

Inventar emisija necestovnih pokretnih strojeva

Pečet, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:051167>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Matija Pečet

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Zoran Lulić, dipl. ing.

Student:

Matija Pečet

Zagreb, 2017.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru na savjetima kako poboljšati ovaj rad i svim djelatnicima Katedre za motore i vozila.

Matija Pečet



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

| | |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Matija Pečet**

Mat. br.: 0035195277

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Inventar emisija necestovnih pokretnih strojeva**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Emission Inventory of Non Road Mobile Machinerics**

Opis zadatka:

Sukladno odredbama direktive 97/68/EC necestovni pokretni strojevi NCPS (engl. *Non Road Mobile Machinerics NRMM*) je skupni naziv za cijeli niz strojeva pokretanih motorom s unutarnjim izgaranjem. Raspon strojeva u koje se ugrađuju motori s unutarnjim izgaranjem, a koje pokriva direktiva je od malih ručnih uređaja kao što su motorne pile, trimeri za travu, čistači šikare i puhala, preko građevinskih strojeva i generatora, pa sve do lokomotiva i brodova unutarnje plovidbe (kopneni vodeni putovi).

Obzirom da motori tih strojeva rade na jednakom principu kao i svi ostali motori s unutarnjim izgaranjem na jednak način stvaraju i emisije onečišćujućih tvari. Zbog relativno velike starosti postojećih strojeva i skromnih performansi ili ne postojanja uređaja za naknadnu obradu ispušnih plinova uvelike pridonose onečišćenju zraka.

Cilj EU je zaštita ljudskog zdravlja i okoliša, a namjerava ga se ostvariti postupnim smanjivanjem emisija iz takvih strojeva pri čemu je prvi korak sagledavanje trenutnog odnosno polaznog stanja.

Kako se prema dosadašnjim pravilnicima podaci o njihovom broju, vrsti/namjeni i emisijama nigdje ne evidentiraju i obrađuju, cilj rada je osmisliti inventar emisija necestovnih pokretnih strojeva za područje Republike Hrvatske.

U uvodnom dijelu rada, kao pregled područja treba:

- objasniti što je inventar emisija pojedinog sektora,
- kako ga se izrađuje za druga područja izvora emisija (stacionarni, mobilni, ...).
- proučiti propise koji su na snazi u Londonu te ocijenit mogućnost njihove implementacije u RH.

Glavni cilj rada je:

- razvoj analiza prikupljenih podataka i prijedlog metode prikupljanja podataka o novim strojevima,
- izrada inventara emisija za Republiku Hrvatsku.

Pri izradi se treba pridržavati pravila za izradu završnog rada. U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
30. studenog 2016.

Rok predaje rada:
1. rok: 24. veljače 2017.
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2017.
3. rok: 22. rujna 2017.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 27.2. - 03.03. 2017.
2. rok (izvanredni): 30. 06. 2017.
3. rok: 25.9. - 29. 09. 2017.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Zoran Lulić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| SADRŽAJ | I |
| POPIS SLIKA | III |
| POPIS TABLICA..... | V |
| POPIS OZNAKA | VI |
| SAŽETAK..... | VII |
| SUMMARY | VIII |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. IZRADA INVENTARA EMISIJA [3]..... | 3 |
| 2.1. Postupak izrade inventara emisija štetnih tvari..... | 4 |
| 3. DIREKTIVE EUROPSKOG VIJEĆA I PARLAMENTA O EMISIJAMA IZ NECESTOVNIH POKRETNIM STROJEVA..... | 5 |
| 3.1. Uredba 2016/1628 Europskog parlamenta i vijeća | 8 |
| 4. EAA/EMEP VODIČ ZA IZRADU INVENTARA ŠETETNIH EMISIJA NECESTOVNIH POKRETNIM STROJEVA [5]..... | 10 |
| 4.1. Necessitativni pokretni strojevi [7]..... | 10 |
| 4.1.1. Podjela strojeva prema SNAP brojevima [7]..... | 11 |
| 4.1.1.1. Industrija | 11 |
| 4.1.1.2. Poljoprivreda i šumarstvo | 20 |
| 4.1.1.3. Kopnena vojska (SNAP 080100)..... | 22 |
| 4.1.1.4. Vrtlarstvo i domaćinstvo..... | 22 |
| 4.2. Unutrašnja plovidba [8] | 23 |
| 4.3. Željeznički promet [9]..... | 23 |
| 5. METODE ZA PROCJENU EMISIJA ŠETETNIH TVRI NECESTOVNIH POKRETNIM STROJEVA [7]..... | 24 |
| 5.1. Tier 1 metoda | 25 |
| 5.2. Tier 2 metoda | 25 |
| 5.3. Tier 3 metoda | 26 |
| 6. LONDON'S „LOW EMISSION ZONE“ I NJEGOVA PRIMJENA U REPUBLICI HRVATSKOJ..... | 27 |
| 7. PODACI O NECESTOVNIM POKRETNIM STROJEVIM ZA REPUBLIKU HRVATSKU | 29 |
| 7.1. Klipni motori s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću svjećica s pravocrtanim gibanjem klipa (8407) | 30 |
| 7.2. Klipni motori s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije s pravocrtanim gibanjem klipa (8408) | 33 |
| 7.3. Strojevi za rad na cestovnoj infrastrukturi i gradilištima (8429) | 35 |
| 7.4. Poljoprivredni strojevi (8433) | 39 |
| 7.5. Električni generatorski agregati (8502)..... | 41 |
| 7.6. Traktori (8701)..... | 44 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.7. Motorna vozila za prijevoz izvan cestovne mreže (8704) | 47 |
| 8. IZRADA INVENTARA EMISIJA ŠTETNIH TVARI ZA REPUBLIKU HRVATSKU | 48 |
| 8.1. Pretpostavke | 48 |
| 8.2. Necestovni pokretni strojevi | 48 |
| 8.2.1. Izvanbrodski motori snage veće od 30 kW (8407.21.99) | 49 |
| 8.2.2. Necestovni pokretni strojevi za rad u kamenolomu | 50 |
| 8.2.2.1. Utovarivač s čeonom žlicom | 50 |
| 8.2.2.2. Samoistovarno vozilo za rad izvan cestovne mreže | 51 |
| 8.2.3. Profesionalna motorna pila | 52 |
| 8.3. Unutarnja plovidba | 53 |
| 8.4. Željeznički promet | 56 |
| 8.5. Prijedlog izrade inventara za sve necestovne pokretne strojeve | 56 |
| 9. PRIJEDLOG ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O NECESTOVNIM POKRETNIM STROJEVIMA | 60 |
| 10. ZAKLJUČAK | 61 |
| LITERATURA | 62 |

POPIS SLIKA

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Struktura štetnih emisija stakleničkih plinova u Vancouveru 2013. godine [2] | 2 |
| Slika 2. Struktura emisija štetnih tvari koje formiraju smog u Vancouveru 2013. godine [2] .. | 2 |
| Slika 3. Shematski prikaz toka izrade inventara emisija štetnih tvari [3] | 4 |
| Slika 4. Podjela necestovnih pokretnih strojeva prema Uredbi 2016/1628/EZ [4]..... | 8 |
| Slika 5. Vremenski prikaz primjene Uredbe 2016/1628/EZ [4] | 8 |
| Slika 6. Necestovni pokretni strojevi i granične vrijednosti emisija štetnih tvari prema Uredbi 2016/1628/EZ (Dieselovi motori; engl. C.I. engines) [4] | 9 |
| Slika 7. Necestovni pokretni strojevi pogonjeni motorima s vanjskim izvorom paljenja i granične vrijednosti emisija štetnih tvari prema Uredbi 2016/1628/EZ (Otto motori, engl. S.I. engines) [4]..... | 9 |
| Slika 8. Elevator | 11 |
| Slika 9. Stroj za asfaltiranje..... | 12 |
| Slika 10. Stroj za nabijanje podloge..... | 12 |
| Slika 11. Valjak | 12 |
| Slika 12. Mali rovokopač | 13 |
| Slika 13. Rovokopač | 13 |
| Slika 14. Miješalica za beton..... | 14 |
| Slika 15. Granik..... | 14 |
| Slika 16. Stroj za ravnanje..... | 15 |
| Slika 17. Necestovni kamion..... | 15 |
| Slika 18. Buldožer | 15 |
| Slika 19. Utovarivač | 16 |
| Slika 20. Mali utovarivač | 16 |
| Slika 21. Kiper..... | 17 |
| Slika 22. Teleskopska dizalica | 17 |
| Slika 23. Viličar..... | 17 |
| Slika 24. Generator električne energije | 18 |
| Slika 25. Pumpa..... | 18 |
| Slika 26. Kompresor..... | 19 |
| Slika 27. Stroj za zavarivanje | 19 |
| Slika 28. Motokultivator | 20 |
| Slika 29. Traktor..... | 20 |
| Slika 30. Kombajn..... | 21 |
| Slika 31. Profesionalna motorna pila | 21 |
| Slika 32. Šumski traktor | 21 |
| Slika 33. Trimer..... | 22 |
| Slika 34. Kosilica | 22 |
| Slika 35. Dijagram toka za izbor odgovarajuće metode [7] | 24 |
| Slika 36. Povijesna magla u Londonu 1952. godine [9] | 27 |
| Slika 37. Low emission zone u Londonu [12] | 28 |
| Slika 38. Uvoz necestovnih pokretnih strojeva po tarifnim brojevima..... | 29 |
| Slika 39. Udio uvoza necestovnih pokretnih strojeva po tarifnim brojevima | 29 |
| Slika 40. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću svjećica po tarifnim brojevima..... | 30 |
| Slika 41. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8407) | 31 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 42. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću kompresije po tarifnim brojevima..... | 33 |
| Slika 43. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8408) | 34 |
| Slika 44. Uvoz strojeva za rad na cestovnoj infrastrukturi po tarifnim brojevima | 35 |
| Slika 45. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8429) | 37 |
| Slika 46. Uvoz poljoprivrednih strojeva po tarifnim brojevima | 39 |
| Slika 47. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8433) | 40 |
| Slika 48. Uvoz električnih generatora po tarifnim brojevima | 42 |
| Slika 49. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8502) | 42 |
| Slika 50. Uvoz traktora po tarifnim brojevima | 44 |
| Slika 51. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8701) | 45 |
| Slika 52. Uvoz motornih vozila za prijevoz izvan cestovne mreže po tarifnim brojevima | 47 |
| Slika 53. Riječni plovni putevi [13] | 53 |
| Slika 54. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (CO ₂) | 55 |
| Slika 55. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (NO _x , CO)..... | 55 |
| Slika 56. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (NMVOC, TPS, PM ₁₀ , PM _{2,5})..... | 55 |
| Slika 57. Željeznička mreža Republike Hrvatske [18]..... | 56 |
| Slika 58. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (CO ₂)..... | 58 |
| Slika 59. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (NO _x , CO)..... | 58 |
| Slika 60. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (NMVOC, TPS, PM ₁₀ , PM _{2,5}) | 58 |
| Slika 61. Primjer odabira ulaznih podataka | 59 |
| Slika 62. Primjer dobivenih rezultata | 59 |
| Slika 63. Primjer baze podataka necestovnih pokretnih strojeva u MS Accessu..... | 60 |

POPIS TABLICA

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1. Kronološki prikaz i ograničenja vrijednosti emisija štetnih tvari za pojedine stupnjeve kod motora s kompresijskim paljenjem | 6 |
| Tablica 2. Kronološki prikaz i ograničenja vrijednosti emisija štetnih tvari za pojedine stupnjeve kod motora s vanjskim izvorom paljenja | 7 |
| Tablica 3. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću svjećica | 30 |
| Tablica 4. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8407) | 31 |
| Tablica 5. Najzastupljenije kategorije (8407) | 32 |
| Tablica 6. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću kompresije | 33 |
| Tablica 7. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8408) | 34 |
| Tablica 8. Uvoz strojeva za rad na cestovnoj infrastrukturi | 35 |
| Tablica 9. Najzastupljenije kategorije (8429) | 36 |
| Tablica 10. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8429) | 37 |
| Tablica 11. Primjeri strojeva za kategoriju 8429 | 38 |
| Tablica 12. Uvoz poljoprivrednih strojeva | 39 |
| Tablica 13. Najzastupljenije kategorije (8433) | 40 |
| Tablica 14. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8433) | 40 |
| Tablica 15. Primjeri strojeva za kategoriju 8433 | 41 |
| Tablica 16. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama | 41 |
| Tablica 17. Opis općenitih tarifnih brojeva | 41 |
| Tablica 18. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8502) | 42 |
| Tablica 19. Primjeri strojeva za kategoriju 8502 | 43 |
| Tablica 20. Uvoz traktora | 44 |
| Tablica 21. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8701) | 45 |
| Tablica 22. Primjeri strojeva za kategoriju 8701 | 46 |
| Tablica 23. Uvoz motornih vozila za prijevoz izvan cestovne mreže | 47 |
| Tablica 24. Primjeri strojeva za kategoriju 8704 | 47 |
| Tablica 25. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe | 54 |
| Tablica 26. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa | 57 |

POPIS OZNAKA

| Oznaka | Opis |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| CH ₄ | Metan |
| CO | Ugljikov (II) oksid; Ugljikov oksid |
| CO ₂ | Ugljikov (IV) oksid; Ugljikov dioksid |
| HC | Ugljikovodik |
| N ₂ O | Dušikov (I) oksid |
| NMVOC | Nemetanski hlapljivi organski spojevi (benzen, etanol, aceton) |
| NO _x | Dušikovi oksidi |
| O ₃ | Ozon |
| PM | Krute čestice |
| SO ₂ | Sumporov (IV) oksid, Sumporov dioksid |
| TSP | Natrijev fosfat |
| VOC | Hlapljivi organski spojevi (benzen, toluen, ksilen) |
| <i>E_i</i> | Emisija štetne tvari <i>i</i> , kg |

SAŽETAK

Tema završnog rada izrada je inventara emisija štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva za Republiku Hrvatsku. U uvodnom dijelu dane su upute za izradu inventara i kriteriji koje mora zadovoljiti kako bi se smatrao valjanim. Pokazan je kratki pregled direktiva Europske Unije o necestovnim pokretnim strojevima i granične emisija štetnih tvari za svaki stupanj. Prikazana je podjela strojeva u skupine i svaka je opisana kako bi se tijekom izrade inventara necestovni pokretni strojevi jednostavnije mogli razvrstati.

U drugom dijelu rada opisane su metode za procjenu emisija štetnih tvari i kriteriji za izbor metode prema raspoloživim podacima. Proučeni su propisi za necestovne pokretne strojeve i gradilišta u Londonu i analizirana je mogućnost njihove primjene na Republiku Hrvatsku.

Glavni cilj rada je analiza podataka Hrvatske gospodarske komore o uvozu necestovnih pokretnih strojeva u posljednje tri godine, izrada prijedloga metoda prikupljanja podataka o novim strojevima koji su stavljeni na tržište i izrada inventara emisija štetnih tvari s dostupnim podacima kako bi se dobile projekcije emisija štetnih tvari koje se kasnije mogu dopunjavati s novim podacima.

Ključne riječi: necestovni pokretni strojevi, inventar emisija štetnih tvari, CO₂, NO_x, PM, Direktiva 97/68/EZ.

SUMMARY

The subject matter of the final project is a non-road mobile machinery in the Republic of Croatia harmful emissions inventory creation. The introduction contains instructions on the inventory creation and specification of the criteria it has to fulfill. Non-road mobile machinery classification was shown and each class was described in-depth so it could be simply categorized during the inventory creation. It also contains a short overview of directives by the European Union on non-road mobile machinery throughout history and the appropriate emission limits of each machine class.

The second part of the project describes harmful emissions estimation methods and the criteria on method selection based on available data. Non-road mobile machinery regulations for London construction sites were analyzed and the possibility for their implementation in the Republic of Croatia reviewed.

The main objectives of the project are an analysis of data provided by the Croatian Chamber of Economy on non-road mobile machinery import in the last three years, a suggestion on recently marketed machinery data acquisition methods and the creation of a harmful emissions inventory based on available data in order to create an updateable harmful gases emission projection.

Keywords: non-road mobile machinery, harmful emissions inventory, CO₂, NO_x, PM, Directive 97/68/EC

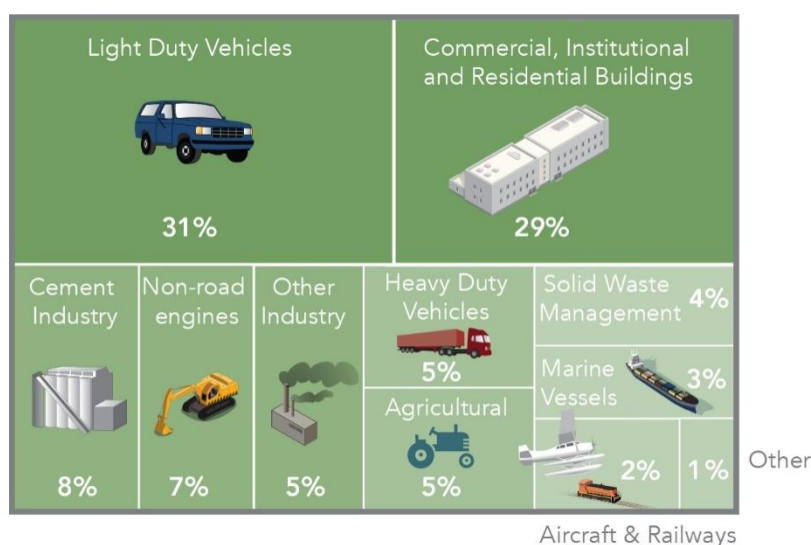
1. UVOD

U Direktivi 97/68/EZ Europskog parlamenta i vijeća od 16. prosinca 1997. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve stoji da se kao temeljno načelo priznaje da svi ljudi trebaju biti djelotvorno zaštićeni od poznatih opasnosti za zdravlje od onečišćenja zraka i da je u tom smislu posebno nužan nadzor emisija dušičnog dioksida (NO_2), krutih čestica (PM) – crnog dima i drugih onečišćujućih tvari kao što je ugljični monoksid (CO); budući da se zbog sprečavanja stvaranja troposferskog ozona (O_3) i s njim povezanog štetnog utjecaja na zdravlje i okoliš moraju smanjiti emisije njegovih prethodnika u obliku dušikovih oksida (NO_x) i ugljikovodika (HC). [1]

Emisije iz necestovnih pokretnih strojeva (NCPS) u mnogim gospodarski razvijenim regijama svijeta koje imaju razvijenu građevinsku industriju i dobru mrežu riječnog ili željezničkog prijevoza tereta, čine znatan udio u ukupnoj emisiji štetnih tvari. To se posebno odnosi na emisije dušikovih oksida (NO_x) i krutih čestica (PM) iz motora s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije koji koriste dizelsko gorivo i dvotaktnih motora s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću svjećice iz kojih su dominantne emisije ugljikovodika (HC) i ugljikovog monoksida (CO).

Ove emisije štetnih tvari na globalnoj razini ne utječu na zdravlje toliko koliko cestovni pokretni strojevi ili neki drugi čimbenici, ali na lokalnoj razini mogu imati velik udio u ukupnim emisijama štetnih tvari.

Prema podacima za kanadski grad Vancouver iz 2013. udio stakleničkih emisija necestovnih pokretnih strojeva iznosi 7 %, a ako im se pridodaju stakleničke emisije iz željezničkog i brodskog prometa, ukupna emisija stakleničkih plinova iznosi 12 %. Udio emisija koje formiraju smog iz necestovnih pokretnih strojeva iznosi čak 16 %, a ako im se pridodaju emisije štetnih tvari koje formiraju smog iz željezničkog i brodskog prometa, dolazi se do 30 %, što predstavlja značajan udio na lokalnoj razini i nikako se ne može zanemariti. [2]



Slika 1. Struktura štetnih emisija stakleničkih plinova u Vancouveru 2013. godine [2]



Slika 2. Struktura emisija štetnih tvari koje formiraju smog u Vancouveru 2013. godine [2]

2. IZRADA INVENTARA EMISIJA [3]

Inventar emisija je popis količina štetnih tvari ispuštenih u atmosferu, a obično sadrži podatke za jednu ili više štetnih tvari u određenom geografskom području. Glavni cilj izrade inventara je ispunjena obaveza iz LRTAP (*Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*) Konvencije i godišnji nadzor nad emisijama štetnih tvari kako bi se što bolje znalo kako djeluju mjere koje se poduzimaju za smanjenje emisija štetnih tvari, a za izradu inventara odgovorna je svaka država potpisnica Konvencije.

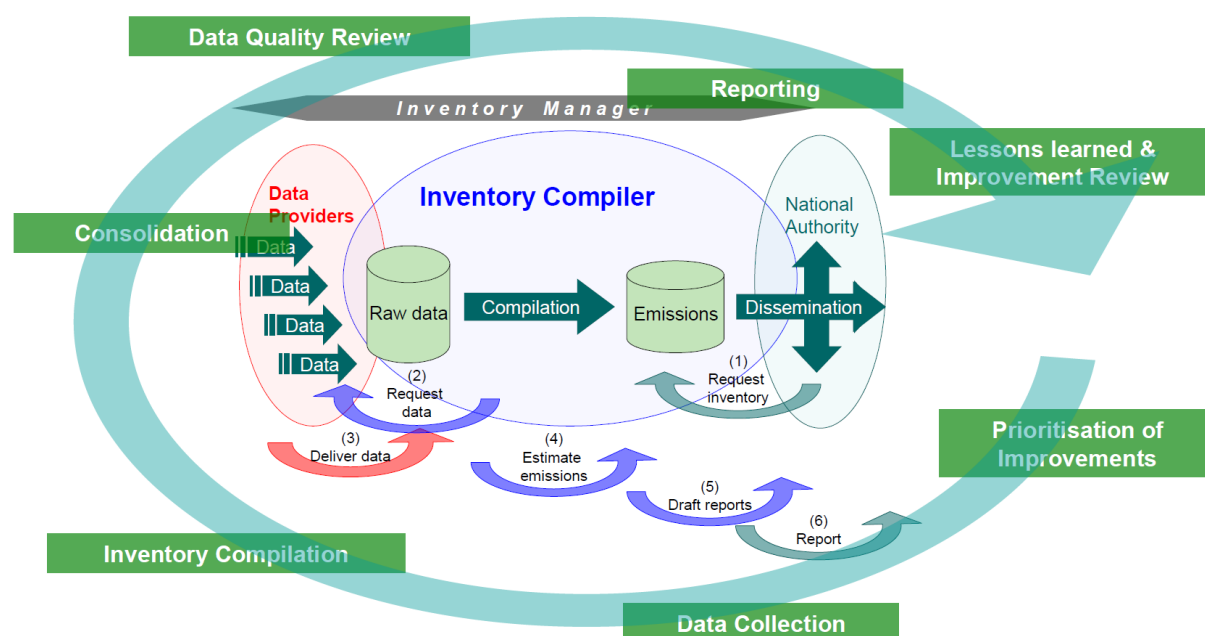
Kriteriji koje treba ispunjavati inventar emisija štetnih tvari:

- **Dosljednost:** inventar se mora podudarati s prethodno izrađenim inventarima, smatra se dosljednim ako su korištene iste metode za izradu ili ako su korištene drugačije metode, a podaci su jasno obrazloženi i preračunati kako bi bili usporedivi s podacima iz prijašnjih inventara.
- **Potpunost:** inventar mora obuhvatiti sve izvore emisija štetnih tvari koje su navedeni u Konvenciji, ali i one koje nisu navedene, a imaju značajan utjecaj na emisije štetnih tvari, potpunost podrazumijeva i da je u razmatranje uzeto cijelo geografsko područje svake potpisnice konvencije, a ne samo pojedini dijelovi.
- **Točnost:** podaci o emisijama štetnih tvari koji su izneseni u inventaru moraju što točnije opisivati stvarne emisije.
- **Transparentnost:** izvori podataka i metode za izračunavanje emisija štetnih tvari moraju biti jasno i nedvosmisleno objašnjeni kako bi se onome tko koristi inventar olakšalo razumijevanje i tumačenje podataka koji su izneseni.
- **Usporedivost:** procijene emisija štetnih tvari navedene u inventaru moraju biti usporedive s podacima koje daju inventari emisija za drugo geografsko područje ili razdoblje, zbog toga bi svaka stranaka koja sudjeluje u izradi mora koristiti odgovarajuću metodologiju.

2.1. Postupak izrade inventara emisija štetnih tvari

Izrada inventara emisija štetnih tvari odvija se u 6 koraka:

1. Nadležne institucije moraju ispuniti obavezu i prikupiti podatke potrebne za izradu inventara emisija štetnih tvari. Obaveza radne skupine koja izrađuje inventar je da ga izradi na vrijeme i unutar zadanog proračuna.
2. Radna skupina koja izrađuje inventar mora svake godine dobiti nove podatke koji su bitni za izradu inventara emisija štetnih tvari (npr. potrošnja goriva, broj strojeva, broj radnih sati).
3. Nakon dobivanja podataka radna skupina ima temelje za početak izrade inventara emisija štetnih tvari .
4. Procjena emisija štetnih tvari iz podataka koji su prethodno dostavljeni.
5. Radna skupina izrađuje inventar emisija štetnih tvari i dostavlja ga nadležnim institucijama.
6. Nadležne institucije odobravaju inventar i prezentiraju ga na godišnjoj skupštini potpisnica UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*) konvencije.



Slika 3. Shematski prikaz toka izrade inventara emisija štetnih tvari [3]

3. DIREKTIVE EUROPSKOG VIJEĆA I PARLAMENTA O EMISIJAMA IZ NECESTOVNIH POKRETNIH STROJEVA

Prema definiciji iz Direktive 97/68/EZ u necestovne pokretne strojeve necestovni pokretni stroj je svaki pokretni stroj, prijenosna industrijska oprema ili vozilo s karoserijom ili bez nje, koje nije namijenjeno cestovnom prijevozu putnika ili robe, a u koji je ugrađen motor s unutarnjim izgaranjem neovisno o načinu njegovog paljenja. [1]

Prijašnje direktive o necestovnim pokretnim strojevima:

1. Direktiva 97/68/EZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve,
2. Direktiva 2002/88/EZ od 9. prosinca 2002. o izmjeni Direktive 97/68/EZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve;
3. Direktiva 2004/26/EZ od 21. travnja 2004. o izmjeni Direktive 97/68/EZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve;
4. Direktiva 2006/105/EZ od 20. studenoga 2006. o prilagodbi Direktiva 79/409/EEZ, 92/43/EEZ, 97/68/EZ, 2001/80/EZ i 2001/81/EZ u području okoliša zbog pristupanja Bugarske i Rumunjske;
5. Direktiva 2010/26/EZ od 31. ožujka 2010. o izmjeni Direktive 97/68/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve;
6. Direktiva 2011/88/EZ od 16. studenoga 2011. o izmjeni Direktive 97/68/EZ u vezi s odredbom za motore koji se stavljaju na tržište prema fleksibilnoj shemi;
7. Direktiva 2012/46/EZ od 6. prosinca 2012. o izmjeni Direktive 97/68/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na mjere protiv emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem koji se ugrađuju u necestovne pokretne strojeve.

U Tablici 1. prikazane su kategorije koje se odnose na pojedine direktive i za svaku su dane granične vrijednosti emisija štetnih tvari i datum početka njihove primjene za motore s kompresijskim paljenjem.

Tablica 1. Kronološki prikaz graničnih vrijednosti emisija štetnih tvari za pojedine kategorije kod motora s kompresijskim paljenjem (Dieselovi motori; engl. *C.I. engines*)

| Kategorija | Efektivna snaga | CO | VOC | NO _x | VOC+NO _x | PM | Strojevi s kompresijskim paljenjem | | Traktori | |
|---------------------|-----------------|------|------|-----------------|---------------------|-------|------------------------------------|------------|-----------|------------|
| | [kW] | | | | | | [g/kWh] | | | |
| Stupanj I | | | | | | | | | | |
| A | 130 ≤ P < 560 | 5 | 1,3 | 92 | - | 0,54 | 97/68 | 1.1.1991. | 2000/25 | 1.7.2001. |
| B | 75 ≤ P < 130 | 5 | 1,3 | 9,2 | - | 0,7 | | 1.1.1991. | | 1.7.2001. |
| C | 37 ≤ P < 75 | 6,5 | 1,3 | 9,2 | - | 0,85 | | 1.1.1991. | | 1.7.2001. |
| Stupanj II | | | | | | | | | | |
| E | 130 ≤ P < 560 | 3,5 | 1 | 6 | - | 0,2 | 97/68 | 1.1.2002. | 2000/25 | 1.7.2002. |
| F | 75 ≤ P < 130 | 5 | 1 | 6 | - | 0,3 | | 1.1.2003. | | 1.7.2003. |
| G | 37 ≤ P < 75 | 5 | 1,3 | 7 | - | 0,4 | | 1.1.2004. | | 1.7.2004. |
| D | 18 ≤ P < 37 | 5,5 | 1,5 | 8 | - | 0,8 | | 1.1.2001. | | 1.7.2002. |
| Stupanj IIIA | | | | | | | | | | |
| H | 130 ≤ P < 560 | 3,5 | - | - | 4 | 0,2 | 2004/26 | 1.1.2006. | 2005/13 | 1.1.2011. |
| I | 75 ≤ P < 130 | 5 | - | - | 4 | 0,3 | | 1.1.2007. | | 1.1.2012. |
| J | 37 ≤ P < 75 | 5 | - | - | 4,7 | 0,4 | | 1.1.2008. | | 1.1.2012. |
| K | 19 ≤ P < 37 | 5,5 | - | - | 7,5 | 0,6 | | 1.1.2007. | | 1.1.2013. |
| Stupanj IIIB | | | | | | | | | | |
| L | 130 ≤ P < 560 | 3,5 | 0,19 | 2 | - | 0,025 | 2004/26 | 1.1.2011. | 2005/13 | 1.1.2011. |
| M | 75 ≤ P < 130 | 5 | 0,19 | 3,3 | - | 0,025 | | 1.1.2012. | | 1.1.2012. |
| N | 56 ≤ P < 75 | 5 | 0,19 | 3,3 | - | 0,025 | | 1.1.2012. | | 1.1.2012. |
| P | 37 ≤ P < 56 | 5 | - | - | 4,7 | 0,025 | | 1.1.2013. | | 1.1.2013. |
| Stupanj IV | | | | | | | | | | |
| Q | 130 ≤ P < 560 | 3,5 | 0,19 | 0,4 | - | 0,025 | 2004/26 | 1.1.2014. | 2005/13 | 1.1.2014. |
| R | 56 ≤ P < 130 | 5 | 0,19 | 0,4 | - | 0,025 | | 1.10.2014. | | 1.10.2014. |
| Stupanj V | | | | | | | | | | |
| NRE-v/c7 | P > 560 | 3,5 | 0,19 | 3,5 | - | 0,045 | 2016/1628 | 2019. | 2016/1628 | 2019. |
| NRE-v/c6 | 130 ≤ P ≤ 560 | 3,5 | 0,19 | 0,4 | - | 0,015 | | 2019. | | 2019. |
| NRE-v/c5 | 56 ≤ P < 130 | 5 | 0,19 | 0,4 | - | 0,015 | | 2019. | | 2019. |
| NRE-v/c4 | 37 ≤ P < 75 | 5 | - | - | 4,7 | 0,015 | | 2019. | | 2019. |
| NRE-v/c3 | 19 ≤ P < 37 | 5 | - | - | 4,7 | 0,015 | | 2019. | | 2019. |
| NRE-v/c2 | 8 ≤ P < 19 | 6,6 | - | - | 7,5 | 0,4 | | 2019. | | 2019. |
| NRE-v/c1 | P < 8 | 8 | - | - | 7,5 | 0,4 | | 2019. | | 2019. |
| Generatori | P > 560 | 0,67 | 0,19 | 3,5 | - | 0,035 | | 2019. | | 2019. |

U Tablici 2. prikazane su kategorije koje se odnose na pojedine direktive i za svaku su dane granične vrijednosti emisija štetnih tvari i datum početka njihove primjene za motore s vanjskim izvor paljenja.

Tablica 2. Kronološki prikaz graničnih vrijednosti emisija štetnih tvari za pojedine kategorije kod motora s vanjskim izvorom paljenja (Ottovi motori; engl. *S.I. engines*)

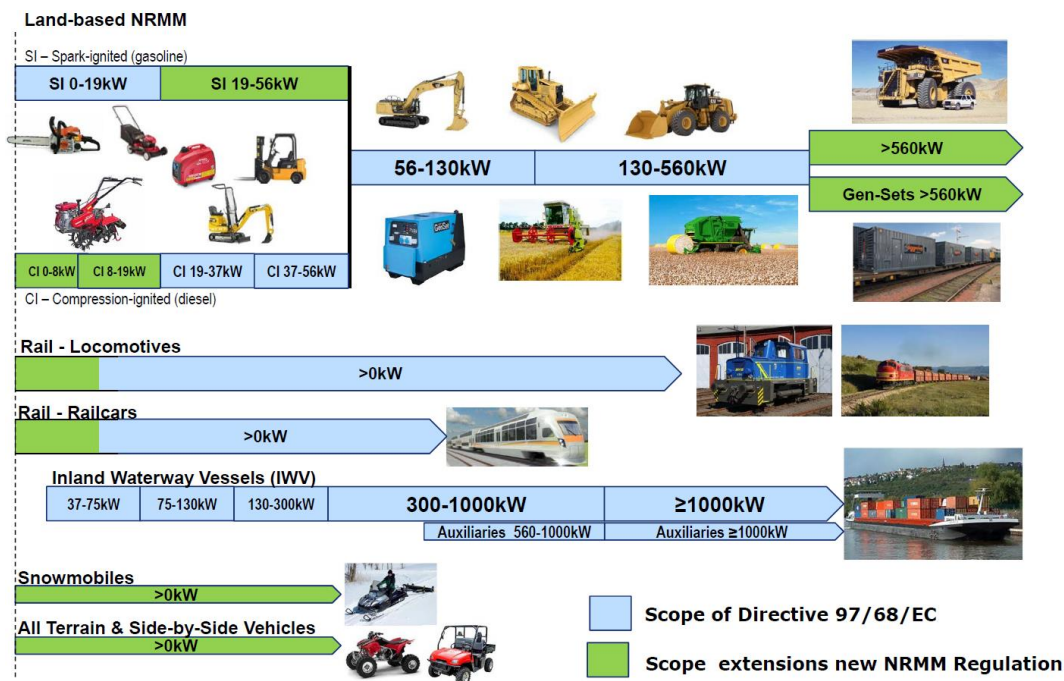
| Kategorija | | Radni volumen | CO | HC | NO _x | HC+NO _x | Dat. primjene |
|----------------------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----------------|--------------------|---------------|
| | | [cm ³] | [g/kWh] | | | | |
| Stupanj I | | | | | | | |
| Ručni | SH1 | V < 20 | 805 | 295 | 5,36 | - | 1.2.2005. |
| | SH2 | 20 ≤ V < 50 | 805 | 241 | 5,36 | - | 1.2.2005. |
| | SH3 | 50 ≤ V | 603 | 161 | 5,36 | - | 1.2.2005. |
| Ostali | SN3 | 100 ≤ V < 225 | 519 | - | - | 16,1 | 1.2.2005. |
| | SN4 | 225 ≤ V | 519 | - | - | 13,4 | 1.2.2005. |
| Stupanj II | | | | | | | |
| Ručni | SH1 | V < 20 | 805 | - | - | 50 | 1.2.2008. |
| | SH2 | 20 ≤ V < 50 | 805 | - | - | 50 | 1.2.2008. |
| | SH3 | 50 ≤ V | 603 | - | - | 72 | 1.2.2009. |
| Ostali | SN1 | V < 66 | 610 | - | - | 50 | 1.2.2005. |
| | SN2 | 66 ≤ V < 100 | 610 | - | - | 40 | 1.2.2005. |
| | SN3 | 100 ≤ V < 255 | 610 | - | - | 16,1 | 1.2.2008. |
| | SN4 | 225 ≤ V | 610 | - | - | 12,1 | 1.2.2007. |
| Stupanj V | | | | | | | |
| Ručni (P < 19 kW) | NRSh-v-1a | V < 50 | 805 | - | - | 50 | 2019. |
| | NRSh-v-1b | 50 ≤ V | 805 | - | - | 72 | 2019. |
| Ostali (P < 19 kW) | NRS-vr/vi-1a | 80 ≤ V ≤ 225 | 610 | - | - | 10 | 2019. |
| | NRS-vr/vi-1b | V > 225 | 610 | - | - | 8 | 2019. |
| Ostali (19 kW ≤ P < 30 kW) | NRS-c-2a | V ≤ 1000 | 610 | - | - | 8 | 2019. |
| | NRS-c-2b | V > 1000 | 4,4 | - | - | 2 | 2019. |
| Ostali (30 kW ≤ P < 56 kW) | NSR-v-3 | svi | 4,4 | - | - | 2,7 | 2019. |

SH (engl. *S – small engine, H – engine for hand-held machinery*) – mali motori za ručne uređaje

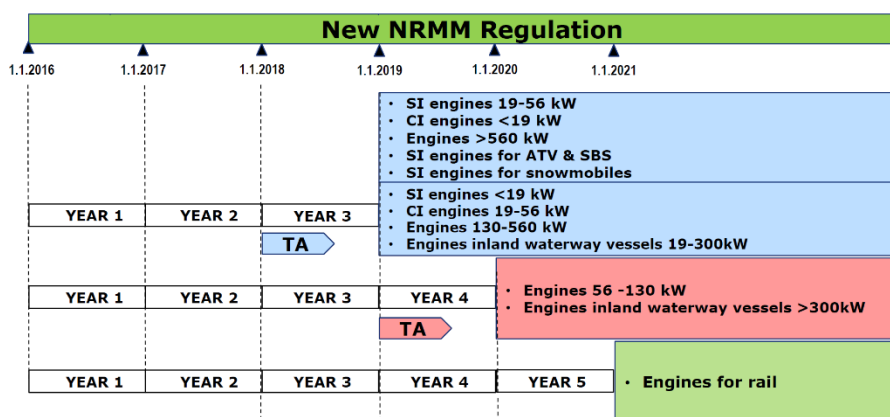
SN (engl. *S – small engine, H – engine for non-hand-held machinery*) – mali motori za ostale uređaje

3.1. Uredba 2016/1628 Europskog parlamenta i vijeća

Danas, necestovni pokretni strojevi podliježu UREDBI (EU) 2016/1628 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 14. rujna 2016. o zahtjevima koji se odnose na ograničenja emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari i homologaciju tipa za motore s unutarnjim izgaranjem za necestovne pokretne strojeve, o izmjeni Uredbi 1024/2012/EZ¹ i 167/2013/EZ² te o izmjeni i stavljanju izvan snage Direktive 97/68/EZ.



Slika 4. Podjela necestovnih pokretnih strojeva prema Uredbi 2016/1628/EZ [4]

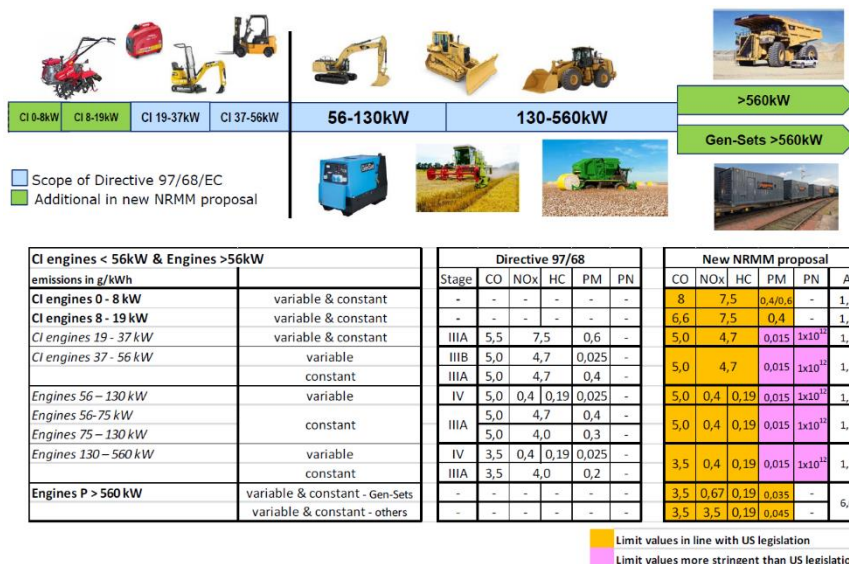


Slika 5. Vremenski prikaz primjene Uredbe 2016/1628/EZ [4]

¹ UREDBA (EU) br. 1024/2012 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 25. listopada 2012. o administrativnoj suradnji putem Informacijskog sustava unutarnjeg tržišta i stavljanju izvan snage Odluke Komisije 2008/49/EZ

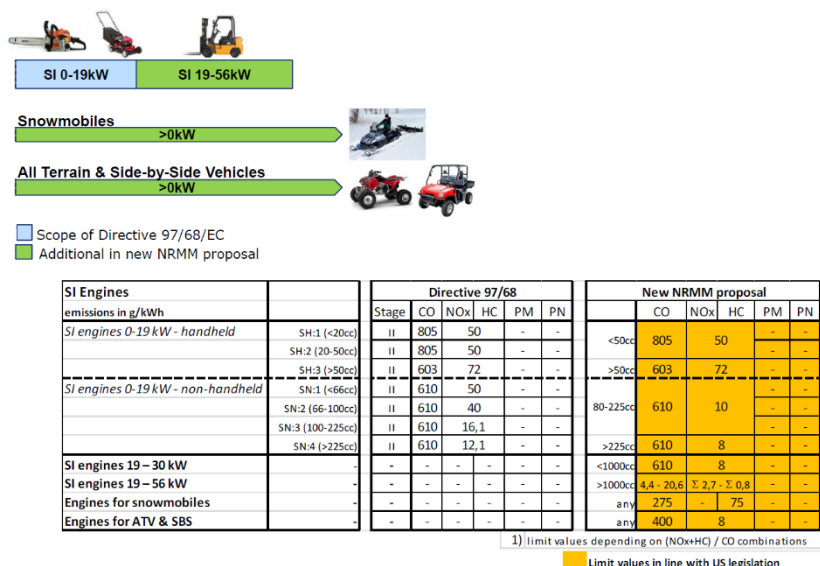
² UREDBA (EU) br. 167/2013 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 5. veljače 2013. o homologaciji i nadzoru tržišta traktora za poljoprivredu i šumarstvo

Na slici 6. prikazana je podjela necestovnih pokretnih strojeva prema efektivnog snazi i za svaki razred tipičan predstavnik, prikazane su granične emisije štetnih tvari prema Direktivi 97/68/EZ i prema uredbi 2016/1628 i usporedba s graničnim emisijama štetnih tvari za Sjedinjene Američke Države.



Slika 6. Necessovni pokretni strojevi i granične vrijednosti emisija štetnih tvari prema Uredbi 2016/1628/EZ (Dieselovi motori; engl. C.I. engines) [4]

Na slici 7. prikazana je podjela cestovnih pokretnih strojeva koji su pogonjeni motorima s vanjskim izvorom paljenja prema radnom volumenu motora i za svaku skupinu tipičan predstavnik, prikazane su granične emisije štetnih tvari prema Direktivi 97/68/EZ i prema uredbi 2016/1628.



Slika 7. Necessovni pokretni strojevi pogonjeni motorima s vanjskim izvorom paljenja i granične vrijednosti emisija štetnih tvari prema Uredbi 2016/1628/EZ (Otto motori, engl. S.I. engines) [4]

4. EAA/EMEP VODIČ ZA IZRADU INVENTARA ŠETETNIH EMISIJA NECESTOVNIH POKRETNIH STROJEVA [5]

The European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) je znanstveni program utemeljen za nadzor i provedbu Konvencije o posljedicama zagađenja zraka (eng. *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution - CLRTAP*) između država potpisnica, koje su ujedno i članice Europskog gospodarskog prostora koji uključuje sve članice Europske Unije, Island, Lihtenštajn i Norvešku.

Pod EMEP-om djeluje 5 radnih skupina:

- CEIP (engl. *Centre on Emission Inventories and Projections*)
- CCC (engl. *Chemical Coordinating Centre*)
- MSC – W (engl. *Meteorological Sythesizing Centre – West*)
- MSC – E (engl. *Meteorological Sythesizing Centre – East*)
- CIAM (engl. *Centre for Integrated Assessment Modelling*)

Radna skupina odgovorna za izradu EAA/EMEP vodiča za izradu inventara emisija štetnih tvari je CEIP, a glavni zadatak je prikupljanje podataka od članica potpisnica Konvencija o štetnim emisijama i izrada projekcija onečišćenja zraka. Rad na vodiču započet je 1992., a konstantno se unaprjeđuje upotrebom suvremenih projekcijskih metoda. [6]

4.1. Ncestovni pokretni strojevi [7]

U ovu kategoriju ne ulaze zrakoplovi, cestovni transport, željeznički transport i unutrašnja plovidba. U ovu kategoriju spadaju razni strojevi koje se koriste u svim grana industrije. Unatoč velikoj raznolikosti takvih strojevima svima im je zajedničko da su pogonjeni klipnim motorima s kompresijskim paljenjem ili vanjskim izvorom paljenja (pomoću svjećice).

Kod emisija štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva posebnu pažnju treba obratiti na CO, NO_x, PM, NMVOC, SO₂, CO₂.

Klipni motori koji se koriste kod necestovnih pokretnih strojeva po vrsti goriva načelno se mogu podijeliti u tri skupine:

- Motori s kompresijskim paljenjem snaga većih od 200 kW (ugrađuju se u granike, buldožere, bagere), do manjih motora snage oko 5 kW koji se ugrađuju u vrtne alate (kosilice, puhalica za lišće);

- Motori s vanjskim izvorom paljenja obično su snage manje od 10 kW i koriste se za kućanske i vrtne alate, dok se manji broj koristi u industriji (viličari ili manji generatori), mogu biti dvotaktni ili četverotaktni;
- Ukapljeni naftni plin također se može koristiti u motorima s vanjskim izvorom paljenja kao alternativno gorivo, a glavni razlog je manja cijena od benzina i takvi strojevi mogu se koristiti u zatvorenim prostorima (viličari u skladištima).

Druga podjela je prema brzini vrtnje motora:

- Motori sa stalnom brzinom vrtnje obično se koriste kao generatori, gdje je potrebno proizvoditi električnu struju konstantne frekvencije. Primjerice, četvrtina svih necestovnih pokretnih strojeva u Ujedinjenom Kraljevstvu su upravo generatori;
- Motori s promjenjivom brzinom vrtnje kod kojih brzina vrtnje ovisi o opterećenju.

4.1.1. Podjela strojeva prema SNAP brojevima [7]

Necestovni pokretni strojevi prema SNAP (engl. *Selected Nomenclature for Air Pollution*) brojevima podijeljeni su u dvije kategorije: industrija i domaćinstvo.

4.1.1.1. Industrija

- Industrijski elevatori (SNAP 080700)

Koriste se i u poljoprivrednom sektoru, ali sve više se koriste na gradilištima. U pravilu su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem koji mogu imati konstantu ili promjenjivu brzinu vrtnje i snagu veću od 56 kW.



Slika 8. Elevator

- Strojevi za asfaltiranje ili betoniranje (SNAP 080801)

Koriste se za završne radove na cestovnoj infrastrukturi. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem s 3 do 6 cilindara, a snage im se kreću od 15 kW do 160 kW.



Slika 9. Stroj za asfaltiranje

- Strojevi za nabijanje podloge (SNAP 080802)

Najčešće su pogonjeni dvotaktnim motorima s vanjskim paljenjem, snage od 1 kW do 3 kW, industrijski strojevi za nabijanje podloge pogonjeni četverotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja ili kompresijskim paljenjem, snage od 2 kW do 21 kW.



Slika 10. Stroj za nabijanje podloge

- Valjci (SNAP 080803)

Koriste se za nabijanje zemlje ili završne radove na prometnoj infrastrukturi. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, snage do 390 kW. Novijim i manjim modelima snage se kreću do 55 kW.



Slika 11. Valjak

- Kopači kanala / mali rovokopači (SNAP 080804)

Strojevi na gusjenicama ili kotačima koji se mogu smatrati posebnom vrstom rovokopača. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, snage od 10 kW do 40 kW.



Slika 12. Mali rovokopač

- Rovokopači (SNAP 080805)

Koriste se za kopanje i premještanje zemlje. Mogu se podijeliti u 3 kategorije.

- Manji se koriste za kopanje zemlje kako bi se položile cijevi, snage im se kreću od 10 kW do 40 Kw, a spadaju u prethodno navedenu kategoriju (SNAP 080804);
- Rovokopači srednje veličine koriste se za premještanje zemlje, snage im se kreću od 50 kW do 500 kW, a najčešće imaju od 4 do 12 cilindara;
- Veliki rovokopači koriste se za velike zemljane radove, snage su veće od 500 kW, a najčešće imaju od 8 do 16 cilindara i gotovo svi su opremljeni turbopunjačima.



Slika 13. Rovokopač

- Miješalice za beton (SNAP 080806)

Male miješalice za beton najčešće su pogonjene četverotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, snage do 7,5 kW. Veće miješalice za beton najčešće su pogonjene motorima s kompresijskim paljenjem, snage od 5 kW do 40 kW.



Slika 14. Miješalica za beton

- Granici (SNAP 080807)

Snage im se kreću od 100 kW do 250 kW, a posebne izvedbe mogu imati znatno veće snage. Motor s unutarnjim izgaranjem i promjenjivom brzinom vrtnje koristi se za pogon granika, dok se motori konstantne brzine vrtnje koriste kao generatori za elektromotore.



Slika 15. Granik

- Strojevi za ravnanje (SNAP 080808)

Koriste se za ravnanje terena. Imaju snagu od 50 kW do 190 kW. Strugači se koriste kod zemljanih radova, najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, a snage im se kreću od 130 kW do 700 kW.



Slika 16. Stroj za ravnanje

- Necestovni kamioni (SNAP 080809)

Veliki kamioni koji prevoze teret u rudnicima ili kamenolomima. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, gotovo svi su potpomognutim turbopunjačima, a snage im se kreću od 300 kW do 500 kW.



Slika 17. Necestovni kamion

- Buldožeri (SNAP 080810)

Koriste se za rušenje ili premještanje zemlje, mogu biti na kotačima ili gusjenicama. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, gotovo svi su potpomognutim turbopunjačima, a snage im se kreću od 30 kW do 250 kW.



Slika 18. Buldožer

- Utovarivači / bageri (SNAP 080811)

Utovarivači se koriste za zemljane radove, a mogu biti opremljeni dodatnim alatima. Oni koji se kreću na gusjenicama ubrajaju se pod buldožere. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, a mogu se podijeliti u 3 kategorije:

- Mali utovarivači snage od 15 kW do 40 kW, bez turbopunjača;
- Utovarivači srednje veličine snage od 40 kW do 120 kW, potpomognuti turbopunjačima;
- Veliki utovarivači snaga većih od 250 kW, potpomognuti turbopunjačem.



Slika 19. Utovarivač

- Mali utovarivači (SNAP 080812)

Mali utovarivači na kotačima. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, a snage im se kreću od 15 kW do 60 kW.



Slika 20. Mali utovarivač

- Kiperi (SNAP 080813)

Manji kiperi koriste se na gradilištima, najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, snage od 5 kW do 50 kW.



Slika 21. Kiper

- Teleskopske dizalice (SNAP 080814)

Teleskopske dizalice snage do 2 kW najčešće su pogonjene su motorom s vanjskim izvorom paljenja, a samo manji broj dvotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, snage od 3 kW do 10 kW. Veće teleskopske dizalice postavljaju se na šasiju kamiona i imaju zaseban motor snage od 5 kW do 25 kW.



Slika 22. Teleskopska dizalica

- Viličari (SNAP 080815)

Većinom su pogonjeni elektromotorima ako rade u zatvorenom prostoru. Snage onih koji su pogonjeni motorom s unutarnjim izgaranjem kreću se od 20 kW do 100 kW. Radni volumen motora kreće se od 1,5 dm³ do 4 dm³ ako su s vanjskim izvorom paljenja, a od 2,5 dm³ do 6 dm³ ako su s kompresijskim paljenjem.



Slika 23. Viličar

- Generatori električne energije (SNAP 080816)
 - Mali generatori koje mogu prenijeti jedna ili dvije osobe, obično imaju snagu od 0,5 kW do 5 kW i četverotaktne motore s vanjskim izvorom paljenja;
 - Generatori srednje veličine obično su smješteni na jednu osovinu i prikolicu, snage im se kreću od 5 kW do 100 kW;
 - Veliki generatori zapravo su pokretne elektrane i stavljaju se u kontejnere, a snage im se kreću od 100 kW do 1000 kW.



Slika 24. Generator električne energije

- Pumpe (SNAP 080817)

Pokretne pumpe imaju snagu od 0,5 kW od 70 kW. Mnoge su pogonjene elektromotorima, a ostale koriste motore s unutrašnjim izgaranjem.



Slika 25. Pumpa

- Kompresori (SNAP 080818)

Kompresori koji moraju osigurati velik i stalan protok stlačenog zraka koriste se na gradilištima, snage im se kreću od 10 kW do 120 kW, a najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem.



Slika 26. Kompresor

- Strojevi za zavarivanje (SNAP 080191)

Manji prijenosni strojevi za zavarivanje snaga do 10 kW najčešće pogonjeni četverotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, a veći motorima s kompresijskim paljenjem snage oko 40 kW.



Slika 27. Stroj za zavarivanje

- Rashladne jedinice (SNAP 080820)

Motri s kompresijskim paljenjem pogone rashladne jedinice postavljene na prikolice ili vlakove, a snaga im se kreće od 10 kW do 20 kW.

- Ostala industrijska oprema (SNAP 080821)

U ovu kategoriju ulaze strojevi za čišćenje, strojevi za pranje pod tlakom, strojevi za rezanje... Za pogon se koriste motori s kompresijskim paljenjem i motori s vanjskim izvorom paljenja svih veličina.

- Ostala građevinska oprema (SNAP 080823)

U ovu kategoriju ulaze strojevi za bušenje, strojevi za usitnjavanje materijala, strojevi za rezanje betona... Najčešće su pogonjeni dvotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja i četverotaktnim motorima s kompresijskim paljenjem.

4.1.1.2. Poljoprivreda i šumarstvo

- Motokultivatori (SNAP 080601)

Koriste se u poljoprivredi i šumarstvu kao radni strojevi, a snage im se kreću od 5 kW do 15 kW. Pogonjeni su motorima s vanjskim izvorom paljenja ili motorima s kompresijskim paljenjem.



Slika 28. Motokultivator

- Traktori (SNAP 080602)

Pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem snaga od 20 kW do 250 kW. Služe za poljoprivredne i šumarske radove.



Slika 29. Traktor

- Kombajni (SNAP 080603)

Koriste se za vršidbu žitarica. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, stariji imaju snage od 50 kW do 150 kW, dok se modernima snage kreću do 500 kW.



Slika 30. Kombajn

- Ostali poljoprivredni strojevi (SNAP 080604)

U ovu skupinu ubrajaju s kosilice, balirke, zaprašivači... Većinom su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem.

- Profesionalne motorne pile (SNAP 080701)

Pogonjene su dvotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, a snage im se kreću od 2 kW do 6 kW.



Slika 31. Profesionalna motorna pila

- Šumski traktori (SNAP 080702)

Koriste se za radove i prijevoz u šumi. Najčešće su pogonjeni motorima s kompresijskim paljenjem, a snage im se kreću od 25 kW do 75 kW.



Slika 32. Šumski traktor

- Ostali poljoprivredni i šumarski strojevi (SNAP 080703)

U ovu kategoriju ulaze strojevi za obradu drva, strojevi za obradu cjepanica...

4.1.1.3. Kopnena vojska (SNAP 080100)

Nisu dostupni točni podaci, ali za pretpostaviti je da je većina opreme pogonjena motorima s kompresijskim paljenjem.

4.1.1.4. Vrtlarstvo i domaćinstvo

- Trimeri (SNAP 080901)

Uglavnom pogonjeni dvotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, a snage im se kreću od 0,25 kW do 1,4 kW.



Slika 33. Trimer

- Kosilice (SNAP 080902)

Najčešće pogonjene dvotaktnim ili četverotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, snage im se kreću od 0,5 kW do 5 kW, s zapremnina motora od 100 cm³ do 250 cm³.



Slika 34. Kosilica

- Male motorne pile (SNAP 080903)

Pogonjene dvotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, a snage im se kreću od 1 kW do 2 kW.

- Motorne saonice (SNAP 080904)

Najčešće su pogonjene četverotaktnim motorima s vanjskim izvorom paljenja, a snage im se kreću od 10 kW do 150 kW.

- Ostala vrtlarska oprema (SNAP 080905)

Pod ovu kategoriju spadaju traktorske kosilice, puhalice za snijeg i lišće...

4.2. Unutrašnja plovidba [8]

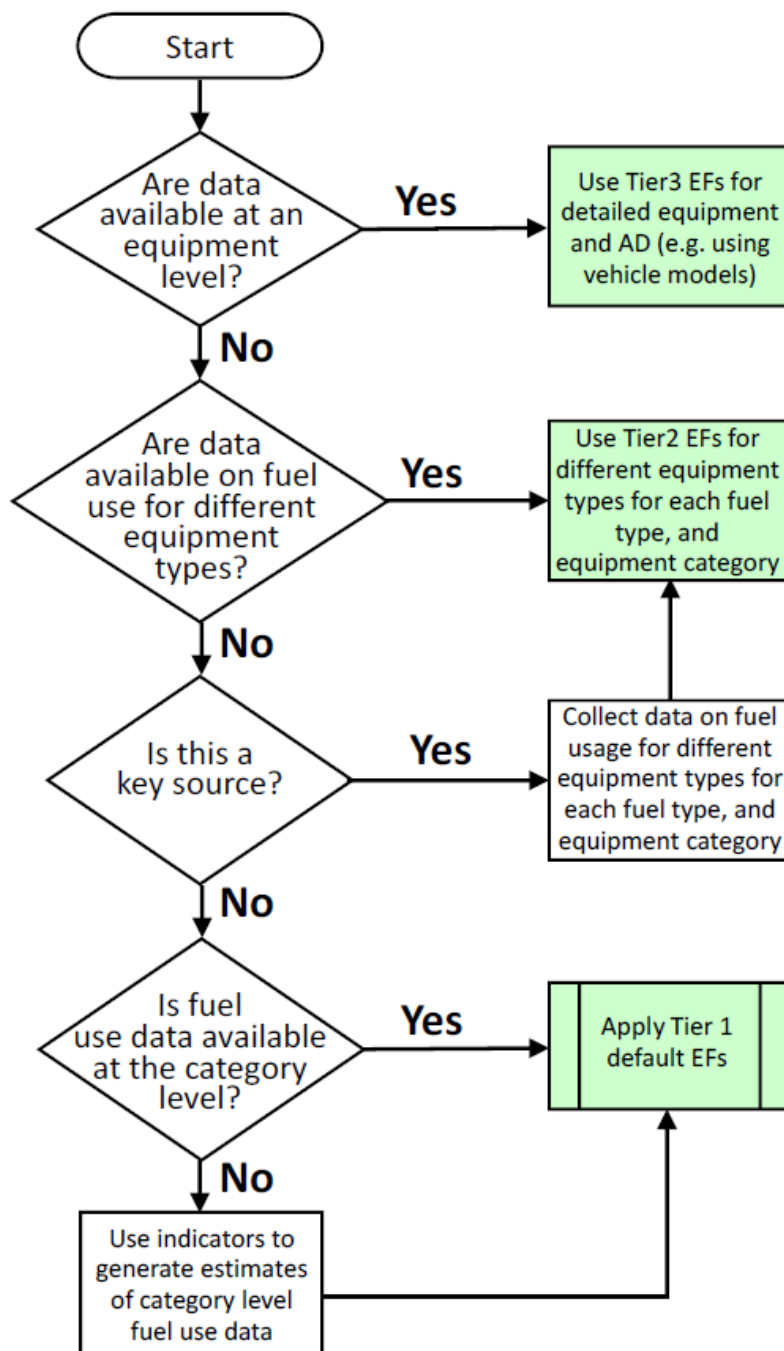
Pod ovu kategoriju spadaju svi oblici prijevoza koji se odvijaju na vodi. Uvidom u jedan dio svjetske flote 2010. godine došlo se do zaključka da je više od 99 % brodova pogonjeno motorima s kompresijskim paljenjem, dok je ostatak pogonjen parnim ili plinskim turbinama. Plinske turbine koriste se za pogon ratnih brodova i koristi ih nekolicina flote, a često su potpomognuti motorima s kompresijskim paljenjem.

4.3. Željeznički promet [9]

Lokomotive su pogonjene motorima s unutarnjih izgaranjem na paljenje pomoću kompresije, a ako je pruga elektrificirana pomoću elektromotora. Motori s kompresijskim paljenjem koriste se kao generatore električne energije koja se koristi za pogon elektromotora. Parne lokomotive danas se koriste većinom kao turističke atrakcije i ne utječu puno na povećanje emisija štetnih tvari.

5. METODE ZA PROCJENU EMSIJA ŠTETNIH TVRI NECESTOVNIH POKRETNIH STROJEVA [7]

Emisije štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva procjenjuju se prema Tier metodi ovisno o podacima kojima se raspolaže. Na slici 35. prikazan je dijagram toka za izbor odgovarajuće Tier metode za procjenu emisija štetnih tvari iz necestovnih pokretnih strojeva.



Slika 35. Dijagram toka za izbor odgovarajuće metode [7]

5.1. Tier 1 metoda

Tier 1 metoda zasniva se na procjeni potrošenog goriva za određeno zemljopisno područje. Može se reći da je Tier 1 metoda jednostavna jer su za sve emisije štetnih tvari određeni emisijski faktori koji se množe s prosječnom potrošnjom goriva. Ova metoda pokazuje linearan odnos između emisije štetnih tvari i prosječne potrošnje goriva.

Emisije štetnih tvari prema Tier 1 metodi računaju se na osnovu potrošnje goriva, a emisije štetnih tvari određuju se prema formuli (1).

$$E_i = \sum_m (FC_m \cdot EF_{i,m}) \quad (1)$$

Gdje je:

E_i – emisija onečišćujuće tvari i , kg;

FC_m – masa goriva vrste m koja izgara, t;

$EF_{i,m}$ – specifični emisijski faktor onečišćujuće tvari i kada izgara gorivo m , kg/t;

m – vrsta goriva koje izgara.

5.2. Tier 2 metoda

Tier 2 metoda zasniva se na procjeni potrošenog goriva za određeno zemljopisno područje, ako i Tier 1 metoda, ali necestovni pokretni strojevi podijeljeni su u više kategorija. Specifični emisijski faktori podijeljeni su u više kategorija i ovisni su o geografskom području.

Emisije štetnih tvari prema Tier 2 metodi računaju se na osnovi potrošnje goriva, a emisije štetnih tvari određuju se prema formuli (2).

$$E_i = \sum_m \left(\sum_j FC_{m,j} \cdot EF_{i,m,j} \right) \quad (2)$$

Gdje je:

E_i – emisija onečišćujuće tvari i , kg;

$FC_{m,j}$ – masa goriva vrste m koja izgara motor tipa j , t;

$EF_{i,m,j}$ – emisijski faktor onečišćujuće tvari i za motora j u kojem izgara gorivo m , kg/t;

j – vrsta motora; m – vrsta goriva koje izgara.

5.3. Tier 3 metoda

Tier 3 metoda zasniva se na točnim podacima za svaki necestovni pokretni stroj kao što su emisijski faktor, broj radnih sati, radnim uvjetima, veličini motora... Ova metoda je izrazito sofisticirana, daje najbolje rezultate zbog najtočnijih ulaznih podataka koji se unose, ali ju je teško provesti u praksi zbog nepoznavanja svih potrebnih podataka.

Emisije štetnih tvari prema Tier 3 metodi računaju se prema formuli (3).

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \cdot H_{j,m} \cdot P_{j,m} \cdot LF_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \quad (3)$$

Gdje je:

E_i – emisija onečišćujuće tvari i , kg;

$N_{j,m}$ – broj strojeva tipa j pogonjene gorivom m ;

$H_{j,m}$ – prosječan broj radnih sati stroja tipa j pogonjenog gorivom m , h;

$P_{j,m}$ – snaga stroja tipa j pogonjenog gorivom m , kW;

$L_{j,m}$ – faktor opterećenja stroja tipa j pogonjenog gorivom m ;

$EF_{i,j,m}$ – emisijski faktor onečišćujuće tvari i za stroj tipa j pogonjen gorivom m , kg/kWh;

j – vrsta motora;

m – vrsta goriva koje izgara.

6. LONDON'S „LOW EMISSION ZONE“ I NJEGOVA PRIMJENA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Nakon što je 1952. petodnevna magla u Londonu uzrokovala gotovo 4000 smrtnih slučajeva uslijed respiratornih bolesti, zbog magle koja se sastojala većinom od smoga, britanska vlada donijela je „Zakon o čistoći zraka“ kojim je strogo ograničila ispuštanje dima u atmosferu kako se takvi slučajevi više ne bi ponovili. [10]



Slika 36. Povijesna magla u Londonu 1952. godine [9]

Danas su vlasti u Londonu puno svjesnije problema zagađenja zraka emisijama štetnih tvari iz necestovnih pokretnih strojeva i gradilišta i nastoje što više zaštititi svoje građane i njihovo zdravlje. Prema podacima iz 2013. godine, necestovni pokretni strojevi i gradilišta uzrokuju čak 15 % ukupnog zagađenja u Londonu. [10]

S ciljem smanjenja emisija onečišćujućih tvari iz motora necestovnih pokretnih strojeva i gradilišta, 2015. u Londonu počeo se provoditi program „*Low emission zone*“, a do 2020. nadaju se u potpunosti uvesti program „*Ultra low emission zone*“ koji bi se odnosi na uski centar grada i u njemu ne bi bilo gotovo nikakvog zagađenja zraka koje dolazi od gradilišta ili strojeva koji na njima djeluju. Studija izrađena 2010. godine pokazala je da 4300 stanovnika Londona godišnje umire zbog bolesti dišnog sustava uzrokovanih dugim izlaganjem krutim česticama. [10]

Studijom izrađenom 2012. godine Svjetska zdravstvena organizacija dokazala je da su emisije štetnih tvari iz motora s kompresijskim paljenjem kancerogene. Gradilišta su odgovorna za veći dio emisija krutih čestica, dok su strojevi na gradilištima odgovorni za znatan udio emisija štetnih tvari iz motora s kompresijskim paljenjem. Teško je točno odrediti ukupan udio emisija štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva i gradilišta, ali pretpostavlja se da su odgovorni za 15 % emisija PM_{10} i 12 % emisija NO_x , a od kada se počeo provoditi program zadužen za njihovo smanjivanje mjerne postaje pokazale su značajno smanjenje emisija štetnih tvari. [10]

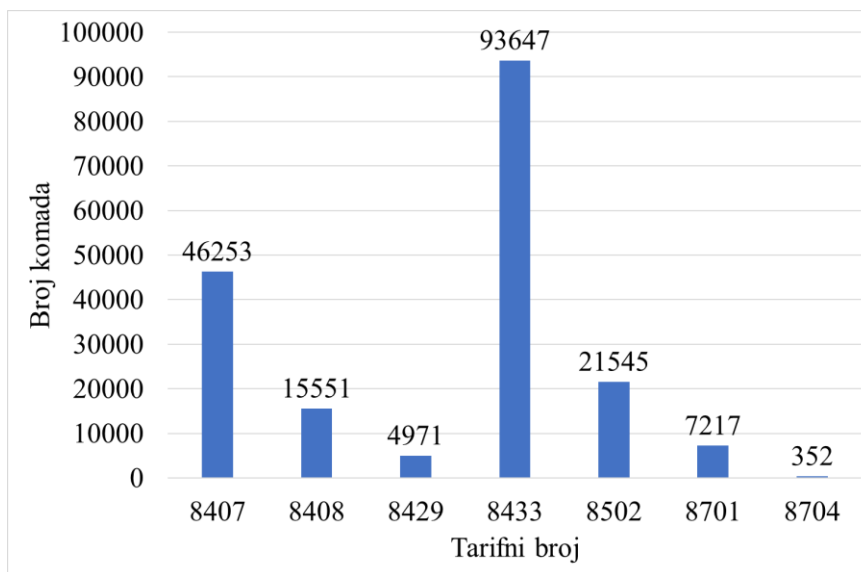


Slika 37. Low emission zone u Londonu [12]

U Republici Hrvatskoj ovakav program mogao bi se primjenjivati u Zagrebu koji je dovoljno velik da program sam po sebi ima smisla. U centru grada nema toliko u gradilišta kao u Londonu koji je višestruko veći, ali ograničenjem prometa u centru grada pretpostavlja se da bi se emisije štetnih tvari smanjile i povećala kvaliteta zraka.

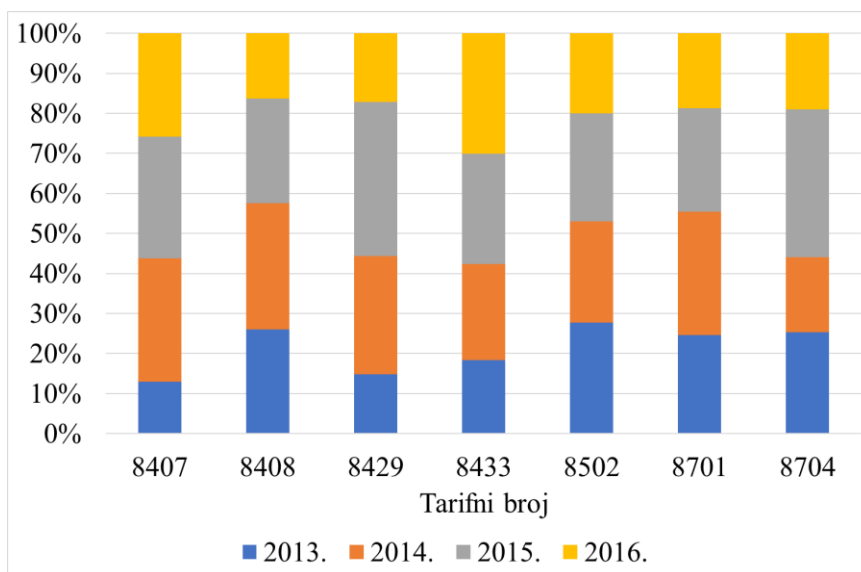
7. PODACI O NECESTOVNIM POKRETNIM STROJEVIM ZA REPUBLIKU HRVATSKU

Podaci o necestovnim pokretnim strojevima uvezenim u Republiku Hrvatsku unazad 4 godine dobiveni su od Hrvatske gospodarske komore. Na slici 38. prikazana je količina uvezenih strojeva unazad 4 godine po tarifnim brojevima.



Slika 38. Uvoz necestovnih pokretnih strojeva po tarifnim brojevima

Na slici 39. prikazan je godišnji udio uvoza necestovnih pokretnih strojeva unazad 4 godine po tarifnim brojevima.



Slika 39. Udio uvoza necestovnih pokretnih strojeva po tarifnim brojevima

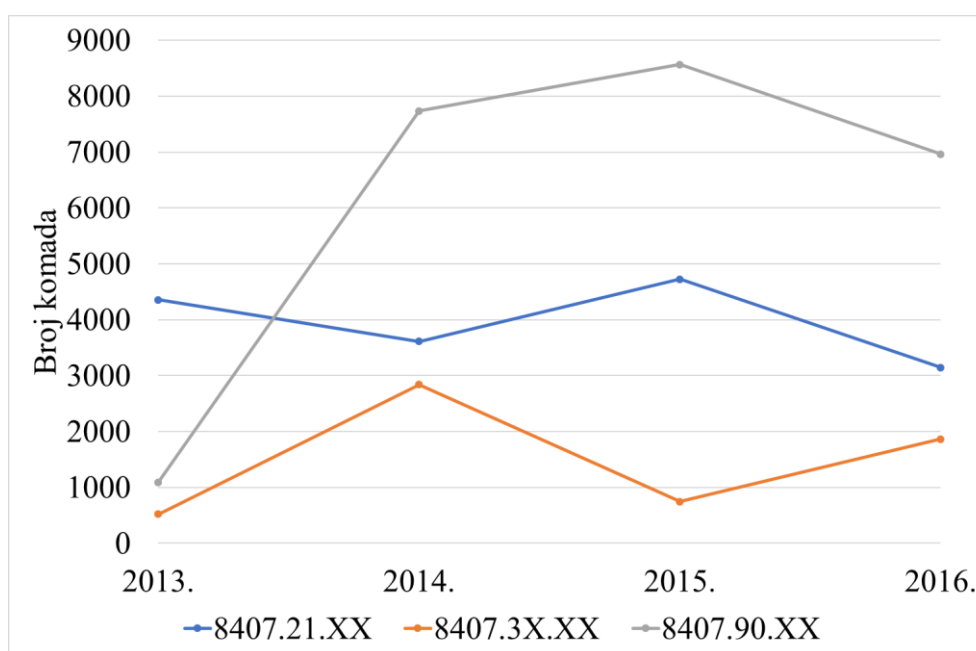
Carinski tarifni brojevi koriste se na području Europske Unije kako bi se roba klasificirala na tržištu i osigurao njen daljnji transport i jednostavna trgovina. Za necestovne pokretne strojeve najbitnija su poglavlja 84 (klipni motori s unutarnjim izgaranjem, strojevi za rad na cestovnoj infrastrukturi i gradilištima i poljoprivredni strojevi), 85 (električni generatorski agregati) i 87 (traktori) u kojima su detaljno opisane kategorije necestovnih pokretnih strojeva kako bi se što jednostavni prilikom izrade inventara mogli razvrstati u određeni razred. Carinski tarifni broj sastoji se od 8 znamenki.

7.1. Klipni motori s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću svjećica s pravocrtnim gibanjem klipa (8407)

U tablici 3. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 40. dan je grafički prikaz istih podataka.

Tablica 3. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću svjećica

| | 8407.10.00 | 8407.21.XX | 8407.3X.XX | 8407.90.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|------------|------------|--------|
| 2013. | 40 | 4356 | 524 | 1093 | 6013 |
| 2014. | 35 | 3615 | 2838 | 7736 | 14224 |
| 2015. | 0 | 4727 | 747 | 8564 | 14038 |
| 2016. | 2 | 3147 | 1864 | 6965 | 11978 |
| Ukupno | 77 | 15845 | 5973 | 24358 | 46253 |



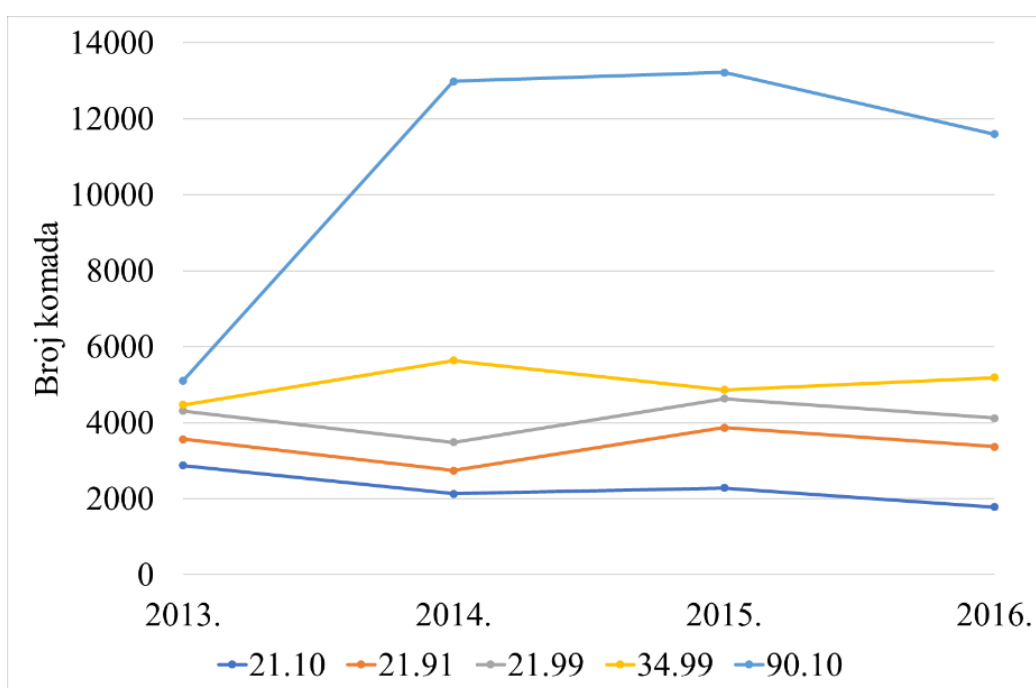
Slika 40. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću svjećica po tarifnim brojevima

- 8407.10.00 – motori za zrakoplove;
- 8407.21.XX – pogonski motori za plovila;
- 8407.3X.XX – klipni motori za pogon traktora;
- 8407.90.XX – ostali motori.

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 4. i za neke skupine odabran je tipičan predstavnik, a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 41., u tablici 5. dani su primjeri najzastupljenijih motora.




Tablica 4. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8407)

| | 21.10 | 21.91 | 21.99 | 34.99 | 90.10 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2013. | 2874 | 691 | 746 | 159 | 636 |
| 2014. | 2132 | 605 | 746 | 2154 | 7351 |
| 2015. | 2280 | 1590 | 759 | 239 | 8352 |
| 2016. | 1776 | 1590 | 759 | 1068 | 6397 |
| Ukupno | 9062 | 4476 | 3010 | 3620 | 22736 |



Slika 41. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8407)

Tablica 5. Najzastupljenije kategorije (8407)

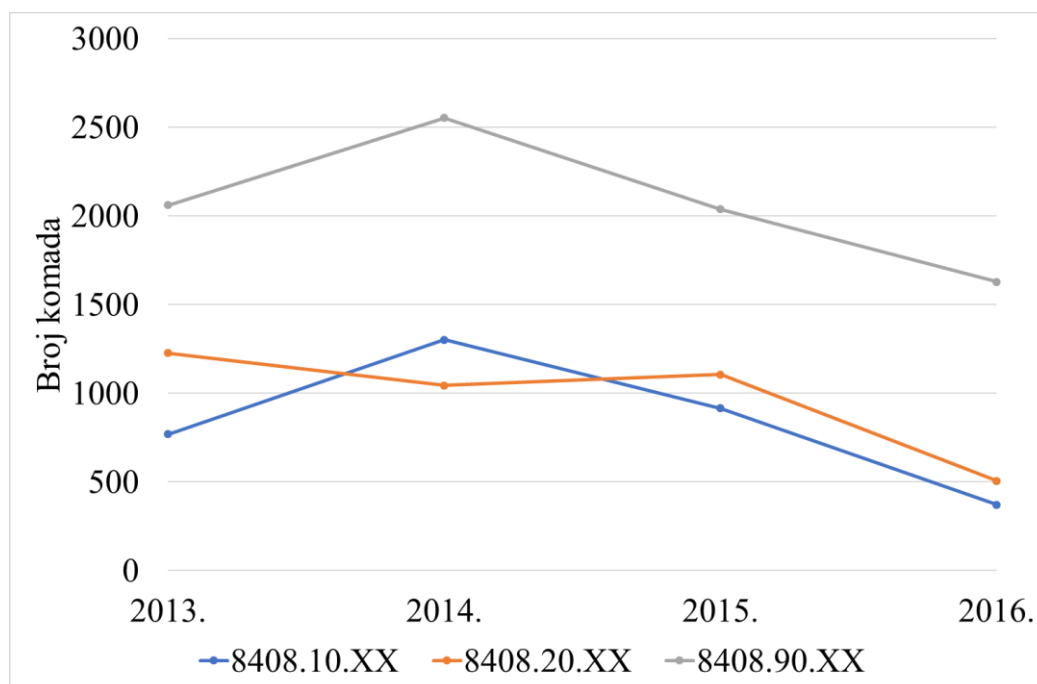
| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 8407 | 21 | 11 | Izvanbrodski motori zapremnine ne veće od 325 cm ³ ; Yamaha vanbrodski motor 50 cm ³ |  |
| 8407 | 21 | 91 | Izvanbrodski motori zapremnine veće od 325 cm ³ i snage ne veće od 30 kW; Yamaha vanbrodski motor 996 cm ³ , 45 kW |  |
| 8407 | 21 | 99 | Izvanbrodski motori zapremnine veće od 325 cm ³ i snage veće od 30 kW; Yamaha vanbrodski motor 5330 cm ³ , 257,4 kW |  |
| 8407 | 34 | 99 | Novi motori za pogon vučni vozila zapremnine veće od 1500 cm ³ | |
| 8407 | 90 | 10 | Ostali motri zapremnine manje od 250 cm ³ | |

7.2. Klipni motori s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije s pravocrtnim gibanjem klipa (8408)

U tablici 6. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 42. dan je grafički prikaz istih podataka.

Tablica 6. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću kompresije

| | 8408.10.XX | 8408.20.XX | 8408.90.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|------------|--------|
| 2013. | 769 | 1227 | 2061 | 4057 |
| 2014. | 1302 | 1044 | 2554 | 4900 |
| 2015. | 916 | 1107 | 2039 | 4062 |
| 2016. | 371 | 507 | 1628 | 2506 |
| Ukupno | 3358 | 3885 | 8282 | 15525 |



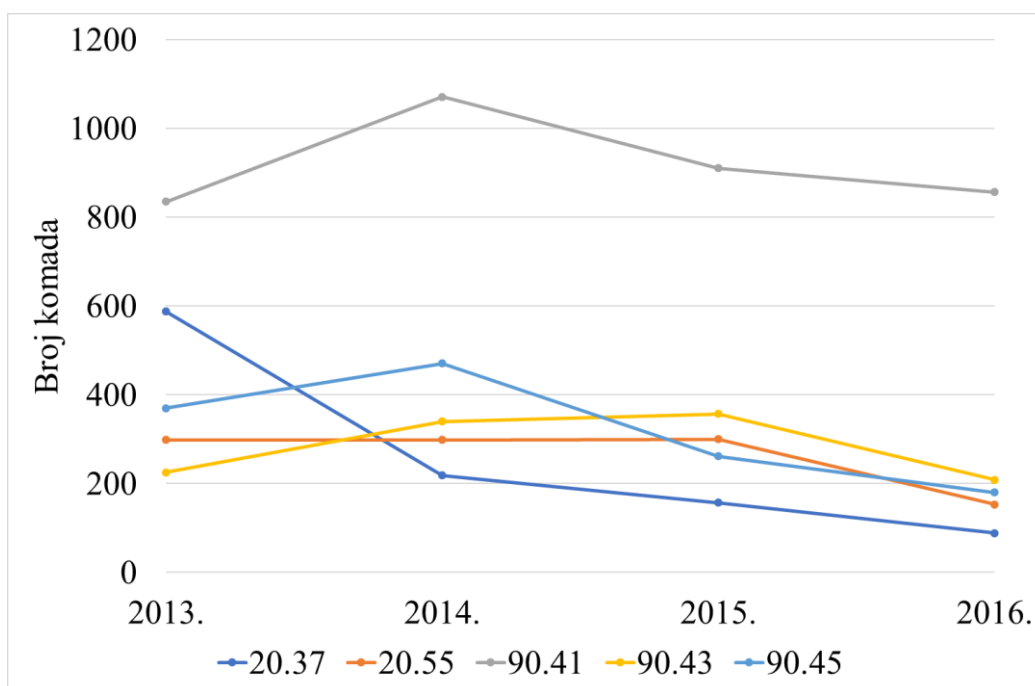
Slika 42. Uvoz klipnih motora s izgaranjem na paljenje pomoću kompresije po tarifnim brojevima

- 8408.10.XX – pogonski motori za plovila;
- 8408.20.XX – pogonski motori za traktore i radne strojeve;
- 8408.90.XX – ostali motori.

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 7. i za neke skupine odabran je tipičan predstavnik, a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 43.

Tablica 7. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8408)

| | 20.37 | 20.55 | 90.41 | 90.43 | 90.45 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2013. | 588 | 299 | 835 | 226 | 370 |
| 2014. | 219 | 299 | 1071 | 340 | 471 |
| 2015. | 157 | 300 | 911 | 357 | 262 |
| 2016. | 89 | 153 | 857 | 209 | 180 |
| Ukupno | 1053 | 1051 | 3674 | 1132 | 1283 |



Slika 43. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8408)

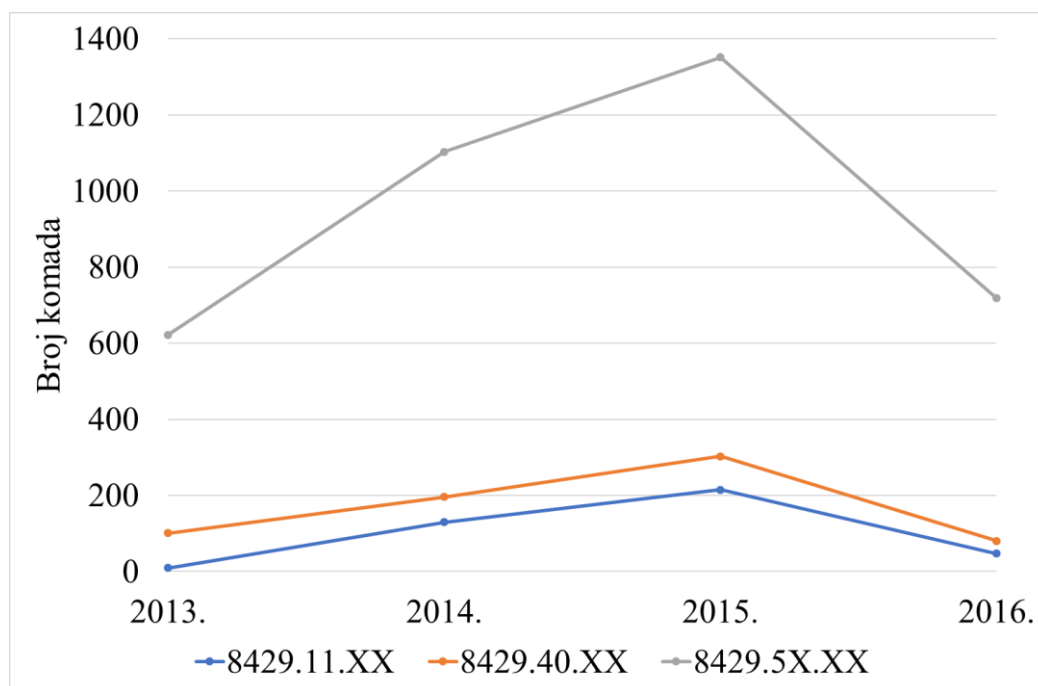
- 8408.20.37 – motori za pogon traktora snage veće od 100 kW;
- 8408.20.55 – motori za pogon traktora snage veće od 50 kW, a manje od 100 kW;
- 8408.90.41 – ostali motori snage manje od 15 kW;
- 8408.90.43 – ostali motori snage veće od 15 kW, a manje od 30 kW;
- 8408.90.45 – ostali motori snage veće od 30 kW, a manje od 50 kW.

7.3. Strojevi za rad na cestovnoj infrastrukturi i gradilištima (8429)

U tablici 8. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 43. dan je grafički prikaz istih podataka, a u tablici 9. pokazani su primjeri za svaku skupinu.

Tablica 8. Uvoz strojeva za rad na cestovnoj infrastrukturi

| | 8429.11.XX | 8429.20.00 | 8429.30.00 | 8429.40.XX | 8429.5X.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|
| 2013. | 9 | 6 | 0 | 101 | 622 | 738 |
| 2014. | 130 | 36 | 3 | 196 | 1103 | 1468 |
| 2015. | 215 | 25 | 14 | 303 | 1351 | 1908 |
| 2016. | 47 | 11 | 1 | 80 | 718 | 857 |
| Ukupno | 401 | 78 | 18 | 680 | 3794 | 4971 |



Slika 44. Uvoz strojeva za rad na cestovnoj infrastrukturi po tarifnim brojevima

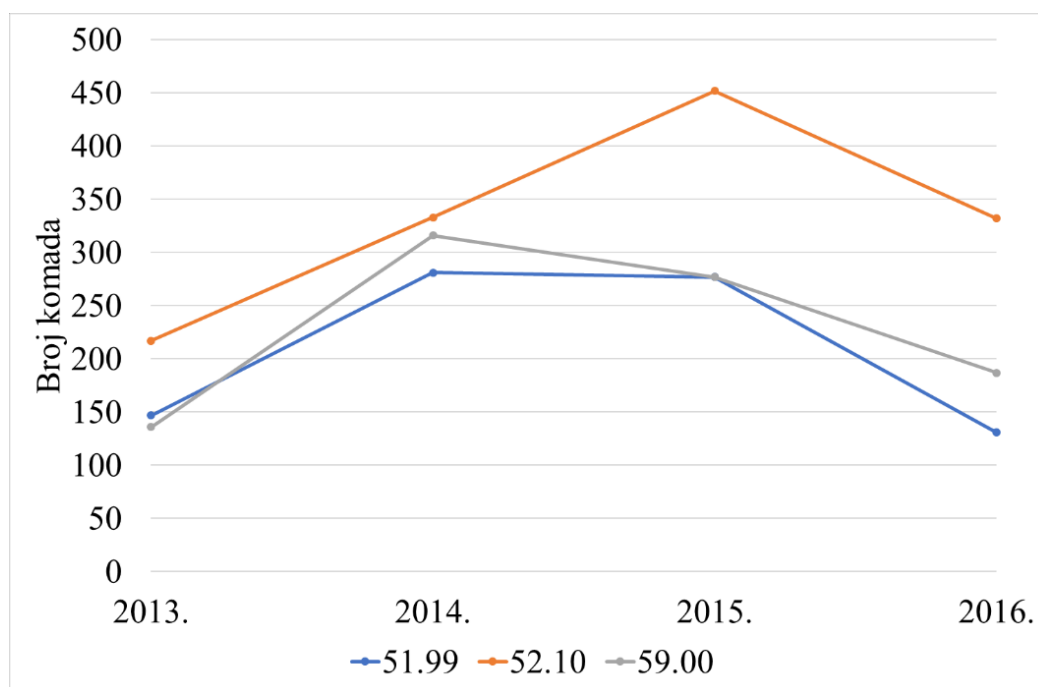
Tablica 9. Najzastupljenije kategorije (8429)

| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 8429 | 11 | XX | Buldožeri |  |
| 8429 | 20 | 00 | Grejderi i ravnjači |  |
| 8429 | 30 | 00 | Strugači |  |
| 8429 | 40 | XX | Strojevi za nabijanje i cestovni valjci | |
| 8429 | 5X | XX | Bageri | |

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 10. i za neke skupine odabran je tipičan predstavnik, a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 45., u tablici 11. dani su primjeri najzastupljenijih motora.



Tablica 10. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8429)

| | 51.99 | 52.10 | 59.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 2013. | 147 | 217 | 136 |
| 2014. | 281 | 333 | 316 |
| 2015. | 277 | 452 | 277 |
| 2016. | 131 | 332 | 187 |
| Ukupno | 836 | 1334 | 916 |



Slika 45. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8429)

Tablica 11. Primjeri strojeva za kategoriju 8429

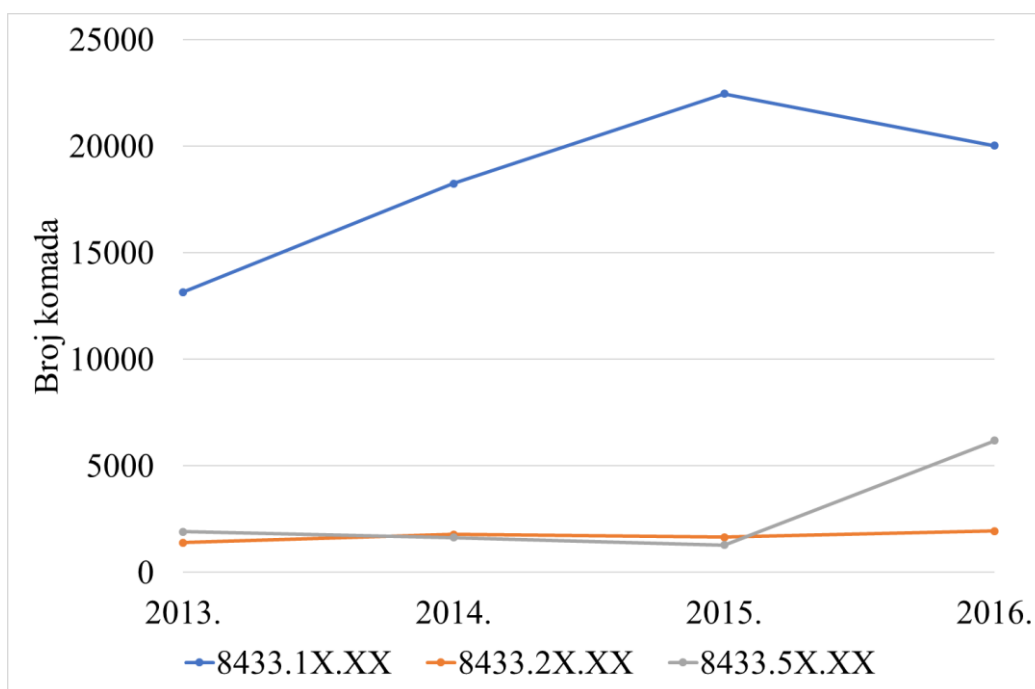
| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8429 | 51 | 99 | Utovarivači sa žlicom |  |
| 8429 | 52 | 10 | Rovokopači gusjeničari s nadgradnjom koja se zakreće za 360° |  |
| 8429 | 59 | 00 | Ostali strojevi | |

7.4. Poljoprivredni strojevi (8433)

U tablici 12. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 46. dan je grafički prikaz istih podataka.


Tablica 12. Uvoz poljoprivrednih strojeva

| | 8433.1X.XX | 8433.2X.XX | 8433.5X.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|------------|--------|
| 2013. | 13157 | 1400 | 1919 | 16476 |
| 2014. | 18259 | 1785 | 1643 | 21687 |
| 2015. | 22472 | 1660 | 1291 | 25423 |
| 2016. | 20030 | 1945 | 6198 | 28173 |
| Ukupno | 73918 | 6790 | 11051 | 91759 |



Slika 46. Uvoz poljoprivrednih strojeva po tarifnim brojevima

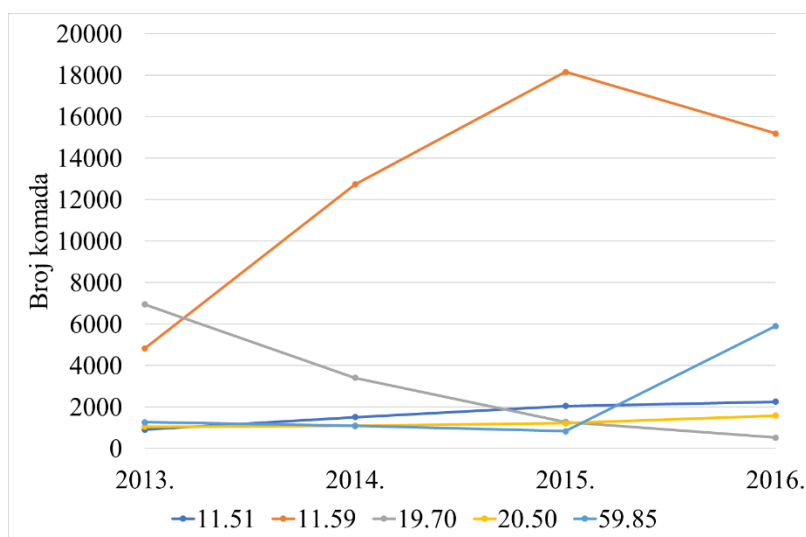
Tablica 13. Najzastupljenije kategorije (8433)

| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 8433 | 3X | XX | Kosilice za travnjake | |
| 8433 | 2X | XX | ostale kosilice | |
| 8433 | 5X | XX | Kombajni |  |

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 13. i za neke skupine odabran je tipičan predstavnik, a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 47., u tablici 14. dani su primjeri.

Tablica 14. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8433)

| | 11.51 | 11.59 | 19.70 | 20.50 | 59.85 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2013. | 922 | 4836 | 6950 | 1057 | 1269 |
| 2014. | 1518 | 12737 | 3413 | 1106 | 1090 |
| 2015. | 2057 | 18167 | 1286 | 1222 | 839 |
| 2016. | 2259 | 15196 | 533 | 1600 | 5914 |
| Ukupno | 6756 | 50936 | 12182 | 4985 | 9112 |



Slika 47. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8433)

Tablica 15. Primjeri strojeva za kategoriju 8433

| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 8433 | 11 | 51 | Kosilice za travnjake sa sjedalom |  |
| | 11 | 59 | Ostale kosilice | |
| 8433 | 20 | 50 | Traktorske kosilice | |
| 8433 | 59 | 85 | Ostali strojevi | |

7.5. Električni generatorski agregati (8502)

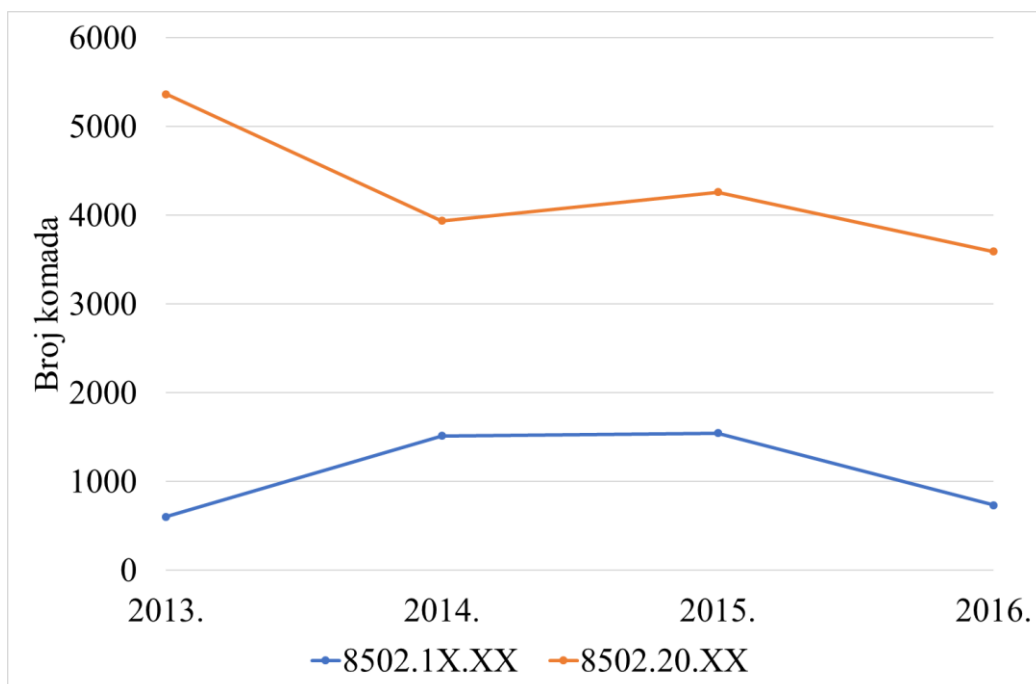
U tablici 14. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 48. dan je grafički prikaz istih podataka.

Tablica 16. Uvoz električnih generatora

| | 8502.1X.XX | 8502.20.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|--------|
| 2013. | 601 | 5365 | 5966 |
| 2014. | 1514 | 3938 | 5452 |
| 2015. | 1545 | 4259 | 5804 |
| 2016. | 732 | 3591 | 4323 |
| Ukupno | 4392 | 17153 | 21545 |

Tablica 17. Opis općenitih tarifnih brojeva

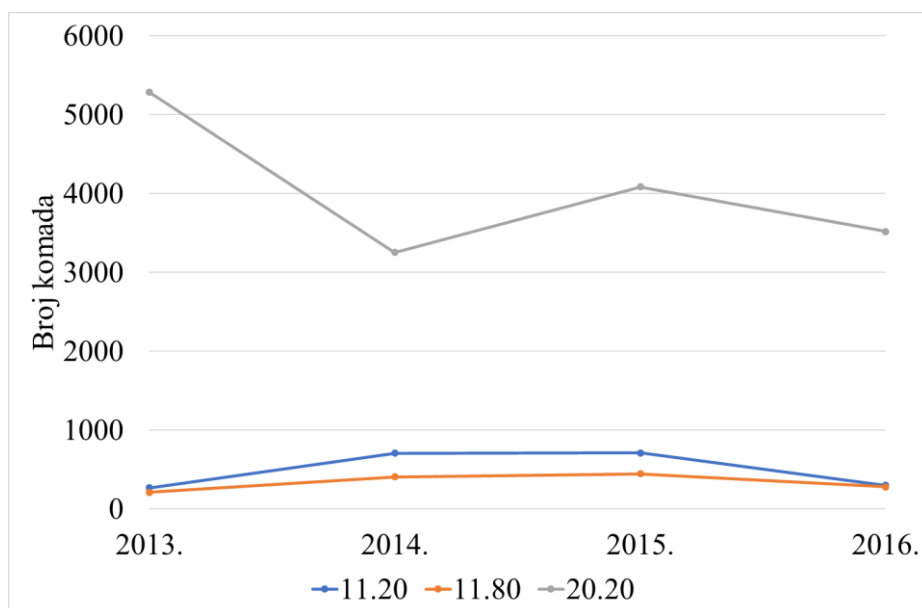
| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik |
|--------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8502 | 1X | XX | Električni generatori s klipnim motorima s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije |
| 8502 | 2X | XX | Električni generatori s klipnim motorima s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću svjeće |



Slika 48. Uvoz električnih generatora po tarifnim brojevima



Tablica 18. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8502)

| | 11.20 | 11.80 | 20.20 |
|--------|-------|-------|-------|
| 2013. | 268 | 209 | 5283 |
| 2014. | 706 | 407 | 3252 |
| 2015. | 712 | 444 | 4082 |
| 2016. | 297 | 281 | 3517 |
| Ukupno | 1686 | 1060 | 12617 |



Slika 49. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8502)

Tablica 19. Primjeri strojeva za kategoriju 8502

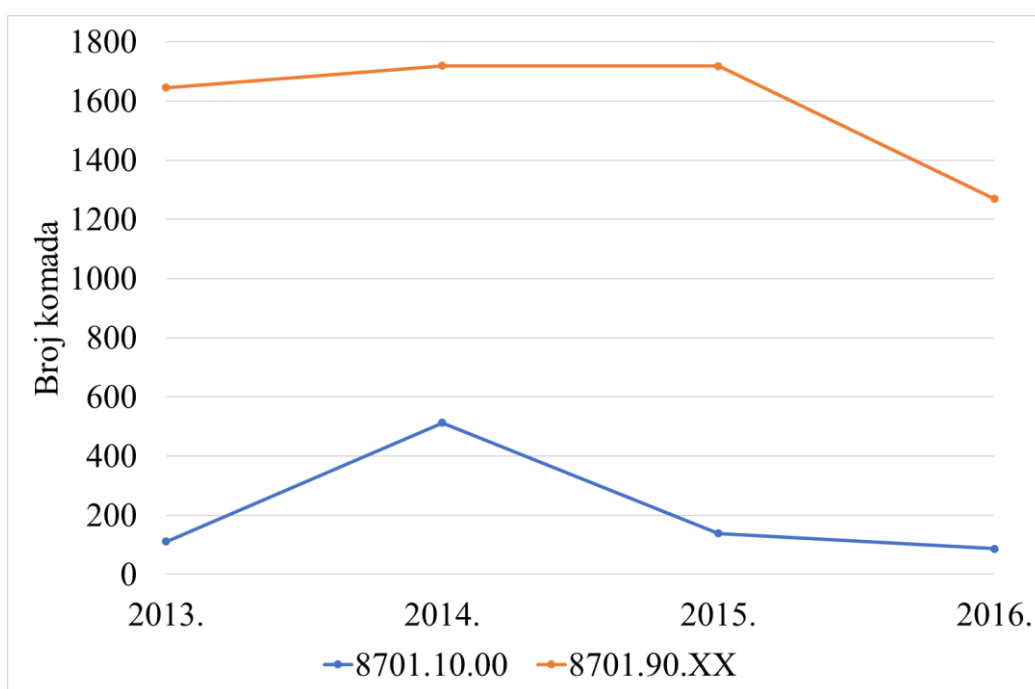
| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8502 | 11 | 20 | Električni generatori s klipnim motorima s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije, izlazne snage manje od 7,5 kW |  |
| 8502 | 11 | 80 | Električni generatori s klipnim motorima s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću kompresije, izlazne snage veće od 7,5 kW, a manje od 75 kW |  |
| 8502 | 20 | 20 | Električni generatori s klipnim motorima s unutarnjim izgaranjem na paljenje pomoću svjećice, izlazne snage manje od 7,5 kW | |

7.6. Traktori (8701)

U tablici 16. prikazan je uvoz necestovnih pokretnih strojevima prema tarifnim brojevima, a na slici 50. dan je grafički prikaz istih podataka.

Tablica 20. Uvoz traktora

| | 8701.10.00 | 8701.90.XX | Ukupno |
|--------|------------|------------|--------|
| 2013. | 111 | 1645 | 1756 |
| 2014. | 513 | 1719 | 2232 |
| 2015. | 139 | 1718 | 1857 |
| 2016. | 87 | 1269 | 1356 |
| Ukupno | 850 | 6351 | 7201 |



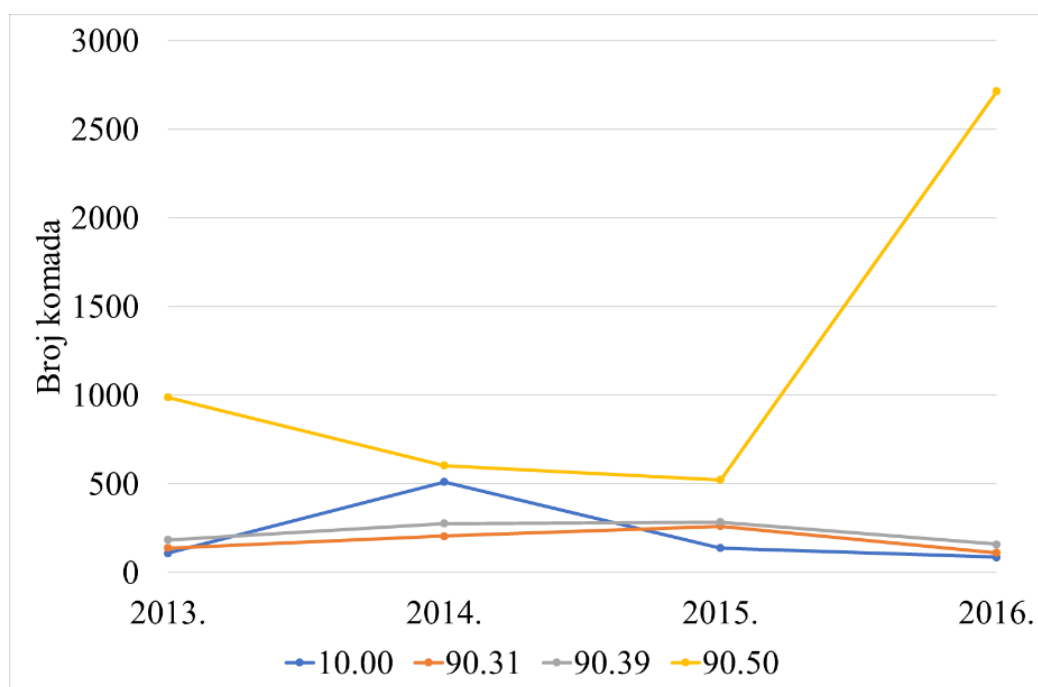
Slika 50. Uvoz traktora po tarifnim brojevima

- 87011000 – motokultivatori;
- 870190XX – poljoprivredni traktori;

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 19. i za neke skupine odabran je tipičan predstavnik, a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 1., u tablici 20. dani su primjeri najzastupljenijih motora.




Tablica 21. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8701)

| | 1000 | 9031 | 9039 | 9050 |
|--------|------|------|------|------|
| 2013. | 111 | 140 | 186 | 988 |
| 2014. | 513 | 206 | 277 | 605 |
| 2015. | 139 | 262 | 286 | 523 |
| 2016. | 87 | 113 | 161 | 2714 |
| Ukupno | 850 | 721 | 910 | 4830 |



Slika 51. Uvoz najzastupljenijih kategorija po godinama (8701)

Tablica 22. Primjeri strojeva za kategoriju 8701

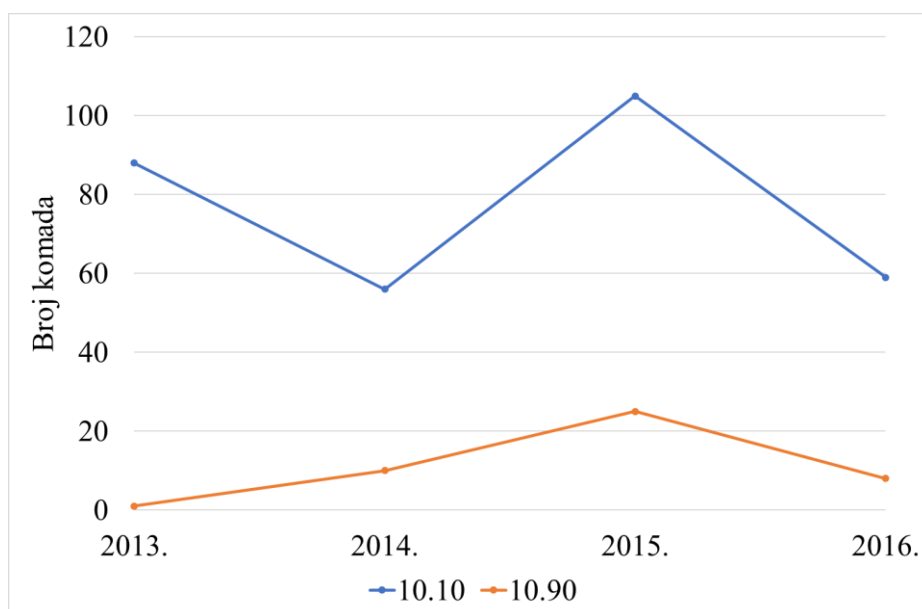
| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 8701 | 11 | 00 | Motokultivatori | |
| 8701 | 90 | 31 | Novi poljoprivredni traktori snage veće od 59 kW, a manje od 75 kW; |  |
| 8701 | 90 | 39 | Novi poljoprivredni traktori snage veće od 90 kW |  |
| 8701 | 90 | 50 | Rabljeni poljoprivredni traktori |  |

7.7. Motorna vozila za prijevoz izvan cestovne mreže (8704)

Motori koju su najviše uvoženi izdvojeni su u tablici 21., odabran je tipičan predstavnik i prikazan u tablici 22., a grafički prikaz istih podataka dan je u na slici 52.

Tablica 23. Uvoz motornih vozila za prijevoz izvan cestovne mreže

| | 10.10 | 10.90 | Ukupno |
|--------|-------|-------|--------|
| 2013. | 88 | 1 | 89 |
| 2014. | 56 | 10 | 66 |
| 2015. | 105 | 25 | 130 |
| 2016. | 59 | 8 | 67 |
| Ukupno | 308 | 44 | 352 |



Slika 52. Uvoz motornih vozila za prijevoz izvan cestovne mreže po tarifnim brojevima

Tablica 24. Primjeri strojeva za kategoriju 8704

| Tarifni broj | | | Opis i karakterističan predstavnik | Slika |
|--------------|----|----|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 8704 | 00 | 10 | Samoistovarna vozila |  |
| 8407 | 10 | 90 | Ostala vozila | |

8. IZRADA INVENTARA EMISIJA ŠTETNIH TVARI ZA REPUBLIKU HRVATSKU

8.1. Pretpostavke

Točni podaci o količini necestovnih pokretnih strojeva nisu poznati stoga se za izradu inventara emisija štetnih tvari koriste pretpostavke o njihovoj količini. Za emisije štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva koristi se Tier 3 metoda, ali se neki utjecajni faktori zanemaruju. Za procjenu emisije štetnih tvari iz željezničkih vozila i unutarnje plovidbe koristi se Tier 1 metoda jer je poznata količina potrošenog goriva i emisijski faktori.

8.2. Ncestovni pokretni strojevi

Za ovu kategoriju necestovnih pokretnih strojeva procjena štetnih emisija vrši se prema Tier 3 metodi jer nije poznata potrošnja goriva, već snaga, a broj radnih sati godišnje i faktor opterećenja su pretpostavljeni. Za svaki karakterističnu skupinu strojeva dan je primjer i izračunate su emisije štetnih tvari.

8.2.1. Izvanbrodski motori snage veće od 30 kW (8407.21.99)

U Republiku Hrvatsku unazad 4 godine uvezeno je 3000 ovakvih motora. Može se pretpostaviti da im je prosječna snaga 130 kW, godišnji broj radnih sati 50, a faktor opterećenja 0,9. Emisijski faktori uzeti su iz EMEP vodiča [7].

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \cdot H_{j,m} \cdot P_{j,m} \cdot LF_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \quad (4)$$

$$E_{\text{NO}_x} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 2,6 \frac{\text{g}_{\text{NO}_x}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 45\,630 \text{ kg}_{\text{NO}_x} \quad (5)$$

$$E_{\text{VOC}} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 7,4 \frac{\text{g}_{\text{VOC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 129\,870 \text{ kg}_{\text{VOC}} \quad (6)$$

$$E_{\text{CH}_4} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 0,25 \frac{\text{g}_{\text{CH}_4}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 4\,388 \text{ kg}_{\text{CH}_4} \quad (7)$$

$$E_{\text{CO}} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 438 \frac{\text{g}_{\text{CO}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 7\,686\,900 \text{ kg}_{\text{CO}} \quad (8)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 0,03 \frac{\text{g}_{\text{N}_2\text{O}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 527 \text{ kg}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (9)$$

$$E_{\text{NH}_3} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 0,002 \frac{\text{g}_{\text{NH}_3}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 35 \text{ kg}_{\text{NH}_3} \quad (10)$$

$$E_{\text{TSP}} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 0,08 \frac{\text{g}_{\text{TSP}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 1\,404 \text{ kg}_{\text{TSP}} \quad (11)$$

$$E_{\text{BC}} = 3000 \cdot 50 \text{ h} \cdot 130 \text{ kW} \cdot 0,004 \frac{\text{g}_{\text{BC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 70 \text{ kg}_{\text{BC}} \quad (12)$$

8.2.2. Necessovni pokretni strojevi za rad u kamenolomu

Ovaj primjer odabran je zbog svoje specifičnosti. U kamenolomu je moguće naći utovarivače s čeonom žlicom i samoistovarna vozila za rad izvan cestovne mreže.

8.2.2.1. Utovarivač s čeonom žlicom

Može se pretpostaviti da im je prosječna snaga 150 kW, godišnji broj radnih sati 2500, a faktor opterećenja 0,9. Emisijski faktori uzeti su iz EMEP vodiča [7].

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \cdot H_{j,m} \cdot P_{j,m} \cdot LF_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \quad (13)$$

$$E_{\text{NO}_x} = 2500 \text{ h} \cdot 150 \text{ kW} \cdot 0,4 \frac{\text{g}_{\text{NO}_x}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 135 \text{ kg}_{\text{NO}_x} \quad (14)$$

$$E_{\text{VOC}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,13 \frac{\text{g}_{\text{VOC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 44 \text{ kg}_{\text{VOC}} \quad (15)$$

$$E_{\text{CH}_4} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,003 \frac{\text{g}_{\text{CH}_4}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 1 \text{ kg}_{\text{CH}_4} \quad (16)$$

$$E_{\text{CO}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 1,5 \frac{\text{g}_{\text{CO}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 304 \text{ kg}_{\text{CO}} \quad (17)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,035 \frac{\text{g}_{\text{N}_2\text{O}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 507 \text{ kg}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (18)$$

$$E_{\text{NH}_3} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,002 \frac{\text{g}_{\text{NH}_3}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,75 \text{ kg}_{\text{NH}_3} \quad (19)$$

$$E_{\text{PM}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,85 \text{ kg}_{\text{PM}} \quad (20)$$

$$E_{\text{PM}_{10}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}_{10}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,85 \text{ kg}_{\text{PM}_{10}} \quad (21)$$

$$E_{\text{PM}_{2,5}} = 1500 \text{ h} \cdot 260 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}_{2,5}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,85 \text{ kg}_{\text{PM}_{2,5}} \quad (22)$$

$$E_{\text{BC}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,018 \frac{\text{g}_{\text{BC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,55 \text{ kg}_{\text{BC}} \quad (23)$$

8.2.2.2. Samoistovarno vozilo za rad izvan cestovne mreže

Može se pretpostaviti da im je prosječna snaga 250 kW, godišnji broj radnih sati 2500, a faktor opterećenja 0,9. Emisijski faktori uzeti su iz EMEP vodiča [7].

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \cdot H_{j,m} \cdot P_{j,m} \cdot LF_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \quad (24)$$

$$E_{\text{NO}_x} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,4 \frac{\text{g}_{\text{NO}_x}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 81 \text{ kg}_{\text{NO}_x} \quad (25)$$

$$E_{\text{VOC}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,13 \frac{\text{g}_{\text{VOC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 26 \text{ kg}_{\text{VOC}} \quad (26)$$

$$E_{\text{CH}_4} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,003 \frac{\text{g}_{\text{CH}_4}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,6 \text{ kg}_{\text{CH}_4} \quad (27)$$

$$E_{\text{CO}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 1,5 \frac{\text{g}_{\text{CO}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 304 \text{ kg}_{\text{CO}} \quad (28)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,035 \frac{\text{g}_{\text{N}_2\text{O}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 7 \text{ kg}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (29)$$

$$E_{\text{NH}_3} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,002 \frac{\text{g}_{\text{NH}_3}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,45 \text{ kg}_{\text{NH}_3} \quad (30)$$

$$E_{\text{PM}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,5 \text{ kg}_{\text{PM}} \quad (31)$$

$$E_{\text{PM}_{10}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}_{10}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,5 \text{ kg}_{\text{PM}_{10}} \quad (32)$$

$$E_{\text{PM}_{2,5}} = 1500 \text{ h} \cdot 260 \text{ kW} \cdot 0,025 \frac{\text{g}_{\text{PM}_{2,5}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,5 \text{ kg}_{\text{PM}_{2,5}} \quad (33)$$

$$E_{\text{BC}} = 1500 \text{ h} \cdot 250 \text{ kW} \cdot 0,018 \frac{\text{g}_{\text{BC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,9 = 0,35 \text{ kg}_{\text{BC}} \quad (34)$$

8.2.3. Profesionalna motorna pila

Odabrana je kao tipični predstavnik dvotaktnih motora. Može se pretpostaviti da im je prosječna snaga 4 kW, godišnji broj radnih sati 1400, a faktor opterećenja 0,9. Emisijski faktori uzeti su iz EMEP vodiča [7].

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \cdot H_{j,m} \cdot P_{j,m} \cdot LF_{j,m} \cdot EF_{i,j,m}) \quad (35)$$

$$E_{\text{NO}_x} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 0,03 \frac{\text{g}_{\text{NO}_x}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 143 \text{ g}_{\text{NO}_x} \quad (36)$$

$$E_{\text{VOC}} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 10 \frac{\text{g}_{\text{VOC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 47,6 \text{ kg}_{\text{VOC}} \quad (37)$$

$$E_{\text{CH}_4} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 0,7 \frac{\text{g}_{\text{CH}_4}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 3\,332 \text{ g}_{\text{CH}_4} \quad (38)$$

$$E_{\text{CO}} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 418 \frac{\text{g}_{\text{CO}}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 1\,393 \text{ kg}_{\text{CO}} \quad (39)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 0,01 \frac{\text{g}_{\text{N}_2\text{O}}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 33,3 \text{ g}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (40)$$

$$E_{\text{NH}_3} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 0,002 \frac{\text{g}_{\text{NH}_3}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 7 \text{ g}_{\text{NH}_3} \quad (41)$$

$$E_{\text{TSP}} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 2,6 \frac{\text{g}_{\text{TSP}}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 8,7 \text{ kg}_{\text{TSP}} \quad (42)$$

$$E_{\text{BC}} = 1400 \text{ h} \cdot 4 \text{ kW} \cdot 0,13 \frac{\text{g}_{\text{BC}}}{\text{kWh}} \cdot 0,85 = 435 \text{ g}_{\text{BC}} \quad (43)$$

8.3. Unutarnja plovidba

Plovni put je pojas na unutarnjim vodama određene dubine, širine i propisanih gabarita koji je uređen, obilježen i otvoren za sigurnu plovidbu. Mrežu plovnih putova na unutarnjim vodama u Hrvatskoj (slika 70.) čine prirodni tokovi rijeke Dunava u dužini 137,5 km, rijeke Save 446 km, rijeke Drave 198,6 km i rijeke Kupe 5 km. Ukupna duljina plovnih puteva u Republici Hrvatskoj je 707,1 km. Ovaj oblik prijevoza tereta jako je zanemaren iako ima velik potencijal zbog povoljnog prometnog položaja Republike Hrvatske. [13]



Slika 53. Riječni plovni putevi [13]

Podaci o ostvarenim brutotonskim kilometrima na unutarnjim plovnim putevima dobiveni su iz Statističkog ljetopisa [12]. Kod riječne plovidbe specifična potrošnja goriva iznosi 9 kg_G/1000 tkm. [15]

Emisije štetnih tvari računaju se prema Tier 1 metodi za koju je potrebno poznavati potrošnju goriva i emisijske faktore koji su navedeni u EMEP vodiču. [8]

Prema sljedećim formulama izračunate su emisije štetnih tvari za 1996. godinu, a u tablici 16. izračunate su emisije štetnih tvari za razdoblje od 1996. godine do 2015. godine., a grafički prikaz emisija štetnih tvari dan je na slikama 71., 72. i 73.

$$E_i = \sum_m (FC_m \cdot EF_{i,m}) \quad (44)$$

$$E_{CO_2} = 198 \text{ t}_G \cdot 3,14 \frac{\text{t}_{CO_2}}{\text{t}_G} = 622 \text{ t}_{CO_2} \quad (45)$$

$$E_{NOx} = 198 \text{ t}_G \cdot 0,0524 \frac{\text{t}_{NOx}}{\text{t}_G} = 10,38 \text{ t}_{NOx} \quad (46)$$

$$E_{CO} = 198 \text{ t}_G \cdot 10,7 \frac{\text{kg}_{CO}}{\text{t}_G} = 2119 \text{ kg}_{CO} \quad (47)$$

$$E_{NMVOC} = 198 \text{ t}_G \cdot 4,65 \frac{\text{kg}_{NMVOC}}{\text{t}_G} = 921 \text{ kg}_{NMVOC} \quad (48)$$

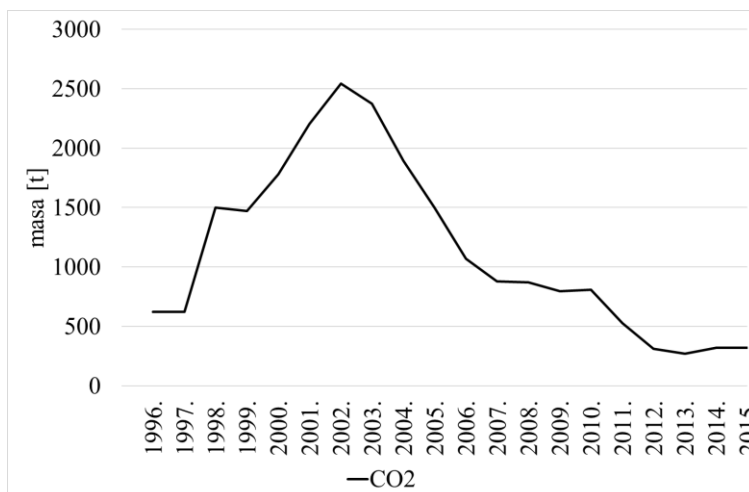
$$E_{TSP} = 198 \text{ t}_G \cdot 1,52 \frac{\text{kg}_{TSP}}{\text{t}_G} = 301 \text{ kg}_{TSP} \quad (49)$$

$$E_{PM_{10}} = 198 \text{ t}_G \cdot 1,44 \frac{\text{kg}_{PM_{10}}}{\text{t}_G} = 285 \text{ kg}_{PM_{10}} \quad (50)$$

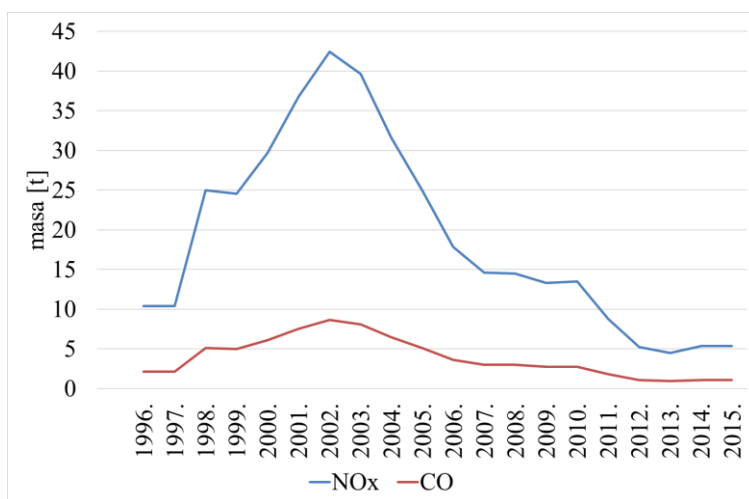
$$E_{PM_{2,5}} = 198 \text{ t}_G \cdot 1,37 \frac{\text{kg}_{PM_{2,5}}}{\text{t}_G} = 271 \text{ kg}_{PM_{2,5}} \quad (51)$$

Tablica 25. Emisije štetnih tvari iz unutarnje plovidbe

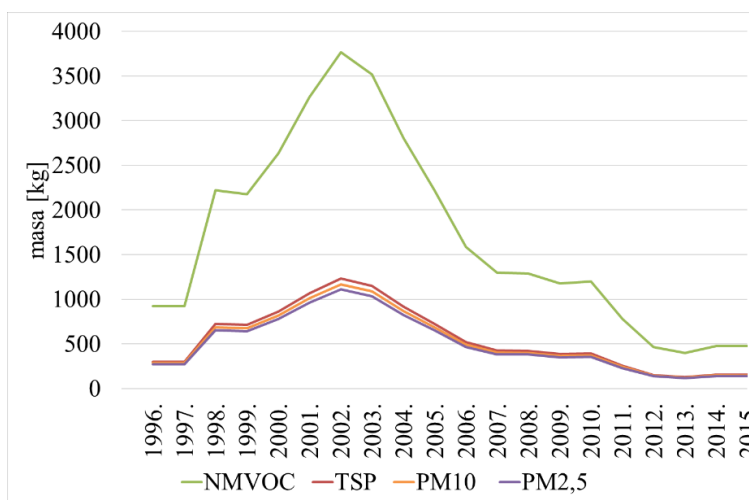
| | Ukupno [mil. tkm] | Potrošnja goriva [t] | CO ₂ [t] | NO _x [t] | CO [kg] | NMVOC [kg] | TSP [kg] | PM ₁₀ [kg] | PM _{2,5} [kg] |
|-------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------|------------|----------|-----------------------|------------------------|
| 1996. | 22 | 198 | 622 | 10,38 | 2119 | 921 | 301 | 285 | 271 |
| 1997. | 22 | 198 | 622 | 10,38 | 2119 | 921 | 301 | 285 | 271 |
| 1998. | 53 | 477 | 1498 | 24,99 | 5104 | 2218 | 725 | 687 | 653 |
| 1999. | 52 | 468 | 1470 | 24,52 | 5008 | 2176 | 711 | 674 | 641 |
| 2000. | 63 | 567 | 1780 | 29,71 | 6067 | 2637 | 862 | 816 | 777 |
| 2001. | 78 | 702 | 2204 | 36,78 | 7511 | 3264 | 1067 | 1011 | 962 |
| 2002. | 90 | 810 | 2543 | 42,44 | 8667 | 3767 | 1231 | 1166 | 1110 |
| 2003. | 84 | 756 | 2374 | 39,61 | 8089 | 3515 | 1149 | 1089 | 1036 |
| 2004. | 67 | 603 | 1893 | 31,60 | 6452 | 2804 | 917 | 868 | 826 |
| 2005. | 53 | 477 | 1498 | 24,99 | 5104 | 2218 | 725 | 687 | 653 |
| 2006. | 38 | 340 | 1069 | 17,83 | 3642 | 1583 | 517 | 490 | 466 |
| 2007. | 31 | 279 | 876 | 14,62 | 2986 | 1298 | 424 | 402 | 382 |
| 2008. | 31 | 277 | 869 | 14,50 | 2960 | 1286 | 420 | 398 | 379 |
| 2009. | 28 | 254 | 796 | 13,29 | 2714 | 1179 | 386 | 365 | 347 |
| 2010. | 29 | 258 | 809 | 13,51 | 2758 | 1199 | 392 | 371 | 353 |
| 2011. | 19 | 167 | 526 | 8,77 | 1792 | 779 | 255 | 241 | 229 |
| 2012. | 11 | 100 | 313 | 5,22 | 1066 | 463 | 151 | 143 | 137 |
| 2013. | 9 | 85 | 268 | 4,47 | 913 | 397 | 130 | 123 | 117 |
| 2014. | 11 | 102 | 321 | 5,36 | 1095 | 476 | 156 | 147 | 140 |
| 2015. | 11 | 102 | 320 | 5,34 | 1090 | 474 | 155 | 147 | 140 |



Slika 54. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (CO₂)



Slika 55. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (NO_x, CO)



Slika 56. Emisije štetnih tvari iz unutrašnje plovidbe (NMVOC, TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

8.4. Željeznički promet

Hrvatske željeznice trenutno raspolažu s 27 dizelskih lokomotiva i 69 dizel motornih vlakova. Ukupna dužina pruga u Republici Hrvatskoj je 2604 km. Podaci o ostvarenim brutotonskim kilometrima na unutarnjim plovnim putevima dobiveni su iz Statističkog ljetopisa [12]. Kod dizelske vuče specifična potrošnja iznosi 10 kg_G/1000 tkm. [16]



Slika 57. Željeznička mreža Republike Hrvatske [18]

Emisije štetnih tvari računaju se prema Tier 1 metodi za koju je potrebno poznavati potrošnju goriva i emisijske faktore koji su navedeni u EMEP vodiču. [9] Prema sljedećim formulama izračunate su emisije štetnih tvari za 1996. godinu, a u tablici 17. izračunate su emisije štetnih tvari za razdoblje od 1996. godine do 2015. godine., a grafički prikaz emisija štetnih tvari dan je na slikama 75., 76. i 77.

$$E_i = \sum_m (FC_m \cdot EF_{i,m}) \quad (52)$$

$$E_{CO_2} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 3,14 \frac{\text{t}_{CO_2}}{\text{t}_G} = 54\,000 \text{ t}_{CO_2} \quad (53)$$

$$E_{NOx} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 0,0524 \frac{\text{t}_{NOx}}{\text{t}_G} = 900 \text{ t}_{NOx} \quad (54)$$

$$E_{CO} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 10,7 \frac{\text{kg}_{CO}}{\text{t}_G} = 184 \text{ t}_{CO} \quad (55)$$

$$E_{NMVOC} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 4,65 \frac{\text{kg}_{NMVOC}}{\text{t}_G} = 80 \text{ t}_{NMVOC} \quad (56)$$

$$E_{TSP} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 1,52 \frac{\text{kg}_{TSP}}{\text{t}_G} = 26 \text{ t}_{TSP} \quad (57)$$

$$E_{PM_{10}} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 1,44 \frac{\text{kg}_{PM_{10}}}{\text{t}_G} = 25 \text{ t}_{PM_{10}} \quad (58)$$

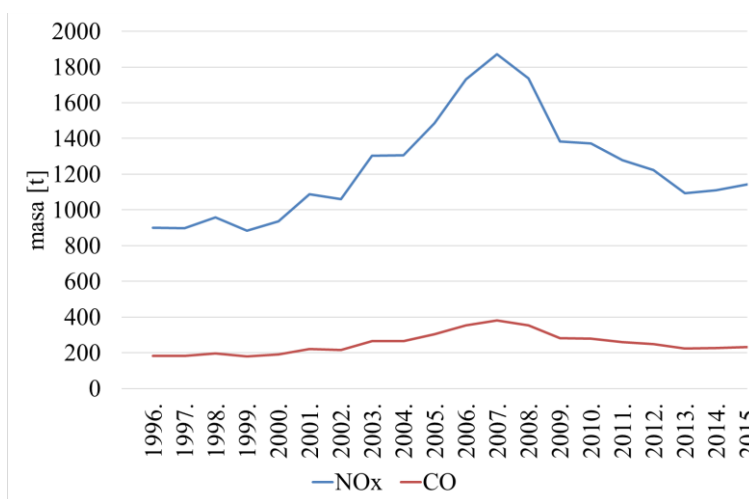
$$E_{PM_{2,5}} = 17\,170 \text{ t}_G \cdot 1,37 \frac{\text{kg}_{PM_{2,5}}}{\text{t}_G} = 24 \text{ t}_{PM_{2,5}} \quad (59)$$

Tablica 26. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa

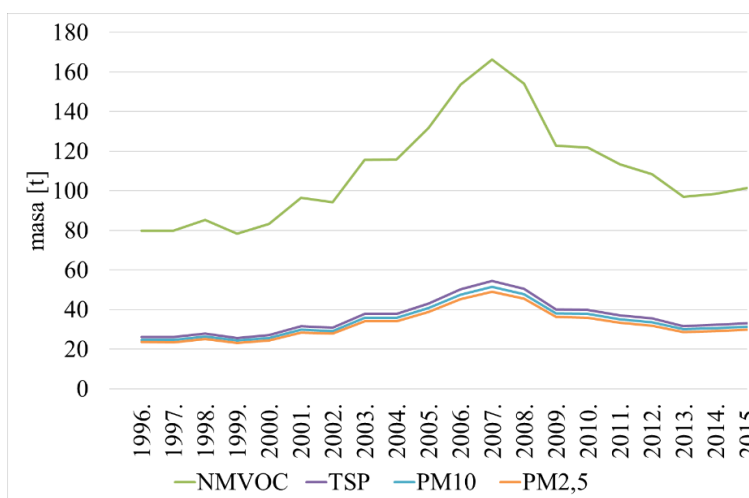
| | Ukupno [mil. tkm] | Potrošnja goriva [t] | CO ₂ [tis. tona] | NOx [t] | CO [t] | NMVOC [t] | TSP [t] | PM10 [t] | PM2,5 [t] |
|-------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|---------|--------|-----------|---------|----------|-----------|
| 1996. | 1717 | 17170 | 54 | 900 | 184 | 80 | 26 | 25 | 24 |
| 1997. | 1715 | 17150 | 54 | 899 | 184 | 80 | 26 | 25 | 23 |
| 1998. | 1831 | 18310 | 57 | 959 | 196 | 85 | 28 | 26 | 25 |
| 1999. | 1685 | 16850 | 53 | 883 | 180 | 78 | 26 | 24 | 23 |
| 2000. | 1788 | 17880 | 56 | 937 | 191 | 83 | 27 | 26 | 24 |
| 2001. | 2074 | 20740 | 65 | 1087 | 222 | 96 | 32 | 30 | 28 |
| 2002. | 2026 | 20260 | 64 | 1062 | 217 | 94 | 31 | 29 | 28 |
| 2003. | 2487 | 24870 | 78 | 1303 | 266 | 116 | 38 | 36 | 34 |
| 2004. | 2493 | 24930 | 78 | 1306 | 267 | 116 | 38 | 36 | 34 |
| 2005. | 2835 | 28350 | 89 | 1486 | 303 | 132 | 43 | 41 | 39 |
| 2006. | 3305 | 33050 | 104 | 1732 | 354 | 154 | 50 | 48 | 45 |
| 2007. | 3574 | 35740 | 112 | 1873 | 382 | 166 | 54 | 51 | 49 |
| 2008. | 3312 | 33120 | 104 | 1735 | 354 | 154 | 50 | 48 | 45 |
| 2009. | 2641 | 26410 | 83 | 1384 | 283 | 123 | 40 | 38 | 36 |
| 2010. | 2618 | 26180 | 82 | 1372 | 280 | 122 | 40 | 38 | 36 |
| 2011. | 2438 | 24380 | 77 | 1278 | 261 | 113 | 37 | 35 | 33 |
| 2012. | 2332 | 23320 | 73 | 1222 | 250 | 108 | 35 | 34 | 32 |
| 2013. | 2086 | 20860 | 66 | 1093 | 223 | 97 | 32 | 30 | 29 |
| 2014. | 2119 | 21190 | 67 | 1110 | 227 | 99 | 32 | 31 | 29 |
| 2015. | 2183 | 21830 | 69 | 1144 | 234 | 102 | 33 | 31 | 30 |



Slika 58. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (CO₂)



Slika 59. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (NO_x, CO)



Slika 60. Emisije štetnih tvari iz željezničkog prometa (NMVOC, TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

8.5. Prijedlog izrade inventara za sve necestovne pokretne strojeve

Pomoću programskog paketa MS Office izrađena je baza podataka u kojoj treba odabrati određene podatke, a neke kao efektivna snaga, broj radnih sati i broj komada upisati. Emisijski faktori uzeti su iz EMEP vodiča [7] i uvršteni u program radi lakšeg i bržeg računanja emisija štetnih tvari.

| SNAP ID | Broj taktova | Vrsta goriva | Efektivna snaga, kW | Emisijski razred |
|---------|--------------|--------------|----------------------|------------------|
| | 1 Dva | 1 Benzin | 1 $P < 8$ | 1 <1981 |
| | 2 Četri | 2 Dizel | 2 $8 \leq P < 19$ | 2 1981-1990 |
| | | 3 Ostalo | 3 $19 \leq P < 37$ | 3 1991-Stage I |
| | | | 4 $37 \leq P < 56$ | 4 Stage II |
| | | | 5 $56 \leq P < 75$ | 5 Stage IIIA |
| | | | 6 $75 \leq P < 130$ | 6 Stage IIIB |
| | | | 7 $130 \leq P < 560$ | 7 Stage IV |
| | | | 8 $P > 560$ | 8 Stage V |

Slika 61. Primjer odabira ulaznih podataka

| Emisije štetnih tvari dvotaktnih motora | | | | | | | |
|-----------------------------------------|---------|---------------------|--------|---------------------|---------------------|---------|-------|
| NO _x , g | VOC, kg | CH ₄ , g | CO, kg | N ₂ O, g | NH ₃ , g | TSP, kg | BC, g |
| 143 | 47,6 | 3332 | 1393 | 33,3 | 7 | 8,7 | 435 |

Slika 62. Primjer dobivenih rezultata

9. PRIJEDLOG ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O NECESTOVNIM POKRETNIM STROJEVIMA

Za što točniju izrade katastra necestovnih pokretnih strojeva i procjenu emisija štetnih tvari iz njih potrebno je sve podatke skupiti u jednu centralnu bazu koja bi bila dostupna za znanstveno istraživačke potrebe i praćenje trendova uvoza necestovnih pokretnih strojeva. Trenutno ne postoji nikakav model po kojem se prikupljaju podaci o novim strojevima i o onima koju su od prije u upotrebi. Do točnih podataka vrlo teško je doći zbog velikog broja ruralnih područja u kojima je velik broj takvih strojeva i svakodnevno se koriste za obavljanje najrazličitijih radnih zadataka.

Jedan od modela prikupljanja novih podataka je izrade središnje baze podataka koja bi se nalazila na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Bazu bi dopunjavao svaki trgovac prije stavljanja strojeva na tržište, a jedan od mogućih programa u kojima se baza može izrađivati je program za izradu baza podataka MS Office Access. Primjer kategorija koje bi se trebale popunjavati prilikom stavljanja na tržište dan je na slici 61., a ovisno o potrebama kategorije se mogu i dodavati kao bi se dobio što detaljniji katastar necestovnih pokretnih strojeva.

| Id | Carinski b. | SNAP k. | Proizvođač | Dvota | Cetver | Benzin | Dizel | Ostalo | BSFC, g/kWh | Snaga, kW | Radnih s. | Godina proiz. |
|----|-------------|---------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|
| 7 | 8429.51.99 | 080811 | JCB | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 200 | 150 | 1500 | 2014. |
| 8 | 8433.11.51 | 080902 | Honda | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 250 | 4 | 20 | 2010. |
| 5 | 8433.59.85 | 080903 | Sthil | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 300 | 3 | 1000 | 2016. |
| 9 | 8502.11.80 | 080816 | JCB | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 200 | 70 | 2200 | 1996. |
| 6 | 8704.10.10 | 080809 | Man | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 200 | 400 | 1500 | 2014. |
| 10 | 8704.21.99 | 080703 | Yamaha | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 350 | 258 | 30 | 2013. |

Slika 63. Primjer baze podataka necestovnih pokretnih strojeva u MS Accessu

10. ZAKLJUČAK

Prvi problem na kojega se nailazi kod izrade inventara emisija necestovnih pokretnih strojeva je nepoznavanje količine strojeva, taj problem mogao bi se riješiti pomoću baze podataka u koju bi se upisivali svi novi strojevi koji se stavljaju na tržište, a koja bi se s vremenom popunjavala. Drugi problem je nepoznavanje podataka o količini goriva koje izgara u strojevima i njihovi emisijski faktori, koji se mogu dobiti mjerenjem emisija štetnih tvari strojeva u realnim uvjetima. Cilj prikupljanja svih podataka je analiza udjela emisija štetnih tvari necestovnih pokretnih strojeva u ukupnim emisijama i njihovo smanjenje kako bi se poboljšala kvaliteta zraka.

Izrada potpunog inventara za Republiku Hrvatsku nije moguća zbog nedostataka svih podataka koji su za to potrebni. Prikupljanje podataka o količini strojeva daje temelje za sam inventar jer je to osnovni podatak potreban za izračunavanje emisija štetnih tvari u svim metodama.

LITERATURA

- [1] Direktiva 97/68/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 1997. godine; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A31997L0068>
- [2] Meteovancouver; http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/emissions_monitoring/emissions/emission-inventories/Pages/default.aspx
- [3] Inventory management, improvement and QA/QC; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-a-general-guidance-chapters/6-inventory-management-improvement-and>
- [4] A new EU Regulation for engines in non-road mobile machinery (NRMM); <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2015/wp29grpe/GRPE-73-06.pdf>
- [5] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- [6] EMEP; <http://www.emep.int/>
- [7] Non road mobile machinery 2016; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-road-1>
- [8] 1.A.3.d Navigation (shipping) 2016; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-d-navigation>
- [9] 1.A.3.c Railways 2016; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-c-railways-2016>
- [10] London's 'Low Emission Zone' for non-road mobile machinery; <http://nrmm.london/>
- [11] Livescience, <http://www.livescience.com/57157-mystery-of-london-killer-fog-solved.html>
- [12] Photobucket; http://s19.photobucket.com/user/kfcjaime/media/LEZ_Pinpoint_527pixelsWIDTH.jpg.html
- [13] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture; <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=887>
- [14] Statistički ljetopis; http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2016/sljh2016.pdf

- [15] PRAVILNIK O METODOLOGIJI ZA PRAĆENJE, MJERENJE I VERIFIKACIJU UŠTEDA ENERGIJE U NEPOSREDNOJ POTROŠNJI; <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/422363.pdf>
- [16] Željezničar, list HŽ Infrastrukture d.o.o., broj 828, studeni 2014.; <http://noviweb.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2016/08/Zeljeznicar-828-studeni-2014.pdf>
- [17] HRVATSKA ŽELJEZNIČKA MREŽA | HŽ Infrastruktura, http://www.hzinfra.hr/?page_id=418