriječavanje prijenosa buke i smanjivanje buke na mjestima prijema
- smanjenje buke na izvoru:
  - izolacijski materijali ugrađeni u gornji ustroj pruge
  - oblaganje zidova tunela materijalima za apsorpciju zvuka
  - spajanje susjednih tunela zaštitnim građevinama
  - gornji sloj od drobljenog kamenog agregata
- spriječavanje prijenosa buke:
  - zaštitni zidovi
  - sporedni tuneli
  - potkopi
  - vertikalni šahtovi
  - umjetno stvaranje suprotnog strujanja zraka
  - vegetativni zasadi
- smanjenje buke na mjestu prijema:
  - izrada zvučnih barijera ispred stambenih naselja
  - poboljšanje zvučne izolacije
  - vegetativni zasadi



## Tretiranje pruge herbicidima

- herbicidi su kemijska sredstva koja suzbijaju rast neželjenih biljaka (korova)
- mogu biti organskog ili neorganskog porijekla, u krutom ili tekućem stanju
- prema opsegu djelovanja su: → **totalni**
  - **selektivni** ( uništavaju samo određene biljke)
- u Švicarskoj i nekim zemljama EU potpuno je zabranjena primjena herbicida koji djeluju na korijen biljaka u održavanju željezničke infrastrukture
- usvojeni propisi traže selektivnu primjenu herbicida u najnižoj mogućoj koncentraciji koja je učinkovita
- pravila uvjetuju uklanjanje raslinja samo u krajnjoj nuždi ( a ne redovito kao do sada)
- primjenu samo određenog broja herbicida čije djelovanje nije previše štetno za okoliš (glifosat)
- školovano osoblje za provedbu tretmana
- ograničenje područja primjene na najmanju moguću mjeru
- na mreži HŽ-a koristi se samo 6 vrsta herbicida u različitim kombinacijama

## TELEKOMUNIKACIJSKI PROMET

- korisnik svih ostalih vidova prometa i samim time posredni zagađivač
- kod izgradnje telekomunikacijske mreže koristi se mehanizacija i zadire u okoliš
- pri eksploataciji TK prometa javljaju se električna i elektromagnetska polja, a sa njima i elektrosmog, te dolazi do pojave elektrostresa uvjetovanog tim poljima

### Elektrosmog

- društvo koje nastaje našim očima, a temelji se na povezivanju elektronskih računala, informacijskih mreža, baza podataka i potraživačke elektronici, susreće se sve češće s problemima onečišćenja okoliša elektro magnetskim zračenjem koje u ljudskom organizmu proizvodi elektrostres, a zovemo ga elektrosmog
- pojam elektrosmog u širem smislu obuhvaća sva područja neionizirajućih zračenja u golemom elektromagnetskom spektru od statičkih polja preko polja ekstremno niskih frekvencija (ELF), radiofrekvencija (RF) do polja najviših frekvencija ultraljubičastog (UV) svijetla
- današnja opterećenja od elektro magnetskog zračenja izazivaju prema spoznajama mnogih znanstvenika biokemijske promjene i stalan stres u središnjem živčanom sustavu
- također izazivaju i poremećaje funkcija mozga i psihička oštećenja
- burnim razvojem telekomunikacija prošireno je elektro magnetsko onečišćenje okoliša širom svijeta i u području visokih frekvencija
- elektromagnetska se zračenja:
  - miješaju u zbivanja u stanicama
  - utječu na genetske informacije (čime mogu prouzročiti rak, oštećenje nasljednih svojstava i defektivnu novorođenčad)
- gradnja i širenje elektromagnetskog distribucijskog sustava u tehnološki razvijenim zemljama uzrokuje izvrgnuće stanovništva elektromagnetskim poljima, oblika i frekvencija većih nego što se događa u prirodi
- epidemiološke studije profesionalnog izvrgnuća radnika u elektroindustriji i proizvodnji električne energije pokazuju da se u više od polovice konstatira povećan broj oboljenja od zloćudnih novotvorina
- općenito je poznato da je u posljednjih nekoliko desetaka godina sve izraženiji porast gustoće različitih mikrovalova
  - radiodifuzija
  - televizija – zemaljska i satelitska
  - sve veći broj navigacijskih, vojnih i meteoroloških radarskih sustava
  - te mnoštva različitih aparata i uređaja u industriji, kućanstvima i uredima
- svi ti mikrovalovi u biosferi su stvorili toliku gustoću da su u ekologiji s pravom nazvani elektromagnetski smog

- izvori tehnički proizvedenih električnih, magnetskih i elektromagnetskih polja svi električki i elektronički uređaji i postrojenja:
  - radiofonija svih valnih dužina
  - mobilne radioveze (mobitel)
  - odašiljači (TV i radio tornjevi, lokalni odašiljači)
  - radari (zrakoplovi)
  - elektrane, trafostanice, dalekovodi
  - kućna električna (televizori, bojleri, mikrovalne pećnice i sl.)
  - prijevozna sredstva (tramvaj, električne željeznice)
  - industrijske promjene
  - sustavi osiguranja od provala (banke itd.)
  - medicinske primjene (tomografija itd.)
  
- najveći emiteri zračenja u kućanstvu: → električni brijač (15 – 1500  $\mu\text{T}$ )
  - sušilo za kosu (6 – 2000  $\mu\text{T}$ )
  
- u posljednjim desetljećima povećanje potrošnje električne energije praćeno je izgradnjom sve većeg broja elektrana
- s tolikim povećanjem potrošnje energije, odnosno gradnjom velikog broja elektrana zapažen je i masovan pobol i pomor šuma
- uzrok umiranja velikih šumskih površina vjerojatno su i brojne elektrane te elektromagnetska polja koja se šire oko njih i njihovih postrojenja
  
- osim razmatranja utjecaja elektromagnetskih valova niskih frekvencija, proučavaju se i elektromagnetska polja visokih i ultravisokih frekvencija
- pored sveg navedenog, elektromagnetskom smogu pridonosi i ozonska rupa kroz koju na zemlju dolaze
- svojstvo elektromagnetskog smoga je da ga našim osjetilima ne možemo primjetiti, ali njegovo štetno djelovanje na naš organizam i te kako osjećamo
- nažalost, povećanjem elektromagnetskog smoga, do čega dolazi svaki dan, sve više ćemo osjećati razne tegobe i ekološke posljedice
  
- s obzirom na sva dosadašnja saznanja o štetnom djelovanju elektromagnetskog smoga na čovjeka, životinje i šume nužno je provesti zaštitu, i to u dvije faze:
  1. ograničavanjem povećanih jakosti tih polja
  2. provedbom mjera za smanjenje jakosti tih polja

- osnovne veličine polja u NF području glede bioloških efekata uvijek su se dobivale iz podataka o gustoćama struje
- na frekvencijama iznad 100 kHz ( $f > 100$  kHz) pragovi pobude živčanih i mišićnih stanica, a posebno drugih, toliko su visoki, da od bioloških efekata apsolutno dominira zagrijavanje tkiva strujama induciranim prodorom elektromagnetskog polja
- zato se u zadnje vrijeme udomaćila uporaba veličina SAR (Specific Absorption Rate, specifična stupnja apsorpcije elektromagnetskog zračenja), koji je jednak:

$$SAR = \frac{\partial P}{\partial m} = \frac{\sigma}{\rho} E^2 = \frac{1}{\sigma \rho} j^2$$

- prvi izraz jednak je derivaciji deponirane snage po masi tkiva
  - $\sigma$  = specifična vodljivost tkiva
  - $\rho$  = gustoća tkiva
  - $E$  = efektivna vrijednost električnog polja
  - $j$  = gustoća promjenjivih struja
- **SAR** je energetska veličina i kao takvo načelo može biti izmjeren kalorimetrijskom metodom, izbjegavajući mjerenje polja, što je na ovim frekvencijama u blizini raspršenog objekta dosta težak zadatak
  - novi zaštitni standardi u radiofrekventnom i mikrovalnom opsegu bazirani su listom na ograničenju upravo veličine SAR, koju valja zamijeniti, ne ovisi samo parametrima polja već i o električnim svojstvima tkiva.

### Utjecaj električnih i magnetskih polja na okoliš i zdravlje

- u posljednjih nekoliko godina sve je izraženiji porast gustoće različitih mikrovalova koji potječu od:
  - radiodifuzije
  - televizije – zemaljske i satelitske
  - sve većeg broja navigacijskih vojnih i meteoroloških radarskih sustava
  - te mnoštva različitih aparata i uređaja u industriji, kućanstvima i uredima
- svi ti mikrovalovi u biosferi su stvorili toliku gustoću da su u ekologiji s pravom nazvani elektromagnetski smog
- elektromagnetski (EM) spektar zračenja obuhvaća:
  - ionizirajuća (radioaktivnost, izbija elektrone iz atoma)
  - neionizirajuća zračenja
- pojam elektrosmog u širem smislu obuhvaća sva područja neionizirajućih zračenja u golemom elektromagnetskom spektru od statičkih polja preko polja ekstremno niskih frekvencija (ELF), radiofrekvencija (RF) do polja najviših frekvencija ultraljubičastog (UV) svjetla

- izvori tehnički proizvedenih električnih, magnetskih i elektromagnetskih polja su praktički svi električki i elektronički uređaji i postrojenja:
  - Radiofonija svih valnih dužina
  - Mobilne radioveze (mobitel)
  - Odašiljači (TV i radio tornjevi, lokalni odašiljači)
  - Radari (zrakoplovi)
  - Elektrane, trafostanice, dalekovodi
  - Kućna električna (televizori, bojleri, mikrovalne pećnice isl.)
  - Prijevozna sredstva (tramvaji, elek. željeznice)
  - Industrijske promjene (ekoliza)
  - Sustavi osiguranja od provala (banke itd.)
  - Medicinske primjene (tomografija itd.)
- čovjek je stalno izložen magnetskom polju zemlje čija jakost u našem geografskom području iznosi oko 50 mikrotlesla
- statičko magnetsko polje na polovima je jače nego na ekvatoru
- 1997. "Uredba o elektromagnetskim poljima" popularnije zvan "Zakon o elektrosmogu"

### **Tehnička zračenja**

- tehnička zračenja su ona zračenja koja se javljaju iz umjetnih izvora
- ionizirajuća i neionizirajuća zračenja
- pod pojmom tehničkog zračenja podrazumjevamo elektromagnetsko zračenje koje stvara svaki uređaj koji se napaja električnom energijom, odnosno sva pripadajuća instalacija: dalekovodi, trafostanice, prekidači u našim domovima
- s obzirom na sva do sada poznata štetna djelovanja elektromagnetskog polja i ultravisokih frekvencija elektromagnetskog smoga na čovjeka, životinje i šume, nužno je poduzeti provedbu određenih mjera zaštite:
  1. ograničavanje jakosti tih polja
  2. provedba mjera za smanjenje jakosti tih polja

### **Zakon o elektrosmogu – 1997.**

- razlozi:
  1. veliki nagli razvoj telekomunikacijskog tržišta (fiksne i mobilne telefonije)
  2. proširenje brzih željezničkih linija kroz Njemačku
  3. stvaranje prekograničnih veza između njemačkih opskrbljivača energijom i njihovih europskih partnera
  4. razvoj elektrodistribucijskih sustava
- elektrodistribucijski sustavi uništavaju šumu
- električna struja ubija korjenski dio biljke