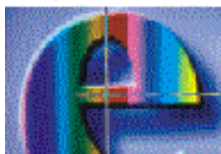


**AKCIJSKI PLAN POBOLJŠANJA
KVALITETE ZRAKA NA PODRUČJU
GRADA ZAGREBA**

Zagreb, kolovoz 2014.



Naručitelj: **Grad Zagreb**

Ovlaštenik: **EKONERG d.o.o.**
Zagreb

Radni nalog: I-03-053

Ugovor: I-03-053

Naslov:

Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Zagreba

Voditelj izrade studije: Elvira Horvatić Viduka
Vladimir Jelavić

Autori: Elvira Horvatić Viduka
Vladimir Jelavić

Suradnik: Mirela Poljanac

Direktor odjela za zaštitu okoliša i
održivi razvoj

Direktor:

Dr.sc. Vladimir Jelavić, dipl.ing.

Mr.sc. Zdravko Mužek, dipl.ing.

Zagreb, 2014.

Sadržaj

UVOD	1
1. LOKALIZIRANJE PREKOMJERNOG ONEČIŠĆENJA	3
1.1. Područje	3
1.2. Grad (karta)	6
1.3. Mjerne postaje (karta, geografske koordinate).....	7
2. OPĆI PODACI	11
2.1. Vrsta zone (grad, industrijsko ili ruralno područje)	11
2.2. Procjena veličine onečišćenog područja (km ²) i broja stanovnika izloženih onečišćenju.....	11
2.3. Korisni klimatski podaci.....	12
2.4. Relevantni topografski podaci.....	13
2.5. Dovoljno podataka o vrsti ciljeva u zoni koje zahtijevaju zaštitu.....	14
3. ODGOVORNA TIJELA	15
3.1. Imena i adrese osoba koje su odgovorne za razvoj i provedbu akcijskog plana za poboljšanje kvalitete zraka.....	15
4. PRIRODA I PROCJENA ONEČIŠĆENJA	16
4.1. Koncentracije koje su zabilježene tijekom prethodnih godina (prije provedbe mjera za poboljšanje)	16
4.2. Koncentracije koje su izmjerene od početka provedbe „Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“.....	17
4.3. Tehnike koje su korištene za procjenu	20
5. PORIJEKLO ONEČIŠĆENJA	21
5.1. Popis glavnih izvora emisije koji su odgovorni za onečišćenje (karta)	21
5.2. Ukupna količina emisija iz izvora onečišćenja	21
5.3. Podaci o onečišćenju koje je došlo iz drugih regija.....	24
6. ANALIZA SITUACIJE	27
6.1. Detaljni podaci o onim faktorima koji su odgovorni za prekoračenje.....	27
6.2. Detaljni podaci o mogućim mjerama za poboljšanje kvalitete zraka	42
7. PODACI O MJERAMA I PROJEKTIMA KOJI SU PRETHODILI OVOM AKCIJSKOM PLANU	48

7.1. Lokalne, regionalne, nacionalne, međunarodne mjere	48
7.2. Zabilježeni učinci tih mjera	53
8. DETALJNI PODACI O ONIM MJERAMA ILI PROJEKTIMA KOJI SU USVOJENI S CILJEM SMANJENJA ONEČIŠĆENJA, SUKLADNO ZAKONU O ZAŠTITI ZRAKA	55
8.1. Popis i opis svih mjera navedenih u akcijskom planu	55
8.2. Vremenski plan provedbe	62
8.3. Procjena planiranog poboljšanja kvalitete zraka i očekivanog vremena, potrebnog za dostizanje tih ciljeva	65
9. DETALJNI PODACI O DUGOROČNO PLANIRANIM ILI ISTRAŽIVANIM MJERAMA ILI PROJEKTIMA	66
9.1. Akcijski plan energetske održivosti razvoja Grada Zagreba (SEAP, 2010).....	66
9.2. Programa zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama u Gradu Zagrebu za razdoblje 2013.-2017. (2014. godine)	66
9.3. Programi i planovi na državnoj razini.....	67
10. POPIS PUBLIKACIJA, DOKUMENATA, RADOVA, ITD., KOJI SU KORIŠTENI KAO DOPUNA PODACIMA KOJI SE TRAŽE NA TEMELJU OVOGA PRILOGA	69
10.1. Planovi, programi	69
10.2. Izvješća.....	69
10.3. Publikacije, smjernice	70
10.4. Radovi, studije	70
10.5. Ostali izvori podataka.....	71
PRILOG 1: ZAKONODAVNI OKVIR ZNAČAJAN ZA OCJENU KVALITETE ZRAKA 72	

UVOD

Na temelju praćenja kvalitete zraka na području Grada Zagreba u 2012. godini utvrđena je druga kategorija kvalitete zraka za slijedeće onečišćujuće tvari: dušikov dioksid, čestice frakcije PM₁₀ i frakcije PM_{2,5}, benzo(a)piren i ozon. Na temelju preporuka Ministarstva zaštite okoliša i prirode u okviru akcijskog plana uključeno je i stanje onečišćenja zraka u 2013. godini.

Sukladno članka 46. Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) Grad Zagreb ima obvezu izrade akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka.

Tijekom izrade ovog akcijskog plana došlo je do izmjena zakonskog okvira od značaja za donošenje akcijskog plana. Prema stavku 1 članka 46. Zakonu o zaštiti zraka proglašenom 2011. godine predstavničko tijelo Grada Zagreba nadležno za aglomeraciju Zagreb trebalo je donijeti akcijski plan za poboljšanje kvalitete zraka za tu aglomeraciju. Aglomeracija Zagreb prema tada važećoj Uredbi o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 68/08) obuhvaćala je samo administrativno područje Grada Zagreba. U siječnju 2014. godine stupila je na snagu Uredba o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 1/14) kojom je područje aglomeracije Zagreb uz Grad Zagreb obuhvatilo i susjedne jedinice lokalne samouprave: Grad Zagreb, Grad Dugo Selo, Grad Samobor, Grad Sveta Nedelja, Grad Velika Gorica, Grad Zaprešić.

U skladu s izmjenama Zakona o zaštiti zraka u travnju 2014. godine, više jedinica lokalne samouprave i Grad Zagreb koji pripadaju „aglomeraciji Zagreb“, u kojoj razine onečišćujuće tvari prekoračuju bilo koju graničnu vrijednost ili ciljnu vrijednost, surađuju u izradi akcijskog plana radi harmonizacije mjera, a predstavničko tijelo Grada Zagreba donosi akcijski plan za svoje administrativno područje.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) akcijski plan se donosi kako bi „u što je mogućem kraćem vremenu, osiguralo postizanje graničnih ili ciljnih vrijednosti“. Vrijeme na koje se odnosi akcijski plan nije zakonom propisano, već sam akcijski plan daje „rokove ostvarivanja mjera“.

Ovaj akcijski plan sadrži sve informacije u skladu sa članka 46. Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14), a format dokumenta u skladu je sa Pravilnikom o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (NN 57/13).

Dugogodišnja praćenja kvalitete zraka na području Zagreba pokazuju trajno prekomjerno onečišćenje zraka dušikovim dioksidom i lebdećim česticama, a kvalitativno su uzroci onečišćenja poznati. Onečišćenje zraka dušikovim dioksidom na urbanom području, posebice na lokacijama u blizini glavnih gradskih prometnica pod dominantnim je utjecajem cestovnog prometa. Onečišćenje česticama je osim lokalnim izvorima, prvenstveno malim kućnim ložištima, uzrokovano i prekograničnim transportom sitnih čestica, te nepovoljnim klimatskim uvjetima u sezoni grijanja.

U urbanim područjima zemalja Europske unije usprkos smanjenju emisije još uvijek je velik dio populacije izložen prekomjernom onečišćenju zraka. Smatra se da je s gledišta utjecaja na zdravlje najproblematičnije onečišćenje česticama i ozonom.

Prema izvješću Europske agencije za okoliš (*Air Quality in Europe – 2013 Report, EEA, 2013*) u razdoblju od 2009. do 2011. godine udio stanovništva Europske unije koji je bio izložen koncentracijama iznad graničnih vrijednosti za PM₁₀ bio je u rasponu 22 - 33%, za PM_{2,5} u rasponu 20 - 31%, za NO₂ u rasponu 5 - 13%, za O₃ u rasponu 14 - 18% i za BaP u rasponu 22 - 31%.

Europska je praksa da izradi akcijskih planova prethode detaljna istraživanja kojima se utvrđuje priroda i uzrok prekomjernog onečišćenja zraka. Uglavnom je riječ o primjeni modela kvalitete zraka za urbana područja što podrazumijeva detaljan katastar emisija kućanstava i cestovnog prometa. Prvo, ujedno i jedino istraživanje tog tipa za područje Grada Zagreba provedeno je za stanje emisija od prije petnaest godina kada su na temelju proračuna modelom disperzije izrađene karte onečišćenja i iskazan doprinos pojedinih sektora onečišćenju zraka, (*Određivanje kategorizacije područja u gradu Zagrebu prema stupnju onečišćenosti zraka EKONERG, 2001.*). U posljednjih petnaestak godina došlo je do značajnijih promjena emisija pojedinih sektora, pa je slično istraživanje korisno ponoviti uzevši u obzir prostornu promjenjivost, te sezonski i dnevni hod emisija. Kada je riječ o onečišćenju česticama na urbanom području, europska praksa jest da istraživanja uzroka onečišćenja uključuju mjerenja posebnih pokazatelja izvora emisija i primjenu tzv. „receptorskih modela“.

Ovaj akcijski plan izrađen je na temelju analize dostupnih podataka: rezultata praćenja kvalitete zraka u razdoblju 2009.-2013. i katastra emisija za 2010. godinu (*Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetskih izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju, EIHP, 2013*). Njihovom detaljnom analizom, te temeljem poznavanja klimatskih karakteristika zagrebačkog područja i posebnosti disperzije na urbanom području analiziran je utjecaj pojedinih sektora na onečišćenje zraka. Ovim dokumentom poboljšanja kvalitete zraka prvi puta je brojčano iskazano potrebno smanjenje emisija izvora sa područja Grada Zagreba.

Kako bi se na području aglomeracije Zagreb postigla prva kategorija kvalitete zraka spram razine koncentracija NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} i benzo(a)pirena u zraku ovdje predloženi Plan utvrđuje potrebno smanjenje emisije, teritorijalno područje na kojem je potrebno prioritarno djelovanje i zaštita, te predlaže mjere i dinamiku primjene mjera. Mjere iz plana odabrane su po principu troškovne učinkovitosti, ali i uvažavanjem ostalih mogućih pratećih efekata (smanjenje emisije stakleničkih plinova, utjecaj na okoliš, poticaj za gospodarstvo).

Za ostvarivanja značajnog smanjenja emisije potreban je sinergijski učinak brojnih mjera za čije je provođenje potrebno izraditi dodatne tehničke i ekonomske analize kako bi se postigao najveći učinak smanjenja emisije uz najmanje troškove. Prije uvođenja područja niskih emisija prometa (engl. „low emission zone“) potrebno je detaljno analizirati prometnu situaciju i alternativne pravce kako se problem prekomjernog onečišćenja ne bi prenio na susjedna područja. Mjere kojima se smanjuju emisije čestica kućanstva usko su povezane sa mjerama povećanja energetske učinkovitosti, pa su tehno-ekonomske analize nužne u definiranju prioriteta provođenju tih mjera. Stoga se u provedbi mjera predlaže se postupan pristup, s opreznim koracima, primjenom tzv. sigurno učinkovitih koraka zasnovanih na tehničkim i ekonomskim analizama.

Akcijski plan podupire i nastavak mjera iz drugih gradskih planova i programa usmjerenih na zaštitu zraka, poticanje energetske učinkovitosti i uporabu obnovljivih izvora energije kao što su *Program zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama Grada Zagreba* ili se provode u okviru Akcijskog plana održivog razvitka Grada Zagreba. Mjere iz spomenutih dokumenata operativno nadopunjavaju ovaj Akcijski plan te se očekuje da imaju sinergijski učinak na smanjenje emisija dušikovih oksida i čestica.

1. LOKALIZIRANJE PREKOMJERNOG ONEČIŠĆENJA

1.1. PODRUČJE

Područje prekomjernog onečišćenja određuje se temeljem ocjene kvalitete zraka u skladu sa Zakonom o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) i pratećim podzakonskim aktima.

Na temelju *Godišnjeg izvješća o praćenju kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj u 2012. godini* (AZO, 2013) na području Grada Zagreba u 2012. godini druga kategorija kvalitete zraka utvrđena je za slijedeće onečišćujuće tvari:

- čestice PM₁₀ na lokacijama Zagreb-1, Đorđićeva, Prilaz Baruna Filipovića, Ksaverska cesta, Siget i Susedgrad;
- čestice PM_{2,5} na lokaciji Siget;
- dušikov dioksid na lokacijama Zagreb-1, Đorđićeva, Prilaz Baruna Filipovića i Siget;
- benzo(a)piren na lokaciji Zagreb-1 i Ksaverska cesta;
- ozon na lokacijama Zagreb-3, Ksaverska cesta, Peščenica i Siget.

U vrijeme izrade ovog dokumenta izvješće o praćenju kvalitete zraka za 2013. godinu na postajama državne mreže nije bilo dostupno. Stoga u ovom poglavlju nije iskazana ocjena kvalitete zraka za mjerenja na lokacijama Zagreb-1, Zagreb-2 i Zagreb-3 u 2013. godini.

Prema godišnjem izvješću o praćenju kvalitete zraka u gradskoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka, te izvješću o dodatnim mjerenjima na lokaciji Zagreb-1² u 2013. godini druga kategorija kvalitete zraka utvrđena je za slijedeće onečišćujuće tvari:

- čestice PM₁₀ na lokacijama Zagreb-1, Đorđićeva, Prilaz Baruna Filipovića, Ksaverska cesta, Siget, Susedgrad i Peščenica;
- dušikov dioksid na lokacijama: Đorđićeva, Prilaz Baruna Filipovića i Siget;
- benzo(a)piren na lokaciji Zagreb-1.

Parametri kvalitete zraka spram kojih je utvrđeno prekomjerno onečišćenje na pojedinim mjernim mjestima u 2012. i 2013. godini iskazani su u Tab. 1-1, te grafički prikazani na Sl. 1-1.

Podaci praćenja kvalitete zraka za 2012. godinu ocjenjivani su temeljem Uredbe o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05) i Uredbe o ozonu u zraku (NN 133/05), a za 2013. godinu prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) za što je dana napomena na dnu tablice. Izmjene zakonodavnog okvira opisane su u Prilogu 1.

Prva kategorija kvalitete zraka spram onečišćenja ozonom u 2013. godini na postajama gradske mreže nije posljedica promjene razine koncentracija ozona već promjena kategorizacije zbog izmjene zakonodavnog okvira.

Mjerenja u blizini odlagališta Jakuševac i pročišćivača otpadnih voda CUPOV pokazala su da se 2012. i 2013. godine povremeno javljalo dodijavanje mirisom za onečišćujuće tvari H₂S i merkaptane.

² Institut za medicinska istraživanja na izabranim lokacijama državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka provodi dodatna mjerenja koncentracija i sastava čestica PM₁₀. Na lokaciji Zagreb-1 pored gravimetrijskih mjerenja PM₁₀ provodi se i mjerenje benzo(a)pirena.

Tab. 1-1: Pregled parametra zbog kojeg je utvrđeno prekomjerno onečišćenja zraka na području Grada Zagreba u 2012. i 2013. godini

(Izvor podataka: Godišnja izvješća o praćenju kvalitete zraka Instituta za medicinska istraživanja i Agencije zaštite okoliša)

LOKACIJA	ONEČIŠĆUJUĆA TVAR	PARAMETAR PREKORAČENJA U 2012. GODINI	PARAMETAR PREKORAČENJA U 2013. GODINI
Zagreb-1	NO ₂	C _{SR} , N _{24H}	Izvješće za 2013. nije objavljeno
	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}
	benzo(a)piren	C _{SR}	CV
Zagreb-3	O ₃	GV, TV ₈	Izvješće za 2013. nije objavljeno
Đorđićeva	NO ₂	C _{SR} , N _{24H}	C _{SR}
	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}
Prilaz baruna Filipovića	NO ₂	C _{SR} , N _{24H}	C _{SR}
	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}
Ksaverska cesta	O ₃	GV, TV _{8H} , TV _{24H}	(1. kategorija)
	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}
	benzo(a)piren	C _{SR}	(1. kategorija)
Peščenica	O ₃	TV ₂₄	(1. kategorija)
	PM ₁₀ (grav.)	(1. kategorija)	N _{24H}
Siget	NO ₂	C _{SR}	C _{SR}
	O ₃	TV ₂₄	(1. kategorija)
	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}
	PM _{2.5} (grav.)	C _{SR}	C _{SR}
Susedgrad	PM ₁₀ (grav.)	N _{24H}	N _{24H}

SKRAĆENICE:

Prekoračenja graničnih vrijednosti za NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} za 2012. prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05), a za 2013. godinu prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) označena su:

- C_{SR} – prekoračenje granične vrijednosti srednje godišnje koncentracije
- N_{24H} – broj prekoračenja granične vrijednosti dnevni koncentracija veći od dozvoljenog

Za benzo(a)piren u skladu sa nazivom parametra:

- za 2012. godinu prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05) prekoračenje granične vrijednosti srednje godišnje koncentracije označeno sa C_{SR},
- za 2013. godinu prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) prekoračenje ciljne vrijednosti (koja se odnosi na srednju godišnju koncentraciju) označeno sa CV.

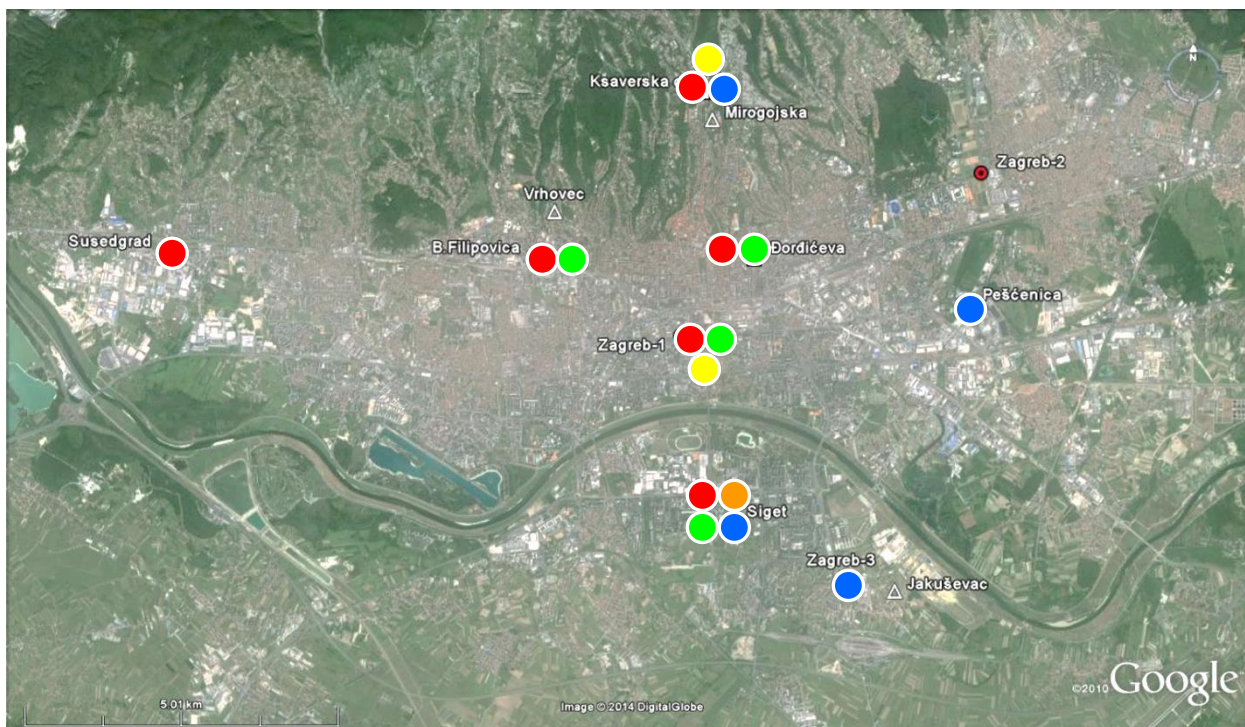
Za ozon parametri prekoračenja u 2012. godini su prema Uredbi o ozonu u zraku (NN 133/05):

- GV – prekoračenje granične vrijednosti (dugoročnog cilja) za ozon
- TV_{8H} – prekoračenje tolerantne (ciljne vrijednosti) za ozon za parametar najviše dnevnu osmosatnu srednju vrijednost koncentracije
- TV_{24H} – prekoračenje tolerantne (ciljne vrijednosti) za ozon za parametar najviše dnevne vrijednost koncentracije

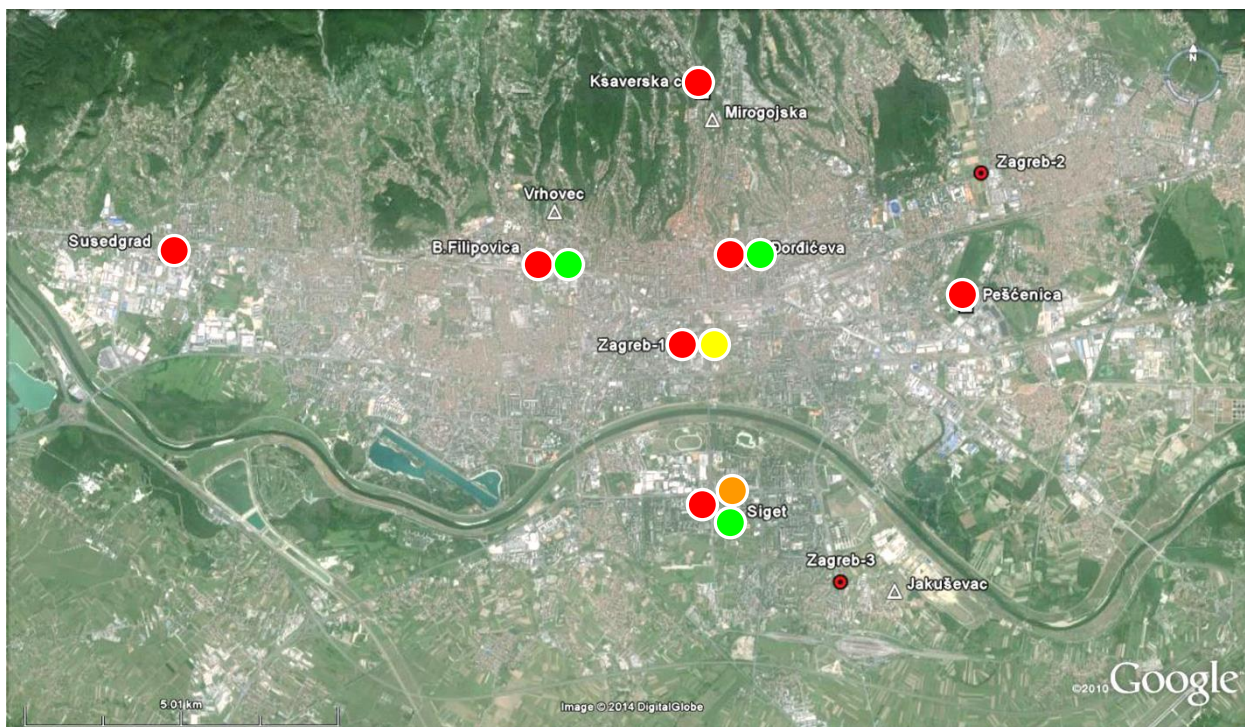
Za ozon parametri prekoračenja u 2013. godini su prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12)

- CV – prekoračenje ciljne vrijednosti za ozon
- DC – prekoračenje dugoročnog cilja za ozon

Druga kategorija kvaliteta zraka u 2012. godini



Druga kategorija kvaliteta zraka u 2013. godini



Sl. 1-1: Prikaz prekoračenja graničnih vrijednosti na području aglomeracije Zagreb u 2012. i 2013. godini (Oznake: crveno – PM₁₀, narančasto – PM_{2,5}, žuto – BaP, zeleno – NO₂, plavo – O₃)

1.2. GRAD (KARTA)

Grad Zagreb prostorno obuhvaća gradske četvrti: Donji grad, Gornji grad – Medveščak, Trnje, Maksimir, Peščenica - Žitnjak, Novi Zagreb – istok, Novi Zagreb – zapad, Trešnjevka – sjever, Trešnjevka – jug, Črnomerec, Gornja Dubrava, Donja Dubrava, Stenjevec, Podsused – Vrapče, Podsljeme, Sesvete i Brezovica. Administrativno područje Grada Zagreba sa naznačenim granicama naselja prikazano je na Sl. 1-2.



Sl. 1-2: Gradske četvrti Grada Zagreba

1.3. MJERNE POSTAJE (KARTA, GEOGRAFSKE KOORDINATE)

Na području Grada Zagreba praćenje kvalitete zraka provodi se:

- na postajama državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka: Zagreb-1, Zagreb-2 i Zagreb-3
- na postajama gradske mreže za trajno praćenje kvalitete zraka: Đorđićeva ulica, Ksaverska cesta, Peščenica, Prilaz baruna Filipovića, Siget i Susedgrad
- na postajama posebne namjene:
 - Vrhovec – za praćenje utjecaja energetskog postrojenja EL-TO
 - Jakuševac - za praćenje utjecaja odlagališta otpada
 - Mirogjska 16 – za praćenje utjecaja cestovnog prometa na području rezidencijalne zone Mirogoj
 - Mjerna mreža Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba (MM CUPOVZ) koju čini pet mjernih postaja za praćenje utjecaja pročišćivača otpadnih voda.

Lokacije mjernih postaja za praćenje kvalitete zraka na području Grada Zagreba prikazane su na Sl. 1-3. Zemljopisne koordinate postaje dane su u Tab. 1-2, a program mjerenja u Tab. 1-3.

Postaje Peščenica, Susedgrad i Vrhovec klasificirane su kao gradske industrijske postaje, no treba napomenuti da su danas u njihovoj blizini značajni samo energetski izvori EL-TO (Vrhovec) i TE-TO (Peščenica).

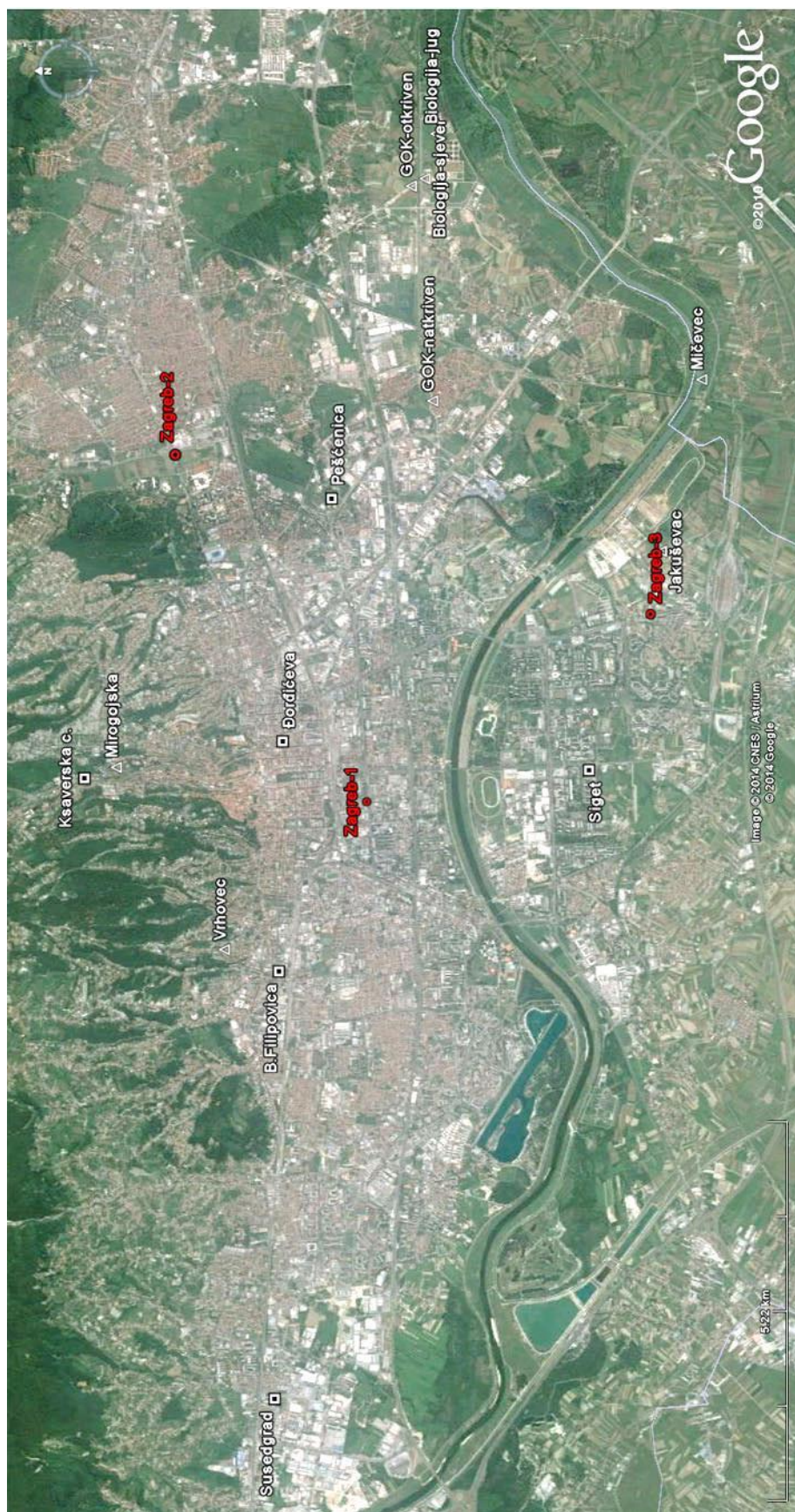
Na lokaciji Jakuševac provode se mjerenja posebne namjene radi utjecaja obližnjeg odlagališta otpada.

Mjerne postaje na kojima je utvrđeno prekomjerno onečišćenje zraka (vidi Poglavlje 1.1) nalaze se na trajno izgrađenom gradskom području. Značajke uzorkovanja i veličine područja reprezentativnosti pojedinih postaja dane su u Tab. 1-2. Informacije o području reprezentativnosti uzete su u obzir kod analiza uzroka onečišćenja (opisanih u poglavlju 6).

Tab. 1-2: Zemljopisne koordinate, značajke uzorkovanja i područje reprezentativnosti mjerenja mjernih postaja za trajno praćenje kvalitete zraka

(Izvor podataka: Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2012. godinu)

Mjerna postaja	Koordinate	Visina uzorkovanja	Smještaj uzorkivača	Područje reprezentativnosti
Zagreb-1	45° 48' 18,1'' N 15° 58' 27,2'' E	3 m	Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
Zagreb-2	45° 49' 42,3'' N 16° 02' 09,4'' E	3 m	Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
Zagreb-3	45° 40' 46,3'' N 16° 0' 18,2'' E	3 m	Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
Đorđićeva ulica	45° 48' 41" N 15° 59' 21" E	4 m	Krovu ulične prizemne zgrade	500 m x 500 m
Prilaz baruna Filipovića	45° 48' 44" N 15° 56' 55" E	7 m	Krovu ulične zgrade	1000 m x 100 m
Ksaverska cesta	45° 50' 9" N 15° 58' 59" E	2 m	Dvorište uz cestu	1000 m x 50 m
Siget	45° 46' 25" N 15° 59' 4" E	4 m	Krov ulične prizemne zgrade	2000 m x 500 m
Peščenica	45° 48' 17" N, 16° 01' 58" E	4,5 m	Krov ulične prizemne zgrade	1000 m x 500 m
Susedgrad	45° 48' 44" N 15° 52' 25" E	4 m	Krov ulične prizemne zgrade	1000 m x 500 m
Vrhovec	45° 49' 20,2" N 15° 56' 36,1" E		Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
Mirogojska 16	45° 49' 20,2" N 15° 56' 36,1" E	4 m	Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
Jakuševac	45° 45' 49" N 16° 1' 5" E	10 – 15 m	Uzorkivači smješteni na krovu kontejnera	Nema podataka
MM CUPOV „Biologija sjever“	45° 47' 33,3" N 16° 5' 3,8" E	2 m		Nema podataka
MM CUPOV „Biologija jug“	45° 47' 28,3" N 16° 5' 32,4" E	2 m		Nema podataka
MM CUPOV „GOK otkriven“	45° 47' 39,5" N 16° 4' 59,1" E	2 m		Nema podataka
MM CUPOV „Mičevac“	45° 45' 30,9" N 16° 2' 54,3" E	2 m		Nema podataka
MM CUPOV „GOK natkriven“	45° 47' 30,6" N 16° 2' 41,9" E	2 m		Nema podataka



Sl. 1-3: Lokacije mjernih postaja na području Grada Zagreba

(Oznake: krug – državna mreža, kvadrat – gradska mreža za trajno praćenje kvalitete zraka, trokut – postaje posebne namjene)

Tab. 1-3: Pregled programa praćenja kvalitete zraka na području Grada Zagreba u 2012. godini

Postaja	Parametri koji se prate
DRŽAVNA MREŽA ZA TRAJNO PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	
Zagreb-1	SO ₂ , NO ₂ , CO, benzen, O ₃ , Hg ⁰ Automatski i gravimetrijski PM ₁₀ , kemijski sastav PM ₁₀ : Cd, Ni, As, sulfati i PAU (BaP)
Zagreb-2	SO ₂ , NO ₂ , CO, automatski PM ₁₀
Zagreb-3	SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , automatski PM ₁₀
GRADSKA MREŽA ZA TRAJNO PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	
Đorđićeva ulica	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , NH ₃ Gravimetrijski PM ₁₀ i PM _{2,5} , Kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe i Zn Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
Prilaz baruna Filipovića	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , NH ₃ Gravimetrijski PM ₁₀ , kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe i Zn Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
Ksaverska cesta	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ Gravimetrijski PM ₁₀ i PM _{2,5} Kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe, Zn, sulfati, nitrati, kloridi, PAU (BaP) Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
Siget	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ Gravimetrijski PM ₁₀ i PM _{2,5} Kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe, Zn Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
Peščenica	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ Gravimetrijski PM ₁₀ , kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe i Zn Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
Susedgrad	SO ₂ Gravimetrijski PM ₁₀ , kemijski sastav PM ₁₀ : Pb, Mn, Cd, As, Ni, Cu, Fe i Zn Ukupna taložna tvar (UTT) i sadržaj teških metala: As, Pb, Cd, Ni i TI
MJERNE POSTAJE POSEBNE NAMJENE	
Vrhovec	NO ₂
Mirogojska	SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , benzen
Jakuševac	SO ₂ , NO ₂ , H ₂ S, merkaptani
MM CUPOVZ	H ₂ S, NH ₃ , merkaptani

2. OPĆI PODACI

2.1. VRSTA ZONE (GRAD, INDUSTRIJSKO ILI RURALNO PODRUČJE)

U skladu sa Zakonom o zaštiti zraka, a sa ciljem ocjene i upravljanja kvalitetom zraka, teritorij Republike Hrvatske podijeljen je na zone („područja“) i aglomeracije („naseljena područja“)³. Prva podjela teritorija Hrvatske u skladu sa ocjenom kvalitete zraka bila je proglašena Uredbom o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 68/08). U skladu sa nazivima propisanim tada važećim Zakonom o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08) Grad Zagreb imao je status „naseljenog područja“.

U siječnju 2014. godine stupila je na snagu Uredba o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 1/14) kojom je određena „aglomeracija Zagreb“ kojoj uz Grad Zagreb pripadaju i susjedne jedinice lokalne samouprave: Grad Dugo Selo, Grad Samobor, Grad Sveta Nedelja, Grad Velika Gorica, Grad Zaprešić.

Ovaj akcijski plan donosi se za administrativno područje Grada Zagreba.

2.2. PROCJENA VELIČINE ONEČIŠĆENOG PODRUČJA (km²) I BROJA STANOVNIKA IZLOŽENIH ONEČIŠĆENJU

Godišnja izvješća o stanju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske daju ocjenu stanja kvalitete zraka isključivo temeljem mjerenja na stalnim mjernim mjestima u zonama i aglomeracijama.

Da bi se mogla pobliže odrediti veličina područja i broj stanovnika izloženih onečišćenju potrebno je poznavati prostornu raspodjelu onečišćenja onečišćujućih tvari odnosno raspolagati sa kartama onečišćenja. S obzirom da ne postoji zakonska obveza izrade karata onečišćenja takve podloge nisu izrađene za područje Grada Zagreba (kao i čitave Hrvatske). Stoga je jedna od mjera ovog akcijskog plana izrada karata onečišćenja zraka fine rezolucije na području Grada Zagreba.

U nastavku je dana procjene izloženosti stanovništva onečišćenju zraka uzevši u obzir i reprezentativnost mjernih postaja smještenih većinom uz glavne prometnice.

Preliminarna konzervativna procjena jest da je svih 790 tisuća stanovnika Grada Zagreba izloženo prekomjernom onečišćenju zraka česticama i ozonom jer je riječ o onečišćujućim tvarima koje u velikoj mjeri ovise o razini pozadinskog opterećenja i međugodišnjoj varijabilnosti meteoroloških prilika.

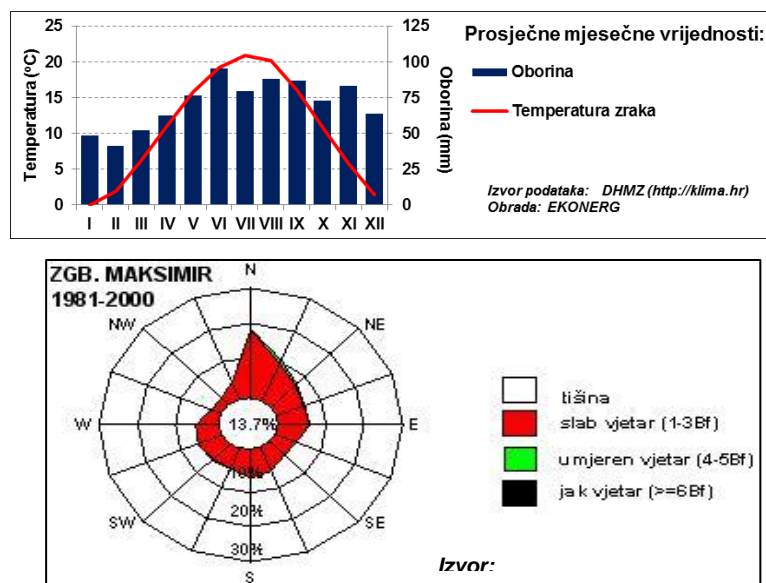
Onečišćenje dušikovim oksidom u najvećoj mjeri je pod utjecajem emisija cestovnog prometa. Potencijalno je najviše ugroženo stanovništvo u neposrednoj blizini gradskih avenija i glavnih gradskih ulica. S obzirom da koncentracije naglo opadaju sa udaljenošću od prometnica, procjenu izloženosti prekomjernom onečišćenju dušikovim dioksidom nije moguće dati bez karti onečišćenja fine rezolucije.

Za onečišćenje benzo(a)pirenom nije moguće dati procjenu izloženosti zbog ograničene reprezentativnosti mjernih mjesta smještenih uz prometnice.

³Prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08) umjesto zone koristio se naziv „područje“, a umjesto aglomeracije naziv „naseljeno područje“.

2.3. KORISNI KLIMATSKI PODACI

Šire zagrebačko područje ima kontinentalnu klimu koju obilježavaju hladne zime i vruća ljeta. Na Sl. 2-1 prikazan je godišnji hod temperature zraka i oborine na meteorološkoj postaji Zagreb-Maksimir prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda⁴.



Sl. 2-1: Klimadijagram i ruža vjetra za meteorološku postaju Zagreb-Maksimir

Prosječna godišnja temperatura zraka za postaju Zagreb-Maksimir iznosi 10,6°C. Najhladniji je u prosjeku mjesec siječanj sa temperaturom -0,3°C a najtopliji je srpanj sa prosječnom mjesečnom temperaturom 20,7°C.

Godišnje prosjeku ima oko 852 mm oborine, te je oko trećina dana je sa oborinom. Godišnji hod oborine je kontinentalnog tipa sa maksimumom u toplom dijelu godine, te je u prosjeku lipanj mjesec sa najvećom količinom oborine. U prosjeku je godišnje 124 kišna dana, a najviše kišnih dana javlja od travnja do lipanja.

Pojava snijega je očekivana u razdoblju od studenog do ožujka, te je u prosjeku godišnje 22 dana sa snježnim pokrivačem.

Godišnje je u prosjeku 46 dana s maglom koja se očekivano najviše javlja u hladnom dijelu godine, a najviše u prosincu i siječnju kada je u prosjeku trećina dana u mjesecu s maglom.

Na području Zagreba pušu uglavnom slabi vjetrovi. Položaj i smjer pružanja Medvednice značajno modificira strujanje sinoptičke skale. Medvednica generira lokalni cirkulacioni sustav koji nije snažan ali je postojan, pa danju puše vjetar uz obronak sa izraženom južnom komponentom, dok noću puše vjetar niz obronke Medvednice sa izraženom sjevernom komponentom. Dnevni vjetar obronka karakteriziraju veće brzine vjetra i veća promjenjivost smjera u odnosu na noćni vjetar obronka. Prizemni vjetar izrazito je modificiran konfiguracijom terena.

Ruža vjetra za postaju Maksimir, smještena na istočnom dijelu grada, razvučena u smjeru sjever-jug kao što se vidi na Sl. 2-1, a najčešće pušu vjetrovi sjevernog smjera. Međutim, ruža

⁴ Klimatski podaci za postaju Zagreb-Maksimir za razdoblje 1949-2013 (<http://klima.hr>)

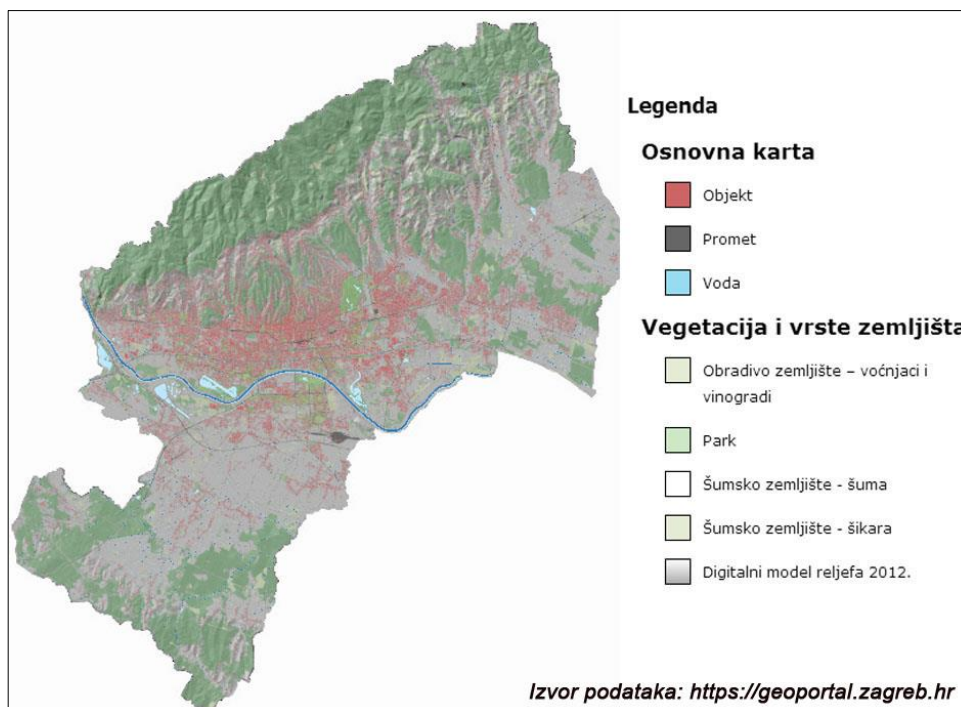
vjetra za meteorološku postaju Grič koja je smještena u središtu grada, razvučena u smjeru sjeveroistok-jugozapad⁶ što je posljedica utjecaja terena odnosno pružanja Medvednice. Na obje meteorološke postaje dominantni su vjetrovi sjeveroistočnog kvadranta (N-E), pri čemu je najčešći vjetar na lokaciji Maksimir NNE smjera, dok je na lokaciji Grič najčešći vjetar ENE smjera. Južni vjetrovi, smjerova od SSE preko S do SSW podjednako su česti na obje lokacije. Od vjetrova sa zapadnom komponentom, po svojoj čestini na lokaciji Grič posebno se ističe i WSW vjetar, a na postaji Maksimir NNW vjetar. Tišine se na lokaciji Maksimir javljaju u više od deset posto vremena, dok je na Griču njihova višestruko rjeđa.⁶

Za područje kontinentalne Hrvatske, pa time i područje Zagreba, zimi je česta pojava temperaturnih inverzija za razdoblja tišina odnosno slabog vjetra. U tim meteorološkim uvjetima disperzija je otežana što uzrokuje akumuliranje onečišćenja unutar naseljenog područja posebno unutar uličnih kanjona.

Urbanizacija utječe na sve klimatske elemente. Antropogeni utjecaj na mikroklimu kao posljedica urbaniziranog područja grada ponajviše se ogleda se kroz postojanje „toplinske kape“ nad gradom, te modificiranjem strujanja zraka. Strujanje zraka na izgrađenom području značajno je modificirano geometrijom gradskih ulica i zgrada. Unutar uličnih kanjona može doći do stvaranja turbulentnih vrtloga koji zadržavaju onečišćenje odnosno otežavaju prirodnu ventilaciju ulica.

2.4. RELEVANTNI TOPOGRAFSKI PODACI

Grad Zagreb smješten je u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj. Naseljeno područje pruža se od južnih obronaka Medvednice prema obali rijeke Save. Središnji dio grada (Zrinjevac) nalazi se na nadmorskoj visini od 122 metara. Digitalni model reljefa Grada Zagreba prikazan je na Sl. 2-2.



Sl. 2-2: Digitalni model reljefa Grada Zagreba

⁶ I.Lisac (1984) Vjetar u Zagrebu (Prilog poznavanju klime grada Zagreba, II), Geofizika, Vol.1

2.5. DOVOLJNO PODATAKA O VRSTI CILJEVA U ZONI KOJE ZAHTIJEVAJU ZAŠTITU

Sukladno Zakonu o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) „Akcijski plan za poboljšanje kvalitete zraka može dodatno obuhvatiti i posebne mjere kojima je svrha zaštita osjetljivih skupina stanovništva, uključujući i djece.“

Cilj ovog akcijskog plana je postizanje prve kategorije kvalitete zraka odnosno postizanje razine onečišćenja zraka ispod graničnih vrijednosti na čitavom području Grada Zagreba.

Prema definiciji iz Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) granična vrijednost je „razina onečišćenosti koju treba postići u zadanom razdoblju, ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući rizik od štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kada je postignuta ne smije se prekoračiti.“

U neposrednoj blizini mjernih postaja za koja su utvrđena prekomjerno onečišćenje zraka (vidi Sl. 1-1) nalaze osjetljive skupine receptora: bolesnici i djeca. Mjerna postaja Baruna Filipovića smještena je na krovu zgrade Doma zdravlja, a u neposrednoj blizini nalazi se Institut za tumore. Neposredno uz mjernu postaju Đorđićeva su Klinika za traumatologiju Zagreb i Osnovna škola Dr. Ivan Merz.

3. ODGOVORNA TIJELA

3.1. IMENA I ADRESE OSOBA KOJE SU ODGOVORNE ZA RAZVOJ I PROVEDBU AKCIJSKOG PLANA ZA POBOLJŠANJE KVALITETE ZRAKA

Prema članku 46. Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) predstavničko tijelo Grada Zagreba nadležno je za donošenje akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka.

Prema članku 6 Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14)

(1) Učinkovitost zaštite i poboljšanja kvalitete zraka i ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama osiguravaju Hrvatski sabor i Vlada Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Vlada) te predstavnička i izvršna tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave unutar svoje i ovim Zakonom određene nadležnosti.

(2) Upravne i stručne poslove zaštite i poboljšanja kvalitete zraka i ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama te provedbu mjera zaštite i poboljšanja kvalitete zraka i ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama provode i osiguravaju središnja tijela državne uprave, upravna tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave nadležna za obavljanje poslova zaštite okoliša te druge pravne osobe koje imaju javne ovlasti. „učinkovitost zaštite i poboljšanja kvalitete zraka“ osiguravaju Hrvatski sabor i Vlada Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Vlada) te predstavnička i izvršna tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave unutar svoje i ovim Zakonom određene nadležnosti.

Za izradu akcijskog plana nadležan je Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj. Za provedbu svake od mjera iz ovog Akcijskog plana odgovorni su njeni nositelji koji je može planirati i provoditi sukladno svojim financijskim mogućnostima.

Odgovorno tijelo: Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj

Ime i prezime
odgovorne osobe:

Adresa: Park stara Trešnjevka 2, Zagreb

Telefon: 01 / 6585 822

E-mail:

4. PRIRODA I PROCJENA ONEČIŠĆENJA

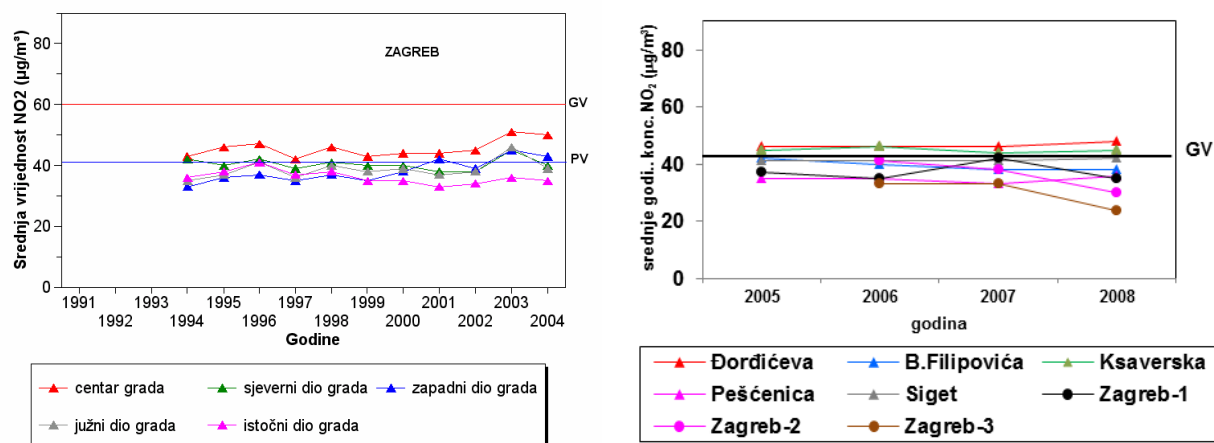
U nastavku je opisano stanje onečišćenja zraka česticama (PM_{10} i $PM_{2,5}$), NO_2 , benzo(a)pirenom i ozonom odnosno za onečišćujuće tvari za koje je utvrđena druga kategorija kvalitete zraka u 2012. i/ili 2013. godini. Detaljno objašnjenje zakonodavnog okvira kojim se ocjenjuje razina onečišćenosti zraka dano je u Prilogu 1.

Dugogodišnja mjerenja na području Zagreba pokazuju trajno prisutan problem prekomjernog onečišćenja dušikovim dioksidom i česticama na pojedinim mjernim postajama.

4.1. KONCENTRACIJE KOJE SU ZABILJEŽENE TIJEKOM PRETHODNIH GODINA (PRIJE PROVEDBE MJERA ZA POBOLJŠANJE)

U nastavku je opisana priroda prekomjernog onečišćenja zraka u razdoblju prije 2009. godine odnosno prije donošenja „Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“ (SGGZ 7/09).

Grafovi godišnjih koncentracija NO_2 u razdoblju od 1994.-2004. i 2005.-2008. prikazani na Sl. 4-1 pokazuju da je najveće onečišćenje u središtu grada („centar grada“ odnosno „Đorđićeva“ na grafovima), te da se koncentracije nisu značajnije mijenjale tijekom NO_2 unutar četrnaestogodišnjeg razdoblja.



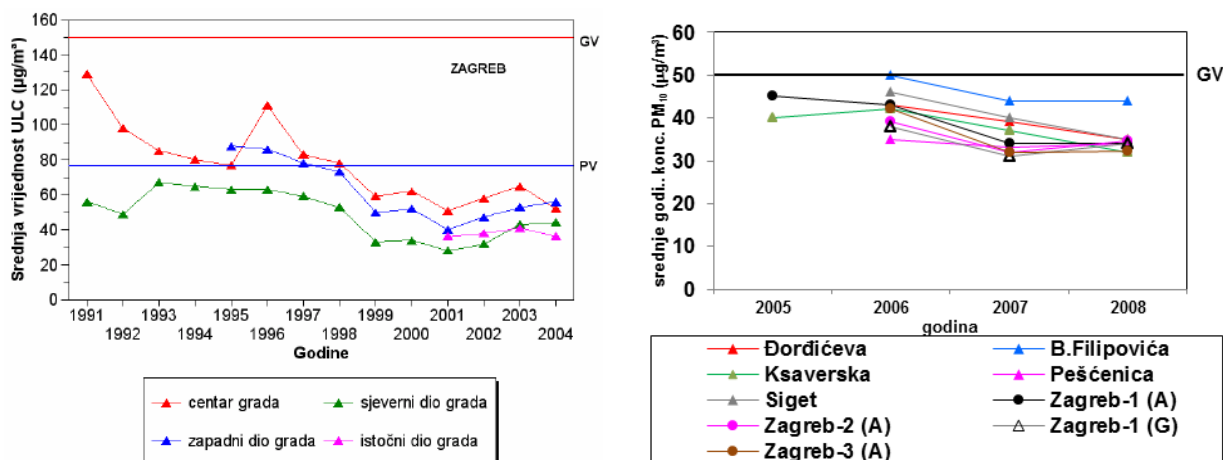
Sl. 4-1: Srednje godišnje koncentracije NO_2

(Izvor podataka: Za razdoblje 1991-2004 grafički prikazi su iz Izvještaja o stanju zraka u Republici Hrvatskoj s ciljem uspostave informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske (IMI, 2005.), za razdoblje 2005-2008 grafička obrada Ekonerg prema podacima Godišnjih izvješća koja objavljuje AZO)

Prije 2005. godine parametar onečišćenja česticama bila su koncentracije „ukupnih lebdećih čestica“ mjerene „gravimetrijski u uzorcima skupljenim iz velikih volumena zraka ($600-2000 m^3$)“. Godišnje koncentracija ukupnih lebdećih čestica u razdoblju od 1991.-2004. prikazane na Sl. 4-2 pokazuje da je razina onečišćenja česticama bila najveća u središtu grada, te da je pad koncentracija bio izraženiji u 1990-tim godinama, te da su nakon 1999. koncentracije stagnirale.

Od 2005. godine, u skladu sa izmjenom zakonodavstva počeo se pratiti parametar koncentracija PM_{10} odnosno „frakcija lebdećih čestica koja prolazi kroz ulaz sakupljača propisano normom HRN EN 12341 s 50%-tnom učinkovitošću odstranjivanja čestica aerodinamičkog promjera 10 mikrona“. U 2005. godini koncentracije PM_{10} počele su se pratiti na lokacijama Ksaverska cesta i Zagreb-1, a godinu dana kasnije se taj parametar počeo pratiti na

svim mjernim postajama gradske mreže. Koncentracije PM_{10} se nisu značajnije mijenjale tijekom razdoblja 2005.-2008.



Sl. 4-2: Srednje godišnje koncentracije ukupnih lebdećih čestica za razdoblje 1991.-2004. i godišnje koncentracije PM_{10} za razdoblje 2005.-2008.

(Izvor podataka: Za razdoblje 1991-2004 grafički prikazi su iz Izvještaja o stanju zraka u Republici Hrvatskoj s ciljem uspostave informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske (IMI, 2005.), za razdoblje 2005-2008 grafička obrada Ekonerg prema podacima Godišnjih izvješća koja objavljuje AZO)

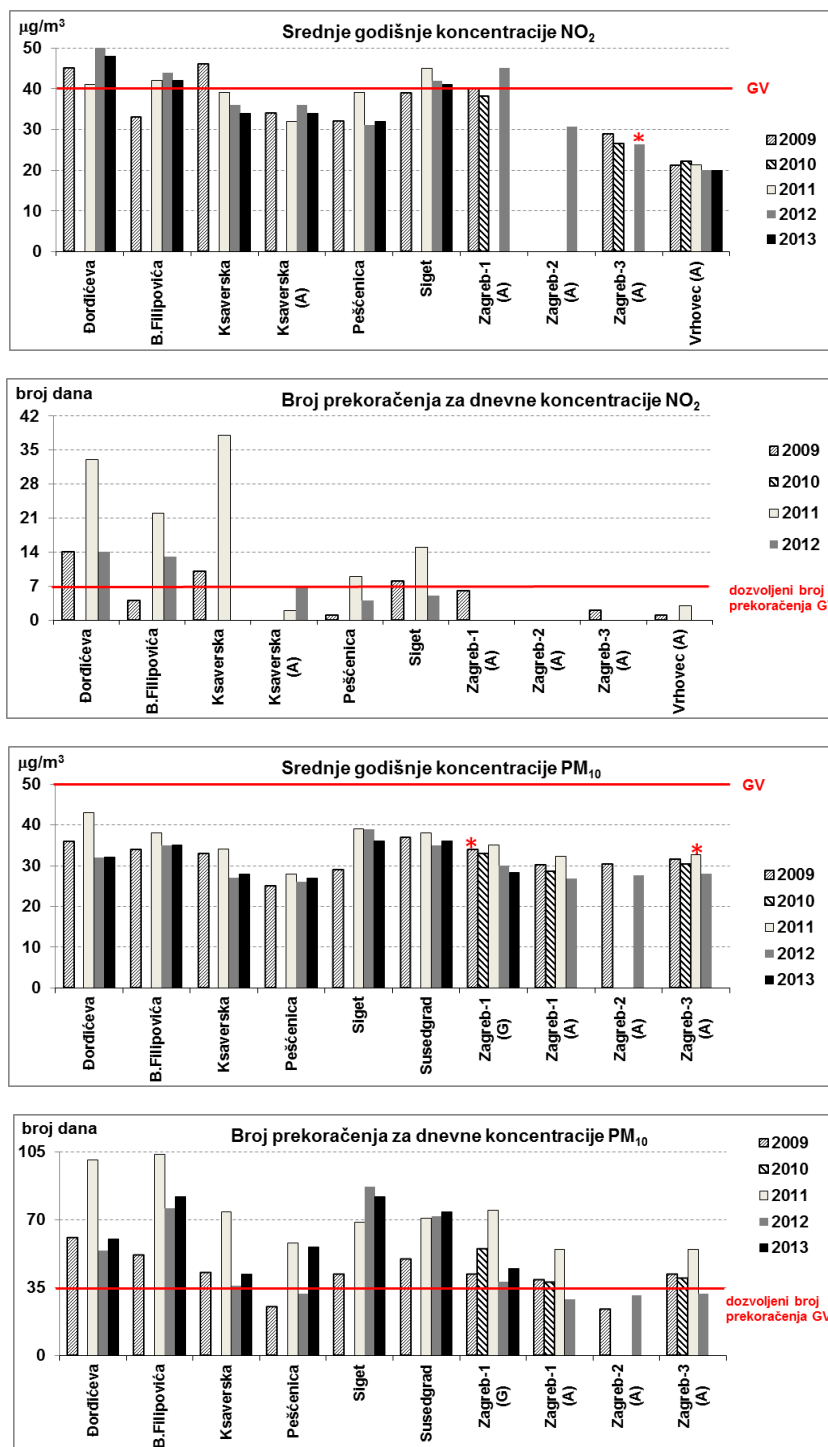
4.2. KONCENTRACIJE KOJE SU IZMJERENE OD POČETKA PROVEDBE „PROGRAMA ZAŠTITE I POBOLJŠANJA KAKVOĆE ZRAKA U GRADU ZAGREBU 2009.-2012.“

U nastavku poglavlju analizirana promjena razine onečišćenosti česticama dušikovim dioksidom, česticama (PM_{10} , $PM_{2,5}$), benzo(a)pirenom i ozonom na području Grada Zagreba u razdoblju od 2009. do 2013. godine. Statistički parametri koncentracija onečišćujućih tvari preuzeti su iz godišnjih izvješća o praćenju kvalitete zraka Agencije za zaštitu okoliša (AZO) i Instituta za medicinska istraživanja (IMI). Validirane vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} analizirane u ovom Planu preuzete su iz Baze podataka o kvaliteti zraka u Republici Hrvatskoj (<http://www.azo.hr/BazaPodatakaOKvaliteti>) koja je sastavni dio Informacijskog sustav zaštite zraka koji vodi Agencija za zaštitu okoliša. Podaci mjerenja gradske mreže koja provodi Institut za medicinska istraživanja dostavio je Grad Zagreb.

Na Sl. 4-3 prikazane su prosječne godišnje vrijednosti koncentracija NO_2 i PM_{10} u promatranom petogodišnjem razdoblju. Na postajama gradske mreže (Đorđićeva ulica, Prilaz baruna Filipovića, Ksaverska cesta, Peščenica, Siget, Susedgrad) mjerenja NO_2 i/ili PM_{10} provode se klasičnim metodom. Dodatno na lokaciji Ksaverska mjerenja se provode i automatskim mjernim uređajem što je posebno naznačeno na Sl. 4-3 (oznaka A). Na lokacijama državne mreže (Zagreb-1, Zagreb-2 i Zagreb-3) mjerenja NO_2 i PM_{10} provode se automatskim mjernim uređajem, a na lokaciji Zagreb-1 dodatno se gravimetrijskom metodom mjere koncentracije PM_{10} što je posebno naznačeno na Sl. 4-3 (oznaka G).

Propisan obuhvat podataka za kategorizaciju kvalitete zraka je 90%. Sukladno kriterijima koja primjenjuje AZO u godišnjim izvješćima ukoliko je obuhvat podataka manji od 90 %, ali veći od 75 % riječ je o uvjetnoj kategorizaciji što je na grafovima prikazanim na Sl. 4-3 označeno zvjezdicom. Ukoliko je obuhvat podataka u kalendarskoj godini manji od 75 % kategorizacija se ne daje, pa rezultati mjerenja za te godine nisu prikazani na grafovima.

Zbog izmjene zakonodavstva za dnevne koncentracije NO₂ od 2013. godine nije propisana granična vrijednost, pa vrijednosti tog statističkog parametra onečišćenja zraka nisu prikazane na Sl. 4-3.



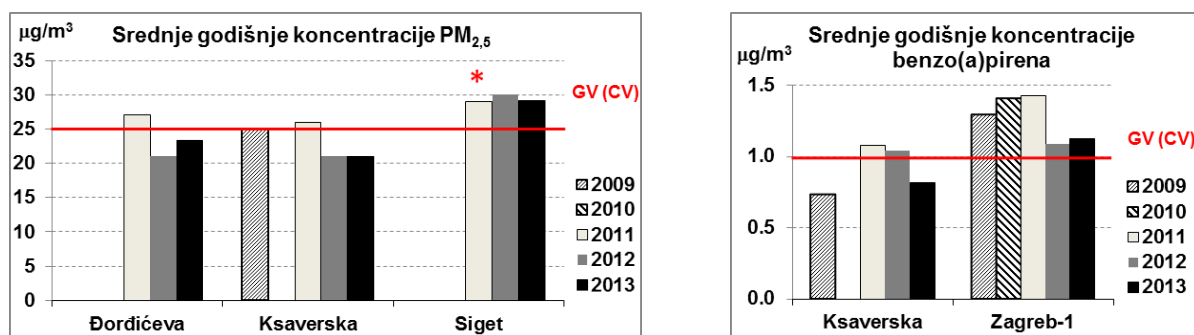
Sl. 4-3: Parametri onečišćenja zraka NO₂ i PM₁₀ na području Zagreba za razdoblje 2009.-2013. (Napomene: zvjezdica označava uvjetnu kategorizaciju).

Mjerenja pokazuju izrazitu međugodišnju varijabilnost onečišćenja zraka te nije izražen trend smanjenje niti povećanja onečišćenja zraka NO₂ i PM₁₀ u promatranom petogodišnjem razdoblju.

Kod mjerenja koncentracija čestica treba uzeti u obzir mjernu metodu ukoliko mjerenja PM_{10} nisu provedena referentnom tj. gravimetrijskom metodom. Na lokaciji Zagreb-1 mjerenja gravimetrijskom metodom (G) daju veću razinu onečišćenja nego mjerenja automatskom metodom (A) što je u skladu sa očekivanjima. Manja razina koncentracija čestica izmjerena na automatskim postajama državne mreže (Zagreb-2, Zagreb-3) nije posljedica manjeg onečišćenja zraka u tim područjima grada već posljedica primjene ne-referentne mjerne metode. Sukladno zakonskoj obvezi od 2013. godine provoditi će se korekcija podataka mjerenja PM_{10} dobivenih ne-referentnim metodama.

Na Sl. 4-4 prikazane srednje godišnje koncentracije $PM_{2,5}$ pokazuju da je razina onečišćenja veća u južnom dijelu grada (Siget), no u središnjem (Đorđićeva ulica) i sjevernom (Ksaverska cesta) dijelu grada.

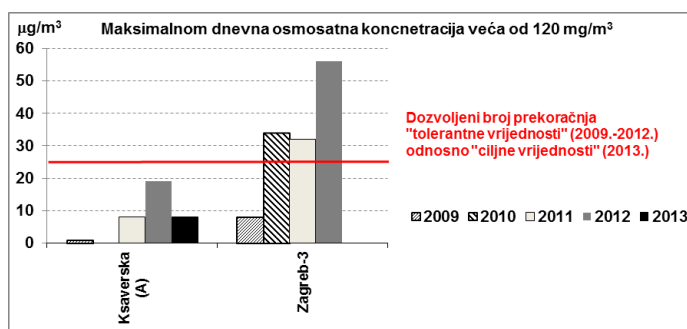
Koncentracije benzo(a)pirena prikazane na Sl. 4-4. pokazuju da je prekoračenje granične vrijednosti izraženije u središtu grada (Zagreb-1) nego sjeverom rezidencijalnom dijelu grada (Ksaverskoj cesti).



Napomena: GV - granična vrijednost prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05)
CV - ciljna vrijednost prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12)

Sl. 4-4: Srednje godišnje koncentracije $PM_{2,5}$ i benzo(a)pirena

Razina onečišćenja ozonom opisuje se složenim statističkim parametrima, a kriteriji ocjene stanja kvalitete zraka spram onečišćenja ozonom promijenili su se u razdoblju od 2009. do 2013. što je opisano u Prilogu 1. Na Sl. 4-5 prikazan „broj prekoračenja osmosatne maksimalne dnevne vrijednosti“ koji je tijekom promatranog petogodišnjeg razdoblja bio statistički parametar za kategorizaciju kvalitete zraka. Onečišćenje ozonom izraženije je na jugoistočnom rubnom području grada (Zagreb-3) nego na sjevernom dijelu grada (Ksaverskoj cesti). Na broj prekoračenja ciljne vrijednosti za ozon najveću ulogu ima međugodišnja promjenjivost meteoroloških uvjeta zbog čega se statistički parametar prekoračenja određuje za trogodišnje razdoblje, a minimum za ocjenu sukladnosti jest godina dana.



Sl. 4-5: Broj prekoračenja najviša dnevna osmosatna srednja vrijednosti za ozon

4.3. TEHNIKE KOJE SU KORIŠTENE ZA PROCJENU

U analizama utjecaja lokalnih izvora emisija u zrak korištene su tehnike statističke analize vremenskih nizova koncentracija NO_2 , PM_{10} i SO_2 sa mjernih postaja na području Grada Zagreba u 2012. i 2013. godini. Analizirane su sezonska i dnevna promjenjivost koncentracija svih onečišćujućih tvari, pri čemu je SO_2 korišten kao indikator utjecaja energetske i industrijske emisije čestica.

Analiza doprinosa pojedinih sektora: kućanstva, prometa, energetika/industrije, temelji se na razlučivanju svih utjecajnih faktora koji utječu na razinu onečišćenja zraka. Analizirana je prostorna i vremenska promjenjivost emisija, kao i utjecaj klimatskih karakteristika i disperzijskih svojstva atmosfere u urbanom području.

U analizama su korišteni podaci o godišnjim emisijama spomenutih sektora iz elaborata „Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetske izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju“ (EIHP, 2013). S obzirom da su emisije iskazane po gradskim četvrtima, analizirana je njihova prostorna varijabilnost na području Grada Zagreba sa posebnim osvrtom na opterećenje dominantnih izvora emisija NO_x i čestica (PM_{10}). Treba napomenuti da je u načelu najveća je nesigurnost proračuna emisije čestica sektora kućanstva. Nesigurnost proračuna vezana je za raspoloživost statističkih podataka na temelju kojih se računa energetska bilanca za kućanstva, a nadalje i za izbor emisijskih faktora⁷. S obzirom da se mjere akcijskog plana zasnivaju na analizi doprinosa pojedinih sektora nužno je uzeti u obzir i nesigurnost proračuna emisija. Vremenska promjenjivost emisija modelirana je pomoću odgovarajućih „vremenskih faktora“ koji koriste europski modeli transporta i disperzije.

U analizama je korišteno iskustvo u izradi karta onečišćenja Grada Zagreba odnosno proračuna modelom disperzije na zagrebačkom području koja su provedena u okviru izrade studije „*Određivanje kategorizacije područja u gradu Zagrebu prema stupnju onečišćenosti zraka*“ (Ekonerg, 2001.), te općenito iskustva u primjeni modela disperzije u procjeni utjecaja na okoliš energetske i industrijske postrojenja na području Grada Zagreb.

Doprinos pozadinskog regionalnog onečišćenja na području Zagreba ocijenjen je temeljem rezultata proračuna EMEP-ovog modela i praćenja kvalitete zraka na najbližim ruralnim postajama za praćenje kvalitete zraka.

⁷ Npr. kotlovi na drva imaju dvostruko manju emisiju čestica od peći na drva, ali i dvadesetak puta veću emisiju nego peći na pelete.

5. PORIJEKLO ONEČIŠĆENJA

5.1. POPIS GLAVNIH IZVORA EMISIJE KOJI SU ODGOVORNI ZA ONEČIŠĆENJE (KARTA)

Lokacije stacionarnih izvora emisije NO_x i čestica prema podacima Registara onečišćivača okoliša prikazane su Sl. 5-1. Najveći pojedinačni izvori emisija u zrak su EL-TO i TE-TO (crveni trokuti). Veliki broj malih kotlovnica (bijeli krugovi) s niskim dimnjacima, koje uglavnom koriste prirodni plin kao gorivo prekriva čitavo izgrađeno područje grada.

Cijelo gradsko područje premreženo prometnicama je izvor emisija prvenstveno NO_x, a zatim i čestica, pri čemu intenzitet emisije ovisi o gustoći naseljenosti i mreži prometnica prikazanoj na Sl. 5-2. Intenzitetom prometa, pa time i emisijama, ističu se gradske avenije i glavne gradske ulice. No čitava gusta mreža prometnica odnosno ulica zajedno sa malim kućnim ložištima predstavlja značajan izvor emisija NO_x u zrak koji utječe na razinu gradskog pozadinskog onečišćenja.

Lokalni izvori emisija čestica kućna ložišta i u manjoj mjeri promet, ujedno su izvori emisija benzo(a)pirena na području Grada Zagreba.

5.2. UKUPNA KOLIČINA EMISIJA IZ IZVORA ONEČIŠĆENJA

U nastavku su analizirane emisije pojedinih sektora. Stacionarni izvori emisije koji imaju obavezu prijave emisija u Registar onečišćivača okoliša su industrijski i energetske izvori uključivo ložišta snage veće od 100 kW. U tzv. „kolektivne izvore emisije“ ubrajaju se sva mala ložišta (<100 kW) kućanstava i poslovnih prostora, te cestovni promet.

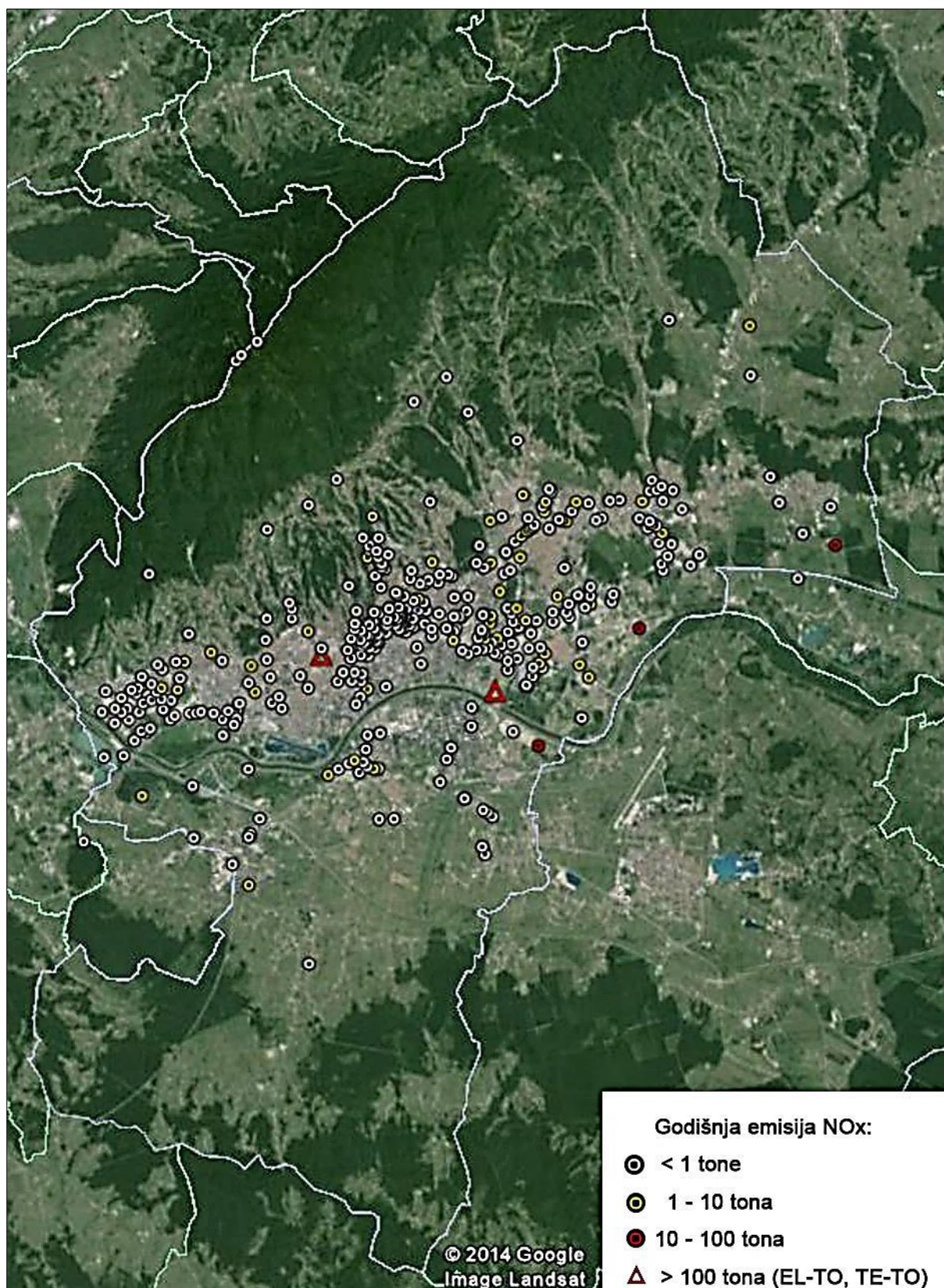
Emisije pojedinih sektora preuzete su iz dokumenta „Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetskih izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju“ (EIHP, 2013) prikazane su u Tab. 5-1.

Tab. 5-1: Godišnja emisija onečišćujućih tvari pojedinih sektora za 2010. godinu

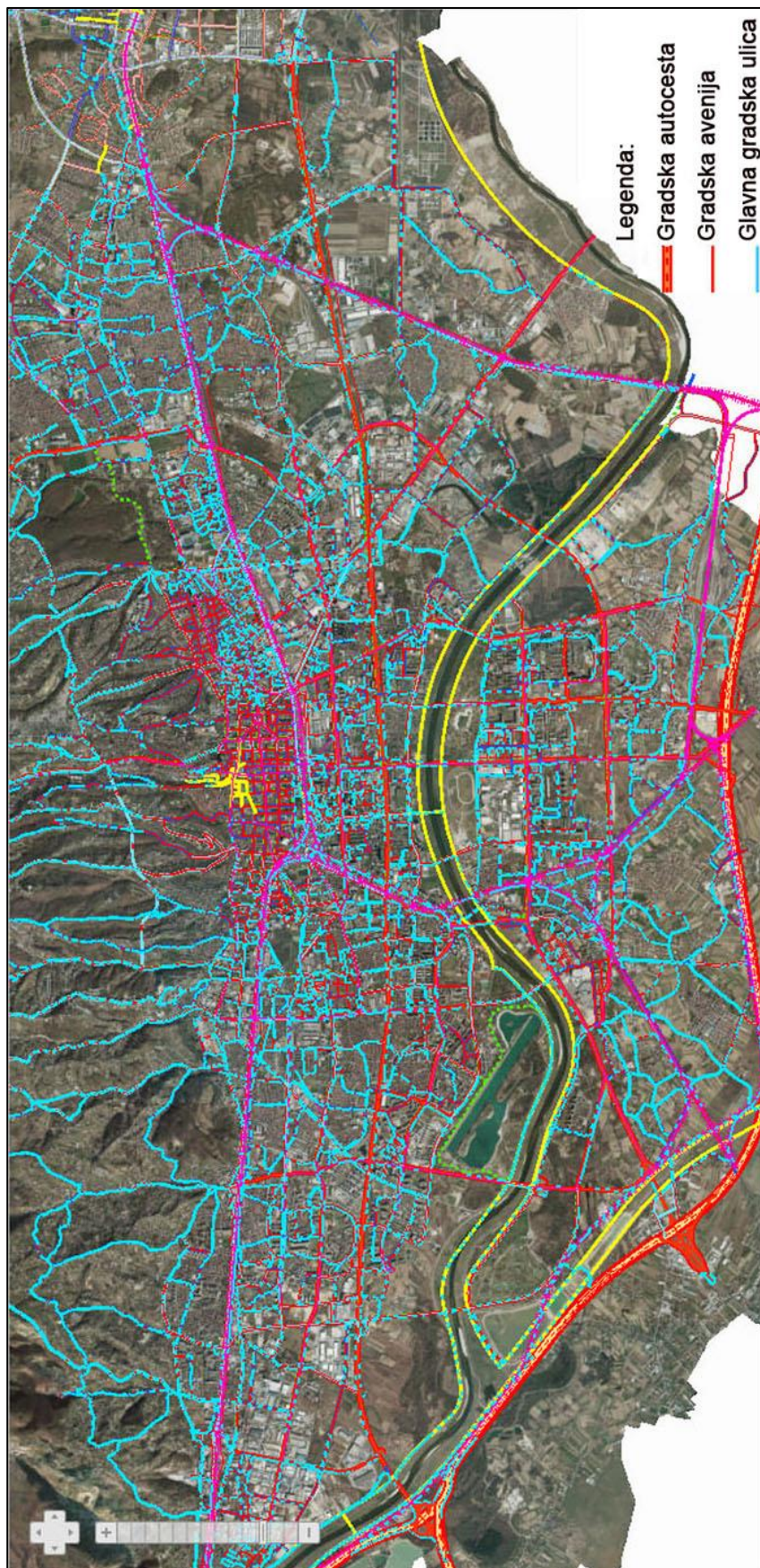
(Izvor podataka: „Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetskih izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju“)

Tvrтка	NO _x (tona)	PM ₁₀ (tona)	SO ₂ (tona)	NO _x (%)	PM ₁₀ (%)	SO ₂ (%)
Energetika	1832,0	133,6	3704,2	25%	6%	82%
Industrija	324,7	19,1	166,0	4%	1%	4%
Cestovni promet	4052,0	407,0	259,0	56%	18%	6%
Kućanstva	851,1	1699,0	120,5	12%	74%	3%
Usluge	163,4	45,3	294,2	2%	2%	6%
UKUPNO	7223,2	2304,0	4543,9	100%	100%	100%

Tipično za naseljena područja u emisiji NO_x najznačajniji je utjecaj cestovnog prometa, a u emisiji PM₁₀ najznačajniji je utjecaj kućanstava. Emisija SO₂ pod dominantnim je utjecajem emisija dviju zagrebačkih termoelektrana-toplana pri korištenju lož ulja kao goriva.



Sl. 5-1: Lokacije stacionarnih izvora emisija NO_x
(prema podacima Registra onečišćivača okoliša za 2012. godinu)



Sl. 5-2: Mreža glavnih gradskih prometnica na području Zagreba

(Izvor podataka: <https://geoportal.zagreb.hr>)

Emisija čestica kućanstva gotovo je u potpunosti (99,4%) posljedica korištenja drva kao goriva. Iako u dokumentu EIHP (2013) nije komentirana nesigurnost proračuna emisije čestica potrebno je ovdje na nju ukazati. Specifična emisija čestica ($\text{g}(\text{PM}_{10})/\text{GJ}$) malih ložišta pri izgaranju biomase značajno ovisi o tehnologiji izgaranja i vrsti goriva (cjepanice, peleti). Moderne kaminske peći zbog bolje tehnologije izgaranja imaju znatno manju emisiju čestica, CO i policikličkih ugljikovodika (među kojima i benzo(a)piren) od starih tradicionalnih peći koje su se često koristile i za kuhanje. Emisijski faktori dobiveni mjerenjima emisija različitih tipova ložišta na biomasu imaju veliki raspon vrijednosti. Npr. peći na pelete imaju specifičnu emisiju reda veličine 80 g/GJ dok tradicionalni kamini i peći na drva imaju specifičnu emisiju čak i veću od 1000 g/GJ ⁸. Na emisiju čestica utječu i individualne karakteristike svakog ložišta odnosno vrsta drveta koja se koriste, te posebno sadržaj vlage u njemu.

5.3. PODACI O ONEČIŠĆENJU KOJE JE DOŠLO IZ DRUGIH REGIJA

Onečišćenje NO_2 i PM_{10}

U nastavku je analizirano stanje onečišćenje zraka na području koje okružuje Grad Zagreb. U analizi utjecaja korišteni su rezultati proračuna EMEP modela⁹, te mjerenja na dvije ruralne postaje za praćenje kvalitete zraka unutar stotinjak kilometara udaljenosti od Zagreba.

Prema rezultatima proračuna EMEP modelom za 2011. godinu¹⁰ na području sjeverozapadne Hrvatske¹¹ prosječne godišnje koncentracije SO_2 bile su oko $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, prosječne godišnje koncentracije NO_2 bile su oko $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a prosječna godišnja koncentracija PM_{10} oko $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rezultati EMEP-ovih u kvadrantima mreže koji pokrivaju područje aglomeracije Zagreb pokazuju da udio prekograničnog transporta onečišćenja na razinu čestica do 70%, što znači da doprinos daljinskog transporta onečišćenja čestica na području Grada Zagreba na godišnjoj razini desetak $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zagrebu najbliža ruralna postaja državne mreže za praćenje kvalitete zraka smještena u Desiniću, 40-ak kilometara sjeverozapadno od Zagreba. Lokacija mjerenja reprezentativna je za ocjenu pozadinskog onečišćenja zraka na području središnje kontinentalne Hrvatske, a 2012. godina je prva za koju su objavljeni rezultati mjerenja. Prosječna godišnja koncentracija NO_2 iznosila je $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok za SO_2 i PM_{10} nema podataka o prosječnim godišnjim koncentracijama¹².

Zagrebu najbliža EMEP-ova ruralna postaja na kojoj se već dugi niz godina mjere SO_2 , NO_2 i PM_{10} jest Iskrba u Sloveniji, 90-ak kilometara zapadno od Zagreba. Mjerenja u razdoblju 2009.-2012. pokazuju da su koncentracije SO_2 i NO_2 vrlo niske, oko $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a prosječne godišnje koncentracije PM_{10} su oko $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mjerenja na Iskrbi pokazuju da su maksimalne dnevne koncentracije PM_{10} zimi čak i dvostuko veće od prosječne godišnje vrijednosti¹³. Koliko je visoka razina regionalnog onečišćenja česticama PM_{10} izmjerena u razdoblju 2009.-2012. ukazuju

⁸ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013

⁹ European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) je znanstveni program u okviru Konvencije o prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima. Sastavni dio tog programa je i modeliranje transporta i taloženja onečišćujućih tvari.

¹⁰ EMEP objavljuje godišnja izvješća o rezultatima proračuna, a zadnji objavljeni rezultati odnose se na emisije iz 2011. godine. Rezultati proračuna iskazuju se u mreži modela odnosno kvadratima koji pokrivaju područje $50 \times 50 \text{ km}$.

¹¹ Vrijednosti pozadinskih koncentracija u kvadrantima EMEP mreže koji graniče sa kvadrantima unutar kojih je područje Grada Zagreba, a nalaze se unutar područja HR1 i HR3. Kvadranti koji se većim dijelom prostiru unutar zone HR2 nisu uzeti u obzir jer su pod utjecajem industrijskih područja Siska i Kutine.

¹² AZO (2013): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2012. godinu

¹³ Prema analizi podataka i izvješća objavljenih na EMEP i ARSO (Agencija Republike Slovenije za okolje)

podaci da su zimi prosječne mjesečne koncentracije prelazile dvadeset $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a oko pet puta godišnje zabilježena su prekoračenja granične vrijednosti dnevnih koncentracija. Ukratko, mjerenja na Iskrbi ukazuju da u zimskim mjesecima pozadinsko onečišćenje česticama (PM_{10}) predstavlja značajno opterećenje koje doprinosi razini koncentracija na razini 40% granične vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} .

U toplom dijelu godine potencijalni uzrok epizodnih stanja PM_{10} može biti i daljinski transport Saharske prašine na područje europskog kontinenta. Za područje Hrvatske nema podataka o doprinosu prirodnih izvora onečišćenju česticama.

Onečišćenje ozonom

Prizemni ozon je tzv. »sekundarni onečišćivač« što znači da se ne emitira izravno već do njegovog stvaranja dolazi zbog fotokemijskih reakcija drugih onečišćujućih tvari tzv. prekursora u atmosferi. Prekursori prizemnog troposferskog ozona tj. tvari koje uvjetuju stvaranje prizemnog ozona jesu NO_x , HOS, CO i CH_4 . Većina troposferskog prizemnog ozona nastaje kada NO_x , HOS, CO i CH_4 reagiraju u atmosferi u prisutnosti sunčeve svjetlosti za vrućih dana te su stoga izvori ovih tvari i jedni od glavnih uzročnika stvaranja prizemnog ozona. Prekursori NO_x i HOS imaju znatno izraženiji potencijal za formiranje troposferskog prizemnog ozona od CO i CH_4 .

Onečišćenje prizemnim ozonom ne treba smatrati samo lokalnim već regionalnim i globalnim problemom, odnosno lokalne koncentracije prizemnog ozona posljedica su emisije prekursora ozona na području ne samo Europe, već i čitave sjeverne polutke.

Zbog složenosti fotokemijskih procesa u atmosferi ne postoji linearni odnos između emisije prekursora prizemnog ozona i formiranja prizemnog ozona. Da bi se postiglo trajno smanjenje koncentracije prizemnog ozona, potrebno je smanjiti emisije njegovih prekursora u okviru međunarodnog sporazuma Konvencije o prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima (LRTAP) i pripadajućem Gothenburškom Protokolu¹⁴.

Pri postojećoj razini emisija prekursora ozona na području Europe, međugodišnje varijacije u razini koncentracija ozona prvenstveno su uzrokovane promjenjivošću meteoroloških uvjeta iz godine u godinu. Također, smatra se da porast interkontinentalnog prijenosa ozona i njegovih prekursora sa područja sjeverne polutke najvjerojatnije maskira pozitivne utjecaja smanjenja emisije na području Europe.¹⁵

Rezultati primjene EMEP4HR modela za područje Hrvatske pokazali su da čak i kada bi teoretski „ugasili“ sve antropogene izvore prekursora ozona na području Hrvatske koncentracije ozona bi se smanjile za svega 5-10%.¹⁶

Zaključak

U pogledu onečišćenja zraka koje je došlo iz drugih regija značajno je onečišćenje česticama. Doprinos prekograničnog transporta onečišćenja zraka česticama veći je od $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na godišnjoj razini. Prekogranični utjecaj ima izraziti godišnji hod zbog čega u zimskim mjesecima može imati značajnu ulogu u prekoračenju granične vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} .

¹⁴ izvješće o stanju kakvoće zraka za područje republike hrvatske od 2008. do 2011. godine (NN 95/13)

¹⁵ Air pollution by ozone across Europe during summer 2013 (EEA, 2014)

¹⁶ Plan djelovanja za smanjenje onečišćenja prizemnim ozonom u područjima i naseljenim područjima Republike Hrvatske u kojima dolazi do prekoračenja ciljnih vrijednosti (DHMZ, 2012)

Prekomjerno onečišćenje zraka dušikovim dioksidom u najvećoj je mjeri uzrokovano lokalnim izvorima onečišćenja tj. prometom. Najveće prekoračenje javlja se uz glavne gradske prometnice, a posebno je izraženo na području središta grada.

Onečišćenje zraka ozonom, na području aglomeracije Zagreb kao i čitave Hrvatske posljedica je prekograničnog transporta ozona i njegovih prekursora, te pojačana lokalnim klimatskim uvjetima povoljnim za stvaranje ozona. Rješavanje problema onečišćenja ozonom zahtijeva međunarodne, kao i nacionalne napore učinkovito smanjenje emisija prekursora ozona (dušikovitih oksida i hlapivih organskih spojeva) što je prioritetno vezano za Gothenburg-skog protokola kojim su postavljene nacionalne emisijske kvote za prekursorae ozona.

6. ANALIZA SITUACIJE

6.1. DETALJNI PODACI O ONIM FAKTORIMA KOJI SU ODGOVORNI ZA PREKORAČENJE

Utjecajni faktori o kojima ovisi onečišćenje zraka su lokalne emisije, meteorološki uvjeti, te razina pozadinskog onečišćenja. U urbanim područjima razina onečišćenja također ovisi o geometrijskim karakteristikama uličnih kanjona odnosno širini ulice i visini zgrada, te o smjeru pružanja ulice u odnosu na dominantne smjerove vjetera na gradskom području. Zbog turbulencije javljaju se veliki gradijenti koncentracija unutar uličnog kanjona što utječe na ograničavanje reprezentativnosti mjerenja.

Na Sl. 6-1 pojednostavljeno je prikazano kako na razinu onečišćenja zraka unutar gradskog područja utječe doprinos regionalnih, urbanih i lokalnih izvora onečišćenja zraka. U ovom je poglavlju analizirana razina gradskog pozadinskog onečišćenja i lokalnih izvora. Razina pozadinskih koncentracija koja uključuje utjecaj regionalne skale i prekograničnog transporta onečišćenja opisan je u poglavlju 5.3 *Podaci o onečišćenju koje je došlo iz drugih regija*.



Sl. 6-1: Ilustracija doprinosa različitih izvora onečišćenja na gradskom području

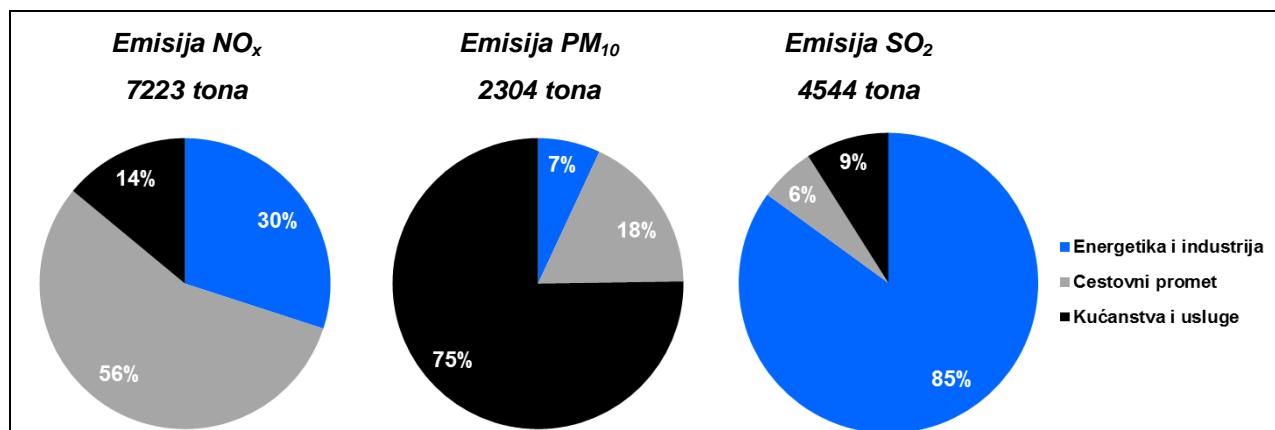
S obzirom da su sve mjerene postaje gradske mreže karakterizirane kao „prometne“ njihova mjerenja ukazuju na povišenu razinu onečišćenja uz prometnice odnosno pokazuju „crne točke“ onečišćenja zraka na području grada Zagreba.

Karakteristike izvora emisija na gradskom području

Onečišćenje zraka ovisi o količini u zrak emitiranih onečišćujućih tvari, ali i visini izvora odnosno visini na kojoj počinje transport i disperzija onečišćenja. Uz istu emisiju utjecaj je manji što je dimnjak viši. Stoga doprinosi onečišćenju zraka prizemnih/niskih izvora (cestovni promet/mala ložišta) i visokih dimnjaka (TE-TO, EL-TO) nisu proporcionalni odnosima njihovih emisija.

U nastavku su analizirane karakteristike emisije na području Grada Zagreba, koje su od značaja u pogledu prekomjernog onečišćenja NO_2 i PM_{10} , te ujedno i onečišćenju benzo(a)pirenom. Detaljno su analizirani relativni odnosi emisija pojedinih sektora što je važno za određivanje dominantnih uzroka onečišćenja.

Doprinosi pojedinih sektora odnosno izvora emisija NO_x , PM_{10} i SO_2 prikazani su na Sl. 6-2. Cestovni promet i mala ložišta (kućanstva i usluge) ukupno čine 70% godišnjih emisija NO_x odnosno 93% godišnjih čestica PM_{10} . Energetska i industrijska postrojenja ukupno čine 85% emisije SO_2 stoga se onečišćenje SO_2 može koristiti kao grubi pokazatelj (indikator) utjecaja tih sektora.

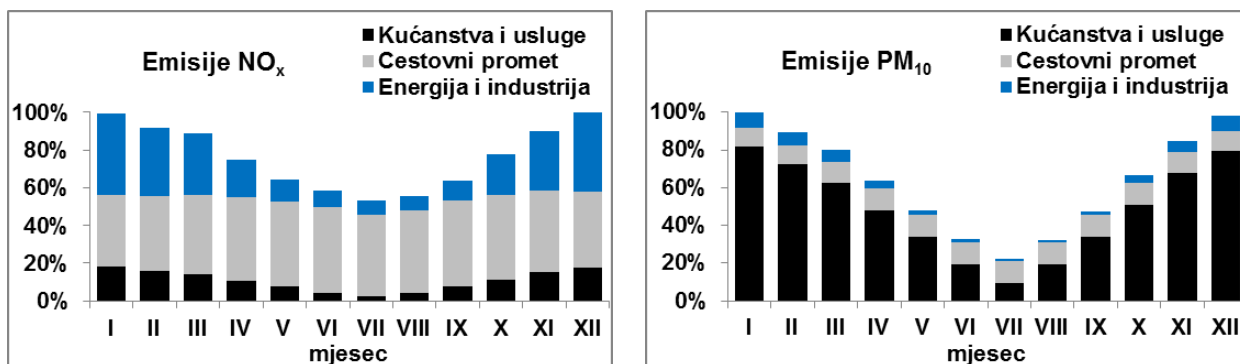


Izvor podataka:
EIHP(2013)

Sl. 6-2: Godišnje emisije i udjeli pojedinih sektora u emisijama NO_x, PM₁₀ i SO₂

Vremenska promjenjivost emisija

Uz godišnju količinu emitiranih tvari u pogledu utjecaja od velikog je značaja i sezonska promjenjivost emisija. Simulirani godišnji hod pojedinih sektora prikazan na Sl. 6-3. Vremenski profili emisija energetskog sektora određeni su iz podataka o mjesečnoj proizvodnji zagrebačke TE-TO. S obzirom da nema podataka o mjesečnom utrošku pojedinih vrsta goriva u kućanstvima, kao ni potrošnje goriva u cestovnom prometu za modeliranje vremenskog hoda emisija kućanstva i usluga, te cestovnog prometa primijenjeni su faktori koje koriste modeli prijenosa onečišćenja na području Europe¹⁷. Na razinu onečišćenja PM₁₀ i NO₂ na gradskom području najviše utječu prizemni i niski izvori: cestovni promet i mala ložišta. Emisije NO_x imaju manju sezonsku promjenjivost no emisije PM₁₀, iako u oba slučaja ta je promjenjivost povezana sa sezonom grijanja.



Sl. 6-3: Modelirani godišnji hod emisija NO_x i PM₁₀

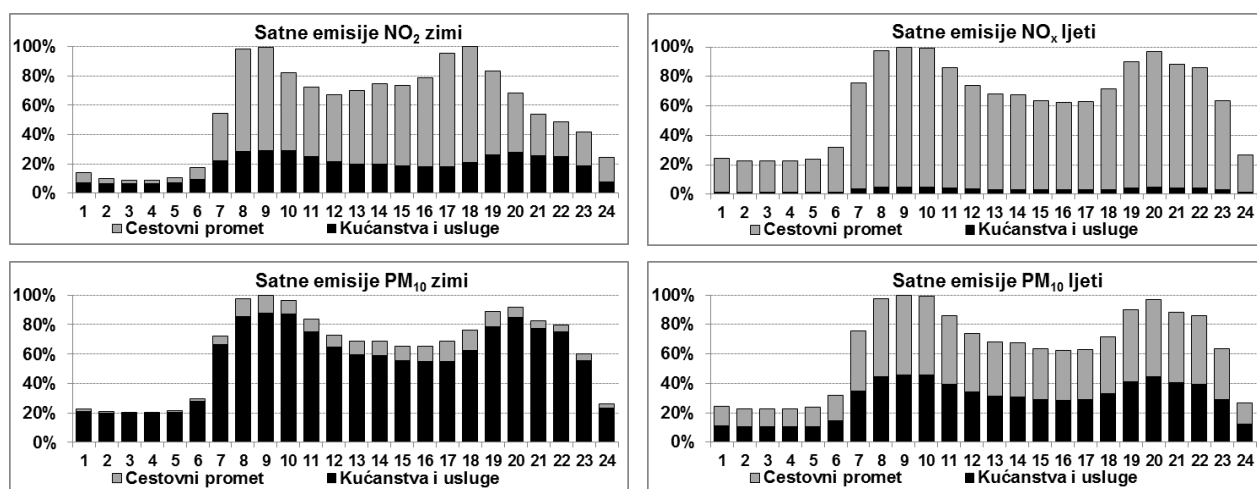
Ukupne emisije NO_x svih izvora u zimskim mjesecima su oko dva puta veća nego u ljetnim mjesecima, pri čemu na sezonsku promjenjivost emisija NO_x najviše utječe rad termoelektrana-toplana tijekom sezone grijanja. Ipak, tijekom cijele godine promet je dominantni izvor emisija NO_x.

Ukupne emisije PM₁₀ svih izvora u zimskim mjesecima su oko 4 puta veća nego u ljetnim mjesecima. Kućanstva su dominantni izvor čestica na godišnjoj razini, no očekivano njihov je utjecaj dominantan samo tijekom sezone grijanja. Prema proračunu sa europskim faktorima

¹⁷ Profili emisija pojedinih sektora prema LOTOS-EUROS modelu.

vremenske promjenjivosti emisija u toplom dijelu godine razina emisija kućanstava izjednačava sa emisijom prometa što nužno ne odražava realnu situaciju u Zagrebu jer svaka regija, ali i aglomeracija ima svoje posebitosti.

Modelirani dnevni hod emisija prizemnih izvora emisija cestovnog prometa i malih ložišta u najhladnijem (siječanj) i najtoplijem (srpanj) mjesecu prikazan je na Sl. 6-4. Satne vrijednosti su dobivene množenjem godišnjih emisija sa odgovarajućim mjesečnim i satnim faktorima za pojedine sektore (promet, kućanstva)¹⁸. Cestovni promet ima izražene maksimume u ranojutarnjim (8-9) i kasno poslijepodnevima (17-18) vezane za odlazak na posao odnosno sa posla. Dnevni hod emisije kućanstva također ima jutarnji maksimum (8-10), te večernjim satima (19-22). Zimi su tijekom cijelog dana emisije PM₁₀ dominantno pod utjecajem malih ložišta.



Obrada: Ekonerg

Sl. 6-4: Modelirani dnevni hod emisije NO_x i PM₁₀ cestovnog prometa i malih ložišta u zimi (siječanj) i ljeti (srpanj)

Za prometnice uz koje su smještene mjerne postaje za praćenja kvalitete zraka nije bilo mjerenja prometa, a automatski brojači na dvije gradske avenije tek su od nedavno u funkciji. U veljači 2014. prema podacima automatskih mjeraca prosječni mjesečni broj vozila iznosio je 39.243 vozila na dan na Slavenskoj aveniji i 22.286 vozila na dan na Jadranskoj aveniji. Mjerenja intenziteta prometa na najvećim gradskim raskrižjima¹⁸ pokazuju da gradskim avenija dnevno u prosjeku prođe nekoliko desetaka tisuća vozila. Prema mjerenjima iz travnja 2009. najveće opterećenje imaju križanja Jadranski most – Selska kroz koje dnevno prođe preko 80 tisuća vozila. Preko 60 tisuća vozila na dan prođe i križanjima Savska – Grada Vukovara i Savska – Slavenska. Čak i raskrižjem Ilica – Frankopanska, u neposrednoj blizini pješačke zone, u prosjeku dnevno prođe više od 10 tisuća vozila.

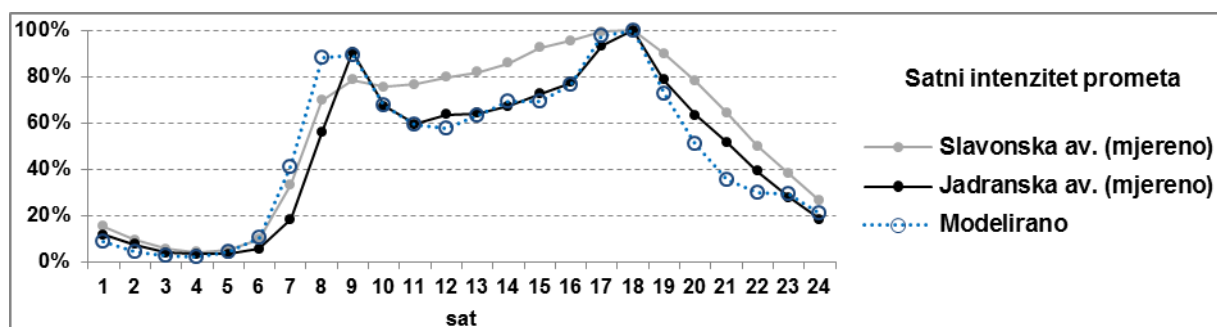
Na Sl. 6-5 prikazan je dnevni hod intenziteta prometa¹⁹ prema mjerenjima uz Slavensku i Jadransku aveniju u mjesecu veljači, te modelirani dnevni hoda prometa. Slaganje između mjenenog i modeliranog²⁰ intenziteta bolje je za Jadransku nego Slavensku aveniju. Najveće odstupanja modeliranih u odnosu na izmjerene vrijednosti na Jadranskoj aveniju jest precjenjivanje intenziteta prometa u ranojutarnjim satima (6-8) i podcjenjivanje intenziteta

¹⁸ CIVTAS/ELAN (2011): Studija naplate zagušenja

¹⁹ Podaci se odnose na prosječne vrijednosti satnih intenziteta prometa za mjesec veljaču.

²⁰ Europski vremenski faktori emisija su određeni su prema analizi više od desetljeća dugih mjerenja intenziteta prometa u Danskoj.

prometa večernjim satima (20-22). Opseg podataka o automatskom brojanju prometa na području Zagreba premali je da bi se odredili faktori vremenske promjenjivosti emisija (dnevni i godišnji hod). Mjerenja na dvije gradske avenije ukazuju na značajne razlike u dnevnom hodu intenziteta prometa unutar razdoblja radnog vremena što ukazuje na potrebu provođenja brojanja prometa u središtu grada.



Obrada: Ekonerg

Sl. 6-5: Mjereni i modelirani dnevni hod za Slavonsku aveniju i Jadransku aveniju (prema podacima za veljaču 2014.)

Prostorno opterećenje emisija cestovnog prometa i kućanstava

Prostorna razdioba emisija kućanstava na području Zagreba odražava strukturu energenata korištenih za grijanje kućanstva. Oko 70 % emisija NO_x kućanstava dolazi od izgaranja prirodnog plina, a oko emisija 30% emisije NO_x od izgaranja drveta u kućnim ložištima. Gotovo u potpunosti (99,4%) emisija čestica je posljedica ogrjevnog drveta. Doprinos ostalih energenata emisijama NO_x i PM₁₀ je zanemariv²¹.

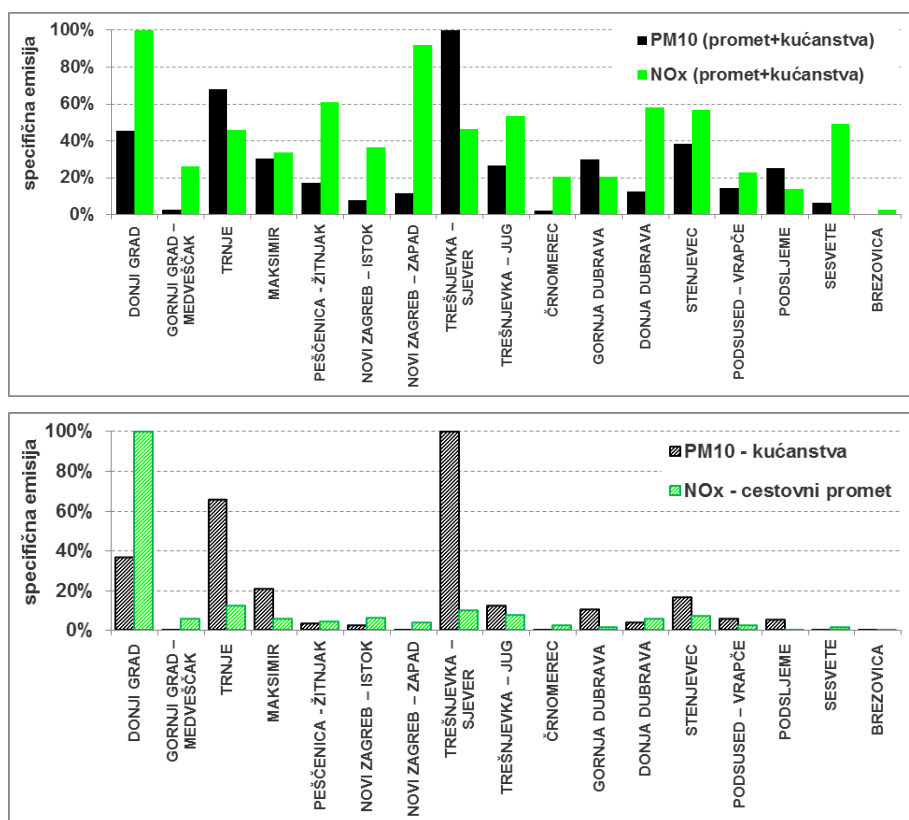
Pritisak ovih prizemnih (promet) i niskih (kućanstva) izvora emisija najbolje opisuje parametar specifična emisija po jedinici površine (npr. tona/km²). Na temelju podataka o emisijama PM₁₀ sektora kućanstva i cestovnog prometa i površini gradskih četvrti određena je specifična emisija tih sektora prikazana na Sl. 6-6. Kako bi se bolje uočila odnos specifičnih emisija pojedinih gradskih četvrti, na slici je prikazana relativna vrijednost odnosno omjer specifične emisije pojedine četvrti i maksimalne specifične emisije na području grada.

Emisija kućanstva ovisi o strukturi energenata korištenih za grijanje kućanstva. Specifična emisija djelom odražava i gustoću naseljenosti jer je drvo kao energent zastupljenije na područjima obiteljskih kuća odnosno područjima manje gustoće naseljenosti. Na Sl. 6-6. vidi se da je emisija PM₁₀ dominantno pod utjecajem kućanstva, te da je najveća na područjima gradskih četvrti Trešnjevka-sjever, Trnje i Donji Grad.

Gradske pozadinske koncentracije NO₂ u većoj su mjeri uvjetovane emisijama cestovnog prometa nego kućanstva čak i tijekom zimskog razdoblja (vidi Sl. 6-3). Gradske avenije i glavne gradske ulice jaki su linijski izvori emisija NO_x pa se uz njih očekuju povišene koncentracije NO₂ („hot spots“). Većina mjernih postaja na kojima se prati NO₂ su smještene u neposrednoj blizini najprometnijih ulica Grada Zagreba, pa stoga možemo reći da pokazuju najgore stanje onečišćenja NO₂ na području grada. Poznato je da koncentracije naglo opadaju s udaljavanjem od prometnice. Npr. mjerenja u 2012. godini pokazuju da je na mjernejoj postaji Prilaz baruna Filipovića smještenoj uz „zeleni val“ prosječna godišnje koncentracija bila 20-ak μ/m³ veća nego na kilometar udaljenoj lokaciji Vrhovec smještenoj u rezidencijalnom dijelu. S obzirom na malu

²¹ Podaci prema „Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetskih izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju“

udaljenost među postajama možemo reći da imaju istu razinu „gradskog pozadinskog onečišćenja“ odnosno da je 20-ak $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u najvećoj mjeri posljedica emisija sa prometnice „zelenog vala“ kojom dnevno prođu deseci tisuća vozila.



Podaci: EIHP
Obrada:Ekonerg

Sl. 6-6: Relativne vrijednosti specifičnih emisija NOx i PM₁₀ (ukupno i za dominantne izvore)

Mjerenja pokazuju da je najveće onečišćenje NO₂ na lokaciji Đorđićeva²² koja se nalazi unutar četvrti Donji grad koja ima najveću specifičnu emisiju (tona(NO_x)/km²) na području Zagreba. Gotovo deset puta manju specifičnu emisiju imaju Trnje i Trešnjevka-sjever, a mjerenja na lokacijama Baruna Filipovića i Zagreb-1²³ pokazuju je na tim lokacijama prekoračenje granične vrijednosti srednjih godišnjih koncentracija na razini nekoliko $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ukupna specifična emisija (NO_x) odražava utjecaj cestovnog prometa na čitavom području Grada što se vidi usporedbom sa specifičnom emisijom kućanstava NO_x i cestovnog prometa (Sl. 6-6). Na području gradskih četvrti Trnje i Tešnjevka-sjever cestovni promet je dominantni izvor NO_x. Najveću emisiju cestovnog prometa ima gradska četvrt Novi Zagreb-zapad, no zbog velike površine specifična emisija je barem deset puta manja nego u središnjem gradskom području. Mjerna postaja Siget nalazi se na „granici“ istočnog i zapadnog dijela Novog Zagreba, pa je prekomjerno onečišćenje NO₂ posljedica ukupne emisija prometa sa području čitavog Novog Zagreba odnosno utjecaja emisija cestovnog prometa na razinu tzv. gradskog pozadinskog onečišćenja na području Novog Zagreba.

²² Mjerenja u 2012. i 2013. godini pokazuju da su na lokaciji Đorđićeva godišnje koncentracije NO₂ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veće od granične vrijednosti.

²³ Mjerenja u 2012. i 2013. godini pokazuju da su prekoračenja granične vrijednosti na tim lokacijama na razini nekoliko $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

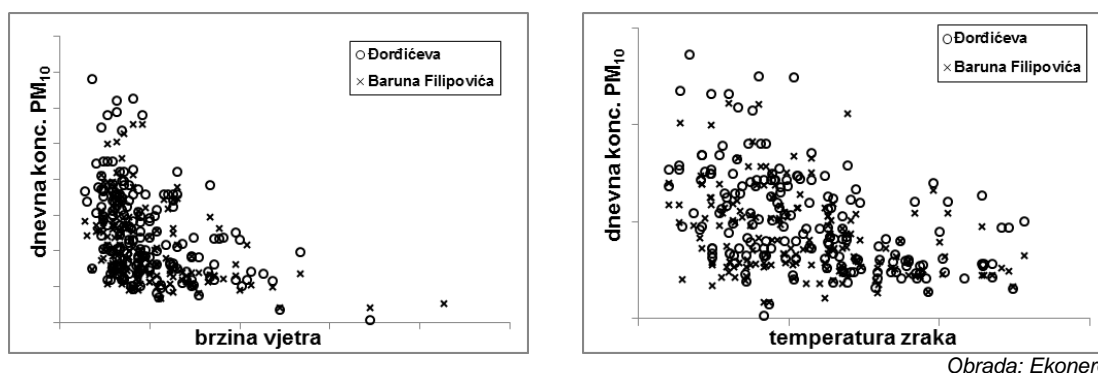
Analiza prostornog opterećenja emisija cestovnog prometa i kućanstava pokazuje da je područje gradskih četvrti Trešnjevka-sjever, Trnje i Donji Grad pod najvećim pritiskom lokalnih izvora emisija. U skladu je to sa činjenicom da su prekoračenja graničnih vrijednosti zabilježena na mjernim postajama unutar područja tih gradskih četvrti.

Utjecaj meteoroloških uvjeta

O meteorološkim uvjetima ne ovisi samo disperzija onečišćenja nego i emisije posebice u sezoni grijanja. Ne samo da hladniji dani znače veću emisiju, nego i dnevni hod temperature zraka uvjetuje dnevni hod emisija vezanih za grijanje kućanstva i poslovnih prostora.

Prekomjerno onečišćenje zraka u najvećoj je mjeri vezano za sezonu grijanja kada uz povišene emisije na povećanje koncentracija onečišćujućih tvari u zraku utječu i za disperziju nepovoljni uvjeti. Pojednostavljeno rečeno disperzijska svojstva atmosfere ovise o međusobnim kombinacijama stabilnosti atmosfere, brzine vjetra i visini sloja miješanja.

Ovisnost onečišćenja česticama o meteorološkim parametrima prikazana na Sl. 6-7 pokazuje kako se najviše dnevne koncentracije PM_{10} javljaju u danima vrlo slaba vjetra i niskih temperatura zraka.



Sl. 6-7: Ovisnost dnevnih koncentracija PM_{10} o prosječnoj dnevnoj brzini vjetra i temperaturi zraka u sezoni grijanja (listopad – ožujak)

Prizemne temperaturne inverzije nepovoljno djeluju na onečišćenje zraka jer u kombinaciji sa vrlo slabim vjetrom dovode do slabe disperzije i zadržavanja onečišćenja u najnižem sloju atmosfere. U takvim stanjima na razinu onečišćenja ponajviše utječu emisije prizemnih i niskih izvora emisija kao što su promet i kućna ložišta. Zimi je mala visina sloja miješanja u uskoj je vezi sa pojavom jake temperaturne inverzije²⁵.

Prizemne inverzije sastavi su dio dnevnog ciklusa graničnog sloja atmosfere i uobičajena su pojava noću tijekom cijele godine. Njihovo raspadanje počinje sa intenzivnim zagrijavanjem tla uslijed dozračenosti sunčeve energije, a proces razbijanja inverzije je postepen. Dok se sloj uz tlo sve više labilizira turbulentnim miješanjem iznad njega je stabilni inverzioni sloj tzv. podignuta inverzija. Noćne prizemne inverzije uglavnom su posljedica dnevnog ciklusa graničnog sloja, dok su danju uglavnom povezane sa sinoptičkim situacijama odnosno advekcijom toplog zraka na visini iznad hladnije podloge.

Inverzije toplog i hladnog dijela godine imaju različite osobine zbog kojih je i njihov utjecaj na onečišćenje zraka različit. Zimske su inverzije pliće i dugotrajnije od ljetnih, te često pojačane

²⁵ S obzirom da se zrak grije od tla „normalno“ stanje je da temperatura s visinom opada, stoga se pojava kada temperatura s visinom raste naziva temperaturnom inverzijom.

sinoptičkom situacijom anticiklonalnih stanja. Stoga se zimi tijekom razdoblja inverzije onečišćenje zadržava u plitkom sloju stabilno stratificiranog zraka u kojem je vertikalno miješanje otežano. Dodatno situaciju otežavaju i tišine odnosno razdoblja bez vjetera jer tada nema provjetravanje grada, pa dolazi do zadržavanja onečišćenja unutar gradskog područja.

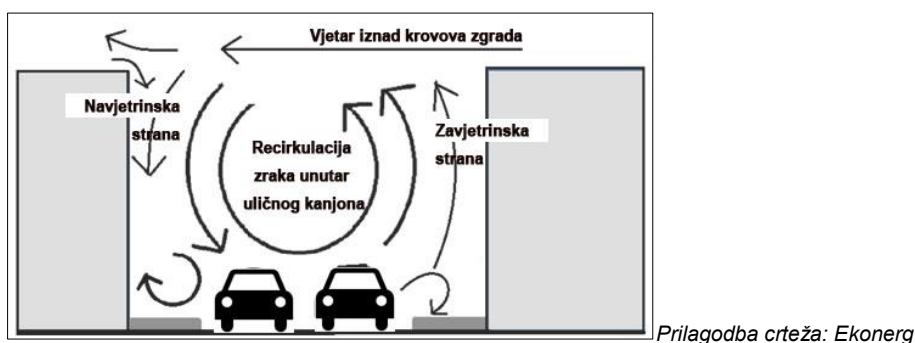
Istraživanja utjecaja tipova vremena na onečišćenje česticama u Zagrebu²⁶ potvrdila su da se zimi najveće koncentracije javljaju za radijacijskog tipa vremena kojeg karakterizira stabilna stratificirana atmosfera u kombinaciji sa slabim vjetrom promjenljiva smjera što rezultira slabom disperzijom onečišćenja.

Režim strujanja podno Medvednice (vidi poglavlje 2.3) pogoduje akumuliranju onečišćenja zraka u središnjem gradskom području jer se smjer pružanja grada (istok-zapad) podudara se sa dominantnim smjerovima vjetera u središnjem dijelu grada. Istočni dio grada, gdje prevladavaju sjeverni vjetrovi bolje se provjetrava, te je stoga manje ugrožen zadržavanjem onečišćenja čak i u zimi u razdoblju stagnacije zraka.

Na kraju treba istaknuti da i međugodišnja klimatska promjenjivost utječe na razinu onečišćenja. Npr. za toplijih zima emisije kućanstava su manje, ujedno i uvjeti disperzije su bolji (manje stagnacija hladnog zraka), pa je u konačnici razina onečišćenja zraka manja.

Specifičnosti disperzije unutar gradskog područja

Najopterećenije prometnica na području grada: gradske avenije i glavne gradske ulice, predstavljaju jake linijske izvore emisije u zrak uz koje je povišena razina onečišćenja zraka prvenstveno NO₂, a zatim i česticama PM₁₀. Pri tome, emisije čestica iz prometa su dijelom od izgaranja, a zatim i posljedica trošenja guma, kočnica, te abrazija cestovnih površina. Mjerene postaje koje su smještene u blizini glavnih gradskih ulica imaju ograničenu reprezentativnost mjerenja (vidi Tab. 1-2) te praktično mjere maksimalno onečišćenje koje se javlja uz prometnice.



Sl. 6-8: Shematski prikaz vrtloženja zraka unutar uličnog kanjona

Unutar gradskih ulica dolazi do zadržavanja onečišćenja unutar turbulentnih vrtloga, a prirodno provjetravanje onemogućavaju okolne zgrade. U realnim uvjetima struktura turbulentnih vrtloga unutar uličnog kanjona mnogo je složenija nego što je prikazano na Sl. 6-8. Duljina i širina ulica, te visine i razmještaj zgrada, utječu na strukturu turbulentnih vrtloga unutar uličnih kanjona. Osim geometrijske karakteristika gradskih ulica na turbulenciju utječu meteorološki faktori²⁸, te intenzitet prometa jer kretanje vozila također generira turbulenciju duž prometnice.

²⁶ Bešlić I. et al (2007): Influence of weather types on concentrations of metallic components in airborne PM₁₀ in Zagreb, Croatia, Geofizika Vol. 24

²⁸ Vjetar utječe na mehanički generiranu turbulenciju, a insolacija na termički generiranu turbulenciju.

Primjer mjerne postaje sa izraženim efektom utjecaja zadržavanja onečišćenja unutar uličnog kanjona jest lokacija u Đorđićevoj ulici kao što se vidi na Sl. 6-9. Uzorkivači su smješteni na krovu niske zgrade prikazane na Sl. 6-9. Mjerna postaja u Đorđićevoj ulici smještena je između dva semafora što ujedno znači još i veći utjecaj emisija vozila odnosno utjecaj prometnog zagušenja.



Sl. 6-9: Mjerna postaja u Đorđićevoj ulici i pogled na obližnje prometnica

Resuspenzija fine prašine

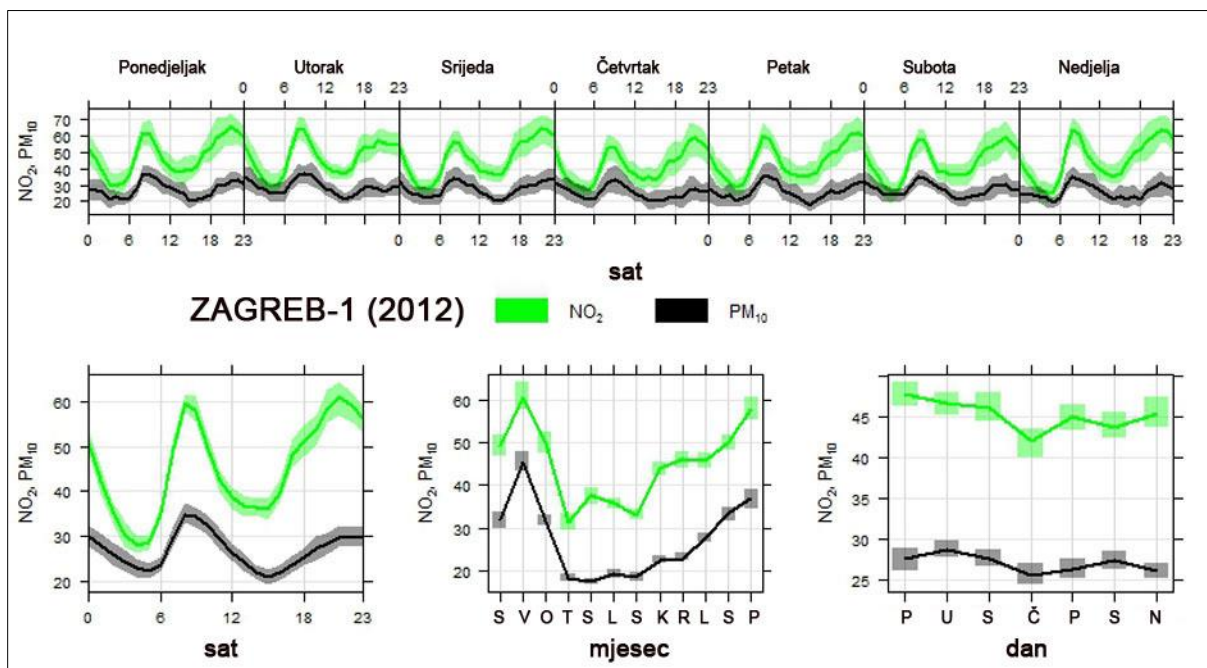
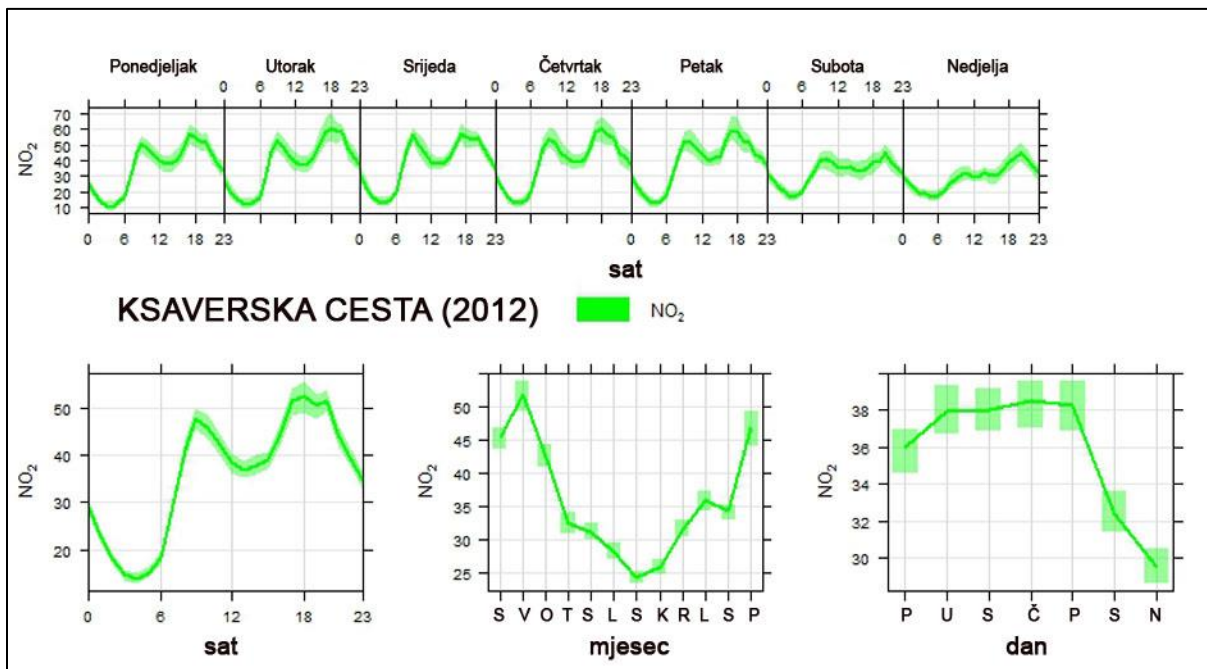
Vjetar i turbulentni vrtlozi utječu na resuspenziju odnosno podizanje prašine s gradskih površina. To znači da se istaložene čestice na gradskom području ponovno dižu u zrak. Dodatno, turbulencija izazvana kretanjem vozila uzrokuje još intenzivniju resuspenziju čestica prašine sa površina prometnica. Osim o intenzitetu prometa resuspenzija uvelike ovisi o stanju prometnica, te ju je praktično nemoguće odrediti bez posebnih mjerenja. Indikator utjecaja resuspenzije je sadržaj mineralnih tvari u česticama. Utjecaj resuspenzije čestica nije moguće odrediti bez posebnih mjerenja jer je uvelike ovisna o lokalnim uvjetima.

Vremenska promjenjivost onečišćenja zraka

U nastavku je analiziran dnevna, tjedna te sezonska promjenjivost koncentracija NO_2 i PM_{10} .

Kao primjer karakteristike vremenske promjenjivosti onečišćenja NO_2 i PM_{10} na području Zagreba na Sl. 6-10 i Sl. 6-11 prikazana je vremenska promjenjivost na lokacijama Ksaverska cesta i Zagreb-1. Tipično za urbana područja dnevni hod koncentracija jako je izražen.

Mjesečna promjenjivost koncentracija NO_2 i PM_{10} prikazana na Sl. 6-10 odražava promjenjivost emisija prikazanu na Sl. 6-3.



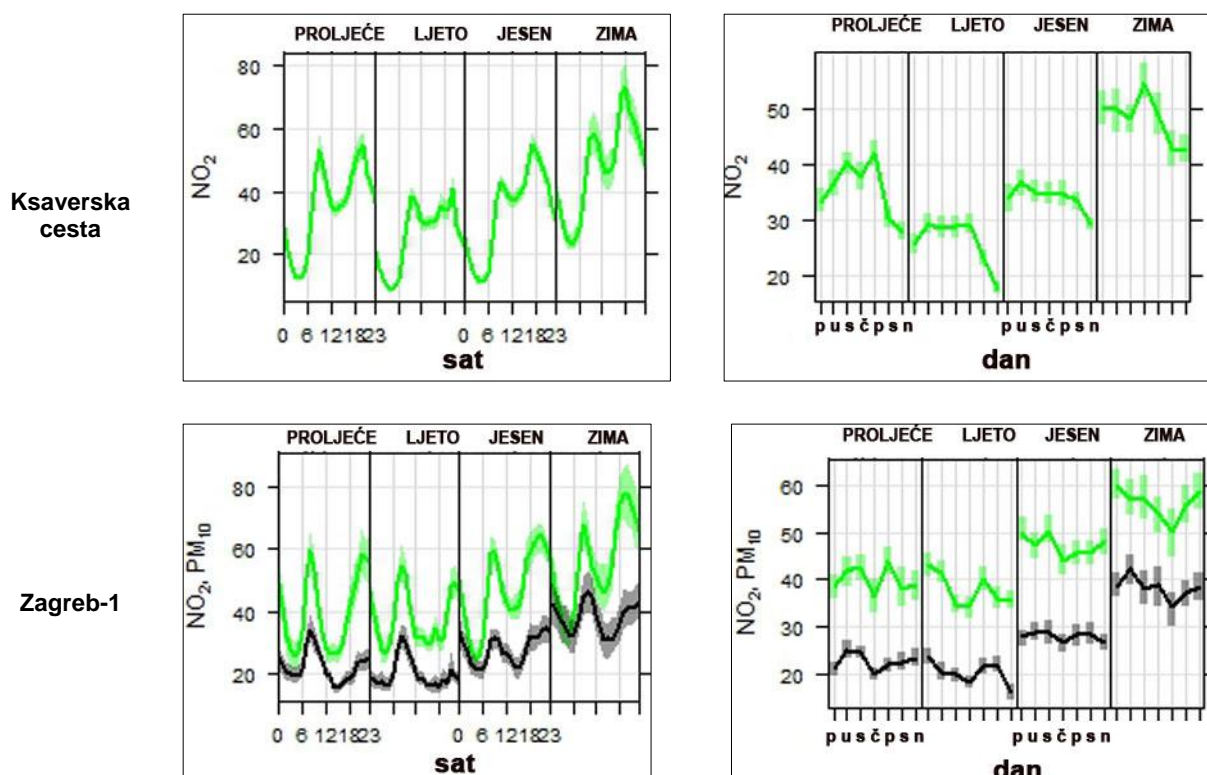
Sl. 6-10: Vremenska promjenjivost koncentracija NO₂ i PM₁₀ na lokacijama Ksaverska cesta i Zagreb-1 u 2012 godini

Dnevni hod koncentracija NO₂ i PM₁₀ prikazan na Sl. 6-11 povezan je sa dnevnim ritmom aktivnosti stanovništva odnosno sa dnevnim hodom emisija prikazanim na Sl. 6-4.

Poslijepodnevni maksimum NO₂ na lokaciji Ksaverska cesta javlja se kasnim poslijepodnevnim satima, a na lokaciji Zagreb-1 u kasnijim večernjim satima. Pomak u pojavi poslijepodnevnog tj. večernjeg maksimuma ukazuje na značajnu prostornu i vremensku promjenjivost koncentracija pod utjecajem lokalnih izvora. Za pomak maksimuma vjerojatno nisu odgovorni samo lokalni izvori emisija već i prevladavajući vjetrovi zbog čega je transport onečišćenja usmjeren prema središtu grada.

Pojava izražajnog maksimuma koncentracija NO_2 u kasnim zimskim satima na lokaciji Zagreb-1 može obrazložiti i utjecajem emisija NO_x kućnih ložišta, pri čemu treba naglasiti da je gustoća stanovništva, pa time i emisija značajno manja na lokaciji Ksaverska cesta. Viša razina koncentracija NO_2 i PM_{10} u poslijepodnevnom i noćnim satima nije samo posljedica dnevnog hoda emisije nego i dnevnog ciklusa meteoroloških parametara (koji je ranije opisan).

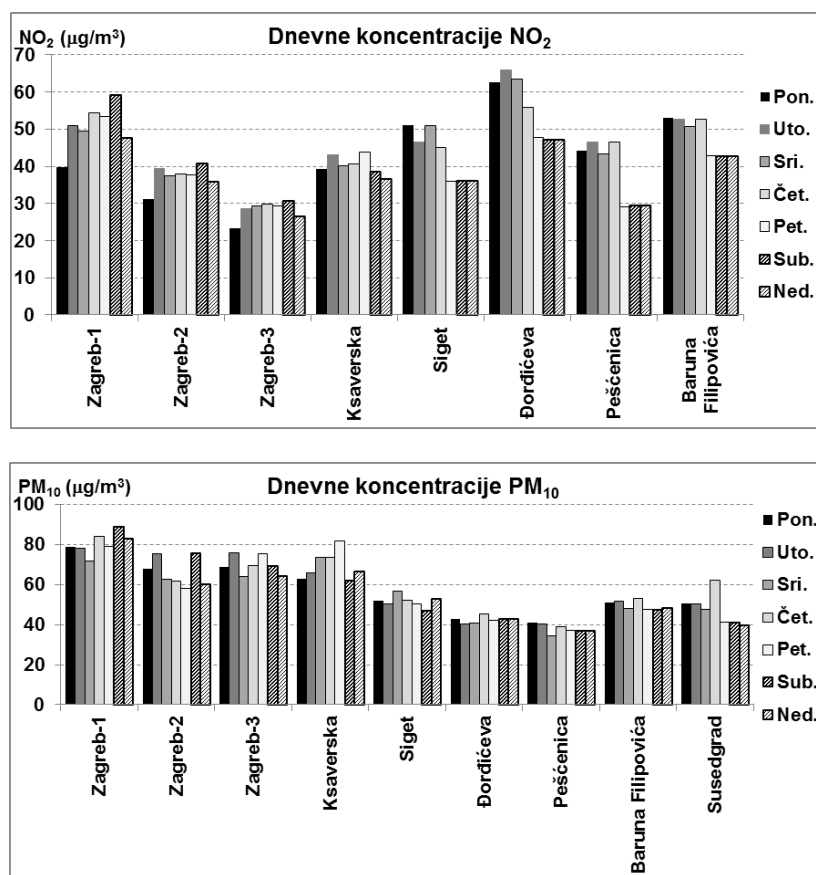
Utjecaj radnih i neradnih dana jasno je vidljiv na lokaciji Ksaverska cesta gdje su danima vikenda dnevne koncentracije NO_2 dvadesetak posto niže u odnosu na radne dane (vidi Sl. 6-11) što je vjerojatno posljedica manje emisije cestovnog prometa vikendom. Naime, prema europskom modelu vremenskog profila emisija²⁹ vikendom su emisije cestovnog prometa, ali i reza četvrtinu manje no radnim danom.



Sl. 6-11: Karakteristike dnevne i tjedne promjenjivosti koncentracija u pojedinim godišnjim dobima u 2012. godini

Na Sl. 6-12 prikazan je utjecaj radnih i neradnih dana na dnevne koncentracije NO_2 i PM_{10} tijekom hladnog dijela godine odnosno sezone grijanja od listopada do ožujka. Smanjenje onečišćenja zraka vikendom nije jednako izraženo na čitavom području grada. Koncentracije NO_2 su na većini lokacija manje vikendom no radnim danom što je vjerojatno posljedica manje emisije cestovnog prometa. Međutim, vikendom razina koncentracija PM_{10} nije značajno niža no radnim danom što je s jedne strane posljedica visoke razine pozadinskog onečišćenja česticama, a s druge strane podupire činjenicu da na koncentracija PM_{10} od lokalnih izvora najviše utječu emisije kućanstva (koje se vikendom značajnije ne smanjuju).

²⁹ Faktori vremenske promjenjivosti emisija tijekom tjedna LOTUS-EUROS projekta razlikuju se za svaki dan u tjednu. U odnosu na prosječnu vrijednost faktora za radne dane (pon.-pet.) emisije su vikendom (sub.-ned.) oko 25% manje.



Sl. 6-12: Tjedni hod koncentracija NO₂ i PM₁₀ u hladnom dijelu godine (prema podacima za 2013. godinu)

Za područje Zagreba nema detaljnih mjerenja tj. brojanja prometa koja bi to potkrijepila, no provedena brojanja prometa³⁰ pokazuju da je subotom broj vozila desetak posto manji no radnim danom, a nedjeljom tridesetak posto manji promet no radnim danom.

Analiza utjecaja sektora energetike i industrije

Razina onečišćenja zraka SO₂ pokazatelj je utjecaja emisija zagrebačkih termoelektrana-toplana kada koriste tekuća goriva. S obzirom na nisku razinu pozadinskih koncentracija SO₂ i činjenicu da je glavna emisija SO₂ emisija EL-TO i TE-TO, može se vrlo konzervativno pretpostaviti su koncentracije SO₂ u potpunosti pod utjecajem dvaju zagrebačkih termoelektrana-toplana. Prema podacima Registra onečišćivača okoliša za EL-TO i TE-TO za 2012. godinu utvrđeno je da su emisije PM₁₀ su tridesetak puta manje od emisija SO₂ pa je očekivano i utjecaj na onečišćenje zraka česticama proporcionalno manji.

Na mjernim postajama državne mreže Zagreb-1, Zagreb-2 i Zagreb--3 veće od 90 µg/m³ zabilježene su svega nekoliko puta tijekom razdoblja od 2009. do 2013. godine.³¹ Uzevši u obzir omjer SO₂ i PM₁₀ emisijama, proizlazi da zimi termoelektrane-toplane dnevnim koncentracijama PM₁₀ doprinose do 3 µg/m³. Uzevši u obzir prosječen koncentracije SO₂ u zimskim mjesecima

³⁰ Brojanje prometa na raskrižju Slavonka av.-Radnjička cesta-Heinzlova ulica prema Golubić, J. i Kolar, V. (2006): Ekološki aspekti optimizacije prometa na raskrižjima u gradu Zagrebu

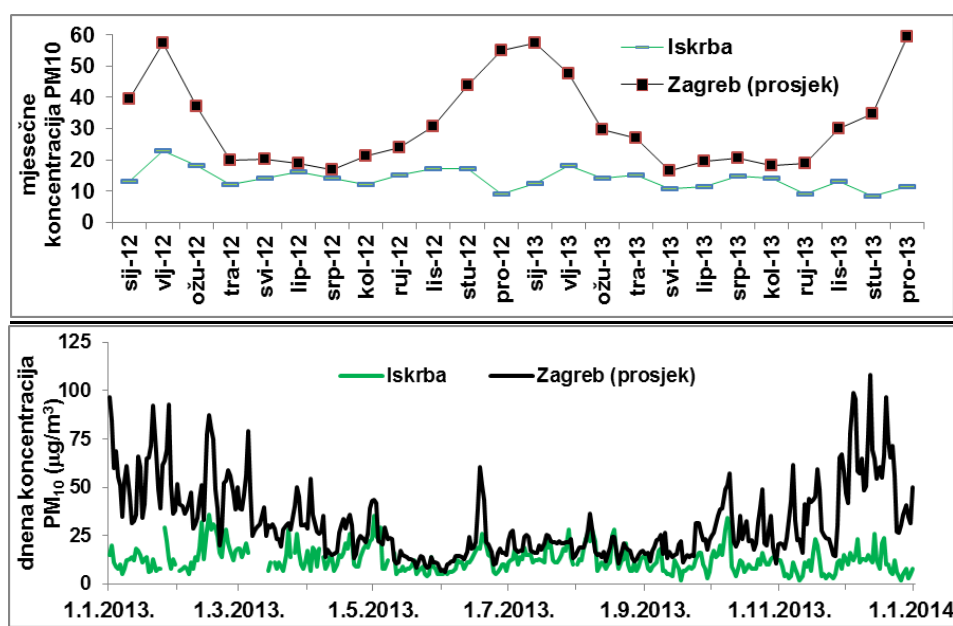
³¹ Najveće dnevne koncentracije na lokaciji Zagreb-1 bila je 93 µg/m³, na lokaciji Zagreb-2 bila je 99 µg/m³, a na lokaciji Zagreb-3 bila je 102 µg/m³. Na postajama gradske mreže bilježe znatno manje koncentracije SO₂.

može se reći da je u prosjeku doprinos termoelektrana-toplana zagrebačke onečišćenju česticama zimi manji je $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Temeljem provedene analize može se zaključiti da emisija najvećih pojedinačnih izvora emisija čestica, EL-TO i TE-To nije odlučujuća u pogledu prekoračenja graničnih vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} . Utjecaj emisija zagrebačkih termoelektrana-toplana tijekom sezone grijanja manji od 1% iznosa granične vrijednosti za dnevne koncentracije PM_{10} .

Analiza prekograničnog transporta na onečišćenje česticama

Na Sl. 6-13 su prikazane prosječne koncentracije PM_{10} na području Zagreba i Iskrbi u 2013. godini. Kako bi koncentracije bile međusobno usporedive, prosječne koncentracije za Zagreb određene su samo temeljem gravimetrijskih mjerenja PM_{10} odnosno istom metodom kojom se provode mjerenja na Iskrbi.

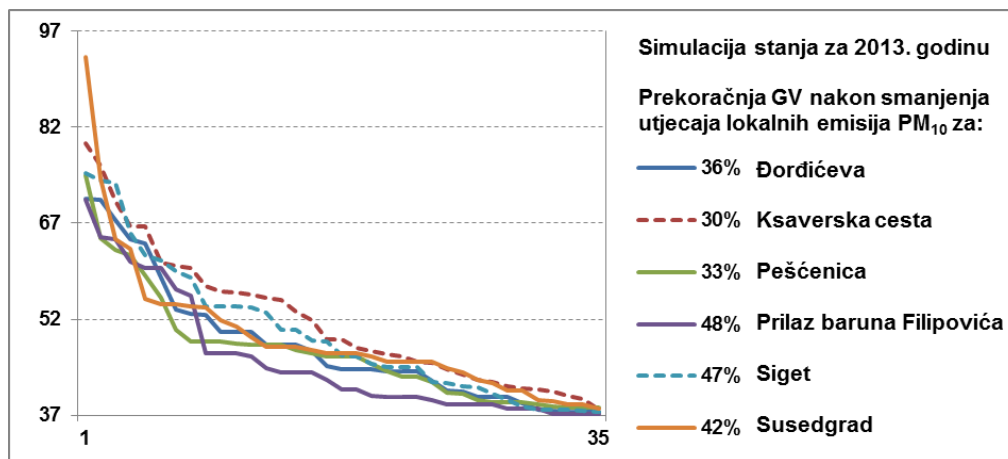


Sl. 6-13: Mjesečne i dnevne koncentracije PM_{10} na ruralnom području (Iskrba, Slovenija) i na području grada Zagreba

Koncentracija izmjerene na EMEP-ovoj postaji Iskrba reprezentativne za ocjenu regionalnog pozadinskog onečišćenja zraka. Opravdano je pretpostaviti da razlika koncentracija Zagreba i Iskrbe ukazuje na doprinos lokalnih izvora. U zimskim mjesecima dnevne koncentracije na području Zagreba bile su u prosjeku 40-ak $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veće od koncentracija izmjerenih na Iskrbi.

Na Sl. 6-13 uočljiva je podudarnost porasta i pada dnevnih koncentracija u Zagrebu i Iskrbi tijekom zimskim mjeseci. Razlika koncentracija između Zagreba i Iskrbe podudara se sa sezonskom promjenjivošću lokalnih izvora emisija (vidi Sl. 6-3). Prosječna dnevna koncentracije PM_{10} na Iskrbi tijekom sezone grijanja u 2013. godini iznosila je $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ što je uzeto kao razina pozadinskog onečišćenja PM_{10} u daljoj analizi.

Uzevši u obzir razinu pozadinskog onečišćenja česticama i dozvoljeni broj prekoračenja granične vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} proračunato je za koliko se mora smanjiti „lokalno onečišćenje“ zraka PM_{10} na području aglomeracije Zagreb. Rezultati analize za 2013. godinu prikazani su na Sl. 6-14, a svega nekoliko postotaka manje vrijednosti smanjenja PM_{10} dobivaju se za analizu podataka iz 2012. godinu.



Sl. 6-14: Ocjena potrebnog smanjenja emisija lokalnih izvora s ciljem postizanja granične vrijednosti dnevnih koncentracija PM_{10} u sezoni grijanja (simulacija za 2013. godinu)

Provedena analiza razine onečišćenja česticama (PM_{10}) čiji su rezultati prikazani na Sl. 6-14 pokazuje da je „lokalno onečišćenje česticama“ potrebno smanjiti za 30 do 50 % posto kako bi se zadovoljila granična vrijednost za dnevne koncentracije PM_{10} na području Grada Zagreba. Pod „lokalnim onečišćenjem česticama“ podrazumijeva se razina koncentracija čestica koja je pod utjecajem direktnih emisija čestica energetskih i industrijskih postrojenja, kućanstava i cestovnog prometa sa području Grada Zagreba.

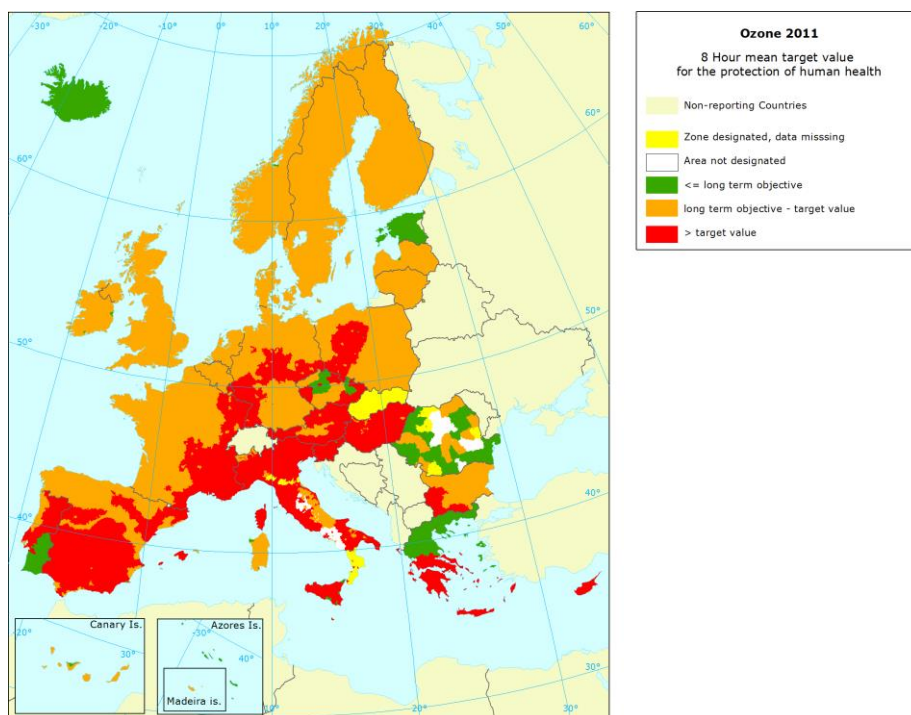
Prema rezultatima vremenskog modeliranja emisija (vidi Sl. 6-3 i Sl. 6-4) tijekom sezone grijanja dominantni izvor emisija čestica na području Grada Zagreba su mala kućna ložišta. Emisija čestica iz cestovnog promet je tijekom sezone grijanje desetak puta manja od emisije kućanstava. Može se pretpostaviti da je utjecaj cestovnog prometa na onečišćenje česticama ograničen neposredno uz najopterećenije prometnice te dodatno ovisi o lokalnim mogućnostima provjetravanja zraka na što utječe pružanje gradskih ulica i okolnih zgrada. Ranije opisana analiza pokazala je da emisija najvećih stacionarnih izvora čestica (EL-TO i TE-TO) dnevnim koncentracijama PM_{10} doprinosi sa manje od 1% granične vrijednosti, te stoga dalja smanjenje emisije kroz dvjesto metara visoke dimnjake ne utječe na smanjenje onečišćenja česticama na području Grada Zagreba.

U sezoni grijanja lokalno onečišćenje česticama pod dominantnim je utjecajem emisija malih kućnih ložišta te je smanjenje takvog onečišćenja proporcionalno smanjenu emisija tog sektora. Zbog klimatskih uvjeta i prostornog opterećenja emisijama na području Grada Zagreba mjerne postaje Ksaverska cesta i Peščenica reprezentativne su za ocjenu „lokalnog pozadinskog onečišćenja“ na području Grada Zagreba. Prema provedenoj analizi na području Grada Zagreba potrebno je smanjiti emisije čestica sektora kućanstva za najmanje 30 % posto.

Osvrt na onečišćenje ozonom

Ozon je sekundarna onečišćujuća tvar koja u prizemnom sloju atmosfere nastaje fotokemijskim procesima prekursora ozona (NO_x , HOS - hlapivi organski spojevi i dr.). Na onečišćenje ozonom na području Europe utječu emisije prekursora ozona ne samo sa područja Europe već emisije cijele sjeverne hemisfere, te međunarodnog prijevoza brodovima i avionskog prijevoza³². Prekomjerno onečišćenje ozonom izraženo je posebno na jugu Europe čemu posebno pogoduju klimatski uvjeti: duga, vruća i sunčana ljeta.

³² Air pollution by ozone accross Europe during summer 2012, EEA Technical report, No 3/13



Izvor: AirBase, EEA

Sl. 6-15: Prekomjernog onečišćenja ozonom na području Europe u 2011 godini (područja prekoračenje ciljne vrijednosti za ozon označena su crveno)

Rana istraživanja fotokemijskog smoga utvrđeno je da su koncentracije ozona na rubu urbanih područja veće od onih njihovom središtu (gdje su najveće emisije NO_x). Koncentracije ozona ne ovise samo o lokalnim izvorima emisije prekursora ozona (NO_x , HOS) već na stvaranje ozona izrazito utječu meteorološki uvjeti, prvenstveno jaka insolacija. U neposrednoj blizini izvora prekursora ozona (odnosno izvora NO_x -a) koncentracije ozona se smanjuju uslijed titracije sa emitiranim NO. To znači da se najmanje koncentracija ozona na urbanom području mogu očekivati na području najvećih emisija NO_x . Međutim, zbog rekombinacije ozon nastaje i dalje od područja emisija odnosno neće nestati već će do njegova stvaranja doći na rubnim područjima grada. U skladu s time mjerenja na području Zagreba pokazuju da su koncentracije u središtu grada (Prilaz baruna Filipovića, Đorđićeva) niže od onih na rubnom području grada (Peščenica, Siget, Ksaverska). Mjerenja pokazuju da je na lokaciji Zagreb-3 prekoračenja ciljne vrijednosti za ozon izraženije no na Ksaverskoj cesti (vidi Sl. 4-5) što je vjerojatna posljedica transporta onečišćenja zraka prema južnom području grada.

S obzirom da ozon nastaje fotokemijskim reakcijama, prekomjerno onečišćenje ozonom vezano je za ljetnu sezonu kada je insolacija najjača. Što su temperature zraka više i što su vrućine dugotrajnije to je veća vjerojatnost pojave epizodnih stanja ozona. Međugodišnja varijabilnost meteoroloških uvjeta uvelike utječe izraženost pojave epizoda povišenih razina ozona zbog čega je ciljna vrijednost za ozon definirana kao trogodišnji prosjek.

ZAKLJUČAK

Na području aglomeracije Zagreb prekomjerno onečišćenje zraka NO_2 ograničeno je na područje neposredno uz najprometnije gradske avenije i glavne gradske ulice. Druga kategorija kvalitete zraka za onečišćenje NO_2 posljedica je prekoračenja granične vrijednosti prosječne

godišnje koncentracije NO₂.³³ Mjerenja pokazuju da je razina gradskog pozadinskog onečišćenja zraka na razini 50 % do 80 % iznosa granične vrijednosti za prosječne godišnje koncentracije NO₂. Najveće prekoračenje granične vrijednosti za godišnje koncentracije NO₂ zabilježeno je u središnjem dijelu gradskog područja tj. na mjernim postajama Đorđićeva ulica i Zagreb-1. U manjoj je mjeri granična vrijednost prekoračena i na lokacijama Prilaz baruna Filipovića i Siget.

Prekomjerno onečišćenje česticama PM₁₀ zabilježeno je na području čitave aglomeracije, te je posljedica prevelikog broja prekoračenja granične vrijednosti dnevnih koncentracija PM₁₀. Prekoračenja granične vrijednosti se javljaju tijekom sezone grijanja kada razina regionalnog pozadinskog onečišćenja česticama visoka, pa emisije lokalnih niskih i prizemnih izvora čestica dovode do prekoračenja granične vrijednosti. Provedene analize pokazuju da je za postizanje granične vrijednosti dnevnih koncentracija za PM₁₀ potrebno emisija čestica niskih i prizemnih izvora sa područja Grada Zagreba za najmanje 30%. Analize pokazuju da emisije iz visokih dimnjaka energetskih postrojenja ne utječu na prekoračenje granične vrijednosti za PM₁₀.

Smanjenjem izvora emisija čestica smanjiti će se i onečišćenje PM_{2,5} i benzo(a)pirena u dovoljnoj mjeri da se postignu granične vrijednosti.

Na području čitave Hrvatske, pa tako i području aglomeracije Zagreb, prekomjerno onečišćenje ozonom nije posljedica samo lokalnih izvora emisija već je uvelike povezano sa prekograničnog transporta i klimatskih uvjetima.

³³ Zbog izmjena zakonodavstva od 2013. godine nema granične vrijednosti za dnevne koncentracije NO₂. Prema dosadašnjim mjerenjima nije bilo prekoračenja granične vrijednosti satnih koncentracije NO₂ na području Zagreba.

6.2. DETALJNI PODACI O MOGUĆIM MJERAMA ZA POBOLJŠANJE KVALITETE ZRAKA

U ovom su poglavlju opisane mjere smanjenja emisija koje se zasnivaju na praksi europskih gradova. U opisu mjera dan je osvrt na lokalne specifičnosti vezane za njihovo provođenje te su dane napomene glede troškova i vremena njihova provođenja.

6.2.1. MJERE USMJERENE NA SMANJENJE ONEČIŠĆENJA NO₂

Mjere primjenjive na područjima većeg onečišćenja zraka

Najveće prekoračenje srednje granične koncentracije NO₂ u iznosu 20 % je na lokaciji Đorđićeva ulica i Zagreb-1 iz čega proizlazi da je na tom području grada potrebno provesti ograničenja cestovnog prometa. Slijedeće mjere smanjenje emisije NO_x usmjerene su na cestovni promet koje se provede na područjima najvećeg onečišćenja zraka. Priprema za provođenje ovih mjera je složena (studije izvodljivosti, stručne studije) i financijski zahtjevna, no efekti se očekuju vrlo brzo po početku provedbe.

❖ **Proširenje pješačkih zona**

Na području pješačke zone dolazi do značajnog poboljšanja kvalitete zraka. Prije uvođenja potrebno je prometnim studijama analizirati mogućnosti alternativnih pravaca, te moguće posredne nepovoljne učinke na susjedna područja. Potrebno je razmotriti mogućnost njenog proširenja na područje najvećeg onečišćenja zraka dušikovim dioksidom odnosno da se njome obuhvati i Đorđićeva ulica.

Troškovi/učinak: Troškovi su vezani za pripremu za provođenje uključivo i uspostavu pješačke zone. Prema iskustvima europskih zemljama cijena uspostave pješačkih zona u središtu grada dosegla je čak 500.000 Eura. Poboljšanje je moguće odmah po provođenju mjere.

❖ **Uvođenje područja ograničenja cestovnog prometa**

Cilj ove mjere je ograničenje kretanja (prometovanje) vozila ili pojedinih kategorija vozila na strogo ograničenom području odnosno na području najvećeg onečišćenja. U više od 200 gradova u 10 europskih zemalja³⁴ uspostavljene su tzv. „low emission zone“ (LEZ) odnosno područja u kojima su uvedena ograničenja za cestovni promet radi prekomjernog onečišćenja zraka. Oblici ograničenja prometovanja zonom kao i načini naplate kojima se destimulira ulazak u zonu su brojni. Primjenom naplate ulaska u zonu primjenjuje se princip zaštite okoliša „onečišćivač plaća“.

Za područje Zagreba u okviru CIVITAS/ELAN projekta izrađena je Studija naplate zagušenja kojom je određeno područje uspostave tzv. „Eko zona“ veličine cca 2 km² u središtu grada. Na granici te zone je mjerna postaja Đorđićeva na kojoj mjerenja pokazuju najveće godišnje koncentracije NO₂. Studijom je također predložen model naplate vinjetama i dan tarifni sustav vinjeta.

Prema Studiji naplate zagušenja očekivano poboljšanje unutar eko zone je 10 % manje vozila u zoni i poboljšanje kvalitete zraka za 15 %. U zaključku Studije naplate zagušenja istaknuto je da „prije uvođenja modela naplate nužno će biti obaviti detaljnija brojanja prometa u zoni, lokalna mjerenja kvalitete zraka i mjerenja buke kako bi se mogli vrednovati postavljeni ciljevi.“

Za uspostavu ove mjere nužna je studija izvodljivosti u okviru koje je potrebno analizirati postoji li negativni učinci ove mjere odnosno prenošenje problema prekomjernog onečišćenja zraka na susjedna područja.

³⁴Prema podacima <http://www.theaa.com/>

Troškovi/učinak: Naplata ulaska u eko-zonu putem vinjeta najjeftiniji je način uspostave te zone. Uvjet za provođenje ove mjere je da studija izvodljivosti potvrdi da uvođenjem eko-zone neće doći do prenošenja problema na susjedna područja.

❖ **Organizacijske mjere usmjerene na promet**

Smanjenje emisija cestovnog prometa može se postići poboljšanjem protočnosti vozila ili pak preusmjeravanjem određenih kategorija vozila (npr. teška vozila ako je njihov doprinos značajan). U središtu Zagreba emisije cestovnog prometa dominantno su pod utjecajem osobnih automobila, pa preusmjeravanje malobrojnih teških vozila ne bi donio značajnija poboljšanja.

Najjednostavniji način poboljšanja protočnosti prometa je smanjenjem dopuštene brzine vozila, a dodatno se protočnost povećava sinhronizacijom semafora odnosno uspostavom „zelenog vala“.

U središtu grada promet u smjeru istok-zapad već je reguliran uspostavom „zelenog vala“, a najveće prekoračenje se javlja na području gdje završava „zeleni val“. Stoga dodatni napor u organizaciji prometa treba usmjeriti na područja gdje završava „zeleni val“.

Troškovi/učinak: Grad Zagreb trajno radi na poboljšanju prometnog sustava, a jedna od glavnih ciljeva generalnog prometnog plana je „upravo zaštita okoliša od štetnih djelovanja prometa“³⁵.

Mjere primjenjive na području cijele aglomeracije

Sljedeće mjere smanjenja emisije prometa potrebno je primjenjivati na području aglomeracije Zagreb kako bi se smanjila razina tzv. „gradskog pozadinskog“ onečišćenja zraka. Navedenim se mjerama polako smanjuju emisije cestovnog prometa, te je za postizanje većih smanjenja potrebno duže vrijeme. Efikasnost provedbe tih mjera ovisi o gospodarskom stanju kao i mogućnosti subvencioniranja tih mjera.

❖ **Smanjenje emisija cestovnog prometa korištenjem vozila novih tehnologija koja imaju niske emisije onečišćujućih tvari (npr. EURO 5 i EURO 6)**

Stari dizelski automobili najveći su izvori emisija NO_x, ali i čestica. U Hrvatskoj je 2013. godine prosječna starost osobnih vozila bila veća od 12 godina³⁶. Više od polovice voznog parka osobnih vozila ima motore prema standardu EURO 3 ili starije. Zamjenom osobnog vozila EURO 3 sa vozilom prema EURO 5 standardu emisija NO_x pojedinog vozila smanjila bi se za najmanje 60 %³⁷. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku posljednjih godina godišnje se registriralo oko 3 % novih osobnih vozila. Subvencioniranje kupovine novih osobnih vozila mogući je instrument provođenja ove mjere usmjerene na stanovništvo. U javnom prijevozu ova mjera provodi se primjenom tzv. „zelene nabave“ kod kupovine novih vozila.

Troškovi/učinak: Za područje Grada Zagreba simuliran je utjecaj da ovu mjeru financiraju sami građani. Prosječnom obnovom voznog parka osobnih vozila za 3 % zamjene starih vozila (EURO 2 i starija vozila) sa novijim tehnologijama moguće je postići smanjenje emisija NO_x osobnih vozila za najmanje 5%. Ovo je mjera u kojoj brzina provedbe ovisi o ukupnom gospodarskom stanju i mogućnosti subvencioniranja vozila.

❖ **Korištenje električnih vozila i vozila niskih emisija (hibridnih automobila)**

³⁵ Ciljevi Generalnog prometnog plana <http://zagreb.hr/>

³⁶ Podaci Centra za vozila Hrvatske (www.cv.hk.hr)

³⁷ Standardi emisije za osobna vozila sa dizelskim motorom su EURO3: 0,5 g(NO_x/km) i EURO 5: 0,18 g(NO_x/km). Za starija vozila postiglo bi se

Korištenjem hibridnih i eklektičnih automobila postiže se najmanja emisija, no prepreka je cijena ovakvih vozila. Za širu primjenu električnih automobila potrebno je razviti i prateću infrastrukturu.

Troškovi/činak: Instrument provedbe ove mjere su subvencije. Mogućnost provedbe ovisi o gospodarskom stanju u cjelini o čemu ovisi i krajnji pozitivni učinak u pogledu smanjenja emisija. Veći udio ovakvih vozila praktično je moguće očekivati tek po gospodarskom oporavku jer veći dio troškova snose vlasnici vozila.

❖ **Multimodalni prijevoz**

Riječ je o mjeri korištenja više oblika prijevoza do konačnog odredišta kombinacijom različitih oblika prijevoza. Uglavnom je riječ o kombinaciji prijevoza osobnog automobila i javnog prijevoza, pa je mjera je od posebnog značaja za putnike sa rubnih područja grada ili izvan grada.

Troškovi/činak: Ovu mjeru usko je povezana sa mjerama promocije javnog prijevoza, te širenje i unaprjeđenje javnog prijevoza. Riječ je o dugoročnoj mjeri koja trajno poboljšava kvalitetu zraka.

❖ **Edukativne mjere usmjere na korištenje osobnih vozila**

Edukativne mjere odnose se na populariziranjem slijedećih aktivnosti kao bi se izbjegla emisija osobnih automobila:

- korištenjem javnog prijevoza umjesto osobnih automobila,
- izbjegavanjem vožnje osobnim vozilom na kraće udaljenosti,
- korištenjem bicikala i električnih bicikala.

Troškovi/činak: Troškovi su vezani za način provođenja edukacije. Grad Zagreb već provodi slične akcije (npr. Europski dan bez automobila)

❖ **Edukativne mjere usmjere na vozače**

Cilj edukacije vozača je što ekonomičnija vožnja, popularno zvana eko-vožnja, čime se ujedno smanjuje emisije onečišćujućih tvari u zrak. Edukacijom se postiže poboljšanjem vozačkih sposobnosti (manje kočenja i ubrzavanja), a vozače je potrebno educirati i o značaju redovnog održavanja vozila i drugim pravilima vožnje kojima se postiže smanjenje potrošnje goriva.

Troškovi/činak: Tečajeve eko-vožnje plaćaju sami korisnici koji mogu biti financijski motivirani učincima smanjenja troškova goriva. Potrebno je osvijestiti građane da svojim ponašanjem u vožnji mogu aktivno djelovati kako bi smanjili emisiju cestovnog prometa. Riječ je o dugoročnoj, edukacijskoj mjeri koja trajno poboljšava kvalitetu zraka.

❖ **Širenje i unaprjeđenje javnog gradskog prijevoza, posebno gradskog željezničkog prijevoza**

Cilj ove mjere je smanjenje potrebe za korištenjem osobnih automobila čime se smanjuje emisija cestovnog prometa. Širenje i unaprjeđenje javnog gradskog prijevoza provodi se kroz:

- uvođenje novih linija i/ili izmjena trasa postojećih linija,
- prilagodbu voznog reda zahtjevima korisnika (povećanje frekvencije),
- osiguravanjem velikih parkirališta u blizini željezničkih postaja izvan gradskog središta, te tramvajskih okretišta gdje je to moguće.

Posljednjih desetak godina razina usluge javnog prijevoza uvelike se poboljšala uvođenjem novih vozila (npr. niskopodni tramvaji, novi autobusi) kao i novim načinima naplate. Dalji razvoj gradskog željezničkog prometa omogućio bi brže putovanje na veće udaljenosti, pa time može biti ključno kod promjena ponašanja stanovništva.

Troškovi/činak: Grad Zagreb kontinuirano provodi unaprjeđenje usluga javnog gradskog prijevoza. Dobro organizirani javni prijevoz u najvećoj mjeri može stanovništvo odvratiti od korištenja osobnih automobila na području grada. Riječ je o dugoročnoj mjeri koja trajno poboljšava kvalitetu zraka.

❖ **Širenje i unaprjeđenje biciklističke infrastrukture**

Širenje podrazumijeva produljenje biciklističkih staza odnosno povećanje broja kilometara biciklističkih staza. Unaprjeđenje podrazumijeva rješavanje problema isprekidanosti biciklističkih staza kako bi se postojeće staze povezale u cjelinu. Također, potrebno je osiguranje parkirališta bicikala u središtu grada, prije svega u blizini javnih ustanova.

Troškovi/učinak: Bolja biciklistička infrastruktura ubrzati će usmjeravanje stanovnika da ne koriste osobne automobile. Riječ o dugoročnoj mjeri gdje se malim koracima, odnosno polaganom promjenom ponašanja stanovništva, postiže trajno poboljšanje kvalitete zraka.

❖ **Razvoj alternativnih oblika prijevoza kao npr. „sustav javnih bicikala“ ili „malih električnih automobila“**

Alternativni oblici prijevoza podrazumijeva nove oblike iznajmljivanja vozila sa tzv. nultom emisijom te je posebno pogodna za primjenu u središtu grada.

Postojeći „sustav javnih bicikala“ treba dalje unaprjeđivati. Iskustva u njegovoj uspostavi moguće je prenijeti i na „mala električna vozila“ prateći trendove u drugim europskim gradovima.

Troškovi/učinak: S obzirom na mali broj takvih vozila, posredni učinci na poboljšanje kvalitete zraka su zanemarivi. Ova mjera ima i ulogu u promoviranju novih oblika prijevoza.

6.2.2. MJERE USMJERENE NA SMANJENJE ONEČIŠĆENJA ČESTICAMA (PM₁₀ I PM_{2,5})

Kućna ložišta na kruta goriva najznačajniji su izvor emisija čestica PM₁₀, a glavnina emisije je u formi PM_{2,5}. Iako je sljedeće mjere potrebno primjenjivati na području čitave aglomeracije, prednost u primjeni treba dati njihovu provođenju u gradskim četvrtima Donji grad, Trnje i Trešnjevka-sjever.

Mjerama kojima se postiže smanjenje PM₁₀ kućanstava su:

❖ **Smanjenje emisija primjenom mjera energetske učinkovitosti odnosno poboljšanjem toplinske zaštite zgrada usmjerenom na kućanstva koja su najznačajniji izvori emisija čestica (mala ložišta na drva)**

Cilj ove mjere je smanjenje toplinskih gubitaka zgrade što rezultira manjom potrošnjom goriva, pa time i manjom emisijom čestica ložišta na drva. U odnosu na današnje prosječno stanje zgrada, s toplinskim gubicima 200-250 kWh/m², mjerama bolje toplinske izolacije moguće je postići smanjenje potreba toplinske energije za 70%. Primjenom samo ove mjere na otprilike 40% kućanstava (oko 8000 kućanstava³⁸) moglo bi se postići smanjenje emisije čestica iz sektora kućanstva za 30%. Instrument provedbe ove mjere je subvencioniranje koje je u dosadašnjim projektima energetske učinkovitosti usmjerenim na obiteljske kuće u Hrvatskoj bilo oko 35.000 kn.

Vrijeme/troškovi: Ukoliko bi se samo ovom mjerom željelo postići smanjenje emisija čestica, troškovi subvencije iznosili bi oko 300 milijuna kuna. Ovdje treba uzeti u obzir da dodatni veći dio troškova snose sami vlasnici zgrada, pa provođenje mjere ovisi o općem gospodarskom stanju u zemlji. Zbog potrebnih financijskih sredstava za provođenje ove mjere potrebno je više od 5 godina.

❖ **Korištenje ložišta naprednih tehnologija koja imaju veću energetske učinkovitost i niže emisije čestica (npr. peći na palete)**

³⁸ Prema podacima Akcijski plan energetske održivosti razvitka Grada Zagreba u Gradu Zagrebu 19492 kućanstva koriste drva za ogrijev

Primjena ove mjere rezultira smanjenjem potrebe za toplinskom energijom, pa time i manjom emisijom. Mjeru treba usmjeriti prvenstveno na ložišta koja koriste drva za ogrjev kako bi se značajno smanjila emisija čestica. Kotlovi na pelete imaju oko 85% manju emisiju³⁹ od kotlova na drva, dok peći na pelete imaju barem deset puta manju emisiju od konvencionalnih peći na drva⁴⁰. Gruba procjena je da ukoliko bi se samo ovom mjerom željelo postići smanjenje emisija čestica sektora kućanstva smanjila za 30% njom bi trebalo obuhvatiti oko 35 % kućanstava. Instrument provedbe mjere je subvencioniranje uređaja za loženje novih tehnologija sa niskim emisija čestica. Cijene ložišta u rasponu od 5000 kn (za peći) do 20000 kn (kotlovi) što znači da su i troškovi subvencije ove mjere biti značajno manji nego mjere poboljšanja toplinske izolacije.

Vrijeme/troškovi: Troškovi subvencioniranja ložišta mogu biti značajno manji no subvencioniranje toplinske zaštite zbog čega ova mjera može biti troškovno učinkovitija kada je riječ o smanjenju emisija čestica sektora kućanstva.

❖ **Korištenje plina kao goriva umjesto drva za ogrjev i širenjem korištenja centralnog toplinskog sustava (CTS)**

Ova mjera se dosad najviše koristila na području Grada Zagreba. S obzirom da je prirodni plin glavni energent zagrebačkih toplana može se reći da se time izbjegava emisije vezana za grijanje prostora.

Prema današnjim cijenama drvo je najjeftiniji energent, pa je prelazak na prirodni plin ili CTS treba i financijski poticati. S obzirom da je najveća emisija čestica na području središta grada gdje je već razvijena plinska mreža dodatna ulaganju u infrastrukturu nisu potrebna.

❖ **Mjere smanjenja emisija čestica cestovnog prometa**

Sve mjere usmjerene na smanjenja emisije NO_x iz cestovnog prometa ujedno pridonose i smanjenju emisija PM₁₀. Pored njih tu su mjere:

- postavljanje „zelenih zidova“ uz prometnice koje prolaze u blizini osjetljivih receptora (npr. vrtića, škola, bolnica)
- čišćenje i pranje cestovnih prometnica.

Ozelenjavanje uz prometnice provodi se kroz prostorne planove, a pranje cestovnih prometnica u središtu grada također se provodi.

6.2.3. MJERE ZA SMANJENJA ONEČIŠĆENJA BENZO(A)PIRENOM

Smanjenjem emisija čestica sektora kućanstava i cestovnog prometa ujedno se postiže i smanjenje emisija benzo(a)pirena.

Mjerenja na području Grada Zagreba u 2012. i 2013. godini pokazuju da je granična vrijednost za benzo(a)piren bila prekoračena do najviše 15%. Smanjenje emisija čestica PM₁₀ tijekom sezone grijanja u iznosu od 30% dovoljno je za postizanje granične vrijednosti za benzo(a)piren.

6.2.4. MJERE ZA SMANJENJA ONEČIŠĆENJA OZONOM

Mjere smanjenja onečišćenja ozonom na regionalnoj skali ostvaruju se kroz provedbu Gothenburškog Protokola odnosno postizanjem nacionalnih kvota emisija onečišćujućih tvari. U

³⁹ prema EEA/EMEP emisijskim faktorima

⁴⁰ Prema podacima iskazanim studije u kojoj je dan katastar emisija (EIHP, 2013) može se odrediti da je za emisiju čestica iz ogrjevog drva korišten emisijski faktor za kotlove na drva, a potrošnja drva po kućanstvu iznosila je oko 20 m³ godišnje.

Hrvatskoj riječ je o provedbi Uredbe o emisijskim kvotama za određene onečišćujuće tvari u zraku u Republici Hrvatskoj (NN 108/13).

S obzirom da se na smanjenje onečišćenja ozonom djeluje regionalno, mjere su definirane dokumentom: **Plan djelovanja za smanjenje onečišćenja prizemnim ozonom u područjima i naseljenim područjima Republike Hrvatske u kojima dolazi do prekoračenja ciljnih vrijednosti** (DHMZ, 2012). Uglavnom je riječ o mjerama usmjerenim na smanjenje emisija NO_x, čiji je učinak u Planu komentiran na slijedeći način:

„Sve mjere koje se odnose na smanjenje emisija NO_x i LHOS imaju čitav niz pozitivnih učinaka s obzirom na kvalitetu zraka i smanjenje prekoračenja graničnih i tolerantnih vrijednosti kvalitete zraka s obzirom na te spojeve. S druge strane postižu se i pozitivni učinci s obzirom na prizemni ozon. Ovi učinci su vidljiviji na regionalnoj, nacionalnoj i prekograničnoj nego na lokalnoj skali.

Istovremeno, ove mjere mogu imati negativne neposredne učinke na lokalnoj skali s obzirom na koncentracije prizemnog ozona. Značajnijim smanjenjem emisija NO_x u urbanim područjima dolazi do porasta koncentracija prizemnog ozona. Smanjenjem koncentracija NO_x oslobađaju se slobodni radikali (koji bi se inače vezali na NO_x) koji omogućavaju pojačano stvaranje ozona. Ova pojava je dobro poznata i dokumentirana. Ona može dovesti do porasta srednjih dnevnih koncentracija prizemnog ozona, ali općenito se vršne (ekstremne vrijednosti) smanjuju, čime se ukupno opterećenje visokim koncentracijama smanjuje.“

7. PODACI O MJERAMA I PROJEKTIMA KOJI SU PRETHODILI OVOM AKCIJSKOM PLANU

Prema Pravilniku o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (NN 57/13) ovo poglavlje naslovljeno je kao „Detaljni podaci o onim mjerama ili projektima za poboljšanje, koji su postojali prije 11. lipnja 2008.“⁴¹

U nastavku su opisane mjere poboljšanja kvalitete zraka koje su prethodile donošenju ovog Akcijskog plana.

7.1. LOKALNE, REGIONALNE, NACIONALNE, MEĐUNARODNE MJERE

U nastavku su opisane „lokalne mjere“ proizlaze iz dokumenta zaštite zraka koje je usvojila Gradska skupština Grada Zagreba. U skladu sa ranije važećim Zakonom o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08).⁴² dokumenti zaštite zraka u kojima su bile propisane lokalne mjere bili su „program zaštite i poboljšanja kakvoće zraka“ i „sanacijski program“.

„Programom zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“

Mjere zaštite zraka određene „Programom zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“ (SGGZ 7/09) su slijedeće:

- **dokumenti zaštite zraka (sanacijski program):**

1. Za područja prekomjernog onečišćenja zraka (III. kategorija) PM₁₀ česticama izraditi sanacijski program, a na područjima umjerenog onečišćenja zraka (II. kategorija) ozonom (O₃), PM₁₀ česticama i dušikovim oksidima (NOx), provoditi mjere smanjivanja onečišćenja zraka, s obzirom na ustanovljene izvore i parametre onečišćenja.

- **cestovni promet i prometna infrastruktura:**

2. Događivati i osuvremenjivati gradske prometnice, te postupno uspostavljati automatizirani sustav upravljanja prometom kako bi se boljom regulacijom povećala njegova propusna moć.
3. Onemogućiti daljnje povećanje parkirališnih površina, povećati tarife za parkiranje i unaprijediti sustav naplate parkiranja u središnjim dijelovima Grada.
4. Unaprijediti postojeći javni autobusni i tramvajski promet uvođenjem novih i dodatnih linija, te osiguranjem parkirališnoga prostora na postajama i glavnim terminalima u rubnim gradskim područjima, odnosno uspostavljanjem Park&Ride sustava.
5. Uvoditi nove, odnosno dodatne gradske željezničke linije i postaje s izgrađenim parkirališnim prostorom (ili javnim garažama) na glavnim terminalima po rubnom dijelu gradskog područja gdje za to postoje mogućnosti.

⁴¹ Datuma 11. lipnja 2008. u službenom glasilu Europske Unije objavljena Direktiva 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti okolnog zraka i čistijem zraku za Europu (SL L 152, 11. 6. 2008.). Sagledano u važećem hrvatskom zakonodavnom okviru riječ je o mjerama ili projektima koji su prethodili izradi ovog akcijskog plana.

⁴² Uzevši u obzir izmjene zakonodavstva zaštite zraka može se reći da su svrha sanacijskog programa podudara sa akcijskim planom, no zbog sadržaja određenog Pravilnikom o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (NN 57/13) akcijski plan je opsežniji dokument.

6. Regulacijom prometa dati pravo prvenstva sredstvima javnoga gradskog prijevoza uvođenjem posebnih prometnih propisa i odgovarajuće signalizacije, te poticati uvođenje "Liftshare" sustava i liberalizaciju ponude taksi usluga.
 7. Nastaviti s unaprjeđivanjem, objedinjavanjem i vremenskim usklađivanjem željezničko.-autobusno.-tramvajskog pro-meta s naglaskom na tračnički promet, na širem gradskom području, te integrirati prijevoznike sustave u javnome gradskom i prigradskom putničkom prijevozu uspostavljanjem tarifno prijevoznike unije .
 8. Nastaviti provođenje zamjene vozila s pogonom na naftna goriva vozilima na prirodni plin i biodizel u javnom gradskom prijevozu (autobusni vozni park) te u društvima u vlasništvu Grada Zagreba.
- **stacionarni izvori emisija u zrak:**
9. Vlasnici ili korisnici stacionarnih izvora na postojećim velikim uređajima za loženje i plinskim turbinama dužni su smanjiti emisije onečišćujućih tvari u zrak i uskladiti ih s GVE provođenjem mjera utvrđenih programima smanjivanja emisija SO_x, NO_x i krutih čestica u zrak, izrađenim prema čl. 129. Uredbe o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora, s naglaskom na postizanje propisanih GVE sumporova dioksida.
 10. Velike uređaje za loženje na loživo ulje zamijeniti uređajima na plin. Tamo gdje to nije moguće izvesti, koristiti niskosumporno loživo ulje, što je obvezujuće od 1. siječnja 2010. god. U suprotnome, ako neće biti moguće dobavljati loživo ulje adekvatne kvalitete, veliki uređaji za loženje na području Grada trebaju izgraditi DeSO_xpostrojenja i sustave redukcije čestica (filtre).
 11. Provoditi mjere za smanjenje emisija hlapljivih organskih spojeva iz industrijskih pogona i uređaja za skladištenja i pretakanja motornih goriva na benzinskim postajama i terminalima u Gradu Zagrebu sukladno Uredbi o tehničkim standardima zaštite okoliša od emisija hlapljivih organskih spojeva koje nastaju skladištenjem i distribucijom benzina i Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zraku iz stacionarnih izvora uz pojačan nadzor inspekcije.
 12. Nadzirati provođenje mjera za sprječavanje onečišćivanja zraka utvrđenih u rješenju o procjeni utjecaja na okoliš ili rješenju o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša izdanom nositelju zahvata.
 13. Unaprijediti kvalitetu podataka koji se dostavljaju u Registar onečišćavanja okoliša (ROO) edukacijom operatora.
- **emisije kućanstva:**
14. Širenjem plinske mreže stvoriti preduvjete da postojeći mali i srednji uređaji za loženje/grijanje (kućanstva, uslužne djelatnosti i gospodarstvo) koriste plin umjesto drugih fosilnih goriva (nafta, loživo ulje, mazut).
- **praćenje kvalitete zraka:**
15. Omogućiti prijenos podataka lokalnih automatskih mjernih postaja u središnju jedinicu s odgovarajućim informatičkim sustavom za prijenos i obradu rezultata u svrhu objedinjavanja mjernih podataka i stalnoga nadzora nad stanjem kakvoće zraka u Gradu Zagrebu.
 16. U slučaju prekoračenja kritičnih razina sumporovog dioksida, dušikovog dioksida, ozona u zraku obavijestiti građane i postupiti sukladno Planu intervencija u zaštiti okoliša i Uredbi o kritičnim razina onečišćujućih tvari u zraku.
 17. U slučaju kada postoji osnovana sumnja da je zrak onečišćen tako da njegova kakvoća može narušiti zdravlje ljudi, kakvoću življenja i/ili štetno utjecati na bilo koju sastavnicu

okoliša, potrebno je napraviti mjerenja posebne namjene ili obaviti procjenu razine onečišćenosti.

18. Dograditi gradsku mjernu mrežu za trajno praćenje kakvoće zraka, po mogućnosti automatskom mjernom postajom u Gradskoj četvrti Sesvete.
19. Preporuča se uvođenje novih mjernih parametara na postajama gradske mjerne mreže, kojima se pobliže prate koncentracije onečišćujućih tvari u zraku.
20. Uvesti ciljana, periodička praćenja onečišćujućih tvari iz prometa mjernim postajama posebne namjene.

- **energetska učinkovitost:**

21. Provoditi projekt "Sustavno gospodarenje energijom u Gradu Zagrebu" s UNDP-om u okviru projekta "Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj" što ga Ministarstvo gospodarstva provodi s UNDP-om i GEF-om.
22. Provoditi mjere i aktivnosti sukladno Sporazumu gradonačelnika koji je inicirala Europska komisija (DG TREN - Directorata General - Energy and Transport) za smanjenje emisije stakleničkih plinova i sprečavanje globalnog zatopljenja.
23. Ugraditi mjere zaštite zraka u prostorno planske dokumente Grada Zagreba, te se preporuča u sustavu prostornog planiranja primijeniti "ABC lokacijsku politiku".
24. Uključiti se u izradu studije "Analiza mogućnosti smanjenja utjecaja prometa na onečišćenje zraka u gradovima Hrvatske" kao jedne od mjera utvrđene Planom poboljšanja kakvoće zraka u RH, kao i u provođenje mjera koje će proizići iz spomenute studije.
25. Promicati djelotvornu i štedljivu uporabu energije, primjenu mjera energetske učinkovitosti, uporabu obnovljivih izvora energije i alternativnih čistijih goriva u svrhu proizvodnje električne i toplinske energije.
26. Promicati i širiti uporabu daljinskoga centraliziranoga toplinskog sustava grijanja. Također forsirati da se toplane, veći ugostiteljsko-turistički objekti i objekti javnih ustanova grade s kogeneracijskim postrojenjima kad je to tehnički izvedivo.
27. U okviru provedbe projekta sanacije odlagališta otpada Jakuševac-Prudinec nastaviti s projektom sanacije uz prikupljanja odlagališnog plina kao obnovljivog izvora energije u svrhu proizvodnje električne energije, te redovito prekrivati odloženi otpad u svrhu smanjivanja emisija u zrak.
28. Provesti organizacijske mjere, pripremati i inicirati obrazovne aktivnosti u cilju praktične provedbe, obavješćivanja i upućivanja javnosti u nužnost primjene mjera energetske učinkovitosti i uporabu čistijih goriva i obnovljivih izvora energije te o problematici onečišćenja zraka.
29. Suradivati sa stručnim ustanovama i javnošću kao savjetodavnim stranama na ostvarenju projekta poboljšanja kakvoće okoliša, posebice kakvoće zraka.

- **prostorno planiranje:**

30. Prema mogućnostima, postupno uvoditi nova pješačka područja u užem gradskom području, bez prometa i područja s dopuštenim prometom isključivo za vozila stanara, taksija i vozila za opskrbu
31. U dokumentima prostornog uređenja izbjegavati prekomjernu gradnju većih trgovačkih i poslovnih zgrada s garažama u središnjem gradskom području, a istovremeno planirati njihovu izgradnju na perifernim gradskim lokacijama.
32. Uspostaviti kvalitetniji sustav biciklističkih staza i povećati njihov broj kao i ostalu prateću infrastrukturu za bicikliste (mjesto za parkiranje, mogućnost prijevoza željeznicom i sl.).

33. Nastaviti održavanje zelenih površina u Gradu Zagrebu, te nastojati spriječiti njihovo smanjivanje i uništavanje prilikom novih gradnji i oformiti nove gdje je moguće.
34. Preporučuje se izgradnja nadzemne i podzemne željezničke infrastrukture u svrhu nadomještanja gradskoga cestovnoga javnog prijevoza, te izrada projektne dokumentacije za podzemno nadzemni tračni (PNT) sustav.

„Cjeloviti sanacijski program smanjenja PM₁₀ čestica u zapadnom dijelu Grada Zagreba“

Jedna od mjera navedenog Programa (SGGZ 7/09) jest izrada cjelovitog sanacijskog programa kojem je cilj „utvrditi tvrditi izvore (po sektorima i njihov doprinos) prekomjernog onečišćenja česticama PM₁₀ u zapadnom dijelu grada gdje je na mjernim postajama u Susedgradu i Prilazu baruna Filipovića utvrđena III. kategorija zraka.“

Slijedom zakonskih obveza, Gradska skupština je donijela „**Cjeloviti sanacijski program smanjenja PM₁₀ čestica u zapadnom dijelu Grada Zagreba“ (SGGZ 18/10)** koji se odnosi na područje gradskih četvrti: Čnomerec, Trešnjevka - sjever, Stenjevec i Podsused - Vrapče.

Sanacijskim programom propisane su mjere usmjerene na slijedeće sektore emisija čestica:

- cestovni promet:

1. Uspostaviti mjere za smirivanje prometa, usporiti promet na najfrekventnijim prometnicama i u područjima usporenog prometa pojačati nadzor prometne policije
2. Reorganizirati što učinkovitiji autobusni prijevoz putnika do kontaktnih točaka sa željezničkom infrastrukturom, da bi ona preuzela masovniji prijevoz putnika u užu gradsku jezgru
3. Prijevoz putnika u zapadnom dijelu Grada obavljati u što većoj mjeri autobusima s pogonom na biogoriva.
4. Gradnju novih prometnica i rekonstrukciju postojećih izvoditi šupljikavim asfaltom s odgovarajućom odvodnjom oborinskih voda.
5. Održavanje zelenih površina uz prometnice i ozelenjavanje rubnog pojasa prometnica.
6. Učestalije pranje i čišćenje glavnih prometnica
7. Postupno zamjenjivati sol za posipavanje kolnika sredstvima koja smanjuju stvaranje prašine i neće uzrokovati dodatno onečišćenje česticama.

- kućanstva:

8. Nastaviti s plinifikacijom u zapadnom dijelu Grada, planirati proširenje središnjega toplinskog sustava gdje god je to moguće i istovremeno spriječiti daljnje povećanje upotrebe drva i ugljena kao energenta.

- građevinski sektor:

9. U dozvolama za rušenje i/ili gradnju propisati mjere zaštite
10. Obvezati investitore, odnosno izvođače građevinskih radova, na vlaženje prometnica unutar gradilišta, prilaza gradilištu i dijelova gradilišta s pojačanom emisijom čestica, na pranje vozila prigodom napuštanja gradilišta, te zabraniti paljenje vatre i spaljivanje bilo kakvog materijala na gradilištu.
11. Nadziranje provođenja mjera zaštite zraka pri izvođenju građevinskih radova

- sektor energetike:

12. Provođenje sanacijskog programa smanjivanja čestica iz Pogona EL-TO Zagreb.

„Sanacijski program smanjenja emisije krutih čestica iz EL-TO Zagreb“

Gradska skupština Grada Zagreba 30. studenoga 2010. je donijela Odluku o izradi sanacijskog programa za stacionarni izvor emisija u zrak: pogon elektrane - toplane (EL-TO) Zagreb. Prema toj odluci „cilj sanacijskog programa je utvrđivanje mjera kojima će se osigurati smanjenje emisija PM_{10} čestica iz stacionarnih izvora na lokaciji pogona elektrane - toplane (EL-TO) i usklađivanje s dopuštenim graničnim vrijednostima propisanim Uredbom o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07 i 150/08).

U skladu sa gore navedenom obvezom tvrtka „HEP Proizvodnja“ izradila „**Sanacijski program smanjenja emisije krutih čestica iz EL-TO Zagreb**“ u kojem su navedene tehničko-tehnološke mjere smanjenja u razdoblju od 2011. do 2020. godine. Gradska skupština Grada Zagreba, na 30. sjednici, 25. listopada 2011., donijela je zaključak o suglasnosti na Sanacijski program smanjenja emisija krutih čestica iz pogona elektrane - toplane (EL-TO) Zagreb (SGGZ 17/11).

Mjere smanjenje emisija na području Republike Hrvatske

U nastavku su kronološkim redom navedeni nacionalni planovi i programi vezani za zaštitu zraku.

Godine 2008. donesen je **Plan smanjivanja emisija sumporovog dioksida, dušikovih oksida i krutih čestica kod velikih uređaja za loženje i plinskih turbina na području Republike Hrvatske** (NN 151/08). Ovim planom obuhvaćena su postrojenja na području Grada Zagreba: EL-TO, TE-TO i Dioki.

Na temelju „Protokola o suzbijanju zakiseljavanja, eutrofikacije i prizemnog ozona uz Konvenciju o prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine“ godine 2009. donesen je **Program postupnog smanjivanja emisija za određene onečišćene tvari u Republici Hrvatskoj za razdoblje do kraja 2010. godine, s projekcijama emisija za razdoblje od 2010. do 2020. godine** (NN 152/09).

Emisijske kvote za pojedine onečišćujuće tvari koje uzrokuju nepovoljne učinke zakiseljavanja, eutrofikacije i fotokemijskog onečišćenja, na teritoriju Republike Hrvatske propisane su **Uredbom o emisijskim kvotama za određene onečišćujuće tvari u zraku u Republici Hrvatskoj** (NN 108/13).

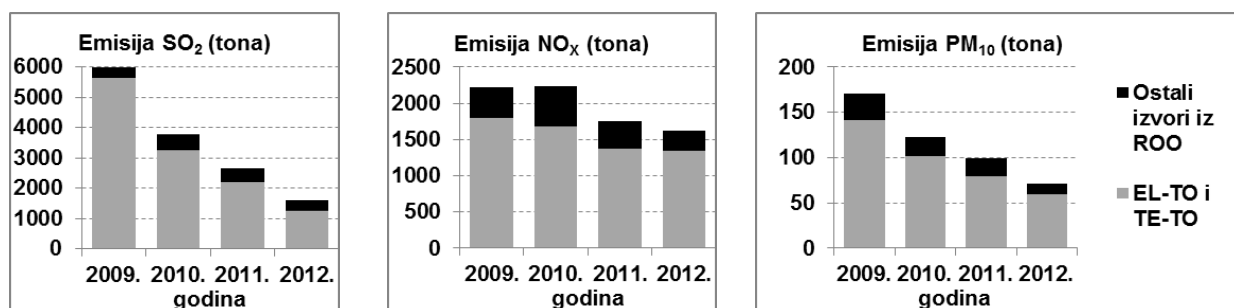
Godine 2008. usvojen je **Plan zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2011. godine** (NN 60/08), a od 2013. godine na snazi je **Plan zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2017. godine** (Narodne novine broj 139/13).

7.2. ZABILJEŽENI UČINCI TIH MJERA

U dokumentima „Izvešće za 2009. i 2010. o provedbi Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“ i „Izvešće za 2011. i 2012. o provedbi Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“ detaljno je opisana provedba mjera⁴³.

Tijekom razdoblja provedbe Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012. došlo je do izmjene zakonskog okvira u pogledu graničnih vrijednosti emisija i jačanju uloge najboljih raspoloživih tehnika kroz proces ishođenja okolišne dozvole. Također, tijekom promatranog razdoblja (2009.-2012.) došlo je do produbljenja gospodarske krize što je također utjecalo na promjene emisija svih sektora tijekom razdoblja provedbe dokumenta zaštite zraka.

Prema podacima ROO u razdoblju od 2008. do 2012. godine emisije energetike, tj. ukupne emisije EL-TO i TE-TO značajno su se smanjile. Emisije SO₂ smanjene su za 78%, emisije čestica smanjenje su za 58 %, a emisije NO_x za 25 %. Smanjenje emisija svih tvari posljedica je primjene strožih graničnih vrijednosti emisija za velika ložišta. Dosadašnja smanjenje emisija termoelektrana-toplana prvenstveno su se provodila korištenjem kvalitetnijeg goriva, lož ulja sa manjim udjelom sumpora i čestica, te sve zastupljenijom upotrebom prirodnog plina kao goriva. Učinak značajnih smanjenja emisija čestica nije vidljiv u razini onečišćenja na području Zagreba (vidi poglavlje 4.2) što je razumljivo jer su emisije čestica prvenstveno vezane za korištenje lož ulja u starim kotlovima EL-TO i TE-TO koji dimne plinove ispuštaju kroz 200 metara visoke dimnjake. Npr. emisija SO₂ sa lokacije TE-TO u 2010. godini bile su za 1700 tona odnosno 42 % manja nego 2009. godine. Mjerna postaja Zagreb-3 smještena je oko 2 km južno od TE-TO no mjerenja nisu pokazala značajniji pad srednjih godišnjih koncentracija niti 98. percentila dnevnih koncentracija SO₂.

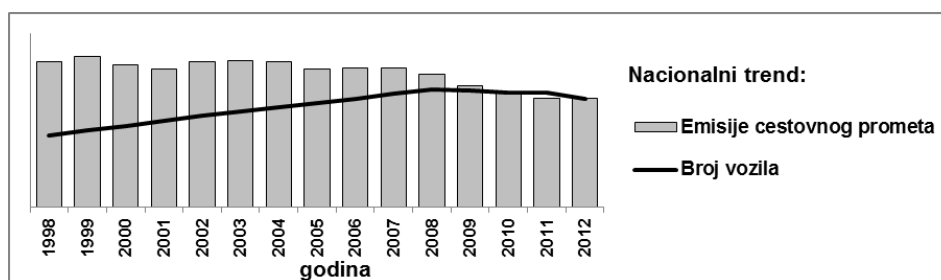


Sl. 7-1: Emisije onečišćujućih tvari iz stacionarnih izvora, prema podacima Registra onečišćivača okoliša 2008.-2012.

U pogledu emisija cestovnog prometa trebalo bi uzeti u obzir učinak dugotrajne gospodarske krize u Hrvatskoj koja je uzrokovala smanjenje emisija što je ilustrirano na Sl. 7-2. Od 1998. do 2008. rastao je broj vozila, no emisije su stagnirale ili se lagano smanjivale zbog „pomlađivanja voznog parka“. Novija vozila imaju značajno manju emisiju od starih, pa u slučajevima gdje se radilo o zamjeni starog vozila svako novo vozilo znači manju emisiju. S obzirom da se emisije cestovnog prometa nisu značajnije mijenjale tijekom razdoblja od 1998. do 2008. godine razina onečišćenja ostala na istoj razini što potvrđuju i mjerenja tijekom tog razdoblja opisana u Poglavlju 4.1. Kao posljedica gospodarske krize od 2008. godine pada broj registriranih vozila u Hrvatskoj, a emisije padaju još izraženije. U godinama gospodarske krize došlo je povećanja

⁴³ Izrada dvogodišnjih izvješća bila je obveza prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08). Stupanjem na snagu novog Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11) nastupile su nove obveze glede izrade dokumenta zaštite zraka, uključivo i izvješća o njihovom provođenju. Iako nije postojala zakonska obveza, Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj izradio je dvogodišnje izvješća o provedbi Programa zaštite zraka za 2011. i 2012. godinu.

starosti vozila⁴⁴ sa 11,08 godina u 2009. godini na 12,66 godina u 2013. godini što u načelu znači da emisija stagnira. Ovaj trend smanjenja emisija NO_x u skladu je sa trendom smanjenja godišnjih koncentracija NO₂ na zagrebačkim mjernim postajama kvalitete zraka.



Izvor podataka: Emisije NO_x (podloge za proračun nacionalnih emisija, EKONERG)
Broj vozila (Statistički ljetopis, DZS)

Sl. 7-2: Trend emisija NO_x iz cestovnog prometa i broja vozila u Hrvatskoj

„Sanacijski program smanjenja emisije krutih čestica iz EL-TO Zagreb“ je u fazi provedbe, a mjerna postaja za praćenje kvalitete zraka Bijenik uspostavljena s ciljem praćenja provedbe tog programa počela je s radom u 2014. godini.

Većinu mjera vezanih za unaprjeđenje prometne infrastrukture te poboljšanje energetske učinkovitosti predloženih „Programom zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012.“ potrebno je i dalje provoditi jer je riječ o mjerama koje su financijski i organizacijski veoma zahtjevne.

⁴⁴ Podaci Centra za vozila Hrvatske

8. DETALJNI PODACI O ONIM MJERAMA ILI PROJEKTIMA KOJI SU USVOJENI S CILJEM SMANJENJA ONEČIŠĆENJA, SUKLADNO ZAKONU O ZAŠTITI ZRAKA

8.1. POPIS I OPIS SVIH MJERA NAVEDENIH U AKCIJSKOM PLANU

U skladu sa člankom 46. Zakona akcijski plan za poboljšanje kvalitete zraka donosi se „kako bi se, u što je moguće kraćem vremenu, osiguralo postizanje graničnih ili ciljnih vrijednosti“.

Akcijskim planom predložene su mjere koje uz najmanje ulaganja daju najveće učinke u relativno kratkom vremenu. Kriterij za prioritizaciju mjera je troškovna učinkovitost i drugi čimbenici, gospodarskog i sociološkog karaktera, kako bi izbor mjera bio usklađen sa principom održivog razvoja.

U primjeni mjera predlaže se pristup opreznih koraka, s mjerama koje sigurno imaju učinke u pogledu smanjenja onečišćenje zraka i ne kreiraju negativne skrivene učinke. Ovime se žele izbjeći greške zbog nesigurnosti i nedostatnih informacija, zbog toga se mjere daju bez detalja. Plan predviđa izrade studija izvodljivosti, pilot projekata i ciljanih istraživanja kojima će se razraditi detalji i predložiti konačni instrumenata provedbe.

Teritorijalno Plan se u pogledu smanjenja emisije PM₁₀ usmjerava na čitavo područje Grada, a vezano za smanjenje NO_x na zone najvećeg pritiska i onečišćenja. Predložene mjere usmjerene su na ostvarenje slijedećih ciljeva:

- **smanjenja emisija NO_x za najmanje 5 % na godišnjoj razini na području Grada odnosno 20 % u središtu grada.**
- **smanjenja emisija PM₁₀ za najmanje 30% u sezoni grijanja na području Grada Zagreba,**

Razdoblje za provedbu Plana je do 2020. godine, s obzirom na ograničenja sredstva i nesigurnosti, to je razuman rok za postizanje vidljivih poboljšanja. Akcijski plan energetske održivog razvitka Grada Zagreba (SEAP, 2010.) i nacionalni planovi, vezano za energetske učinkovitost, obnovljive izvore energije i smanjenje stakleničkih plinova, odnose se na ciljeve do 2020. godine. S obzirom na izvjesni zaostatak u realizaciji tih ciljeva, komplementarni učinak biti će moguće ostvariti u godinama nakon 2015. Sredstva strukturnih i kohezijskih fondova Europske unije raspoloživa su razdoblju od 2014. do 2020. godine, operativno do 2023. godine. Akcijski plan slijedi princip primjene načela onečišćivač plaća, u mjeri koliko je moguće i opravdano.

Ovaj Akcijski plan podrazumijeva i podupire nastavak provođenja mjere koje su već započete ranijim programima zaštite zraka i poboljšanja energetske učinkovitost Grada Zagreba. Neke od predloženih mjera tematski su vezane za druge gradske programe odnosno dokumente, pa se ovim planom preuzimaju ili se preporuča nastavak njihove provedbe. Prvenstveno se to odnosi na mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu, mjeru korištenja biomase kao obnovljivog izvora energije, te mjere povezane sa promotivnim, informativne i edukativnim aktivnostima predložene Akcijskim planom energetske održivog razvitka Grada Zagreba (SEAP, 2010).

U nastavku je dan pregled mjera usmjerenih na pojedine sektore te mjere nužne za provedbu mjera smanjenja emisija i praćenje uspješnosti njihova provođenja.

MJERE USMJERENE NA SMANJENJE EMISIJA CESTOVNOG PROMETA

1) Uvođenje zone malih emisija cestovnog prometa (engl. „low emission zone“) tzv. Eko-zone i proširenje pješačke zone u središtu grada

Uvođenjem zone malih emisija (engl. „low emission zone“) za cestovni promet smanjenje emisija unutar zone postiže se ograničenjem cestovnog prometa. Ova restriktivna mjera primjenjuje se u slučajevima značajnog prekoračenja granične vrijednosti za onečišćenje zraka dušikovim dioksidom.

Praćenjem kvalitete zraka na području Grada Zagreba najveće prekoračenje granične vrijednosti za onečišćenje zraka dušikovim dioksidom utvrđeno je za mjernu postaju smještenu u Đorđićevoj ulici. S obzirom da je cestovni promet dominantni izvor onečišćenja zraka dušikovim dioksidom potrebno je ciljano djelovati na smanjenje prometa u središtu grada.

Ovom mjerom predlaže se prihvaćanje područja „Eko zone“ i idejnog rješenja dizajna sustava naplate zagušenja za Grad Zagreb prema prijedlogu utvrđenom u okviru *CIVITAS ELAN projekta: Studija naplate zagušenja (CIVITAS/ELAN; 2011.)*.

Eko zona obuhvaća područje je omeđeno ulicama Tuškanac, Opatičkom, Radićevom, Tkalčićevom i Kaptolom pa sve do ulice Ribnjak, odnosno spoja na Branjugovu i Vlašku. Na zapadu, granica zone prolazi blokom zgrada koji čine Ilica i Medulićeva ulica, Klaićevom, Kršnjavoga, pa sve do raskrižja Savske ulice i Vodnikove. Iz Jagićeve je omogućeno desno skretanje u Savsku prema jugu. Južnu granicu zone čine Miramarski podvožnjak i Branimirova ulica. Na Istoku, zona prolazi blokom zgrada zapadno od Draškovićeve ulice, pa preko Branimirove, Boškovićeve sve do spoja na Vlašku ulicu. Zona zauzima površinu od oko 2 km².

U skladu sa idejnim rješenjem *Studije naplate zagušenja* naplata zagušenja provodila bi se primjenom vinjeta koja je tehnološki vrlo jednostavna. Koncipiranjem cijene vinjete za pojedine tipove vozila destimulirao bi se ulazak u centar grada vozila sa visokim emisijama.

S obzirom da gore navedenom Studijom naplate zagušenja nije prvenstveni cilj bio smanjenje onečišćenja zraka, potrebno je izraditi posebnu studiju izvodljivosti koja će objediniti postojeće inicijative i aktivnosti i uklopiti u ciljeve zaštite zraka.

Studija izvodljivosti za uspostavu Eko-zone na području najvećeg onečišćenja NO₂ na području Grada Zagreba

Prema procjeni Studija naplate zagušenja očekivano smanjenje vozila u Eko zoni bilo bi 10 % s time, da je riječ o vozila sa najvećom emisijom. U zaključku studije navedeno je da „Prije uvođenja modela naplate nužno će biti obaviti detaljnija brojanja prometa u zoni, lokalna mjerenja kvalitete zraka i mjerenja buke kako bi se mogli vrednovati postavljeni ciljevi.“ Studija izvodljivosti potrebna je radi vrednovanje pretpostavke smanjenja prometa unutar područja Eko-zone u iznosu od 10%.

Studijom je potrebno utvrditi slijedeće:

- odrediti postojeće stanje: intenziteta prometa i razine onečišćenja zraka istovremenim provođenjem kampanje detaljnog brojanja prometa u zoni i mjerenja pokretnom mjernom postajom za praćenje kvalitete zraka na križanju Draškovićeve i Đorđićeve ulice tijekom radnih dana i dana vikenda (najmanje tjedan dana)
- utvrditi dinamiku prometa i emisije cestovnog prometa primjenom modela emisija (EMEP/EEA metodologijom)

- primjenom modela disperzije simulirati utjecaj cestovnog prometa na onečišćenje zraka na području Eko-zone, te posebno analizirati stanje za lokaciju gdje je provedeno mjerenje kvalitete zraka (Draškovićeve i Đorđićeve ulice) i mjerne postaje lokalne mreže za praćenje kvalitete zraka u Đorđićevoj.
- odrediti potrebno smanjenje emisija cestovnog prometa odnosno smanjenje broja vozila radi postizanja prve kvalitete zraka za NO₂ na mjernoj postaji u Đorđićevoj ulici.
- vrednovati utjecaj smanjenja prometa unutar područja Eko-zone za 10 %

2) Unaprjeđenje regulacije cestovnog prometa radi rasterećenja četvrti Donji grad, Trnje, Trešnjevka-sjever, Novi Zagreb – zapad i Novi Zagreb - istok.

Cestovni promet u središtu grada reguliran je uspostavom „zelenog vala“ i uvođenjem jednosmjernih ulica čime se smanjilo opterećenje tog područja emisijama iz prometa, no potrebna su dodatna unaprjeđenja kako bi se zadovoljile granične vrijednosti za godišnje koncentracije NO₂.

Područja najvećeg utjecaja emisija cestovnog prometa tzv. „crne točke“ (engl. „hot spots“) onečišćenja zraka predstavljaju mjesta gdje završava „zeleni val“, te područja uz gradske avenije te posebno velika raskrižja.

Unaprjeđenje regulacije cestovnog prometa provodi se kroz:

- regulacija prometa dati pravo prvenstva javnom gradskom prometu,
- „pametnom regulacijom prometa“ kojom se povećava protočnost prometa na gradskim avenijama i glavnim gradskim ulicama odgovarajućom signalizacijom i ograničavanjem brzine voženje,
- novim prometnim rješenjima kojima će se rasteretiti prometnice uz lokacije mjernih postajama na kojima je utvrđeno prekoračenje granične vrijednosti za onečišćenje zraka dušikovim dioksidom.

3) Unaprjeđenje javnog gradskog prijevoza s naglaskom na jačanje uloge gradskog željezničkog prijevoza

Potrebno je nastaviti sa provedbom:

- unaprjeđenja autobusnog i tramvajskog prometa izmjenama postojećih linija i uvođenjem novih linija na novoizgrađenim gradskim područjima sa ciljem pružanja bolje usluge
- jačanja uloge gradskog željezničkog prometa
- objedinjavanja i vremenskog usklađivanja željezničko / autobusno / tramvajskog prometa s naglaskom na tračnički promet, na širem gradskom području
- integriranja prijevoznike sustave u javnome gradskom prijevozu i prigradskom putničkom prijevozu uspostavljanjem tarifno prijevoznike unije
- uspostavom „Park&Ride“ sustava čime se potiče izgradnja parkirališta za osobna vozila uz željezničke postaje i okretišta tramvaja na rubnim dijelovima grada
- uspostava „Park&Bike“ sustava čime se potiče osiguranje parkirališnih kapaciteta za bicikle uz željezničke postaje i okretišta tramvaja

4) Smanjenje emisija autobusnog javnog gradskog prometa na onečišćenjem najopterećenijem području grada (tzv. „hot spot“)

Mjera se sastoji od slijedećih aktivnosti:

- na autobusnim linijama koje polaze sa terminala Črnomerec, Glavni kolodvor, Ljubljanica koristiti autobuse iz postojećeg voznog parka sa najmanjim emisijama NO_x i PM₁₀ u zrak (EURO4 i noviji)

- u skladu s mogućnostima najviše koristiti autobuse koji koriste stlačeni prirodni plin kao gorivo
- vozači trebaju gasiti motore kod duljeg zadržavanja na terminalima

5) Smanjenje emisija autobusa i teških vozila u vlasništvu gradskih tvrtki (ZET, Čistoća) primjenom principa „zelene nabave“ i tehničkim poboljšanjima postojećih vozila

Mjera se sastoji od slijedećih aktivnosti

- primjena principa zelene nabave kod nabave novih vozila u tvrtkama koje su u vlasništvu Grada Zagreba
- primjena metoda smanjenja emisije NO_x i PM₁₀ (engl. „retrofitting“) na vozilima sa dizelskim motorima starijim od EURO 4 standarda ukoliko je to tehnički moguće i ekonomski opravdano uzevši u obzir plan obnove voznog parka

6) Promicanje eko-vožnje

Promotivnim aktivnostima potrebno je informirati stanovništvo o mogućnostima ekonomičnije vožnje čime se ujedno smanjuje emisije u zrak. Eko-vožnja postiže se poboljšanjem vozačkih sposobnosti (manje kočenja i ubrzavanja), redovno održavanje vozila (promjena guma, filtera) i pažljivim planiranjem putovanja. Vozači koji primjenjuju ovu mjeru mogu smanjiti potrošnju goriva u prosjeku za 7%.

Informacije se mogu pronaći na internetskoj stranici projekta www.ecodriver-project.eu koji je sufinanciran u sklopu programa Inteligentna energija za Europu.

7) Širenje i unaprjeđenje biciklističke infrastrukture

Ovu mjeru čine slijedeće aktivnosti:

- povećanje kvalitete postojećih biciklističkih staza (rješavanje problema isprekidanosti biciklističkih staza)
- širenje mreže biciklističkih staza
- osiguravanje sigurnih parkirališta bicikala i električnih bicikala
- osiguravanje infrastrukture za punjenje električnih bicikala na parkiralištima za električne bicikle

Ova mjera usmjerena je na područje čitavog grada. Kao područja prioriteta provođenja mjere je središte grada odnosno gradske četvrti Donji grada, Trešnjevka-sjever i Trnje.

8) Edukacija javnosti o problemu onečišćenja cestovnog prometa i promoviranje oblika prijevoza najmanje štetnih po okoliš

Edukativne mjere usmjerene su na ostvarivanje smanjenje emisija prometa zbog promjene ponašanja stanovništva u pogledu korištenja osobnih vozila kao npr.

- korištenje javnog prijevoza umjesto osobnih automobila,
- izbjegavanjem vožnje osobnim vozilom na kraće udaljenosti,
- korištenjem bicikala i električnih bicikala,
- populariziranje tzv. „dijeljenje vozila“ (engl. „car sharing“) za putovanje kuća – posao.

9) Subvencioniranje oblika prijevoza kojima se smanjuje emisija cestovnog prometa

Kako bi se smanjilo prometno opterećenje, a time emisije cestovnog prometa u središtu grada kao financijska mjera usmjerena na stanovništvo predlaže se subvencija javnog prijevoza u središtu grada.

10) Uspostava i promicanje alternativnih oblika prijevoza vozilima s tzv. „nultom emisijom“

Ova mjera usmjerena je na širenje „sustava javnih bicikala“ tj. populariziranje mjere koja je već u provedbi.

Ovom mjerom predlaže se i uspostava novih alternativnih oblika prijevoza kao npr. „sustava javnih malih električnih vozila“.

MJERE SMANJIVANJA EMISIJA KUĆANSTVA

11) Smanjenje emisija čestica iz kućanstava provođenjem mjera energetske učinkovitosti

Ova mjera postiže se :

- i. **poboljšanjem toplinske zaštite zgrada/obiteljskih kuća,**
- ii. **primjenom naprednijih tehnologija izgaranja biomase koja imaju manju specifičnu čestica PM₁₀ po energiji potrošnje goriva.**

Mjere energetske učinkovitosti predviđene su cjelovito u sklopu SEAP-a, no one doprinose prvenstveno smanjenju emisije stakleničkog plina CO₂. Potrebno je prioritet dati onim objektima kojima se ujedno smanjuje emisija čestica. Ciljna skupina su kućanstva i ostali objekti koji koriste biomasu i tekuće gorivo. Zbog toga je potrebno razraditi kriterije izbora prioritetnih projekata.

Kako bi provođenje mjere bilo troškovno najučinkovitije, potrebno je izraditi studiju kojom će se odrediti kriteriji provođenja ove mjere kako bi se ostvarilo najveće smanjenje emisija čestica.

Cilj studije je postavljanje kriterija na temelju kojih će se provoditi subvencioniranje energetske učinkovitosti kućanstava i ostalih mjera u kućanstvima.

Studijom izvodljivosti potrebno je utvrditi:

- mogućnosti smanjenje emisije pojedinog kućanstva primjenom mjera energetske učinkovitosti:
 - rekonstrukcijom toplinske zaštite vanjske ovojnice i sanacijom krovništa obiteljskih kuća
 - zamjenom peći/kotlova na drva sa pećima/kotlovima na pelete
- troškove smanjenja emisija PM₁₀ za 30 % u sezoni grijanja na području aglomeracije Zagreb,
- odrediti kriterije prema kojima će se subvencionirati provođenje mjere „Smanjenje emisija čestica iz kućanstava provođenjem mjera energetske učinkovitosti“ za što troškovno učinkovitije smanjenje emisija čestica sektora kućanstva

12) Mjere smanjenja emisija čestica iz kućanstava koja koriste kruta i tekuća goriva prelaskom na prirodni plin ili centralni toplinski sustav

Ova mjera usmjerena je na kućanstva sa područje gradskih četvrti Donji grad, Trešnjevka-sjever i Trnje. Na ovom području postoji plinska mreža i centralni toplinski sustav.

13) Edukacija stanovništva o smanjenju emisija čestica i energetske učinkovitosti pravilnim korištenjem peći na drva

Cilj ove mjere je smanjenje emisija postojećih peći pravilnom upotrebom.

U formi publikacije potrebno je dati jasne smjernice o pravilnom korištenju peći na drva, održavanju dimnjaka, pripremi drva za ogrjev, te objasniti štetnost po zdravlje spaljivanja drvnog ili ostalog otpada, koje je inače zabranjeno. Informacije je potrebno dati u formi letka koji će biti objavljen na web-stranicama Grada Zagreba.

MJERE USMJERENE NA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA

14) Osvremenjivanje mreže gradskih postaja za praćenje kvalitete zraka

Na mjernim postajama gradske mreže gdje se mjerenja NO₂ provode klasičnom metodom (24-satno uzorkovanje) potrebno je uspostaviti mjerenja automatskim mjernim uređajima.

Prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12), granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi spram onečišćenja s NO₂ zadane su za vrijeme usrednjavanja 1 sat i godina dana. Na većini mjernih postaja gradske mreže postojeća mjerna oprema ne omogućuje praćenje maksimalnih satnih koncentracija NO₂.

Prilikom uvođenja novih postaja potrebno je nastaviti barem godinu dana sa mjerenjima NO₂ u klasičnoj mreži postaja na lokacijama Đorđićeva, Baruna Filipovića i Siget. Paralelna mjerenja su potrebna radi analiza uspješnosti provođenja mjera predloženih akcijskim planom.

Promjena mikrolokacija radi ispunjavanja tehničkih uvjeta za uspostavu automatske mjerne postaje kao i promjena mjerne metode mogu imati utjecaj veći od 20%. Paralelna mjerenja služe za razlučivanje utjecaja provođenja mjerenja (promjene mikrolokacije ili mjerne metode) od utjecaja smanjenja emisija.

15) Provođenje kampanja mjerenja razine onečišćenja zraka pokretnom mjernom postajom (FZOEU)

Fond zaštite okoliša i energetske učinkovitosti (FZOEU) raspolaže pokretnom mjernom postajom za praćenje kvalitete zraka.

Pokretnom mjernom postajom potrebno je utvrditi razinu onečišćenja na novoizgrađenim područjima Grada Zagreba, s velikom gustoćom naseljenosti, a na kojima dosad nisu provedena mjerenja: Vrbani i Lanište. Mjerenja će se provoditi u skladu s Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 3/13) izuzev uvjeta iz Priloga 8 koji se odnose na način provođenja indikativnih mjerenja. Mjerenjima je potrebno na jednoj lokaciji kontinuirano pratiti onečišćenje zraka tijekom najmanje mjesec dana tijekom sezone grijanja.

POTREBNA ISTRAŽIVANJA I IZGRADNJA KAPACITETA

16) Studija izvodljivosti integralne zaštite zraka sa aplikacijom za strukturalne fondove EU (engl. Integrated teritorial investment – ITI)

Studijom izvodljivosti potrebno je analizirati moguće tehničke mjere za smanjenje emisija onečišćujućih tvari iz sektora cestovnog prometa i kućanstava (malih ložišta), mjera za

povećanje energetske učinkovitosti, mjere za primjenu obnovljivih izvora energije i mjere za izgradnju sustava za upravljanje kvalitetom zraka.

Studiju je potrebno izraditi u formatu za aplikaciju za EU fond za regionalni razvoj (u sklopu programa financiranja iz strukturnih fondova za razdoblje 2014.-2020. ciljano na potprogram ITI)

17) Izrada katastra visoke rezolucije emisija sektora kućanstva, usluga i prometa na području Grada Zagreba uključivo i određivanje vremenske promjenjivosti emisija sektora

Potrebno je izraditi katastar emisija prometa i kućanstava za slijedeće onečišćujuće tvari: NO_x, PM₁₀ i SO₂.

Osnovni zahtjevi pri izradi katastra emisija prometa i kućanstva su slijedeći:

- emisije kućanstava potrebno je odrediti u minimalnoj rezoluciji 1000x1000 km.
- emisije cestovnog prometa gradske autoceste (zagrebačka zaobilaznice), gradskih avenija i glavnih gradskih cesta (prometnice za koje se procjenjuje da je promet veći od 20000 vozila na dan) prikazati linijskim izvorima,
- emisije cestovnog prometa (osim autocesta i avenija) predstaviti plošnim izvorima u minimalnoj rezoluciji 500x500 metara
- odrediti emisije gradskog željezničkog prometa i predstaviti ih linijskim izvorima emisije
- odrediti vremenske profile kojima se opisuje mjesečna, tjedna i satna promjenjivost emisija prometa i kućanstva. Faktore je potrebno odrediti na temelju lokanih karakteristika npr. potrošnje prirodnog plina i brojanja prometa za sektor prometa

Katastar emisija mora sadržavati slijedeće podatke:

- geometrijske karakteristike izvora (ovisno o vrsti izvora),
- specifičnu emisiju izvora (g/km – linijski izvori, g/km² – plošni izvori)
- za grad specifične faktore vremenske promjenjivosti za sektor prometa i kućanstava kako bi se mogla modelirati satna promjenjivosti emisija (u skladu s praksom primjene regionalnih modela kao npr. LOTOS-EUROS).

Prateća dokumentacija katastra emisija je elaborat o katastru treba sadržavati detaljan opis metodologije proračuna i polaznih pretpostavki proračuna, opis ulaznih podataka proračuna.

18) Izrada karti onečišćenja zraka dušikovim dioksidom i česticama (PM₁₀) i procjena veličine onečišćenog područja (km²) i broja stanovnika izloženih onečišćenju PM₁₀ i NO₂ na području Grada Zagreba

Ciljevi izrade karata onečišćenja su:

- procjena veličine onečišćenog područja (km²) i broja stanovnika izloženih onečišćenju PM₁₀ i NO₂ na području Grada Zagreba
- određivanje doprinosa sektora emisija (cestovni promet, kućanstva, energetika, industrija) određivanje prostorne promjenjivosti onečišćenja zraka pod utjecajem lokalnih izvora emisija u zra.

Na temelju primjene modele disperzije prikladnog za urbana područja koji uključuje mogućnost prostorne i vremenske promjenjivosti emisija potrebno je izraditi karte

parametara kvalitete zraka za PM_{10} i NO_2 u rezoluciji 1x1 km na području Grada Zagreba. Proračun treba uključivati utjecaj konverzije NO_x/NO_2 , te razinu pozadinskih koncentracija pod utjecajem regionalnog onečišćenja zraka.

Potrebno je izraditi elaborat koji će sadržavati:

- opis metodologije proračun,
- prostorni prikaz emisija cestovnog prometa, kućanstava i stacionarnih izvora,
- karte koncentracija prosječnih godišnjih vrijednosti dušikovog dioksida i PM_{10} , te karte prekoračenja graničnih vrijednosti satnih koncentracija NO_2 i dnevnih koncentracija PM_{10} ,
- uzimajući u obzir gustoću naseljenosti odrediti veličine onečišćenog područja (km^2) i broja stanovnika izloženih onečišćenju PM_{10} i NO_2 na području Grada Zagreba

Preduvjet za provođenje ove mjera je provedba mjere Izrada katastra visoke rezolucije emisija sektora kućanstva, usluga i cestovnog prometa na području Grada Zagreba uključivo i određivanje vremenske promjenjivosti emisija sektora.

8.2. VREMENSKI PLAN PROVEDBE

Vremenski plan provedbe izrađen je uvažavajući vremenski slijed međusobno ovisnih mjera i učinkovitosti mjera u pogledu postizanja potrebnog smanjenja emisija. Učinkovitost mjere je parametar koji zajedno opisuje trajanje mjere, ali i njenu tehnička i ekonomska efikasnost. Kriterij „učinkovitosti“ mjera služi za procjenu vremena postizanja za postizanje prve kategorije kvalitete zraka za razinu onečišćenja NO_2 i PM_{10} u aglomeraciji Zagreb.

U Tab. 8-1 dan je vremenski plan provedbe u tri faze, pri čemu je trajanje prve i druge faze najmanje godinu dana. Trajanje treće faze ovisno je o financijskim mogućnostima za provođenje mjera energetske učinkovitosti odnosno najkraće do 2020. godine.

Osim gradskog proračuna izvori financiranja mjera su:

- za mjere koje se odnose na energetske učinkovitost:
 - Fond zaštite okoliša i energetske učinkovitosti
 - Strukturni i kohezijski fondovi EU za razdoblje 2014.-2020.
 - EU fondovi: Horizon 2020, COSME, LIFE+, Eureka & Euristars
- za mjere usmjerene na javni prijevoz
 - Europska investicijska banka
 - Strukturni i kohezijski fondovi EU za razdoblje 2014.-2020.
 - Programi za transport i okoliš HBOR-a i ostale nacionalne i međunarodne banke

U Tab. 8-1 iskazani su troškovi provedbe mjera prema kategorijama 100.000 kn, 1.000.000 kn itd. Za najskuplje mjere planom je predviđena izrada studija izvodljivosti kojima će se pobliže izračunati i optimizirati troškovi tih mjera.

Tab. 8-1: Vremenski plan provedbe mjera

Mjera	I	II	III	Troškovi (kuna)	Nositelj provedbe
1) Uvođenje zone malih emisija cestovnog prometa (engl. „low emission zone“) tzv. Eko-zone i proširenje pješačke zone u središtu grada a. Studija izvodljivosti za uspostavu Eko-zone na području najvećeg onečišćenja NO ₂ na području aglomeracije Zagreb b. Provedba mjera				> 3.500.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet
2) Širenje mreže javnog gradskog prijevoza s naglaskom na jačanje uloge gradskog željezničkog prijevoza				sukladno planovima	Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet ZET, HŽ
3) Smanjenje emisija autobusnog javnog gradskog prometa na onečišćenjem najopterećenijem području grada (tzv. „hot spot“)				sukladno planovima	ZET
4) Smanjenje emisija autobusa i teških vozila u vlasništvu gradskih tvrtki (ZET, Čistoća) primjenom principa „zelene nabave“ i tehničkim poboljšanjima postojećih vozila				sukladno planovima	ZET, Čistoća
5) Unaprjeđenje regulacije cestovnog prometa radi rasterećenja četvrti Donji grada, Trešnjevka-sjever i Trnje.				> 1.000.000	Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet
6) Promicanje eko-vožnje				< 100.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
7) Širenje i unaprjeđenje biciklističke infrastrukture				sukladno planovima	Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet
8) Edukacija javnosti o problemu onečišćenja cestovnog prometa				< 100.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
9) Subvencioniranje oblika prijevoza kojima se smanjuje emisija cestovnog prometa				sukladno planovima	Grad Zagreb
10) Uspostava i promicanje alternativnih oblika prijevoza vozilima s tzv. „nultom emisijom“				sukladno planovima	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj

Tab. 8-1: Vremenski plan provedbe mjera (nastavak)

Mjera	I	II	III	Troškovi (kuna)	Nositelj provedbe
11) Smanjenje emisija čestica iz kućanstava provođenjem mjera energetske učinkovitosti a. Studija izvodljivosti smanjenja emisija čestica malih ložišta u sezoni grijanja uključivo određivanje kriterija prema kojima će se provoditi subvencija primjena ciljanih mjera energetske učinkovitosti radi smanjenja emisija čestica b. Provedba mjera				350.000 > 100.000.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost
12) Mjere smanjenja emisija čestica iz kućanstava koja koriste kruta i tekuća goriva prelaskom na prirodni plin ili centralni toplinski sustav				sukladno planovima	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
13) Edukacija stanovništva o smanjenju emisija čestica i energetske učinkovitosti pravilnim korištenjem peći na drva				< 100.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
14) Osvremenjivanje mreže gradskih postaja za praćenje kvalitete zraka				sukladno planovima	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
15) Provođenje kampanja mjerenja pokretnom mjernom postajom (FZOEU) za mjerenje onečišćenja zraka				< 200.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
16) Studija izvodljivosti integralne zaštite zraka sa aplikacijom za strukturalne fondove EU (engl. Integrated teritorial investment – ITI)				1.000.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj Ured za programe i projekte Europske unije
17) Izrada katastra visoke rezolucije emisija sektora kućanstva, usluga i cestovnog prometa na području Grada Zagreba uključivo i određivanje vremenske promjenjivosti emisija sektora				450.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj
18) Izrada karti onečišćenja zraka dušikovim dioksidom i česticama (PM₁₀) i procjena veličine onečišćenog područja (km²) i broja stanovnika izloženih onečišćenju PM₁₀ i NO₂ na području Grada Zagreba				450.000	Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj

Legenda



Mjera čiji se efekti očekuju brzo po provođenju



Dugotrajna mjera

8.3. PROCJENA PLANIRANOG POBOLJŠANJA KVALITETE ZRAKA I OČEKIVANOG VREMENA, POTREBNOG ZA DOSTIZANJE TIH CILJEVA

Cilj akcijskog plana je u što je moguće kraćem vremenu postići granične ili ciljne vrijednosti. S obzirom na veličinu i obuhvat prekoračenje granične vrijednosti PM₁₀ i NO₂ obim akcijskim planom nužno dati efikasne mjere kojima je u kratkoročnom razdoblju postiglo značajno poboljšanje kvalitete zraka. Veći broj dugotrajnih mjera je već u provođenju, no uglavnom je riječ o mjerama male efikasnosti usmjerene na cjelokupno stanovništvo. Ovim su akcijskim planom usmjerena je provedba dugotrajnih mjera na ciljano područje kako bi se postigla veća učinkovitost tih mjera.

Uzevši u obzir nacionalne trendove broja vozila i emisija cestovnog prometa može se procijeniti da će smanjenje emisija NO_x zbog obnove voznog parka na razini nekoliko postotaka godišnje. Uz pretpostavku da se broj osobnih vozila neće povećavati izvan užeg središta grada za postizanje graničnih vrijednosti za srednju godišnju koncentraciju NO_x moguće je za dvije do pet godina obnovom voznog parka koju praktično financiraju sami građani.

Analize pokazuju da postizanje granične vrijednosti NO₂ u središtu grada nije moguće bez ograničenja cestovnog prometa

Postizanje granične vrijednosti za čestice ovisi o provedbi mjera energetske učinkovitosti usmjerenih na toplinsku zaštitu zgrada i mala kućna ložišta. Dinamiku provedbe određuju dostupna financijska sredstva i modelima njihovog korištenja. Studijom izvodljivosti koja je jedna od mjera propisanih ovim planom odrediti će se kriteriji kako bi se razvio subvencioniranja energetske učinkovitosti bilo troškovno učinkovito u pogledu smanjenja emisije čestica kućnih ložišta. Time se osim smanjenja onečišćenja česticama frakcije PM₁₀ postiže i smanjenje emisija česticama PM_{2,5} jer one čine glavninu emisija čestica od izgaranja u malim ložištima⁴⁵.

Smanjenjem emisija čestica sektora kućanstava i cestovnog prometa ujedno se postiže i smanjenje emisija benzo(a)pirena.

Za smanjenje onečišćenja ozonom lokalne mjere za smanjenje prekursora ozona (npr. NO_x) nisu dovoljne već je nužno djelovanje međunarodne zajednice u okviru Konvencije o prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima (LRTAP) i pripadajućem Gothenburškom Protokolu.

Indikator praćenja uspješnosti provođenja mjera su prizemne koncentracije NO₂, čestica (PM₁₀, PM_{2,5}) i benzo(a)pirena, pri čemu zbog međugodišnje klimatske varijabilnosti i varijabilnosti emisije s obzirom na ogrjevnu sezonu, potrebno pratiti niz od nekoliko godina.

⁴⁵ Čestica PM_{2,5} čine oko 98% emisije PM₁₀ kod ložišta na biomasu.

9. DETALJNI PODACI O DUGOROČNO PLANIRANIM ILI ISTRAŽIVANIM MJERAMA ILI PROJEKTIMA

9.1. AKCIJSKI PLAN ENERGETSKI ODRŽIVOG RAZVITKA GRADA ZAGREBA (SEAP, 2010)

Od dugoročnih planova na razini Grada, temeljni dokument koji je komplementaran ovom Akcijskom planu poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Zagreba je **Akcijski plan energetske održivosti razvika Grada Zagreba (SEAP, 2010.)**. SEAP identificira te daje odrednice za provedbu projekata energetske ušteda, primjene mjera energetske učinkovitosti, korištenja obnovljivih izvora energije i ekološki prihvatljivih goriva na gradskoj razini, a koji će rezultirati smanjenjem emisije CO₂ za više od 20% do 2020.

Akcijski plan se fokusira na dugoročne pretvorbe energetske vezane uz racionalno gospodarenje energijom, smanjenje potrošnje energije i emisija CO₂. Obveze iz Akcijskog plana odnose se na čitavo područje grada, kako javnog tako i privatnog sektora. Plan definira niz potrebnih aktivnosti u sektoru zgradarstva, prometa i javne rasvjete; ne uključuje direktno sektor industrije.

Mjere iz SEAP-a Grada Zagreba koje su komplementarne s Planom odnose se na mjere energetske učinkovitosti u sektoru kućanstva, za uštedu toplinske energije, kao i mjere poticanja prelaska na plinsko gorivo i obnovljive izvore energije za toplinske potrebe u kućanstvima i malim zgradama s vlastitim kotlovima (osim biomase). Smanjenje potrošnje električne energije planirano SEAP-om ne doprinosi značajno smanjenju emisije NO_x i čestica na području grada, budući električna energija dolazi iz sustava, a emisije iz toplana nisu ključne za utjecaj na kvalitetu zraka.

SEAP potiče korištenje biomase korištenjem peleta što u izvjesnoj mjeri povećava emisiju čestica. Poticanje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora u komercijalnoj i uslužnoj djelatnosti, odnosi se uglavnom veće zgrade i one koje su spojene na plinski sustav ili centralni toplinski sustav (CTS), tako da te mjere SEAP-a neće snažno doprinijeti smanjenju emisije čestica. Većina mjera iz prometa koje predlaže SEAP doprinosi smanjenju emisije NO_x, osobito prijedlog uvođenja naknada za prometno onečišćenje u centru Grada Zagreba i prijedlog uvođenja novog, brzog gradskog, podzemno nadzemnog tračnog sustava (metro, laki tračnički sustav). Ocjenjuje se na temelju dostupnih podataka iz SEAP-a da bi provedba svih mjera mogla doprinijeti smanjenju emisije čestica za 5-10%, a smanjenju emisije NO_x do oko 8%. Podaci iz SEAP-a o potrošnji goriva razlikuju se od podataka u drugom studijama tako da ima mnogo nesigurnosti u brojčanim iskazima.

9.2. PROGRAMA ZAŠTITE ZRAKA, OZONSKOG SLOJA, UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA I PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA U GRADU ZAGREBU ZA RAZDOBLJE 2013.-2017. (2014. GODINE)

Program je provedbeni dokument koji određuje ciljeve, prioritete i mjere u zaštiti zraka, ozonskog sloja i ublažavanju klimatskih promjena na području Grada Zagreba koje je prema Uredbi o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske ("Narodne novine", broj 1/14) dio aglomeracije Zagreb, oznake HR ZG. Donosi se za četverogodišnje razdoblje od 2014. do 2017. i sastavni je dio Programa zaštite okoliša Grada Zagreba što ga donosi Gradska skupština Grada Zagreba. Zakonska osnova za izradu Programa zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama u Gradu Zagrebu (u daljnjem tekstu: Program) je članak 12. stavak 1. Zakona o zaštiti zraka ("Narodne novine", broj 130/2011 i 47/14).

Nositelj izrade Programa zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama je Gradski ured za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj.

Opseg Programa usklađen je s državnim Planom zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2017. godine ("Narodne novine", broj 139/13) i sadrži:

Program u okviru cilja C1.2 utvrđuje da se provedba mjera određuje Akcijskim planom za poboljšanje kvalitete zraka. Mjere koje se odnose na zaštitu zraka i koje doprinose provedbi ovdje predmetnog Plana su sljedeći grupama mjera:

- Preventivne mjere za očuvanje kvalitete zraka
- Mjere za postizanje graničnih vrijednosti (GV) za određene onečišćujuće tvari u zraku u zadanom roku ako su prekoračene
- Mjere za smanjivanje emisija onečišćujućih tvari koje uzrokuju nepovoljne učinke zakiseljavanja, eutrofikacije i fotokemijskog onečišćenja (SO₂, NO_x, HOS, NH₃ i PM_{2,5})
- Mjere za poticanje porasta energetske učinkovitosti i uporabe obnovljivih izvora energije
- Mjere za smanjivanje ukupnih emisija iz prometa

U prilogu su izvodjene mjere koje direktno doprinose smanjenju onečišćenja zraka i koje su istovjetne i komplementarne s mjerama iz ovdje predmetnog Plana.

9.3. PROGRAMI I PLANOVI NA DRŽAVNOJ RAZINI

Na državnoj razini mnogo je dokumenata koji imaju doticaja s provođenjem i financiranjem Plana:

Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2020. godine (2009., NN 130/09)

- Plan zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2013.-2017. godine (NN 139/13)
- Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti za razdoblje 2014.- 2016. godina (usvojen na sjednici Vlade Republike Hrvatske 30. srpnja 2014.)
- Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. godine (NN broj 18/2014.)
- Nacionalni akcijski plan za poticanje proizvodnje i korištenje biogoriva u prijevozu od 2011.- 2020. godine (2010. godine)
- Dugoročna strategije za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (usvojen na sjednici Vlade Republike Hrvatske 11. lipnja 2014.)
- Nacrt plana korištenja financijskih sredstava dobivenih od prodaje emisijskih jedinica putem dražbi u republici Hrvatskoj za razdoblje od 2014. do 2016. godine (FZOEU, 2014.)
- Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (NN 43/14)
- Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (NN 78/14).
- Republika Hrvatska - Parterski sporazum za Europske strukturalne i investicijske fondove u financijskom razdoblju 2014.-2020. (travanj 2014)

Europska komisija je u listopadu 2014. godine prihvatila okvir za klimatsko energetska politiku do 2030. godine. Usvojen je cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu za 40%, udio obnovljivih 27%, a povećanje energetske učinkovitosti na 27%. Ciljevi predstavljaju prosjek za Europsku uniju, nacionalni obvezujući ciljevi biti će samo za smanjenje emisije stakleničkih plinova, i to ovisno o bruto domaćem proizvodu. Do polovice 2015. godine Republika Hrvatska će izraditi i Nisko-ugljičnu strategiju razvoja do 2030. godine, s pogledom na 2050. godine.

Gore navedeni dokumenti odnose se uglavnom na energetska učinkovitost i obnovljive izvore energije čime se smanjuje emisija fosilnog goriva. Nacionalna strategija prometa je u izradi što je jedan od preduvjeta za pristup strukturnim fondovima, kašnjenje u usvajanju bi moglo usporiti i neke aktivnosti Grada Zagreba.

Za zaštitu zraka važne su odrednice iz Partnerskog sporazuma Republike Hrvatske i Europske unije o korištenju sredstava europskih strukturnih i investicijskih fondova za razdoblje 2014.-2020. Financijska sredstva vezano smanjenje onečišćenja zraka će biti raspoloživa kroz provedbu tri tematska cilja Europske strategije razvoja do 2020. godine: 1) podrška zaokretu prema nisko-ugljičnom gospodarstvu, 2) zaštita okoliša i promicanje resursne efikasnosti i 3) promicanje održivog transporta i uklanjanje uskih grla u ključnoj prometnoj infrastrukturi. Od šest fondova, Hrvatska će za urbana područja koristiti tri fonda: sredstva iz Europskog fonda za regionalni razvoj (ERDF), Europskog socijalnog fonda (ESF) i Kohezijskog fonda (CF). Nacionalni operativni program za konkurentnost i koheziju utvrđuje programe i investicijske intervencije vezano za energetska učinkovitost, obnovljive izvore energije, zaštitu zraka i mjere u prometu. Također za urbana područja biti će raspoloživa sredstva integralnog teritorijalnog investiranja (ITI), program koji potiče održivi razvoj gradova i međusektorsko djelovanje, upravo ono što raspoznato kao prioritet u ovom Planu.

Plan zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena Republike Hrvatske za razdoblje 2013.-2017. godina utvrđuje da će dati tehničku podršku gradovima za provođenje Planova zaštite zraka. U skladu s novim Gothenburškim protokolom Hrvatska je u obvezi smanjiti emisije čestica do 2020. godine za 18%, u odnosu na 2005. godinu, a emisije NO_x za 31%. Očekuje se i smanjenje prekograničnog onečišćenja, za slične iznose što je vrlo značajno za Grad Zagreb s obzirom na velik udio onečišćenja s drugih područja.

Fond za energetska učinkovitost i obnovljive izvore energije sufinancira niz različitih mjera koje posredno doprinose onečišćenju zraka, posebice je interesantna za Grad Zagreb mjera koja se odnosi na energetska učinkovitost u kućanstvima poboljšanjem izolacije, do 2016. godine za ovu mjeru je predviđeno 66.000.000 kn. Međutim, kako je prikazano u prethodnim poglavljima za Grad Zagreb treba znatno viša sredstva i biti će potrebni ostali izvori financiranja.

10. POPIS PUBLIKACIJA, DOKUMENATA, RADOVA, ITD., KOJI SU KORIŠTENI KAO DOPUNA PODACIMA KOJI SE TRAJE NA TEMELJU OVOGA PRILOGA

10.1. PLANOVI, PROGRAMI

Republika Hrvatska

- Plan zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2017. godine (Narodne novine broj 139/13)
- Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti za razdoblje 2014.- 2016. godina (usvojen 30. srpnja 2014.)
- Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije (Narodne novine broj 18/2014.)
- Program energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (Narodne novine broj 43/14)
- Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine (Narodne novine broj 78/14).
- Dugoročna strategija za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (Narodne novine broj 64/14).

Grad Zagreb

- Akcijski plan energetske održivosti razvitka Grada Zagreba (SGGZ 8/10)
- Programa zaštite zraka, ozonskog sloja, ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama u Gradu Zagrebu za razdoblje 2013.-2017. (izrađen 2014. godine)
- Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012. (SGGZ 7/09)
- Cjeloviti sanacijski program smanjenja PM₁₀ čestica u zapadnom dijelu Grada Zagreba (SGGZ 18/10)
- Sanacijski program smanjenja emisije krutih čestica iz EL-TO Zagreb (SGGZ 17/11)
- Izvješće za 2009. i 2010. o provedbi Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012. (Zagreb, 2011.)
- Izvješće za 2011. i 2012. o provedbi Programa zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u Gradu Zagrebu 2009.-2012. (Zagreb, 2013.)

10.2. IZVJEŠĆA

- AZO (2013): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2012. godinu
- AZO (2012): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2011. godinu
- AZO (2011): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2010. godinu
- AZO (2011): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2009. godinu
- AZO (2009): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2008. godinu
- AZO (2008): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2007. godinu

- AZO (2007): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2006. godinu
- AZO (2007): Godišnje izvješće o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske za 2005. godinu
- IMI (2014): Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Grada Zagreba (Izvještaj za 2013.)
- IMI (2014): Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka PM_{2,5} česticama na području Grada Zagreba (za 2013. godinu)
- IMI (2014): Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postaji Zagreb-1 (Izvještaj za 2013. godinu)
- IMI (2013): Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Grada Zagreba (Izvještaj za 2012.)
- IMI (2013): Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka PM_{2,5} česticama na području Grada Zagreba (za 2012. godinu)
- IMI (2005): Izvještaj o stanju zraka u Republici Hrvatskoj s ciljem uspostave informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske
- Izvješće o stanju kakvoće zraka za područje Republike Hrvatske od 2008. do 2011. godine (NN 95/13)

10.3. PUBLIKACIJE, SMJERNICE

- EEA (2013) Air pollution by ozone accross Europe during summer 2012, EEA
- EEA (2013): Air Quality in Europe – 2013 Report, EEA Report No 9/2013
- EMEP/MSC-W (2012) :Trasboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM in 2010 Croatia
- European Commision (2002): Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives – Final Draft
- European Commision (2003): Recommendations on plans or programmes to be drafted under the Air Quality Framework Directive 96/62/EC
- UBA (2007): Draft Final Report Representativeness And Classification Of Air Quality Monitoring StationsDokumenti

10.4. RADOVI, STUDIJE

- Bešlić I. et al (2007) Influence of weather types on concentrations of metallic components in airborne PM₁₀ in Zagreb,Croatia, Geofizika Vol. 24
- CIVTAS/ELAN (2011): Studija naplate zagušenja
- EIHP (2013): Emisije u zrak iz stacionarnih i mobilnih energetske izvora na području Grada Zagreba s prikazom u GIS sučelju
- Ekonerg (2014): Nova kombi kogeneracijska elektrana kao zamjenska građevina za blok A u EL-TO Zagreb
- Ekonerg (2008): Studija o utjecaju na okoliš ciljanog sadržaja kogeneracijskog postrojenje u krugu DIOKI d.d. Zagreb
- Ekonerg (2001) Određivanje kategorizacije područja u gradu Zagrebu prema stupnju onečišćenosti zraka
- Golubić, J. i Kolar, V. (2006): Ekološki aspekti optimizacije prometa na raskrižjima u gradu Zagrebu, u Božičević, J. (ur.), Prometna problematika Grada Zagreba, Zbornik radova, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za promet, Zagreb, 157-168
- Lisac I. (1984) Vjetar u Zagrebu (Prilog poznavanju klime grada Zagreba, II), Geofizika, Vol.1

- Lončar E. (1969) Neke karakteristike graničnog sloja rječnih dolina za vrijeme slabog stacionarnog strujanja, Rasprave 24
- Pleško N., Šinik N., Lončar E. (1974) Ovisnost zagađenosti zraka u Zagrebu o meteorološkim faktorima - Klimatski potencijal zagađenosti zraka, Rasprave i prikazi, Vol.11 No.11

10.5. OSTALI IZVORI PODATAKA

- Rezultat mjerenja automatskim brojačima prometa na lokacijama Slavonska avenija i Jadranska avenija za mjesec veljaču 2014. (podloge Naručitelja)
- Kartografske podloge: geoportal.zagreb.hr
- Validirani podaci mjerenja koncentracija onečišćujućih tvari www.azo.hr
- Podaci mjerenja na postaji Iskrba (Slovenija) www.arso.si
- Izvešća o praćenju kvalitete zraka na postajama gradske mreže www.eko.zagreb.hr
- Podaci o starosti vozila Centra za vozila Hrvatske <http://www.cvh.hr>
- Statistički podaci državnog zavoda za statistiku www.dzs.hr
- Ekonerg – Obrada podataka za proračun emisija iz cestovnog prometa i proračun emisija pomoću modela COPERT 4 za vremenski period od 1990. - 2012. godine

PRILOG 1: ZAKONODAVNI OKVIR ZNAČAJAN ZA OCJENU KVALITETE ZRAKA

Kvaliteta zraka je „svojestvo zraka kojim se iskazuje značajnost u njemu postojećih razina onečišćenosti“. Kategorija kvalitete zraka određuje se prema razina onečišćenosti u skladu sa zakonom propisanim standardima kvalitete zraka (npr. granične vrijednosti). U hrvatskom zakonodavstvu nema zajedničkog naziva za sve parametre prema kojima se kategorizira kvaliteta zraka, a koji se u stručnoj literaturi na engleskom jeziku nazivaju „air quality standards“ odnosno standardima kvalitete zraka.

Kategorizacija kvalitete zraka i standardi kvalitete zraka podložni su izmjenama zakonodavstva. Stoga kod analize onečišćenja zraka za razdoblje tijekom kojeg je došlo do izmjene zakonodavstva nužno je analizirati vrijednosti statističkih parametara koncentracija.

U nastavku su ukratko opisane izmjene hrvatskog zakonodavstva zaštite zraka značajne za ocjenu kvalitete zraka u okviru ovog dokumenta. Izmjene zakonodavstva zaštite zraka uglavnom su značile izmjene standarda kvalitete zraka. Za razinu onečišćenja dušikovim dioksidom i česticama standardi kvalitete zraka koji danas nazivamo „granična vrijednosti za srednje godišnje koncentracije“ nije se mijenjao u posljednjih dvadesetak godina.

Prvi Zakon o zaštiti zraka (NN 48/95) donesen je 1995. godine, a zatim i prateća Uredba o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka (NN 101/96, ispr. 2/97). Parametar koji se prema toj Uredbi zvao parametar „preporučena vrijednost“ kasnije se nazivao „granična vrijednost“. Parametar koji se prije nazivao „granična vrijednost“ izmjenom zakonodavstva dobio je naziv „tolerantna vrijednost“.

Zbog usklađivanja sa europskim zakonodavstvom, 2004. godine donesen je novi Zakon o zaštiti zraka (NN 178/04), a četiri godine kasnije i njegove izmjene (NN 60/08) radi daljnjeg usklađivanja zakonodavstva sa pravnom stečevinom europske unije.

Uz Zakon iz 2004. godine vezane su dvije uredbe prema kojima se vršila kategorizacija kvalitete zraka do kraja 2012. godine. To su:

- Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05)
- Uredba o ozonu u zraku (NN 133/05)

Prema Zakonu iz 2004. godine postojale tri kategorije kvalitete zraka jer su uz granične bile definirane i tolerantne vrijednosti, a čija su prekoračenja značila treću kategoriju kvalitete zraka:

- prva kategorija kakvoće zraka – čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV) niti za jednu onečišćujuću tvar
- druga kategorija kakvoće zraka – umjereno onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV) za jednu ili više onečišćujućih tvari, a nisu prekoračene tolerantne vrijednosti (TV) niti za jednu onečišćujuću tvar,
- treća kategorija kakvoće zraka – prekomjerno onečišćen zrak: prekoračene su tolerantne vrijednosti (TV) za jednu ili više onečišćujućih tvari.

Tolerantne vrijednosti su se smanjivale odnosno s godinama približavala graničnim vrijednostima.

Do 2012. godine primjenjivale su se granične vrijednosti iz Uredbe o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05) prikazane u slijedećoj tablici:

Oneč. tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)	Broj dozvoljenih prekoračenja GV tijekom kalendarske godine	Razina tolerantne vrijednosti (TV)	Brojčana vrijednost razine tolerantne vrijednosti za godinu N iz razdoblja 2006. – 2010.	Datum dosezanja granične vrijednosti
NO₂	1 sat	200 µg/m ³	18	300 µg m ³ (TV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine)	300 – 12,5*(N – 2006)	31. prosinca 2014.
	24 sata	80 µg/m ³	7	120 µg m ³ (TV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine)	120 – 5* (N – 2006)	31. prosinca 2014.
	1 godina	40 µg/m ³	-	60 µg m ⁻³	60 – 2,5* (N – 2006)	31. prosinca 2014.
PM₁₀ I faza	24 sata	50 µg/m ³	35	75 µg m ⁻³ (TV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine)	75 – 5* (N – 2006)	31. prosinca 2010.
	1 godina	40 µg/m ³	-	60 µg m ⁻³	60 – 4* (N – 2006)	31. prosinca 2010.
PM_{2,5}	1 godina	25 µg/m ³	-	30 µg m ⁻³	30 – 0,5* (N – 2006)	31. prosinca 2015.
Benzo (a) piren	1 godina	1 ng/m ³		2 ng m ⁻³	2 – 0,143* (N – 2006)	31. prosinca 2012.

Do 2012. godine primjenjivala se Uredba o ozonu u zraku (NN 133/05) u kojoj su ciljne vrijednosti tumačile kao tolerantne vrijednosti za ozon, a dugoročni cilj ako granična vrijednost. Vrijednosti su prikazane u donjoj tablici:

Parametar	Vrijeme usrednjavanja	Vrijednost parametra	Napomene
Ciljne vrijednosti za ozon	Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ne smije biti prekoračena više od 25 dana u kalendarskoj godini usrednjeno na tri godine.	<i>2010. godina je prva godina, čiji se podaci koriste za izračunavanje sukladnosti. Ako se trogodišnje srednje vrijednosti ne mogu odrediti, minimalno razdoblje podataka je jedna godina.</i>
	Srednja dnevna vrijednosti	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ne smije biti prekoračena više od 7 puta po kalendarskoj godini.	<i>2010. godina je prva godina, čiji se podaci koriste za izračunavanje sukladnosti.</i>
Dugoročni cilj za ozon	Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost u kalendarskoj godini	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>Napredak u postizanju dugoročnog cilja, uzimajući 2020. godinu kao mjerilo, preispituje se u okviru UNECE Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979.</i>

Danas važeći Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) donesen je u studenom 2011. godine, a izmjene i dopune proglašene su 2014. godine. Novi donesao je i neke izmjene u terminologiji, te je umjesto termina „kakvoća zraka“ uveden termin „kvaliteta zraka“.

U listopadu 2012. donesena je i prateća Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) koja je stupila na snagu 1. siječnja 2013. godine. Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) propisani slijedeći standardi potrebni za ocjenu kvalitete zraka: granične vrijednosti (GV) i ciljne vrijednosti (CV) za pojedine onečišćujuće tvari u zraku, dugoročni ciljevi i ciljne vrijednosti za prizemni ozon u zraku⁴⁶. U pogledu zakonodavstva 2011. i 2012. godina bila je prijelazno razdoblje kada se kategorizacija određivala prema Zakonu iz 2011., a kriteriji su bili zadani Uredbama iz 2005. godine.

Prema Zakonu iz 2011. kategorizacija se zasniva samo na usporedbi sa graničnom vrijednost, te postoje samo dvije kategorije zraka.

- prva kategorija kvalitete zraka – čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon,
- druga kategorija kvalitete zraka – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

Zbog primjene novog Zakona, u 2011. godini nisu se primjenjivale tolerantne vrijednosti te nije bila moguća pojava III kategorije kvalitete zraka. Za većinu onečišćujućih tvari, datum dosizanja granične vrijednosti odnosno datum kada se tolerantna vrijednost izjednačava sa graničnom vrijednosti, bio je 31.12.2010., te u tim slučajevima nije bilo utjecaja na kategorizaciju. Međutim, prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 130/05) dušikov dioksid i benzo(a)piren imaju datume dosizanja granične vrijednosti par godina kasnije, pa je primjena novog zakona značila ukidanje III kategorija kvalitete zraka za te tvari. Također, prema Uredbi o

⁴⁶ Prema čl. 46 Zakonu o zaštiti zraka akcijski plan donosi ako je prekoračena „bilo koju granična vrijednost ili ciljna vrijednost“. U tom smislu akcijski plan se ne donosi za postizanje „dugoročnog cilja za ozon.“

ozonu u zraku (NN 130/05) ciljna vrijednost za ozon ima značenje tolerantne vrijednosti, pa je i za ozon novim zakonom ukinuta III kategorija kvalitete zraka.

Vrijednosti iz Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) primjenjuju se na mjerenja kvalitete zraka od 2013. godine prikazane su u slijedećim tablicama:

- *Granične vrijednosti onečišćujućih tvari za zaštitu zdravlja ljudi*

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)	Broj dozvoljenih prekoračenja GV tijekom kalendarske godine
NO ₂	1 sat	200 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine
	1 godina	40 µg/m ³	–
PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine
	1 godina	40 µg/m ³	–
Benzo(a)piren u PM ₁₀	1 godina	1 ng/m ³	–
PM _{2,5}	1 godina	25 µg/m ³	20% na datum 11. lipnja 2008. godine, s tim da se sljedećeg 1. siječnja i svakih 12 mjeseci nakon toga, smanjuje za jednake godišnje postotke, kako bi se do 1. siječnja 2015. godine dostiglo 0%

- *Ciljna vrijednosti onečišćujućih tvari za zaštitu zdravlja ljudi*

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)
Benzo(a)piren u PM ₁₀	1 godina	1 ng/m ³

- *Ciljna vrijednosti i dugoročni cilji za ozon spram zaštite zdravlja ljudi*

Parametar	Vrijeme usrednjavanja	Vrijednost parametra	Napomena
Ciljna vrijednost	Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost	120 µg/m ³ Ne smije biti prekoračena više od 25 dana u kalendarskoj godini usrednjeno na tri godine.	Godina 2010. je prva godina, čiji se podaci koriste za izračunavanje sukladnosti za razdoblje sljedeće tri godine. Ako se prosjeci za tri godine ne mogu odrediti na temelju potpunog i uzastopnog niza godišnjih podataka, minimum godišnjih podataka potrebnih za provjeru sukladnosti s ciljnim vrijednostima su valjani podaci za jednu godinu.
Dugoročni cilj	Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost u kalendarskoj godini	120 µg/m ³	Napredak u postizanju dugoročnog cilja, uzimajući 2020. godinu kao mjerilo, preispituje se u okviru UNECE Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979.