

REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD  
SLUŽBA ZA KVALITETU ZRAKA

## OCJENA KVALITETE ZRAKA

NA TERITORIJU REPUBLIKE HRVATSKE U RAZDOBLJU 2006.-2010. GODINE  
PREMA EU DIREKTIVI 2008/50/EC



Zagreb, srpanj 2012.



Naziv dokumenta: OCJENA KVALITETE ZRAKA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE U RAZDOBLJU 2006.-2010. GODINE PREMA EU DIREKTIVI 2008/50/EC

Naručitelj: Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, Ulica Republike Austrije 20

Izrađivač: Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, Grič 3

Autori:  
dr.sc. Amela Jeričević, dipl.ing.fiz.  
Sonja Vidič, dipl.ing.fiz.  
Lukša Kraljević, dipl.ing.fiz.  
mr.sc. Kornelija Špoler Čanić, dipl.ing.fiz.  
Vesna Gugec, tehnički suradnik

Odgovorna: dr.sc. Cleo Kosanović  
pomoćnica ravnatelja za Službu za kakvoću zraka

Ravnatelj  
Državnog hidrometeorološkog  
zavoda

---

mr.sc. Ivan Čačić



# SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
1.1. POJMOVI I DEFINICIJE KORIŠTENI U PROCJENI .....	5
1.2. ZAHTJEVI DIREKTIVE 2008/50/EZ EUROPSKOGA PARLAMENTA I VIJEĆA VEZANO UZ PROCJENU KVALITETE ZRAKA .....	8
2. SAŽETAK .....	14
2.1. OCJENA RAZINE ONEČIŠĆENOSTI PREMA VAŽEĆOJ UREDBI O ODREĐIVANJU PODRUČJA I NASELJENIH PODRUČJA PREMA KATEGORIJAMA KAKVOĆE ZRAKA .....	14
2.2. PRIJEDLOG IZMJENA PODRUČJA I NASELJENIH PODRUČJA PREMA ZAHTJEVIMA DIREKTIVE .....	21
3. ANALIZA MJERENJA ONEČIŠĆENJA U REPUBLICI HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 2006.-2010. GODINE .....	29
3.1. METODOLOGIJA .....	29
3.2. SUMPOROV DIOKSID, SO <sub>2</sub> .....	32
Emisije sumporovog dioksida.....	32
Analiza mjerenih koncentracija SO <sub>2</sub> .....	33
Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	35
Rezultati modeliranja SO <sub>2</sub> .....	37
Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija .....	39
3.3. DUŠIKOV DIOKSID, NO <sub>2</sub> .....	40
Emisije dušikovog dioksida .....	40
Analiza mjerenih koncentracija dušikovog dioksida.....	41
Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	43
Rezultati modeliranja za NO <sub>2</sub> .....	45
Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija .....	48
3.4. LEBDEĆE ČESTICE, PM <sub>10</sub> i PM <sub>2.5</sub> .....	49
Emisije lebdećih čestica .....	49
Analiza mjerenih koncentracija lebdećih čestica, PM <sub>10</sub> i PM <sub>2.5</sub> .....	50
Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	54
Rezultati modeliranja lebdećih čestica.....	57
Procjena potreba mjerenja unutar zona i aglomeracija.....	61
3.5. OLOVO, Pb.....	62
Emisije teških metala.....	62
Analiza mjerenih koncentracija olova .....	63
Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	64
Rezultati modela .....	64
Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija .....	65
3.6. UGLJIKOV MONOKSID, CO .....	66
Emisije ugljikovog monoksida .....	66
Analiza mjerenih koncentracija CO.....	67
Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	67
Rezultati modeliranja ugljikovog monoksida.....	69
Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija .....	71

3.7.	OZON, O <sub>3</sub> .....	72
	Emisije prekursora ozona.....	72
	Analiza mjerenja ozona na urbanim postajama Državne mreže.....	73
	Rezultati analize s obzirom na procjenu.....	75
	Rezultati modeliranja ozona.....	76
	Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija.....	78
	Utjecaj meteorologije na pojavu epizoda povišenih razina ozona.....	79
3.8.	BENZEN, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	82
	Izvori benzena.....	82
	Analiza mjerenih koncentracija benzena.....	83
	Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	83
	Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija.....	84
3.9.	SUMPOROVODIK, H <sub>2</sub> S.....	84
	Analiza mjerenih koncentracija.....	85
3.10.	ARSEN, KADMIJ, NIKAL I BENZO(A)PIREN.....	87
	Analiza koncentracija.....	87
	Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	88
	Procjena mjerenja u zonama i aglomeracijama.....	90
3.11.	PROCJENA ONEČIŠĆENJA S OBZIROM NA ZAŠTITU VEGETACIJE I PRIRODNIH EKOSUSTAVA: AOT40, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> .....	93
	Analiza proračunatih AOT40 vrijednosti.....	93
	Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene.....	94
3.12.	PRORAČUN MODELIRANIH POZADINSKIH KONCENTRACIJA PO ZONAMA I AGLOMERACIJAMA.....	95
4.	OCJENA METEOROLOŠKIH PRILIKA U RAZDOBLJU 2006.-2010.....	98
4.1.	TEMPERATURA.....	99
4.2.	OBORINA.....	100
4.3.	VJETAR.....	101
5.	KVALITETA OBORINE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE U RAZDOBLJU 2006.-2010. GODINE.....	104
5.1.	UVOD.....	104
5.2.	ANALIZA REZULTATA MJERENJA I MODELIRANJA TALOŽENJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI.....	106
5.3.	TRENDOVI POKAZATELJA KVALITETE OBORINE U RAZDOBLJU 1981. – 2010.....	113
5.4.	ZAKLJUČAK.....	115
6.	LITERATURA.....	117
	Popis Slika.....	120
	Popis Tablica.....	124
<b>PRILOG</b> 127		
TABLICE:.....		127
Propisane granične i tolerantne vrijednosti korištene u procjeni.....		127
	Popis onečišćujućih tvari – iso kodovi (ISO 7168-2:1999.).....	129
	Granične i tolerantne vrijednosti onečišćujućih tvari u zraku.....	130

## 1. UVOD

Studija *“Ocjena kvalitete zraka na teritoriju Republike Hrvatske u razdoblju 2006.-2010. godine prema EU Direktivi 2008/50/EC”* sadrži analizu i ocjenu kvalitete zraka na području Republike Hrvatske u razdoblju od 2006.-2010. godine. Ocjena je izrađena na osnovi raspoloživih podataka mjerenja na postajama Državne mreže za praćenje kakvoće zraka, podataka mjerenja na automatskim postajama lokalnih i županijskih mreža za praćenje kvalitete zraka, te podataka mjerenja kemijskog sastava oborine na postajama mjerne mreže Državnog hidrometeorološkog zavoda. Dodatne analize, kao i analize rezultata modeliranja rasprostiranja i taloženja onečišćujućih tvari (sukladno zahtjevima EU Direktive 2008/50/EC (u daljnjem tekstu: Direktiva)) provedene su s ciljem stjecanja što potpunije slike o stanju kvalitete zraka i na područjima gdje se mjerenja ne provode.

Cilj ovako detaljne analize je osigurati što iscrpnije informacije za potrebe ocjene sadašnje podjele područja Hrvatske na zone (područja) i aglomeracije (naseljena područja) kao i ocjene učinkovitosti cjelokupnog sustava za praćenje kvalitete zraka, dovoljnosti programa mjerenja i utvrđivanje potrebe za njegovim proširenjem u razdoblju od narednih pet godina. To je u skladu sa zahtjevima Direktive koja propisuje preispitivanje podjele na zone i aglomeracije svakih pet godina. U tu svrhu korišteni su podaci o emisijama onečišćujućih tvari, podaci mjerenja i podaci proračuna matematičkim modelima u zonama i aglomeracijama propisanim Uredbom o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 68/08) te dokument *“Preliminarna procjena kakvoće zraka na teritoriju Hrvatske”*, (DHMZ; Vidič, 2007) izrađen na osnovi podataka čiji je vremenski obuhvat bio manji od pet godina. U preliminarnoj procjeni izrađene su podloge za zoniranje područja Hrvatske s obzirom na prostornu razdiobu emisija onečišćujućih tvari, zadane kriterije i kategorizaciju kakvoće zraka, geografska obilježja i klimatske uvjete koji su značajni za praćenje kakvoće zraka.

U ovome dokumentu obuhvaćen je dulji niz mjerenja koji pretežito zadovoljava zahtjeve Direktive, izvršena je revizija postojećih zona i aglomeracija i predložene su određene izmjene u svrhu usklađivanja sa Direktivom. Poglavlje 2 sadrži glavne zaključke i rezultate ocjene, kao i prijedloge za usklađivanje sa Direktivom.

Rezultati mjerenja obrađeni su, analizirani i interpretirani prema propisima:

- (1) Zakon o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08, NN 130/11)
- (2) Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05)
- (3) Uredba o ozonu u zraku (NN 133/05)
- (4) Uredba o kritičnim razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05)
- (5) Pravilnik o praćenju kakvoće zraka (NN 155/05)
- (6) Pravilnik o razmjeni informacija o podacima iz mreža za trajno praćenje kakvoće zraka (NN 135/06)
- (7) Uredba o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 68/08),
- (8) Uredbi o utvrđivanju lokacija postaja u državnoj mreži za trajno praćenje kakvoće zraka (NN 4/02)
- (9) Programu mjerenja kakvoće zraka u državnoj mreži za trajno praćenje kakvoće zraka (NN 43/02)
- (10) Uvažavanjem odredbi Direktive koje nisu obuhvaćena našim propisima.

Izvori podataka korišteni u ocjeni:

- a) Podaci mjerenja u državnoj mreži za praćenje kakvoće zraka za 2006-2010. godinu, MZOPUG
- b) Podaci mjerenja u županijskim i lokalnim mrežama za praćenje kvalitete zraka: Primorsko-goranske županija, Istarske županija, gradovi: Zagreb, Rijeka, Split i Sisak: Agencija za zaštitu okoliša,
- c) Podaci mjerenja kemijskog sastava oborine Državnog hidrometeorološkog zavoda,
- d) Izvještaji o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 i Sisak-1 za 2010. godinu (Vadžić i sur. 2007.- 2011.) s rezultatima analize sadržaja metala (kadmij, arsen, živa, olovo i nikal) i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU) u uzorcima lebdećih čestica aerodinamič-kog promjera do 10 mikrona (PM<sub>10</sub>).
- e) Izvještaji o praćenju onečišćenja zraka na postaji Rijeka-1 (Alebić-Juretić i sur. 2009.-2011.) s rezultatima analize sadržaja metala (olovo, kadmij, nikal i arsen) i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU): benzo(a)pirena (BaP), benzo(a)antracena (BaA), benzo(b)fluorantena (BbF), benzo(k)fluorantena (BkF), dibenzo(a,h)-antracena (DBA) i indeno(1,2,3,-c,d)pirena (IP) u lebdećim česticama aerodinamičkog promjera PM<sub>10</sub>.

Osim toga, analizirani su i podaci proračuna koncentracija onečišćujućih tvari i njihovog taloženja za područje Hrvatske, dobiveni primjenom regionalnih i lokalnih modela za proračun prijenosa i taloženja onečišćujućih tvari na području Europe (EMEP program LRTAP konvencije).

Podaci mjerenja obuhvatili su mjerenja iz Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u urbanim sredinama odnosno, industrijski razvijenim područjima: Zagreb, Rijeka, Osijek, Sisak, Kutina i Slavonski Brod (jedna godina mjerenja). Nadalje, korišteni su raspoloživi podaci mjerenja sa 2 postaje s područja Splita i Kaštelanskog zaljeva (Kaštel Sućurac i Solin) koja se provode u okviru praćenja onečišćenja iz tvornica Dalmacijacementa, te podaci postaje Poljud koja je u nadležnosti Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije (NZJZ SDŽ) i započela s mjerenjima u 2010. godini.

U poglavlju 3. prikazani su rezultati analize mjerenja onečišćenja u RH po onečišćujućim elementima. U potpoglavlju 3.1. opisana je metodologija rada, a za svaku onečišćujuću tvar analizirane su emisije, mjerene i modelirane, te je izvršena procjena po elementima unutar postojećih zona i aglomeracija. Procjena je obuhvatila mjerenjem analizirane koncentracije onečišćujućih tvari: sumporov dioksid, dušikove okside, lebdeće čestice, benzen, ugljikov monoksid, ozon, amonijak, sumporovodik, poliaromatske ugljikovodike, te teške metale: olovo, kadmij i nikal u lebdećim česticama. Kako bi se procjenio utjecaj onečišćenja na vegetaciju i prirodne ekosustave proračunata su prekoračenja donje i gornje granice procjene s obzirom na AOT40, SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>.

Modelom daljinskog prekograničnog prijenosa onečišćujućih tvari (EMEP), kao i EMEP modelom visoke rezolucije koji obuhvaća veći doprinos lokalnih izvora razini onečišćenja, EMEP4HR, procijenjene su koncentracije i taloženje tvari na cjelokupnom teritoriju Hrvatske (razina onečišćenja u ruralnim i urbanim pozadinskim sredinama) s obzirom na onečišćujuće tvari: sumporov dioksid, dušikove okside, lebdeće čestice i ozon. EMEP4HR modelarski sustav je posebna verzija EMEP modela na finijoj rezoluciji razvijena za nacionalne potrebe uzimajući u obzir sve lokalne specifične meteorološke i emisijske karakteristike. Za modeliranje olova korišteni su rezultati EMEP-E modela u prostornoj mreži 50 km x 50km i 10 km x 10 km.

Analizirani su prostorni podaci o emisijama onečišćujućih tvari u prostornoj mreži 50km x 50km i 10kmx10km (sumporov dioksid, dušikovi oksidi, lakohlapivi organski spojevi, amonijak, ugljični monoksid i lebdeće čestice), te podaci o emisijama iz katastra emisije.



S obzirom da meteorološki uvjeti imaju značajan utjecaj na kvalitetu zraka, te Direktiva uključuje mogućnost tumačenja mjerenih koncentracija onečišćujućih tvari u relaciji sa ekstremnim meteorološkim pojavama u ocjeni je, poglavlje 4., razdoblje 2006.-2010. uspoređeno sa klimatskim razdobljem 1961.-1990. kako bi se odredila odstupanja temperature i oborine. Prikazan je i utjecaj meteoroloških uvjeta na epizodne pojave povišenih koncentracija ozona s obzirom da one ne ovise samo o emisijama prekursora ozona već i o meteorološkim uvjetima.

Na osnovi podataka mjerenja kemijskog sastava oborine na postajama Državnog hidrometeorološkog zavoda analizirani su uvjeti zakiseljavanja i eutrofikacije područja Hrvatske (poglavlje 5.).

Metodologija i kriteriji primijenjeni u izradi ocjene zasnivaju se na analizi čimbenika koji su značajni za raspodjelu i razinu onečišćenosti pojedinog područja, analizi podataka mjerenja kvalitete zraka tamo gdje su mjerenja uspostavljena i analizi rezultata modela za proračun onečišćenja na području Hrvatske. U skladu s time, kao kriteriji za ocjenu i prijedlog razgraničenja područja korišteni su:

- prostorna razdioba godišnje emisije po onečišćujućim tvarima,
- položaj i godišnje emisije najvećih pojedinačnih izvora emisije,
- rezultati mjerenja onečišćujućih tvari na postajama za praćenje kakvoće zraka u gradovima i naseljima,
- rezultati mjerenja onečišćenja oborine na glavnim meteorološkim postajama,
- rezultati proračuna koncentracija i taloženja onečišćujućih tvari na području Hrvatske modelom daljinskog prijenosa i modelom visoke rezolucije za procjenu lokalnih utjecaja
- razina onečišćenosti područja s obzirom na onečišćujuće tvari: sumporov dioksid, dušikove okside, lebdeće čestice, olovo, benzen, ugljikov monoksid, ozon, poliaromatske ugljikovodike, kadmij, arsen, nikal, živu, amonijak i sumporovodik.
- broj i gustoća stanovništva, te
- klimatske karakteristike i geografske značajke

Za svako područje ocijenjena je razina koncentracija za svaku onečišćujuću tvar gdje su za to postojali izmjereni i/ili modelirani podaci. U područjima gdje ne postoje mjerenja, procjena je izrađena na osnovi rezultata modela, podataka o emisijama onečišćujućih tvari i drugim značajnim čimbenicima.

## **1.1. POJMOVI I DEFINICIJE KORIŠTENI U PROCJENI**

1. „okolni zrak“ označava vanjski zrak u troposferi, osim radnih mjesta iz Direktive 89/654/EEZ, gdje se primjenjuju odredbe o zdravlju i sigurnosti na poslu i gdje javnost nema redovan pristup;
2. „onečišćivač“ označava svaku tvar prisutnu u okolnom zraku koja može imati štetan učinak na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cijelosti;
3. „razina“ označava koncentraciju onečišćivača u okolnom zraku, ili njihovo taloženje na površini, u određenom vremenskom razdoblju;
4. „procjena“ označava svaku metodu koja se koristi za mjerenje, izračunavanje, predviđanje ili procjenjivanje razina;
5. „granična vrijednost“ označava razinu određenu na temelju znanstvenih spoznaja, s ciljem izbjegavanja, sprečavanja ili umanjivanja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cijelosti, koju treba dostići u zadanom razdoblju, i koja se nakon toga ne smije prekoračiti;
6. „kritična razina“ označava razinu određenu na temelju znanstvenih spoznaja, iznad koje se mogu pojaviti izravni štetni učinci na nekim receptorima kao što su drveće, ostale biljke ili prirodni ekosustavi, ali ne i na ljudima;

7. „granica tolerancije“ označava postotak granične vrijednosti, za koji se ona može prekoračiti, pod uvjetima iz ove Direktive;
8. „planovi za kakvoću zraka“ označavaju planove u kojima su utvrđene mjere za dostizanje graničnih ili ciljnih vrijednosti;
9. „ciljna vrijednost“ označava razinu određenu s ciljem izbjegavanja, sprečavanja ili umanjivanja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini koju treba, ako je to moguće, dostići u zadanom razdoblju;
10. „prag upozorenja“ označava razinu iznad koje postoji rizik za ljudsko zdravlje radi kratkotrajnog izlaganja za čitavo stanovništvo i kod kojeg države članice moraju poduzeti hitne korake;
11. „prag obavješćivanja“ označava razinu iznad koje postoji rizik za ljudsko zdravlje radi kratkotrajnog izlaganja za osobito osjetljive dijelove stanovništva i koje je potrebno hitno i na odgovarajući način obavijestiti;
12. „gornji prag procjene“ označava razinu ispod koje se za procjenu kakvoće okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i/ili indikativnih mjerenja;
13. „donji prag procjene“ označava razinu ispod koje se za procjenu kakvoće okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene;
14. „dugoročni cilj“ označava razinu koju treba dostići u dužem razdoblju, osim ako se ne može dostići proporcionalnim mjerama, s ciljem postizanja učinkovite zaštite zdravlja ljudi i okoliša;
15. „onečišćenja iz prirodnih izvora“ označavaju emisije onečišćivača koje nisu izravno ili neizravno uzrokovane ljudskim aktivnostima, uključujući prirodne pojave kao što su vulkanske erupcije, seizmičke aktivnosti, geotermalne aktivnosti, požari u divljini, pojave snažnog vjetra, prskanje mora ili atmosfersko resuspendiranje ili prijenos prirodnih čestica iz suhih područja;
16. „zona“ označava dio teritorija države članice koji je odredila sama država članica za potrebe procjene i upravljanja kakvoćom zraka;
17. „aglomeracija“ označava zonu u kojoj živi više od 250 000 stanovnika, ili gdje živi 250 000 stanovnika ili manje, uz gustoću stanovništva po km<sup>2</sup> koju određuju države članice;
18. „PM<sub>10</sub>“ označava štetnu česticu koja prolazi kroz dovod, kako je definirano u referentnoj metodi za uzorkovanje i mjerenje PM<sub>10</sub>, EN 12341, s 50 % učinkovitosti u odstranjivanju čestica čiji je aerodinamički promjer veći od 10 µm;
19. „PM<sub>2,5</sub>“ označava štetnu česticu koja prolazi kroz dovod, kako je definirano u referentnoj metodi za uzorkovanje i mjerenje PM<sub>2,5</sub>, EN 14907, s 50 % učinkovitosti u odstranjivanju čestica čiji je aerodinamički promjer veći od 2,5 µm;
20. „pokazatelj prosječne izloženosti“ označava prosječnu razinu određenu na temelju mjerenja na gradskim pozadinskim lokacijama širom teritorija države članice, i koja odražava izloženost stanovništva. Koristi se za izračunavanje ciljanog smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini i obveza koje se odnose na koncentraciju izloženosti;
21. „obveza koja se odnosi na koncentraciju izloženosti“ označava razinu određenu na temelju pokazatelja prosječne izloženosti, s ciljem smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje, koju treba dostići u zadanom razdoblju;
22. „ciljano smanjenje izloženosti na nacionalnoj razini“ označava postotak smanjenja prosječne izloženosti stanovništva države članice, utvrđen za referentnu godinu, s ciljem smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje, koji treba dostići u zadanom razdoblju;
23. „gradske pozadinske lokacije“ označavaju mjesta u gradskim područjima gdje su razine reprezentativne za izloženost općeg gradskog stanovništva;

24. „dušikovi oksidi“ označavaju zbroj volumnog omjera (ppbv) dušikovog monoksida (dušikov oksid) i dušikovog dioksida, izražen u jedinicama masene koncentracije dušikovog dioksida ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
25. „mjerena na stalnim mjestima“ označavaju mjerenja koja se obavljaju na stalnim mjestima, bilo da se radi o neprekinutim mjerenjima ili nasumičnom uzorkovanju, kako bi se utvrdile razine u skladu s odgovarajućim ciljevima za kakvoću podataka;
26. „indikativna mjerenja“ označavaju mjerenja koja zadovoljavaju ciljeve kakvoće podataka koji su manje strogi od onih koji se zahtijevaju za mjerenja na stalnim mjestima;
27. „hlapivi organski spojevi“ (HOS) označavaju organske spojeve iz antropogenih i biogenih izvora, osim metana, koji uz prisutnost sunčeve svjetlosti i uz reakciju s dušikovim oksidima proizvode fotokemijske oksidante;
28. „prekursori ozona“ označavaju tvari koje pridonose stvaranju prizemnog ozona.

Kategorija kakvoće zraka utvrđuje se za svaku onečišćujuću tvar posebno jedanput godišnje za proteklu kalendarsku godinu;

**Prva kategorija kakvoće zraka** ( I kategorija) – čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV) i dugoročni ciljevi za ozon;

**Druga kategorija kakvoće zraka** ( II kategorija) – umjereno onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV) i dugoročni ciljevi za ozon, a nisu prekoračene tolerantne vrijednosti (TV) i ciljne vrijednosti za ozon;

**Treća kategorija kakvoće zraka** ( III kategorija) – prekomjerno onečišćen zrak: prekoračene su tolerantne vrijednosti (TV) i ciljne vrijednosti za ozon;

**Granična vrijednost (GV):** granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji, ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kada je postignuta ne smije se prekoračiti;

**Tolerantna vrijednost (TV):** granična vrijednost uvećana za granicu tolerancije;

**Granica tolerancije:** postotak granične vrijednosti za koji ona može biti prekoračena pod za to propisanim uvjetima

**Dugoročni cilj za ozon (granična vrijednost):** koncentracija ozona u zraku ispod koje se, prema sadašnjim znanstvenim saznanjima, ne očekuju izravni štetni učinci na zdravlje ljudi i/ili okoliš u cjelini. Ovaj cilj treba postići dugoročno, osim tamo gdje se ne može postići razmjernim mjerama, kako bi se osigurala učinkovita zaštita zdravlja ljudi i okoliša;

**Ciljna vrijednost za ozon (tolerantna vrijednost):** razina utvrđena s ciljem dugoročnog otklanjanja mogućnosti štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i koju, gdje je to moguće, treba postići u utvrđenom roku

**Gornja granica procjenjivanja:** propisana razina onečišćenosti ispod koje se ocjenjivanje onečišćenosti može obavljati kombinacijom mjerenja i metoda procjene na temelju standardiziranih matematičkih modela i/ili drugih mjerodavnih metoda procjene;

**Donja granica procjenjivanja:** propisana razina onečišćenosti ispod koje se ocjenjivanje onečišćenosti može obavljati samo pomoću metoda procjene na temelju standardiziranih matematičkih modela i/ili drugih mjerodavnih metoda procjene;

**Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost koncentracija** određuje se ispitivanjem osmosatnih srednjih vrijednosti, dobivenih iz podataka usrednjenih po satu i ažuriranih svaki sat;

## **1.2. ZAHTJEVI DIREKTIVE 2008/50/EZ EUROPSKOGA PARLAMENTA I VIJEĆA VEZANO UZ PROCJENU KVALITETE ZRAKA**

U ovome potpoglavlju dane su smjernice i razlozi kojima su se rukovodili predlagači Direktive 2008/50/EZ prilikom njenoga donošenja, a koje su značajni za tumačenje predloženih zakonskih rješenja i njihovu primjenu.

Šestim akcijskim programom zaštite okoliša iz 2002. godine na području Europske zajednice, utvrđena je potreba za smanjivanjem onečišćenja u Europi do razine koja minimizira štetne učinke na ljudsko zdravlje, vodeći računa osobito o osjetljivim skupinama stanovništva, i okoliš u cijelosti, potrebu za poboljšanjem nadzora i procjene kvalitete zraka, uključujući i taloženje onečišćujućih tvari, te potrebu za informiranjem javnosti.

Posljedično, utvrđena je potreba za donošenjem jednoga propisa koji će regulirati upravljanje kvalitetom zraka. Taj dokument obuhvaća sve aspekte zaštite kvalitete zraka, informiranja javnosti i obveze razmjene standardiziranih informacija. Na taj način se četiri direktive (daughter directives) koje reguliraju: način procjenjivanja i upravljanja kvalitetom zraka, propisuju granične vrijednosti za sumporov dioksid, dušikov dioksid i dušikove okside, lebdeće čestice i olovo u zraku, granične vrijednosti za benzen i ugljični monoksid, te granične i upozoravajuće vrijednosti za ozon u zraku kao i uspostavljanje uzajamne razmjene informacija i podataka iz mreža i pojedinačnih postaja za mjerenje kvalitete zraka, spajaju u jedan dokument kako bi se kroz jedinstveni propis uključili rezultati najnovijih zdravstvenih i znanstvenih dostignuća i iskustava. Uz to, predlaže se i spajanje direktive o arsenu, kadmiju, živi, niklu i policikličkim aromatskim ugljikovodicima u zraku s odredbama nove direktive.

U svrhu zaštite ljudskog zdravlja i okoliša u cijelosti, promiče se princip smanjivanja emisija na njihovom izvoru, te identifikacija i primjena najučinkovitijih mjera za smanjivanje emisije na lokalnoj i nacionalnoj razini, vodeći računa o odgovarajućim normama, smjernicama i programima Svjetske zdravstvene organizacije i postavljanjem odgovarajućih ciljeva za postizavanje željene kvalitete zraka;

Direktiva uvodi zajedničke kriterije i metode u procjenjivanju kvalitete zraka te klasifikaciju područja države u zone i aglomeracije koje bi trebale biti uspostavljene tako da odražavaju gustoću stanovništva i veličinu ekosustava izloženih atmosferskom onečišćenju.

Uvažavajući rezultate najnovijih znanstvenih dostignuća, direktiva po prvi puta uvodi primjenu tehnika modeliranja atmosferskog transporta i distribucije onečišćenja kao nadopunu sustavu mjerenja na lokacijama za trajno praćenje kvalitete zraka. Primjena modela omogućuje tumačenje prostornih (zemljopisnih) i vremenskih varijacija prizemnih koncentracija koje nastaju uslijed vremenske i klimatske varijabilnosti kao i izračunavanje kolektivne izloženosti stanovništva atmosferskom onečišćenju, što je osobito značajno za područja gdje nisu uspostavljena mjerenja na trajnoj osnovi, odnosno u zonama gdje ne postoji obveza uspostave trajnih mjerenja.

Na taj način se težište procjene kvalitete zraka stavlja na rezultate modeliranja u svim područjima gdje podaci mjerenja nisu reprezentativni pokazatelj kvalitete zraka za šire područje i zbog toga ne mogu biti korišteni za potrebe procjene po osnovi mjerenja. Prostorni obuhvat modela u tome slučaju je područje cijele države, s rezolucijom modela koja se može kretati u rasponu od 10 km x 10 km, 5 km x 5 km ili manje (ovisno o veličini zone ili aglomeracije). Neovisno o tome koja se rezolucija modela primjenjuje unutar države, početni i rubni uvjeti modela su emisije i koncentracije onečišćujućih tvari cijele Europe. Drugim riječima, model razrađen za područje države „ugrađuje se (gnijezdi)“ u model kontinentalne skale iz kojeg se dobivaju svi relevantni rubni uvjeti koji definiraju prekogranični prijenos i donos onečišćenja, daljnji transport, distribuciju, depoziciju i transformaciju unutar državnog teritorija.

Radi usporedivosti podataka mjerenja direktiva propisuje primjenu standardiziranih mjernih metoda kao i zajedničke kriterije za broj i lokaciju mjernih postaja za praćenje kvalitete zraka. Direktiva omogućuje i primjenu drugih tehnika za procjenjivanje kvalitete zraka, ali uz utvrđivanje kriterija za korištenje takvih tehnika, kao i točnost koja se od njih zahtjeva.

Nadalje, direktiva uvodi obvezu mjerenja koncentracija i kemijskog sastava lebdećih čestica na ruralnim pozadinskim lokacijama i navodi da ta mjerenja treba obavljati koristeći metodologiju i strategiju mjerenja koja je propisana Programom suradnje za praćenje i ocjenjivanje dalekosežnog prijenosa onečišćivača zraka u Europi (EMEP), u okviru Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine.

Direktiva prepoznaje i činjenicu su rizici vezani uz vegetaciju i prirodne ekosustave najveći u izvangradskim područjima, te procjenu takvih rizika i usklađenost s kritičnim vrijednostima za zaštitu vegetacije usmjerava na lokacije koja su udaljene od izgrađenih područja (ruralna područja).

Direktiva propisuje obvezu mjerenja parametara kvalitete zraka na stalnim mjernim mjestima u zonama i aglomeracijama gdje su prekoračeni dugoročni ciljevi za ozon ili gdje su prekoračeni pragovi procjene za ostale polutante. Tamo gdje ne postoji obveza uspostave stalnih mjernih mjesta direktiva propisuje primjenu tehnika modeliranja i/ili indikativnih mjerenja kao osnovu za procjenu prostorne razdiobe i razina onečišćenja.

Osnovna smjernica direktive je zadržati ili poboljšati stanje kvalitete zraka u područjima gdje su kriteriji kvalitete zraka zadovoljeni, dok u područjima gdje ciljevi kvalitete zraka nisu ostvareni, propisuje obvezu primjene mjera kako bi se postigle granične vrijednosti i kritične razine onečišćenja, a gdje je to moguće, ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve.

U Direktivi se prepoznaje i činjenica da je onečišćenje iz prirodnih izvora moguće procijeniti, ali ne i kontrolirati. Zbog toga direktiva omogućuje da se u slučaju prekomjernog onečišćenja lebdećim česticama zbog prirodnih uvjeta (prijenosa saharske prašine ili zimsko posipavanje cesta pijeskom ili solju), procijenjeni udio prirodnih izvora može odbiti što za pojedine lokacije može značiti prevođenje iz nesukladnosti spram propisanih uvjeta u sukladnost.

U nastavku studije su sažeti i analizirani glavni zahtjevi Direktive s obzirom na procjenu kvalitete zraka i određivanja područja (zona) i naseljenih područja (aglomeracija), kao i određivanja optimalnog programa mjerenja za područje Hrvatske.

U skladu sa zajedničkim kriterijima procjene, potrebno je slijediti harmonizirani pristup procjeni kakvoće okolnog zraka vodeći računa o veličini stanovništva i ekosustava koji su izloženi onečišćenju zraka. Stoga je prikladno klasificirati područje svake države članice u područja (zone) ili naseljena područja (aglomeracije) koje odražavaju gustoću stanovništva.

Definicije zona i aglomeracija iz potpoglavlja 1.1. ove studije jednake su definicijama koje postavlja Direktiva (Poglavlje I, članak 2):

**Zona** označava dio teritorija države članice koji je odredila sama država članica za potrebe procjene i upravljanja kakvoćom zraka;

**Aglomeracija** označava zonu u kojoj živi više od 250 000 stanovnika, ili gdje živi 250 000 stanovnika ili manje, uz gustoću stanovništva po km<sup>2</sup> koju određuju države članice;

Pri izradi procjene kao podloge za razgraničenje teritorija po karakterističnim područjima (zonama i aglomeracijama) korisne su smjernice Europske agencije za okoliš i Europske komisije: „Guidance on assessment under the EU air quality directives”. Podjela teritorija na zone mora uvažavati razlike i

administrativne sustave u državama članicama pri čemu se izrazito preporuča da nema većih odstupanja od uobičajene prakse u zemljama članicama Europske Unije.

Osnovna ideja zoniranja je podjela teritorija u manje cjeline koje su jedinstvene upravljačke cjeline za kvalitetu zraka. Zone moraju biti definirane tako da su pogodne za upravljanje i ocjenu kvalitete zraka. Spajanje teritorija u zone treba biti određeno prvenstveno ujednačenom prostornom kvalitetom zraka, a s obzirom da uspostavljanje zone podrazumjeva i ocjenjivanje kvalitete zraka, izvješćivanje o stanju kvalitete zraka i upravljanje kvalitetom zraka nužno je da je zona povezana s administrativnim cjelinama. Zbog toga što se zona povezuje s administrativnom tj. upravljačkom jedinicom ne mora nužno odražavati prostornu raspodjelu kvalitete zraka u zoni.

Mjerenja na stalnom mjestu trebala bi biti obvezna u zonama i aglomeracijama gdje su prekoračeni dugoročni ciljevi za ozon ili gdje su prekoračeni pragovi procjene za ostale onečišćujuće tvari. Podaci dobiveni mjerenjima na stalnom mjestu mogu se dopuniti tehnikama modeliranja i/ili indikativnim mjerenjima, kako bi se podaci s mjesta uzimanja uzorka mogli protumačiti sa stajališta zemljopisne distribucije koncentracije. Upotreba dodatnih tehnika procjene trebala bi omogućiti smanjenje minimalnog potrebnog broja stalnih mjesta za uzimanje uzoraka.

Gdje je to moguće, treba primijeniti tehnike modeliranja kako bi se podaci s mjesta uzimanja uzorka mogli protumačiti sa stajališta zemljopisne distribucije koncentracije. To bi moglo poslužiti kao podloga za izračunavanje kolektivne izloženosti stanovništva koje živi u tom području.

Gornji i donji pragovi procjene (Prilog I, Direktiva) primjenjuju se na sumporov dioksid, dušikov dioksid i dušikove okside, štetne čestice (PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>), olovo, benzen i ugljični monoksid. Svaka zona i aglomeracija klasificira se u odnosu na te pragove procjene najmanje svakih pet godina.

Države članice procjenjuju kakvoću okolnog zraka prema Direktivi s obzirom na onečišćivača iz članka 5., u svim svojim zonama i aglomeracijama, u skladu s danim kriterijima. iz stavka 2., stavka 3. i stavka 4. ovog članka, i u skladu s kriterijima iz Priloga III.

### **Kriteriji procjene za sumporov dioksid, dušikov dioksid i dušikove okside, lebdeće čestice (PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>), olovo, benzen i ugljikov monoksid**

U svim zonama i aglomeracijama gdje razina onečišćivača prekoračuje gornji prag procjene koji je utvrđen za te onečišćivače, za procjenu kakvoće okolnog zraka koriste se mjerenja na stalnom mjestu. Ta mjerenja na stalnom mjestu mogu se dopuniti tehnikama modeliranja i/ili indikativnim mjerenjima, kako bi se dobili odgovarajući podaci o prostornoj raspoređenosti kakvoće okolnog zraka.

U svim zonama i aglomeracijama gdje je razina onečišćivača ispod gornjeg praga procjene koji je utvrđen za ta onečišćivača, za procjenu kakvoće okolnog zraka može se koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnike modeliranja i/ili indikativna mjerenja.

U svim zonama i aglomeracijama gdje je razina onečišćivača iz stavka 1. ispod donjeg praga procjene koji je utvrđen za te onečišćivače, za procjenu kakvoće okolnog zraka dovoljno je koristiti tehnike modeliranja ili tehnike objektivne procjene, ili oboje.

### **Procjena kvalitete zraka s obzirom na ozon**

1. Ako je u zoni ili aglomeraciji koncentracija ozona prekoračila dugoročne ciljeve iz Odjeljka C. Priloga VII. Direktive, tijekom bilo koje od prethodnih pet godina mjerenja, obavljaju se mjerenja na stalnom mjestu.

2. Ako su podaci dostupni za manje od pet godina, države članice mogu, za potrebe utvrđivanja da li su dugoročni ciljevi iz stavka 1. prekoračeni tijekom tih pet godina, kombinirati rezultate kratkotrajnih

mjernih kampanja koje su provedene u vrijeme i na mjestu gdje su razine bile najviše, s rezultatima dobivenim iz popisa emisija i modeliranja.

## **Primjena modela**

Modeli kvalitete zraka su matematički modeli korišteni u svrhu proračuna iznosa koncentracije i depozicije onečišćujućih tvari kao rezultat emisija u zrak. Ovi matematički modeli poglavito se temelje na fizikalnim i kemijskim procesima, ali mogu biti izvedeni i iz statističkih relacija. Prethodne europske direktive temeljile su procjenu i izvješćivanje stanja kvalitete zraka uglavnom na mjerenim podacima. Direktiva 2008/50/EC naglašava važnost razvoja i primjene odgovarajućih modela u procjeni kvalitete zraka. Jedinstveni pristup modeliranju kvalitete zrakado sada nije postojao u Europi. Razvijali su se i primjenjivali različiti modeli na nacionalnom i lokalnom nivou, sa različitim i često neusporedivim metodama osiguranja kvalitete. Porastom potreba za primjenom modela kvalitete zraka povećani su i zahtjevi za harmoniziranim pristupom u osiguravanju kvalitete modeliranih rezultata. Upotreba modela obuhvaća proračun razine onečišćenja za različite svrhe i na različitim prostorno-vremenskim rezolucijama, te je nerealno očekivati odabir jedinstvenog, referentnog modela koji bi se primjenjivao u različite svrhe i na različitim prostorno vremenskim skalama. Popis osnovnih karakteristika, formulacija i procesa za različite skale i onečišćujuće tvari koje su potrebne za ocjenu kvalitete zraka dan je u Tablici 1.2.1.

Modeli kvalitete zraka primjenjeni u svrhu procjene koji se razlikuju po svom tipu, složenosti i namjeni moraju biti usporedivi, dokumentirani i validirani za određenu primjenu.

Kako bi se omogućila harmonizirana primjena modela 2008. godine osnovan je Forum for Air Quality Modelling in Europe (FAIRMODE, <http://fairmode.ew.eea.europa.eu/>) kao združena aktivnost Europske agencije za okoliš (EEA-European Environment Agency) i Zajedničkog istraživačkog centra Europske Komisije (JRC Joint Research Centre). U ovoj ocjeni navedene su i smjernice objavljene u publikaciji FAIRMODE grupe u 2011. godini: 'The application of models under the European Union's Air Quality Directive' koji daje opći pregled tipova i namjene modela prema Direktivi kao i pregled modela u upotrebi u Europi.

Primjena modela u svrhu ocjene postojeće razine onečišćenja usmjerena je proračunavanju prekoračenja graničnih i ciljnih vrijednosti pojedinih onečišćujućih tvari definiranim u Direktivi i nacionalnom zakonodavstvu, proračun izloženosti stanovništva, procjena učinaka na zdravlje te izračun doprinosa onečišćenju iz pojedinih emisijskih izvora. Izuzetno važan doprinos modeliranih podataka procjeni onečišćenja je omogućavanje informacija za područja koja nisu pokrivena mjerenjima. Planiranje kvalitete zraka koje zahtjeva Direktiva je jasan i logičan nastavak ocjene koja utvrđuje stanje kvalitete zraka. Planiranje obuhvaća dugoročan razvoj i identifikaciju mogućih mjera za smanjenje emisija na temelju modeliranja kao i iterativni proces za određivanje optimalnih mjera za ublažavanje prognoziranih efekata (uključujući izvodivost emisijskih scenarija). Modeliranje se može koristiti kao dopuna mjerenjima u svrhu ocjene onečišćenja pri izvješćivanju prekoračenja definiranih standarda kvalitete zraka. Ovisno o razini onečišćenja (donjim i gornjim granicama prekoračenja) modeliranje se može primjeniti ili kao dodatak mjerenjima ili kao jedini izvor informacija u ocjeni. Prema tome Direktiva dozvoljava znatno smanjenje propisanog opsega mjerenja u zonama i aglomeracijama. Modeliranje se također koristi u svrhu prognoze onečišćenja i informiranja javnosti kao i u svrhu implementacije kratkoročnih akcijskih planova prema zahtjevima Direktive u slučaju prekoračenja ili očekivanog prekoračenja upozoravajućih i kritičnih razina onečišćujućih tvari u zraku.

Tri su glavna razloga za primjenu modela:

- 1.) Prostorna pokrivenost mjerenjima obično je ograničena i modeli omogućuju potpuno prostornu pokrivenost informacijama o kvaliteti zraka
- 2.) Modeli se mogu koristiti za prognozu onečišćenja kao rezultat promjena u emisijama i meteorološkim uvjetima
- 3.) Modeliranje omogućuje naprednu spoznaju međudjelovanja osnovnih faktora odnosno izvora, uzroka i procesa koji utječu na kvalitetu zraka.

Prema Direktivi prednosti modela su slijedeće:

- 1.) Modeli omogućuju ocjenu u zonama i mjestima gdje se ne provode mjerenja kao i potporu ispunjenju propisanog programa mjerenja
- 2.) Broj mjernih mjesta se potencijalno može znatno reducirati, što dovodi do smanjenja troškova
- 3.) Modeli se mogu koristiti za razvoj i definiranje mjera koje se provode u svrhu poboljšanja kvalitete zraka na mjestima gdje je zrak ocjenjen kao lošije kvalitete.

Modeliranje kao i mjerenje zahtjeva ekspertnu implementaciju i interpretaciju, a za pouzdanu primjenu u svrhu ocjene i upravljanja kvalitetom zraka modeli moraju biti kvalitetno verificirani i validirani. Prema postojećem europskom zakonodavstvu rezultati modela ne mogu zamijeniti mjerenja u svrhu provjere sukladnosti u slučaju prekoračenja graničnih vrijednosti. Općenito modeli se mogu primjenjivati svugdje i Direktivom nisu definirani minimalni zahtjevi vezani uz upotrebu modela koji se moraju poštivati. Direktiva ne propisuje preduvjete za primjenu postojećih modela koji se mogu primjenjivati sve dok je model u skladu s ciljevima kvalitete (prilog I, Direktiva). Osnovni uvjeti koje model mora zadovoljavati prema dokumentu: 'The application of models under the European Union's Air Quality Directive' su:

- Model mora imati odgovarajuću prostornu i vremensku rezoluciju za ciljanu aplikaciju
- Model je adekvatno validiran za ciljanu aplikaciju i dokumentiran
- Model sadrži relevantne fizikalne i kemijske procese prikladne za ciljanu vrstu primjene, skalu i onečišćujuću tvar za koju se primjenjuje
- Relevantni emisijski izvori za aplikaciju su adekvatno reprezentirani
- Raspoloživost odgovarajućih meteoroloških podataka.

Uz meteorološke, disperzijske i kemijske module koji su osnovni elementi većine modela za kvalitetu zraka, postoje i specifični emisijski izvori koji zahtjevaju modeliranje. Emisijski izvori mogu biti: morska sol, cestovna prašina, prometni i industrijski izvori, biogene emisije, emisije iz kućnih ognjišta i prašina nošena vjetrom. Metodologija koja se koristi za modeliranje ovakvih emisijskih izvora razlikuje se prema onečišćujućoj tvari i razmatranoj prostorno-vremenskoj skali. Određeni emisijski modeli zahtijevaju detaljne informacije o aktivnostima i meteorološkim čimbenicima dok se drugi mogu temeljiti na usrednjenim emisijskim informacijama i jednostavnom modeliranju.



Tablica 1.2.2. Popis osnovnih karakteristika, formulacija i procesa za različite skale i onečišćujuće tvari koje su potrebne za ocjenu kvalitete zraka.

<b>Područje obuhvaćeno ocjenom</b>			
<b>Opis</b>	<b>Lokalna skala/tzv. 'hotspot' (1-1000 m)</b>	<b>Urbana/aglomeracija (1-300 km)</b>	<b>Regionalna (25-10000 km)</b>
Tip modela	Gausovski i ne-Gausovski parametrizirani modeli; Statistički modeli; Modeli dinamičkog fluida sa preprekama; Lagranžijanski čestični modeli	Gausovski i ne-Gausovski parametrizirani modeli; Eulerovski kemijski transportni modeli ; Lagranžijanski čestični modeli	Eulerovski kemijski transportni modeli Lagranžijanski kemijski modeli
Meteorologija	Lokalna meteorološka mjerenja; Modeli dinamičkog fluida sa preprekama; Diagnostički modeli vjetra	Mezoskalni meteorološki modeli; Lokalizirana meteorološka mjerenja Diagnostički modeli vjetra	Sinoptički/mezoskalni meteorološki modeli
Kemija	Parametrizirana ili bez kemije	Ovisno o aplikaciji (od potpuno isključene do složene)	Sveobuhvatna, složena
Modeliranje emisija	Odozdo prema gore emisije iz prometa Emisije vezane uz specifični izvor	Odozdo prema gore i odozgo prema dolje Procesno-emisijski modeli	Odozgo prema dolje emisijsko modeliranje Procesno-emisijski modeli
<b>Onečišćujuća tvar</b>	<b>Lokalno/tzv. hotspot</b>	<b>Urbana/aglomeracija</b>	<b>Regionalna/kontinentalna</b>
PM <sub>10</sub>	Bez kemijskih procesa	Depozicija Sekundarna anorganska formacija čestica	Depozicija Primarne čestice (izgaranje) Sekundarna anorganska i organska formacija čestica Suspenzirana prašina Morska sol
PM <sub>2.5</sub>	Bez kemijskih procesa	Depozicija Sekundarna anorganska formacija čestica	Depozicija Sekundarna anorganska i organska formacija čestica
NO <sub>2</sub>	Jednostavna foto-oksidacijska kemija Statističko-empirijske relacije	Limitirana foto-oksidacijska kemija Foto-stacionarna shema Statističko-empirijske relacije Depozicija	Depozicija Potpuna foto-oksidacijska kemija
NO <sub>x</sub>	Bez kemijskih procesa	Bez kemijskih procesa Potpuna foto-oksidacijska kemija samo za veće skale	Potpuna foto-oksidacijska kemija
O <sub>3</sub>	Isto kao NO <sub>2</sub>	Isto kao NO <sub>2</sub>	Isto kao NO <sub>2</sub>
SO <sub>2</sub>	Bez kemijskih procesa	Depozicija Sekundarna anorganska formacija čestica	Depozicija Sekundarna anorganska formacija čestica Potpuna foto-oksidacijska kemija
olovo	Bez kemijskih procesa	Depozicija Bez kemijskih procesa	Depozicija Specijalne kemijske sheme
benzen	Bez kemijskih procesa	n/a	Depozicija Potpuna foto-oksidacijska kemija
CO	Bez kemijskih procesa	Bez kemijskih procesa	Potpuna foto-oksidacijska kemija
Teški metali i B(a)P	Bez kemijskih procesa	Depozicija Specijalne kemijske sheme	Depozicija Specijalne kemijske sheme

## 2. SAŽETAK

### 2.1. OCJENA RAZINE ONEČIŠĆENOSTI PREMA VAŽEĆOJ UREDBI O ODREĐIVANJU PODRUČJA I NASELJENIH PODRUČJA PREMA KATEGORIJAMA KAKVOĆE ZRAKA

Kako bi se utvrdila razina onečišćenosti u područjima i naseljenim područjima Direktiva propisuje metodologiju prema kojoj se vrijednosti mjerenja i/ili modeliranja koncentracija onečišćujućih tvari uspoređuju s propisanim gornjim i donjim granicama procjene (P-I-4).

Prekoračenja gornjih i donjih pragova procjene određuju se na temelju mjerenih i/ili modeliranih koncentracija onečišćenja tijekom prethodnih pet godina ukoliko je obuhvaćen zadovoljavajući niz mjerenih podataka. Smatra se da je prag procjene prekoračen ako je prekoračen tijekom najmanje tri nezavisne godine u razdoblju od prethodnih pet godina. Ako su dostupni podaci za manje od pet godina, preporuka Direktive je da države članice mogu kombinirati kratkotrajne mjerne kampanje za onu godinu i lokacije gdje su zabilježene najviše razine onečišćenja, s rezultatima dobivenim na temelju podataka iz popisa emisija i modeliranja, kako bi odredile prekoračenja gornjih i donjih pragova procjene. Svrha ove analize je utvrđivanje obveznog programa mjerenja u područjima i naseljenim područjima čiji je opseg određen razinom onečišćenosti procjenjenom prema definiranim granicama procjene. Razina onečišćenosti zraka prikazana je bojama koje odgovaraju određenoj klasifikaciji, zelena-razina onečišćenosti ispod donje granice procjenjivanja, žuta-između donje i gornje granice procjenjivanja, crvena-iznad gornje granice procjenjivanja te ljubičasta za razinu onečišćenosti ozonom iznad dugoročne ciljne vrijednosti (Tablica 2.1.1). Uz svaku razinu onečišćenosti navedena je i propisana obveza mjerenja.

Tablica 2.1.1. Prikaz razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u razmatranom petogodišnjem razdoblju.

Razina onečišćenosti	Prikaz	Podaci za procjenu
Ispod donje granice procjenjivanja		modeliranje
Između donje i gornje granice procjenjivanja		mjerenje i modeliranje
Iznad gornje granice procjenjivanja		mjerenje
Iznad dugoročne ciljne vrijednosti za ozon		mjerenje

## REZULTATI

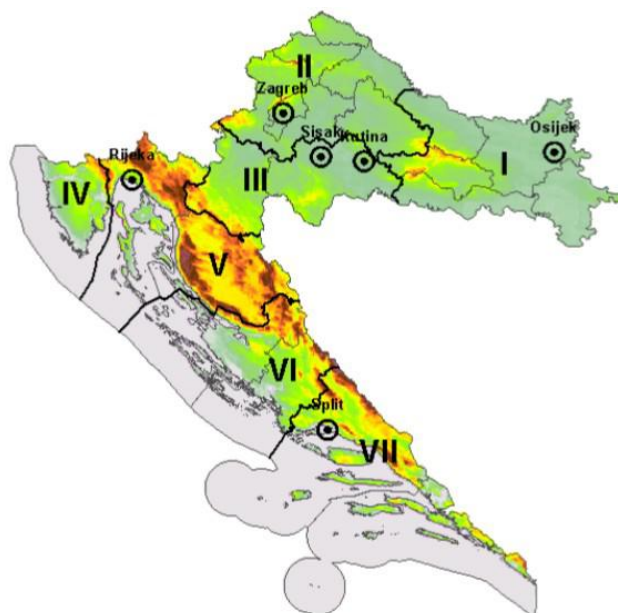
Analiza kvalitete zraka na teritoriju RH izvršena je prema granicama procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku po postojećim područjima i naseljenim područjima definiranim u Uredbi o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (Slika 2.1.1.) i prema predloženim novim područjima i naseljenim područjima (Slika 2.2.1.). Rezultati ocjene razine onečišćenosti u razdoblju 2006.-2010. prikazani su po mjernim postajama Državne mreže za trajno praćenje onečišćenja zraka i po onečišćujućim tvarima SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, benzen, Pb, CO i O<sub>3</sub> (Tablica 2.1.3.). Stalna mjerenja SO<sub>2</sub> trebaju se obavljati u naseljenom području Grada Rijeke (HR-RI). Podaci mjerenja SO<sub>2</sub> na postaji Split Poljud odnose se samo na 2010. godinu i koriste se kao indikator potreba mjerenja. S obzirom da se radi o naseljenom području Grada Splita (HR-ST) preporuka je da se stalna mjerenja SO<sub>2</sub> obavljaju u Splitu u narednom razdoblju. U Sisku se mjerenja SO<sub>2</sub> mogu dopuniti modeliranjem.

Stalna mjerenja NO<sub>2</sub> trebaju se obavljati u Zagrebu i Splitu, dok se u naseljenim područjima Osijeku (HR-OS) i Rijeci (HR-RI) mjerenja mogu dopuniti modeliranim podacima. Uz mjerenja NO<sub>2</sub> u Kutini i Sisku mogu se koristiti podaci modeliranja za ocjenu razine onečišćenosti.

Stalna mjerenja koncentracija čestica PM<sub>10</sub> trebaju se obavljati u Kutini, Osijeku, Rijeci, Sisku i Zagrebu. Analiza mjerenja čestica na postajama u Splitu AMS1 i AMS2 na raspoloživim podacima čiji je obuhvat manji od 5 godina ukazuju da se mjerenja mogu dopuniti modeliranim podacima. S obzirom da niz mjerenja u Splitu nije potpun, a time ni reprezentativan, potrebno je osigurati gravimetrijski određene koncentracije mjerenja PM<sub>10</sub> u Splitu na temelju kojih bi se mogla izvršiti procjena onečišćenja. Mjerenja benzena u Zagrebu i Rijeci moguće je u potpunosti zamijeniti modeliranim podacima, dok je mjerenja benzena u Osijeku i Sisku potrebno nastaviti i pri ocjeni dopuniti modeliranim podacima. Mjerenja koncentracija olova u PM<sub>10</sub> česticama kao i mjerenja CO koncentracija u zraku nisu obvezna.

Mjerenja urbanih koncentracija ozona potrebno je nastaviti u Rijeci i Zagrebu, a predlaže se i e uspostava dodatnih mjerenja u aglomeracijama Split i Osijek.

Izrađena je i ocjena razine onečišćenosti u razdoblju 2006.-2010. prema Direktivi 2004/107/EZ europskoga parlamenta i vijeća koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikal i policikličke ugljikovodike u vanjskome zraku (Tablica 2.1.4.). Analizirani su podaci mjerenja sa postaja u Zagrebu, Sisku i Rijeci. Za procjenu razine onečišćenja arsenom, kadmijem i niklom mogu se koristiti samo podaci modeliranja dok se mjerenja policikličkih ugljikovodika trebaju obavljati u Zagrebu i Sisku. Za benzo(a)piren prekoračena je gornja granica procjene kao i ciljna vrijednost u Zagrebu i Sisku tijekom 2009. i 2010. godine (Slika 3.10.4.), čime je određeno da su mjerenja benzo(a)pirena obvezna.



Slika 2.1.1. Zone i aglomeracije definirane prema Uredbi o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 178/2004 i 60/2008).

Razina onečišćenosti zraka prikazana je bojama koje odgovaraju određenoj klasifikaciji, zelena-razina onečišćenosti ispod donje granice procjenjivanja, žuta-između donje i gornje granice procjenjivanja, crvena-iznad gornje granice procjenjivanja te ljubičasta za razinu onečišćenosti ozonom iznad dugoročne ciljne vrijednosti (Tablica 2.1.2.). Uz svaku razinu onečišćenosti navedena je i propisana obveza mjerenja.

Tablica 2.1.2. Prikaz razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u razmatranom petogodišnjem razdoblju.

Razina onečišćenosti	Prikaz	Podaci za procjenu
Ispod donje granice procjenjivanja		modeliranje
Između donje i gornje granice procjenjivanja		mjerenje i modeliranje
Iznad gornje granice procjenjivanja		mjerenje
Iznad dugoročne ciljne vrijednosti za ozon		mjerenje

Tablica 2.1.3. Ocjena razine onečišćenosti za zdravlje ljudi u razdoblju od 2006.-2010. godine (a) po mjernim mjestima Državne mreže za trajno praćenje onečišćenja zraka prema postojećim, važećim zonama i aglomeracijama i (b) po novim predloženim zonama i aglomeracijama.

(a)

Mjerne postaje	Zona/ Aglom eracija	Onečišćujuće tvari Zdravlje ljudi						
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	benzen	Pb	CO	O <sub>3</sub>
Kutina 1	HR KT							
Osijek 1	HR OS							
Rijeka 1	HR RI							
Rijeka 2	HR RI							
Sisak 1	HR SI							
Zagreb 1	HR ZG							
Zagreb 2	HR ZG							
Zagreb 3	HR ZG							
Split-AMS1	HR ST							
Split-AMS2	HR ST							
*Split-Poljud	HR ST							
*Slavonski Brod 1	HR1							

\*Vrijednosti procijenjene su na temelju raspoloživih mjerenja od 1 godine.

(b)

Zona/ Agglomeracija	Onečišćujuće tvari Zdravlje ljudi						
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	benzen	Pb	CO	O <sub>3</sub>
HR OS	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Purple
HR RI	Red	Yellow	Red	Green	Green	Green	Purple
HR ZG	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Purple
HR ST	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Purple
HR1	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Purple
HR2	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Purple
HR3	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Purple
HR4	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Purple
HR5	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Purple

Tablica 2.1.4. Ocjena razine onečišćenosti u razdoblju od 2006.-2010. godine. Direktiva 2004/107/EC Europskoga parlamenta i Vijeća koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikal i policikličke ugljikovodike u vanjskome zraku (fourth Daughter Directive 2004/107/EC).

Mjerne postaje	Naseljeno područje	Onečišćujuća tvar			
		As	Cd	Ni	BaP
Zagreb-1	HR-ZG	Green	Green	Green	Red
Sisak-1	HR SI	Green	Green	Green	Red
Rijeka-1	HR RI	Green	Green	Green	Green

Iako su analizirani podaci izmjereni na gradskim postajama izvršena je ocjena razine onečišćenosti za vegetaciju u razdoblju od 2006.-2010. godine, po mjernim mjestima Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka prema postojećim i predloženim zonama i aglomeracijama (Tablica 2.1.5).

Kako bi se procijenio utjecaj onečišćenja na vegetaciju razmatraju se parametri AOT40, SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. AOT40 (Accumulated Ozone Exposure) je parametar, izražen u µg/m<sup>3</sup>·h, koji označava zbroj razlika između jednosatnih koncentracija viših od 80 µg/m<sup>3</sup> (≈ 40 ppb) i 80 µg/m<sup>3</sup> tijekom određenog razdoblja, uzimajući u obzir samo jednosatne vrijednosti izmjerene svakoga dana između 8:00 i 22:00 po srednjeeuropskom vremenu. Dugoročni cilj za AOT40 koji iznosi 6000 µg/m<sup>3</sup>·h prekoračen je na postajama Rijeka-2 i Zagreb-3, a ciljna vrijednost od 18000 µg/m<sup>3</sup>·h prekoračena je na postaji Rijeka-2 (Slika 3.11.1).

Gornja granica procjene s obzirom na vegetaciju za NO<sub>x</sub> prekoračena je na svim analiziranim postajama.

Tablica 2.1.5. Ocjena razine onečišćenosti za vegetaciju u razdoblju od 2006.-2010. godine, po mjernim mjestima Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka i prema postojećim zonama i aglomeracijama.

Mjerne postaje	Zona/ Aglomeracija	Onečišćujuće tvari		
		Vegetacija		
		AOT40	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Kutina 1	HR KT		Red	Green
Osijek 1	HR OS		Red	Green
Rijeka 1	HR RI		Red	Yellow
Rijeka 2	HR RI	Purple	Red	Red
Sisak 1	HR SI		Red	Red
Zagreb 1	HR ZG		Red	Green
Zagreb 2	HR ZG		Red	Yellow
Zagreb 3	HR ZG	Purple	Red	Green
Split-AMS1	HR ST			
Split-AMS2	HR ST			
*Split-Poljud	HR ST			
*Slavonski Brod 1	HR1	Green	Red	Yellow

\*Vrijednosti procijenjene su na temelju raspoloživih mjerenja od 1 godine.

Tablica 2.1.6. Popis raspoloživih i analiziranih postaja i podataka.

Ime postaje	Zona/Aglom.	Tip mreže	Tip (podr./emisije)	Onečišćujuće tvari	Vrijeme	Raspoloživo razdoblje mjerenja
ZAGREB-1	HR2/HR ZG	Državna	Gradsko/ Promet	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				Uzorkovanje PM <sub>10</sub>	24-satni	2006.-2010.
				Pb	24-satni	2006.-2008.
				Cd	24-satni	2006.-2010.
				Ni	24-satni	2006.-2010.
				As	24-satni	2008.-2010.
				Sulfati u PM <sub>10</sub>	24-satni	2006.-2010.
				PAH-ovi	24-satni	2006.-2010.
ZAGREB-2	HR2/HR ZG	Državna	Gradsko/ Promet	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2009.
				SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
ZAGREB-3	HR2/HR ZG	Državna	Gradsko/ Promet	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
OSIJEK-1	HR1/HR OS	Državna	Gradsko/ Promet	O <sub>3</sub>	satni	10.04.2006.- 2010.
				SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
RIJEKA-1	HR5/HR RI	Državna	Gradsko/ Promet	PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				benzen	satni	2006.-2010.
				SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				H <sub>2</sub> S	satni	2006.-2010.
				benzen	satni	2006.-2010.
				Uzorkovanje PM <sub>10</sub>	24-satni	2008.-2010.
				Pb	24-satni	2008.-2010.
				Cd	24-satni	2008.-2010.
				Ni	24-satni	2008.-2010.
As	24-satni	2008.-2010.				
PAH-ovi	24-satni	2008.-2010.				

Ime postaje	Zona/Aglom.	Tip mreže	Tip (podr./emisije)	Onečišćujuće tvari	Vrijeme	Raspoloživo razdoblje mjerenja
RIJEKA-2	HR5/HR RI	Državna	Gradsko/ Industrija	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				O <sub>3</sub>	satni	2006.-2010.
KUTINA-1	HR3/HR KT	Državna	Gradsko/ Industrija/ Promet	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				H <sub>2</sub> S	satni	2006.-2010.
SISAK-1	HR3/HR SI	Državna	Gradsko/ Industrija	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2010.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2010.
				CO	satni	2006.-2010.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2010.
				H <sub>2</sub> S	satni	2006.-2010.
				benzen	satni	2006.-2010.
				Uzorkovanje PM <sub>10</sub>	24-satni	2007.-2010.
				Pb	24-satni	2007.-2008.
				Cd	24-satni	2007.-2010.
				Ni	24-satni	2006.-2010.
				As	24-satni	2008.-2010.
				PAH-ovi	24-satni	2007.-2010.
SLAVONSKI BROD	HR1	Državna	Gradsko/ Industrija	SO <sub>2</sub>	satni	2010
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2010
				H <sub>2</sub> S	satni	2010
				PM <sub>2.5</sub>	satni	2010
				H <sub>2</sub> S	satni	2010
				O <sub>3</sub>	satni	2010
SPLIT-Poljud	HR7/HR ST	NZJZSD županije	Gradsko/ Pozadinska	SO <sub>2</sub>	24-satni	2010
				NO <sub>2</sub>	24-satni	2010
KAŠTEL SUČURAC AMS1	HR7/HR ST	CEMEX	Gradsko/ Industrija/ Promet	SO <sub>2</sub>	satni	2006.-2009.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2006.-2009.
				PM <sub>10</sub>	satni	2006.-2009.
				PM <sub>2.5</sub>	satni	2006.-2009.
SOLIN AMS2	HR7/HR ST	CEMEX	Rural/ Industrija	SO <sub>2</sub>	satni	2007.-2009.
				NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	satni	2007.-2009.
				PM <sub>10</sub>	satni	2007.-2009.
				PM <sub>2.5</sub>	satni	2007.-2009.



## 2.2. PRIJEDLOG IZMJENA PODRUČJA I NASELJENIH PODRUČJA PREMA ZAHTJEVIMA DIREKTIVE

Prijedlog izmjena zona i aglomeracija (Slika 2.2.1.) temelji se na zahtjevima Direktive koji propisuju preispitivanje podjele na zone i aglomeracije svakih pet godina. Pri izradi procjene kao podloge za razgraničenje teritorija Hrvatske po karakterističnim područjima (zonama i aglomeracijama) korištene su i smjernice Europske agencije za okoliš i Europske komisije: „Guidance on assessment under the EU air quality directives“. Uz osnovne parametre procjene kao što su razina onečišćenja procjenjene na temelju mjerenih podataka vremenskog obuhvata od minimalno 3 do 5 godina dopunjene proračunima matematičkih modela i emisijske izvore, u razmatranje su uzeti i značajni čimbenici kao što je broj stanovnika (Tablica 2.2.1.), te klimatske i geografske karakteristike područja.



Slika 2.2.1. Prijedlog novih zona i aglomeracija u Republici Hrvatskoj procjenjenih na osnovi mjerenja od 2006.-2010. godine, emisijskih podataka i modeliranja regionalnim EMEP i lokalnim EMEP4HR modelom

Tablica 2.2.1. Broj stanovnika po županijama, gradovima, te predloženim novim zonama i aglomeracijama prema popisu stanovništva iz 2011. godine.

Zona/Aglomeracija	Županija	Broj stanovnika po županijama	Broj stanovnika po zonama/Aglomeracijama
HR01	Osječko-baranjska županija	178.776	1.393.521
	Požeško-slavonska županija	82.375	
	Virovitičko-podravska županija	87.125	
	Vukovarsko-srijemska županija	190.404	
	Bjelovarsko-bilogorska županija	123.390	
	Koprivničko-križevačka županija	118.261	
	Krapinsko-zagorska županija	134.936	
	Međimurska županija	118.476	
	Varaždinska županija	180.423	
	Zagrebačka županija	179.355	
HR02	Brodsko-posavska županija	166.731	345.818
	Sisačko-moslavačka županija	179.087	
HR03	Ličko-senjska županija	53.099	291,506
	Karlovačka županija	134.153	
	Primorsko-goranska županija	276,566	
HR04	Istarska županija	213.891	213.891
HR05	Zadarska županija	179.186	603.766
	Šibensko-kninska županija	114.935	
	Dubrovačko-neretvanska županija	125.589	
	Splitsko-dalmatinska županija	184.056	
HR ZG	Grad Zagreb	976.285	976.285
HR OS	Osijek	140.469	140.469
HR RI	Rijeka	203,604	203,604
HR ST	Split	287.222	287.222

Tablica 2.2.1-a. Broj stanovnika u aglomeraciji Rijeka koja obuhvaća Grad Rijeku i šire područje Grada Rijeke prema popisu stanovništva iz 2011. godine.

<b>AGLOMERACIJA RIJEKA</b>		
	Broj stanovnika po naseljima	Ukupan broj stanovnika
<b>Grad Rijeka</b>	<b>135,385</b>	<b>209,106.00</b>
Bakar	243	
Rijeka	134,082	
Naknadno popisani	1,060	
<b>Okolna naselja</b>	<b>65,130.00</b>	
Kastav	10,693	
Viškovo	14,784	
Grobnik	422	
Kostrena	4,287	
Kraljevica	4,732	
Klana	2,015	
Opatija	12,165	
Matulji	11,455	
Lovran	4,577	
<b>Krk-sjeverozapad</b>	<b>8,591</b>	
Općina Omišalj	3,089	
Općina Malinska	3,394	
Općina Dobrinj	2,108	

Tablica 2.2.1-b. Broj stanovnika u aglomeraciji Osijek koja obuhvaća Grad Osijek i šire područje Grada Osijeka.

<b>AGLOMERACIJA OSIJEK</b>		
<b>Grad/naselje</b>	<b>Broj stanovnika po naseljima</b>	<b>Ukupan broj stanovnika</b>
<b>Grad Osijek</b>	<b>115,441</b>	<b>140,469</b>
Brijest	1,195	
Briješće	1,370	
Josipovac	4,362	
Klisa	361	
Nemetin	135	
Osijek	90,081	
Podravlje	365	
Sarvaš	1,933	
Tenja	7,752	
Tvrđavica	589	
Višnjevac	6,966	
Naknadno popisani	332	
<b>Okolna naselja</b>	<b>25,028</b>	
Tvrđavica	589	
Podravlje	365	
Josipovac	4,362	
Višnjevac	6,966	
Sarvaš	1,933	
Tenja	7,752	
Briješće	1,370	
Brijest	1,195	
Klisa	361	
Nemetin	135	

Tablica 2.2.1-c. Broj stanovnika u aglomeraciji Zagreb koja obuhvaća Grad Zagreb i šire područje Grada Zagreba prema popisu stanovništva 2011. godine.

<b>AGLOMERACIJA ZAGREB</b>		
<b>Grad/naselje</b>	<b>Broj stanovnika po naseljima</b>	<b>Ukupan broj stanovnika</b>
<b>Grad Zagreb</b>	<b>828,621</b>	
Adamovec	1,004	
Belovar	402	
Blaguša	641	
Botinec	9	
Brebernica	49	
Brezovica	617	
Budenec	324	
Buzin	1,048	
Cerje	428	
Demerje	724	
Desprim	394	
Dobrodol	1,256	
Donji Čehi	235	
Donji Dragonožec	600	
Donji Trpuci	434	
Drenčec	131	
Drežnik Brezovički	663	
Dumovec	961	
Đurđekovec	789	
Gajec	330	
Glavnica Donja	626	
Glavnica Gornja	245	
Glavničica	229	
Goli Breg	410	
Goranec	456	
Gornji Čehi	378	
Gornji Dragonožec	299	
Gornji Trpuci	100	
Grančari	222	
Havidić Selo	57	
Horvati	1,510	
Hrašće Turopoljsko	1,210	
Hrvatski Leskovac	2,717	
Hudi Bitek	446	
Ivanja Reka	1,844	
Jesenovec	477	
Ježdovec	1,759	
Kašina	1,660	
Kašinska Sopnica	245	
Kučilovina	221	
Kučanec	235	
Kupinečki Kraljevec	1,991	
		<b>976,285</b>

Lipnica	208
Lučko	3,117
Lužan	743
Mala Mlaka	633
Markovo Polje	433
Moravče	699
Odra	1,876
Odranski Obrež	1,602
Paruževina	648
Planina Donja	616
Planina Gornja	262
Popovec	987
Prekvršje	833
Prepuštovec	357
Sesvete	56,707
Soblinec	1,022
Starjak	229
Strmec	644
Šašincevec	695
Šimunčevac	276
Veliko Polje	1,716
Vuger Selo	282
Vugrovec Donji	446
Vugrovec Gornji	360
Vurnovec	211
Zadvorsko	1,317
Zagreb	718,249
Žerjavinec	603
Naknadno popisani	4,474
<b>Okolna naselja</b>	<b>147,664</b>
Dugo Selo	18,610
Samobor	38,270
Sveta Nedjelja	136
Velika Gorica	64,773
Zaprešić	25,875

Tablica 2.2.1.-d. Broj stanovnika u aglomeraciji Split koja obuhvaća Grad Split i šire područje Grada Splita.

<b>AGLOMERACIJA SPLIT</b>		
<b>Grad/naselje</b>	<b>Broj stanovnika po naseljima</b>	<b>Ukupan broj stanovnika</b>
<b>Grad Split</b>	<b>183,796</b>	<b>282,688</b>
Split	171,162	
Kamen	1,782	
Stobreč	3,013	
Slatine	1,142	
Donje Sitno	314	
Gornje Sitno	396	
Srinjine	1,233	
Žrnovnica	3,301	
Naknadno popisani	1,453	
<b>Okolna naselja</b>	<b>98,892</b>	
Vranjic	1,131	
Solin	24,282	
Mravince	1,627	
Kučine	954	
Klis	4,864	
Kaštela	39,726	
Divulje	31	
Plano	562	
Trogir	13,709	
Seget Donji	2,761	
Podstrana	9,245	

## PODRUČJA - ZONE

Predlaže se smanjenje postojećeg broja zona sa 7 na 5. Rezultati mjerenja, modeliranja i emisija ukazuju da je razina onečišćenja u Karlovačkoj županiji, koja je većim dijelom u gorskom predjelu Hrvatske koja obuhvaća i nacionalni park Plitvička jezera, znatno drugačija od razine onečišćenja u Sisačko-moslavačkoj županiji čije su karakteristike slične onima u Brodsko-posavskoj županiji gdje je kvaliteta zraka poglavito određena emisijama iz velikih industrijskih izvora u Hrvatskoj i susjednoj Bosni i Hercegovini.

Stoga se predlaže osnivanje zone HR01 koja obuhvaća sjeverni kontinentalni dio teritorija RH, te spajanje Sisačko-moslavačke i Brodsko-posavske županije u jedinstvenu zonu HR02, a Karlovačka županija, Ličko-senjska i Primorsko-goranska županija onda čine zasebnu zonu HR03. Zona HR03 ima smanjene emisije, ali je područje pod velikim utjecajem prekograničnog onečišćenja u oborini prvenstveno zbog činjenice da je to područje s klimatološki najviše oborine, a time i snažnog utjecaja taloženja onečišćujućih tvari. Predlaže se da Istarska županija ostane zasebna zona HR04 na što prvenstveno ukazuju rezultati modela. Razina onečišćenja u zoni HR04 poglavito je pod utjecajem prekograničnog onečišćenja u zraku iz dominantnih izvora sjeverozapadnog sektora (dolina rijeke Po, tršćanski zaljev). Iako je razina onečišćenja u obje zone HR03 i HR04 primarno određena prekograničnim onečišćenjem zone se znatno razlikuju po kvaliteti zraka, parametrima i izvorima onečišćenja. Dok je u zoni HR03 taloženje onečišćenja dominantni parametar u zoni HR04 to je

transport koncentracija onečišćenja u zraku. Za zonu HR03 reprezentativna su mjerenja na Plitvičkim jezerima, a u zoni HR04 reprezentativna su mjerenja na ruralnoj pozadinskoj postaji u Višnjanu.

Predlaže se da zone HR06 i HR07 odnosno Zadarska županija i Šibensko-kninska županija spoje sa Splitsko-dalmatinskom županijom i Dubrovačko-neretvanskom županijom u jedinstvenu zonu HR05. Izuzmemo li Grad Split koji ima specifične emisijske izvore (brodski i cestovni promet) i industrijske izvore te je i zbog svoje veličine proglašen aglomeracijom područje srednje i južne Dalmacije ima slične karakteristike s obzirom na razinu onečišćenja i stoga se predlaže da budu jedinstvena zona HR05.

## **NASELJENA PODRUČJA - AGLOMERACIJE**

Predlaže se smanjenje postojećeg broja aglomeracija sa 6 na 4. Aglomeracija označava zonu u kojoj živi više od 250.000 stanovnika, ili gdje živi 250.000 stanovnika ili manje, uz gustoću stanovništva po km<sup>2</sup> koju prema Direktivi određuju države članice. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine Kutina je brojala 24.597 stanovnika, Sisak 52.236, a Slavonski Brod 64.612 stanovnika. Prijedlog je stoga da se Kutina i Sisak ne definiraju kao aglomeracije već da pripadaju zajedničkoj zoni HR02. Ukidanjem statusa aglomeracije Kutini i Sisku postiže se usklađenost sa zahtjevima Direktive, olakšava izvješćivanje, a obvezni program mjerenja se definira prema razini onečišćenja procijenjenim za sve polutante za koje su prekoračene gornje granice procjene. U Sisku su to SO<sub>2</sub> i PM<sub>10</sub>, a u Kutini čestice PM<sub>10</sub>. Činjenica je da se zbog individualnih većih izvora onečišćenja unutar zone cijela zona percipira kao područje lošije kvalitete zraka. Uobičajena praksa u EU je da se pri izvješćivanju o kvaliteti zraka unutar zone istaknu, objasne i izdvoje pojedinačni izvori onečišćenja u kojima je došlo do prekoračenja. Pri donošenju mjera posebna pažnja usmjerena je na područja s povišenim emisijama i većom razinom onečišćenja.

Status aglomeracije u Republici Hrvatskoj zadržavaju veći gradovi i pripadajuća okolna naselja gdje se ne radi samo o zasebnim industrijskim izvorima već o povezanim, kompleksnim emisijskim cjelinama čije se upravljanje onečišćenjem zraka treba razmatrati odvojeno od zone (Tablice 2.2.1-a, 2.2.1.-b, 2.2.1.-c i 2.2.1.-d).



### 3. ANALIZA MJERENJA ONEČIŠĆENJA U REPUBLICI HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 2006.-2010. GODINE

#### 3.1. METODOLOGIJA

Procjena razine onečišćenja na teritoriju Republike Hrvatske u razdoblju 2006.-2010. godine za svaki mjereni element obuhvaća:

- analizu prostorne razdiobe godišnjih emisija, procjenu područja maksimalnog opterećenja s obzirom na izvore,
- analizu mjerenih koncentracija njihovih srednjih i maksimalnih vrijednosti po godinama i postajama, a prikazan je i broj prekoračenja TV i GV,
- rezultate analizemjerenja na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine prema zahtjevima Direktive
- analizu prostorne razdiobe onečišćenja po mjesecima i za razdoblje od godine dana dobivene EMEP4HR modelom na prostornoj rezoluciji 10 km x 10 km.
- prikaz razine onečišćenja po postojećim zonama i aglomeracijama

Rezultati analize koncentracija onečišćenja s obzirom na propisane gornje i donje granice procjene prikazani su na jedinstven način za raspoložive postaje i elemente prema definiranim oznakama (Tablica 3.1.1).

Tablica 3.1.1. Razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u jednoj godini.

Broj prekoračenja	Prikaz
Ispod dozvoljenog broja donje granice procjenjivanja	
Iznadozvoljenog broja donje granice procjenjivanja	
Ispod dozvoljenog broja gornje granice procjenjivanja	
Iznad dozvoljenog broja gornje granice procjenjivanja	
Iznad dozvoljenog broja ciljne vrijednosti za ozon	

#### EMISIJE

Emisije onečišćujućih tvari na području republike Hrvatske se redovito prate i izrađuju se godišnja izvješća. Emisija onečišćujućih tvari prvi put je određena za 1990. godinu, uključivanjem Hrvatske u europski projekt baze podataka onečišćivača zraka CORINAIR. Određivanje emisija onečišćujućih tvari obveza je Hrvatske prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP), a obveza proizlazi i iz Zakona o zaštiti zraka (NN 178/04, 60/08). Godišnji proračun emisija obuhvaća slijedeće onečišćujuće tvari definirane u LRTAP Konvenciji i njenih 8 protokola: onečišćujuće tvari koje uzrokuju acidifikaciju, eutrofikaciju i fotokemijsko onečišćenje (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, CO i NMVOC), čestice (TSP, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub>), teški metali (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se i Zn) i postojana organska onečišćivača (PAH, HCH i DIOX), a provodi se sukladno SNAP97 nomenklaturi EMEP/CORINAIR metodologije kombinacijom 'bottom-up' i 'top-down' pristupa.

- Pristup "odozdo prema gore" (bottom-up) kojim se ukupna emisija s nekog područja određuje agregiranjem emisija svih pojedinačnih izvora s istoga područja. To konkretno znači da je potrebno poznavati sve izvore emisije kako bi izračun bio kompletan. Izostavljanje nekog od izvora vodi ka nekompletnosti izračuna i posljedično manjoj emisiji onečišćujućih tvari.

- Pristup "odozgo prema dolje" (top-down) kojim se emisija određenog područja dobiva iz prethodno agregiranih statističkih podataka o aktivnostima (npr. ukupna potrošnja loživog ulja ili proizvodnja cementa) i uporabom uprosječenih faktora emisije koji na najbolji način opisuju karakteristiku određene aktivnosti (sektora).

Emisije pojedine grupe onečišćujućih tvari su analizirane prema 11 glavnih sektora, sukladno zahtjevanom formatu izvješćivanja prema LRTAP Konvenciji (NFR- Nomenclature for Reporting):

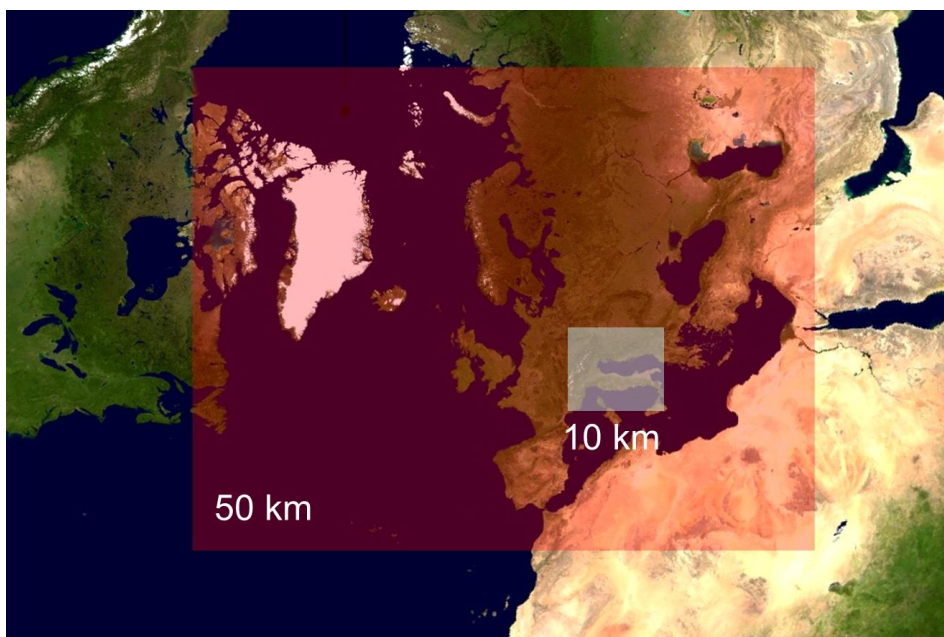
1. Izgaranje u termoenergetskim postrojenjima i postrojenjima za pretvorbu energije
2. Izgaranje u ne-industrijskim ložištima
3. Izgaranje u industriji
4. Proizvodni procesi
5. Pridobivanje i distribucija fosilnih goriva i geotermalne energije
6. Korištenje otapala i ostalih proizvoda
7. Cestovni promet
8. Ostali pokretni izvori i strojevi
9. Obrada i odlaganje otpada
10. Poljoprivreda
11. Ostali izvori i ponori

Svake pete godine, počevši od 1990. godine, do 1. ožujka u elektronskom obliku stranke su dužne izvjestiti o prostornoj raspodjeli emisija u EMEP mreži površine 50 km x 50 km. Posebno su za potrebe istraživanja na DHMZ-u u okviru EMEP4HR projekta izrađene emisije u prostornoj mreži 10 km x 10 km. Prostorno raspoređene emisije onečišćujućih tvari po kvadrantima mreže koriste se kao ulazni podaci za modele proračuna disperzije i transporta onečišćenja od regionalne skale i daljinskog prijenosa do mikro-skale i procjene utjecaja lokalnih izvora onečišćenja (urbana područja).

Rezultati modeliranja važni su u procjeni kvalitete zraka jer omogućavaju analizu prostorne razdiobe na velikoj prostornoj i vremenskoj skali koja nije pokrivena mjerenjima. Nadalje sve veća važnost modela u procjeni prepoznaje se i preporuča za regulatorne svrhe.

## MODELI KVALITETE ZRAKA

U ovoj ocjeni korišteni su rezultati EMEP i EMEP4HR modela. Unified EMEP model razvijen je na Norveškom meteorološkom institutu (<http://www.emep.int/>). EMEP model je eulerovski disperzijski model koji proračunava daljinski transport i depoziciju acidifikacijskih i eutrofikacijskih onečišćujućih tvari, fotooksidanata i čestica omogućavajući proračun kritičnih razina na dnevnoj skali za regulatorne svrhe. Model je potpuno dokumentiran (npr. Simpson i sur., 2003; Fagerli i sur., 2004). Domena EMEP modela pokriva Europu i Atlantski ocean (Slika 3.1.1.) sa horizontalnom rezolucijom od 50 km i sa 20 vertikalnih sigma nivoa do visine od 100 hPa.



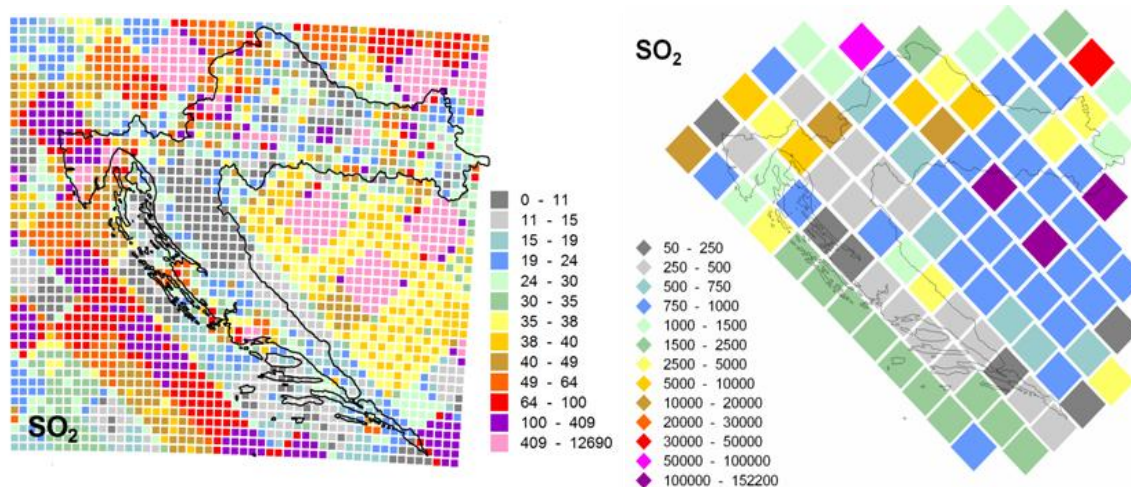
Slika 3.1.1. Prikaz domena atmosfernih kemijskih modela EMEP (50 km x 50 km) i EMEP4HR (10 km x 10 km) korištenih za proračun transporta i disperzije onečišćenja.

Meteorološki ulaz dobiven je svaka 3 sata iz PARLAM-PS modela ( PARAllel Limited Area Model with Polar Stereographicmap projection) koji je posebna verzija HIRLAM modela za EMEP model. Potrebne antropogene emisije za SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, Nonmethane Volatile Organic Compounds (NMVOC) i čestice su određene prema godišnjim nacionalnim emisijama koje se izvještavaju po sektorima i kvadrantima mreže.

EMEP4HR modelarski sustav je posebna verzija EMEP modela na finijoj rezoluciji razvijena za nacionalne potrebe uzimajući u obzir sve lokalne specifične meteorološke i emisijske karakteristike. Trenutno su Europi razvijena dva takva sustava jedan za područje Velike Britanije (EMEP4UK, Vieno i sur., 2008, 2009), a drugi za Hrvatsku (EMEP4HR, Jeričević i sur., 2007). Model je pokrenut na horizontalnoj rezoluciji od 10 km, a hidrostatski numerički prognostički model ALADIN (Geleyn i sur., 1992) se koristi za osiguravanje meteorološkog ulaza u vremenskom koraku od 3 sata. EMEP model pokrenut je na istoj rezoluciji i sa istom projekcijom (Lambetrova konformalna projekcija) kao i meteorološki model čime je izbjegnuta predprocesorska horizontalna interpolacija meteoroloških polja. Meteorološka polja u vertikali su interpolirana na EMEP nivoe. EMEP4HR model ugniježđen je u EMEP model čime su dobiveni potrebni rubni uvjeti.

## 3.2. SUMPOROV DIOKSID, SO<sub>2</sub>

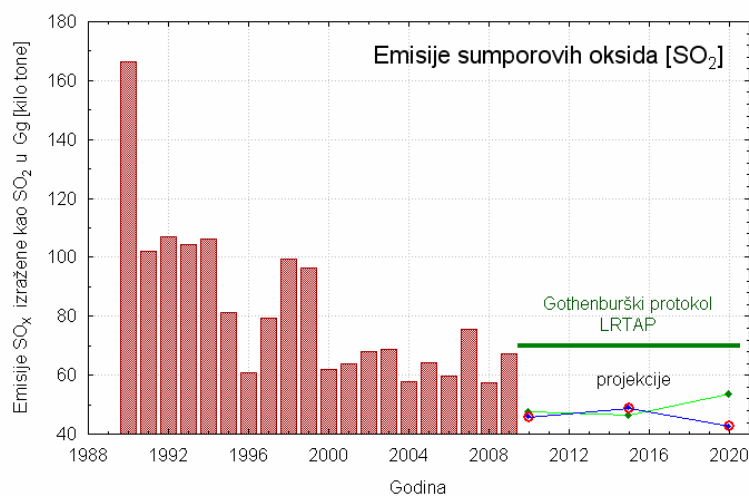
### Emisije sumporovog dioksida



Slika 3.2.1. Prostorna razdioba emisija sumporovog dioksida na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).

Prostorna razdioba emisija sumporovog dioksida ukazuje na povišene vrijednosti iz izvora u blizini naseljenih područja sa razvijenom industrijom kao što su Zagreb, Rijeka, Kutina, Sisak, Split, Šibenik, Zadar, Našice, Slavonski Brod, Osijek. Područje Like i Gorskog kotara, te srednje-dalmatinskih otoka obilježeno je niskim emisijama SO<sub>2</sub>.

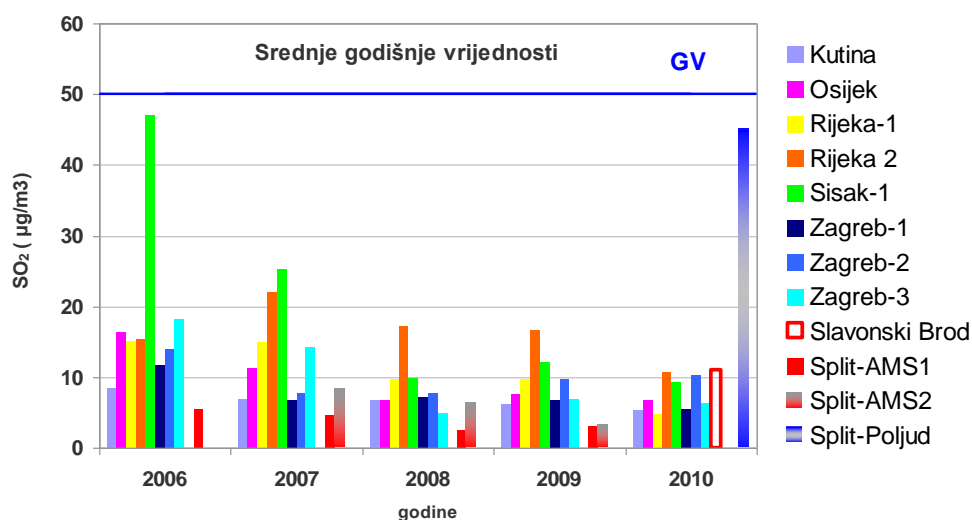
Program postupnog smanjivanja emisija za određene onečišćujuće tvari u Republici Hrvatskoj za razdoblje do kraja 2010. godine s projekcijama emisija za razdoblje od 2010. do 2020. godine donio se na temelju Protokola o suzbijanju zakiseljavanja, eutrofikacije i prizemnog ozona tzv. Gothenburškog protokola. Ukupne godišnje emisije sumporovog dioksida bilježe pad u razdoblju 1990. do 2009. godine i niže su od vrijednosti emisijskih kvota za sumporov dioksid od 70 kilotona do 2010. godine (Slika 3.2.2).



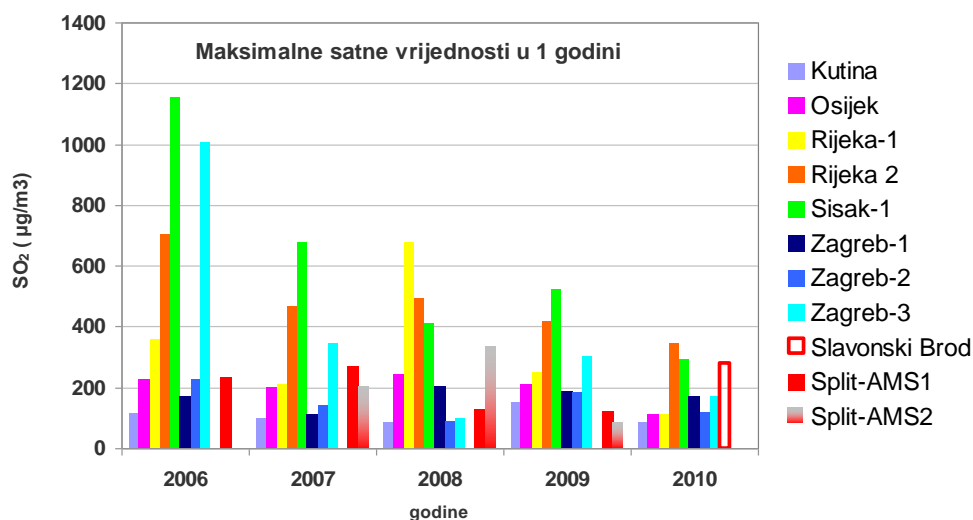
Slika 3.2.2. Godišnje emisije sumporovih oksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine u odnosu na razinu propisanu Gothenburškim protokolom.

## Analiza mjerenih koncentracija SO<sub>2</sub>

Srednje godišnje vrijednosti SO<sub>2</sub> na postajama Državne mreže (Slika 3.2.3.) imaju trend opadanja u analiziranom razdoblju što je naročito izraženo na mjernoj postaji Sisak-1. Prema analiziranim podacima od jedne godine na postaji Split-Poljud zabilježena je povišena vrijednost srednje godišnje koncentracije SO<sub>2</sub>, ali nije zabilježeno prekoračenje. Treba napomenuti da su podaci za postaju Split-Poljud korišteni raspoloživi podaci od 1 godine i koriste se samo kao indikator kvalitete zraka. Maksimalne satne vrijednosti (Slika 3.2.4) znatno su smanjene u odnosu na 2006. godinu što je izrazito na postajama Sisak-1, Rijeka-2 i Zagreb-3. Trend opadanja satnih SO<sub>2</sub> koncentracija odražava se u broju prekoračenja satnih GV (Slika 3.2.5) i TV (Slika 3.2.6.).

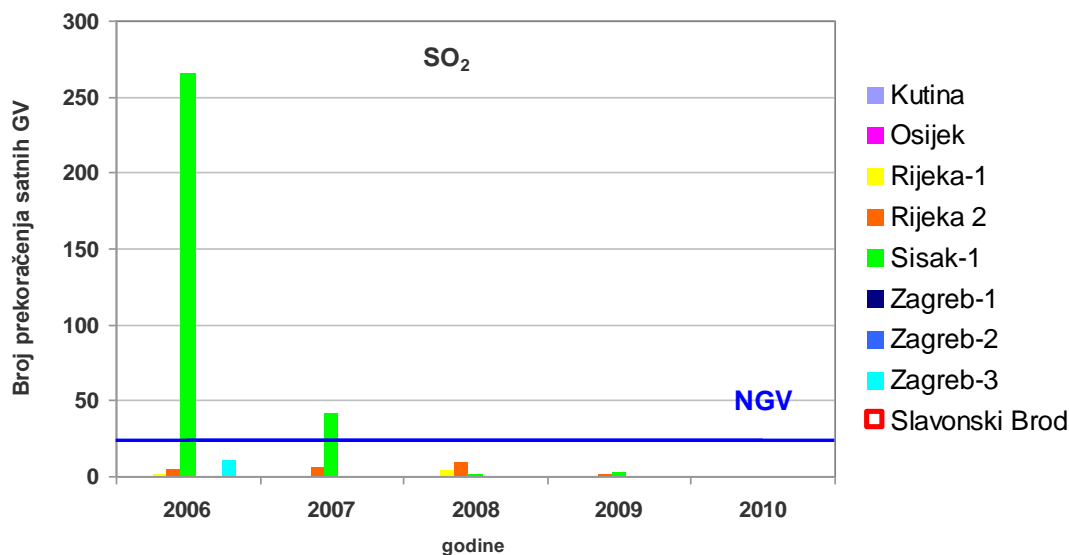


Slika 3.2.3. Srednje godišnje koncentracije SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV=50 µg/m<sup>3</sup>.

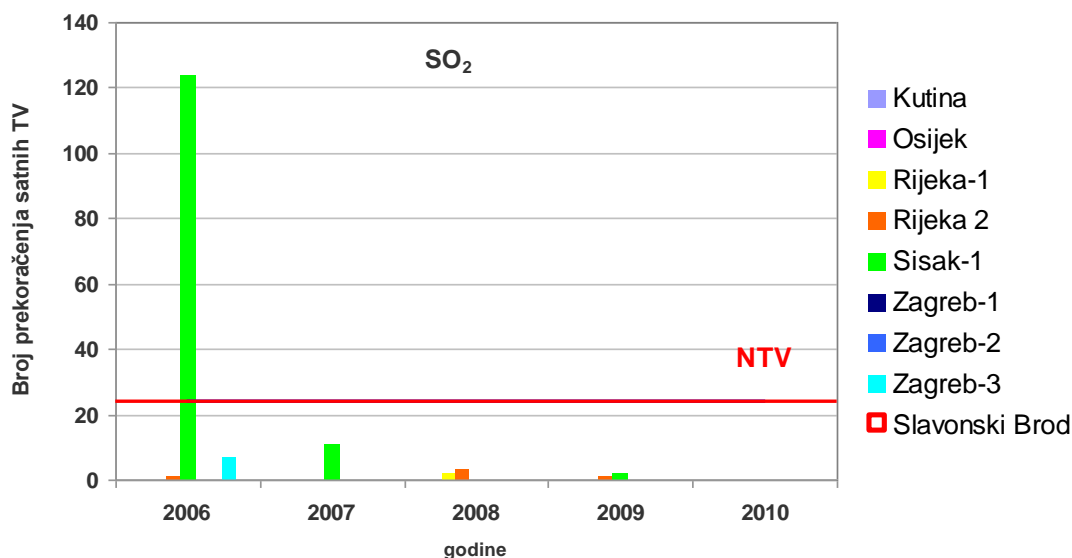


Slika 3.2.4. Najviše satne koncentracije SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.

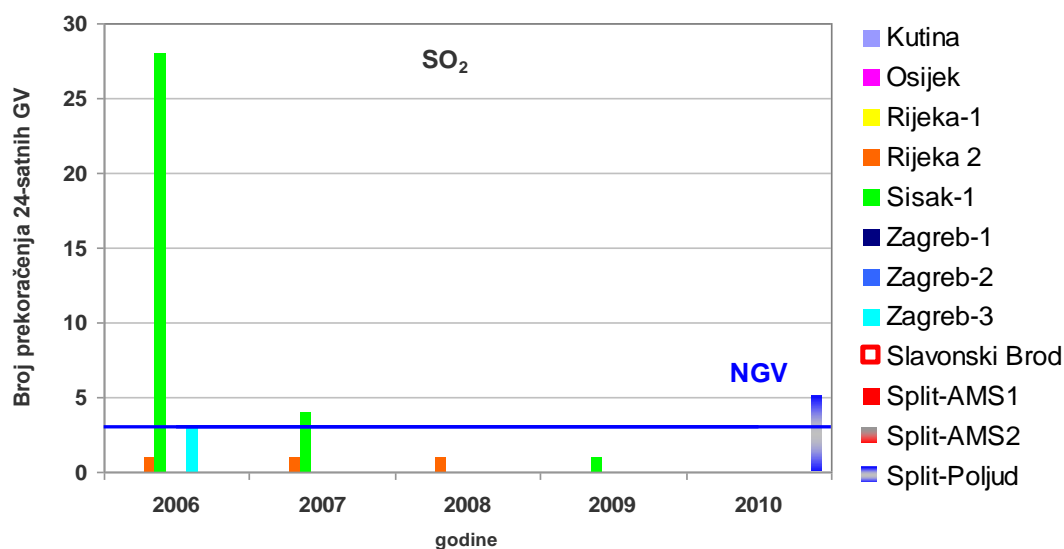
Vrijednosti su izračunate prema propisanim graničnim i tolerantnim vrijednostima (Tablica P-I. 2) prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku. Satne granične vrijednosti bile su prekoračene u Sisku tijekom 2006. i 2007. godine, a TV samo u Sisku 2006. godine. Broj dozvoljenih prekoračenja 24-satnih GV (Slika 3.2.7.) prekoračen je u Sisku 2006. i 2007. godine, ali i na postaji Split-Poljud u 2010. godini kada je zabilježeno 5 prekoračenja što je za 2 više od dozvoljenih 3 prekoračenja tijekom kalendarske godine.



Slika 3.2.5. Broj prekoračenja satnih GV SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=350 µg/m<sup>3</sup>, koji iznosi NGV= 24.



Slika 3.2.6. Broj prekoračenja satnih TV SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (npr. TV=380 µg/m<sup>3</sup> u 2010.), koji iznosi NTV= 24.



Slika 3.2.7. Broj prekoračenja 24 satnih GV SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini koja iznosi NGV=3.

### Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Kako bi se izvršila procjena kvalitete zraka prema zahtjevima Direktive korištene su vrijednosti iz tablice P-I.4 na temelju raspoloživih mjerenja od 5 godina sa postaja Državne mreže. Prikazan je i obuhvat podataka satnih podataka po godinama i postajama (Tablica 3.2.1.) te su naznačeni podaci čiji je obuhvat manji od 85 %.

Dozvoljeni broj prekoračenja donje granice procjene od 50 µg/m<sup>3</sup> (Tablica 3.2.2.) za razdoblje od 2006.-2010. godine za SO<sub>2</sub> iznosi 3. Donja granica procjene prekoračena je u Kutini 2009. godine, na postaji Rijeka-1 prekoračena je 2006., 2007. i 2008. godine dok je 2009. zabilježen znatan pad prekoračenja. Na postaji Rijeka-2 bilježe se prekoračenja donje granice procjene u razdoblju 2006.-2009., te samo jedno prekoračenje u 2010. godini što predstavlja značajano poboljšanje.

Tablica 3.2.1. Obuhvat podataka mjerenja satnih SO<sub>2</sub> koncentracija na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	98.79	99.46	98.89	83.04	99.75
Osijek 1	96.86	95.21	99.05	99.10	98.39
Rijeka 1	95.05	96.86	95.89	93.26	95.81
Rijeka 2	93.34	96.13	97.01	95.82	95.16
Sisak 1	98.61	50.03	99.98	45.33	85
Zagreb 1	98.79	99.46	98.89	83.04	99.75
Zagreb 2	96.86	95.21	99.05	99.10	98.39
Zagreb 3	95.05	96.86	95.89	93.26	95.81
Split-AMS1	80.24	78.85	94.83	87.07	
Split-AMS2		80.26	95.49	90.35	
*Split-Poljud					98.9
Slavonski Brod 1					97.52

\*obuhvat mjerenja 24-satnih SO<sub>2</sub> koncentracija

obuhvat podataka < 75%

osjenčano-nema mjerenja

Na postaji Sisak-1 zabilježena su prekoračenja u 2006., 2007. i 2009. godini, a na postajama Zagreb-1 i Zagreb-3 tijekom 2006. i 2009. godine. Na postaji Zagreb-3 donja granica prekoračena je tijekom 2009. godine. Postaja Split-Poljud bilježi znatan broj prekoračenja, čak 158, donje granice procjene iako je obuhvat podataka bio manji od 70%. Gornja granica procjene (Tablica 3.2.3.) od 75 µg/m<sup>3</sup> prekoračena je na postaji Rijeka-1 u 2006., 2007. i 2008. godini, Sisak-1 u 2006. i 2007. Zagreb-3 i Split-AMS2 samo u 2006., te na postaji Split-Poljud tijekom 2010. godine 90 puta je prekoračena gornja granica procjene.

Tablica 3.2.2. Broj prekoračenja donje granice procjene (50 µg/m<sup>3</sup>) za razdoblje od 2006.-2010. godine za SO<sub>2</sub>.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	0	0	0	4	0
Osijek 1	3	1	0	2	1
Rijeka 1	7	5	8	1	0
Rijeka 2	11	22	24	11	1
Sisak 1	103	*45	3	*7	0
Zagreb 1	6	0	2	4	0
Zagreb 2	3	1	2	4	0
Zagreb 3	15	3	0	4	0
Split-AMS1	0	1	0	0	
Split-AMS2		0	0	0	
Split-Poljud					122
Slavonski Brod 1					2

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.2.3. Broj prekoračenja gornje granice procjene (75 µg/m<sup>3</sup>) za razdoblje od 2006.-2010. godine za SO<sub>2</sub>.

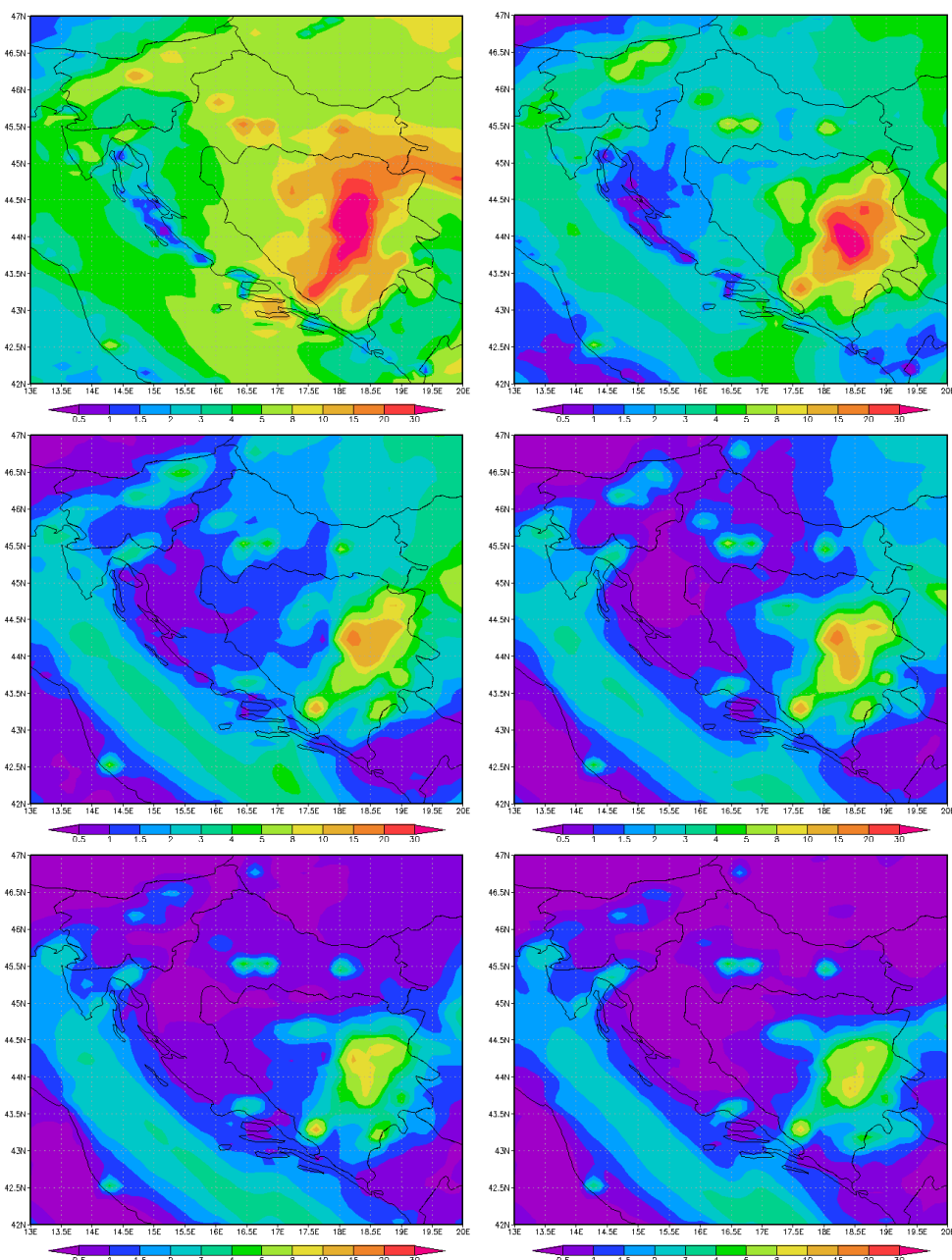
Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	0	0	0	1	0
Osijek 1	0	0	0	1	0
Rijeka 1	3	0	2	0	0
Rijeka 2	6	8	8	2	0
Sisak 1	59	*18	0	*2	0
Zagreb 1	2	0	1	2	0
Zagreb 2	0	0	0	1	0
Zagreb 3	7	0	0	1	0
Split-AMS1	0	*1	0	0	
Split-AMS2		0	0	0	
Split-Poljud					67
Slavonski Brod 1					0

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja



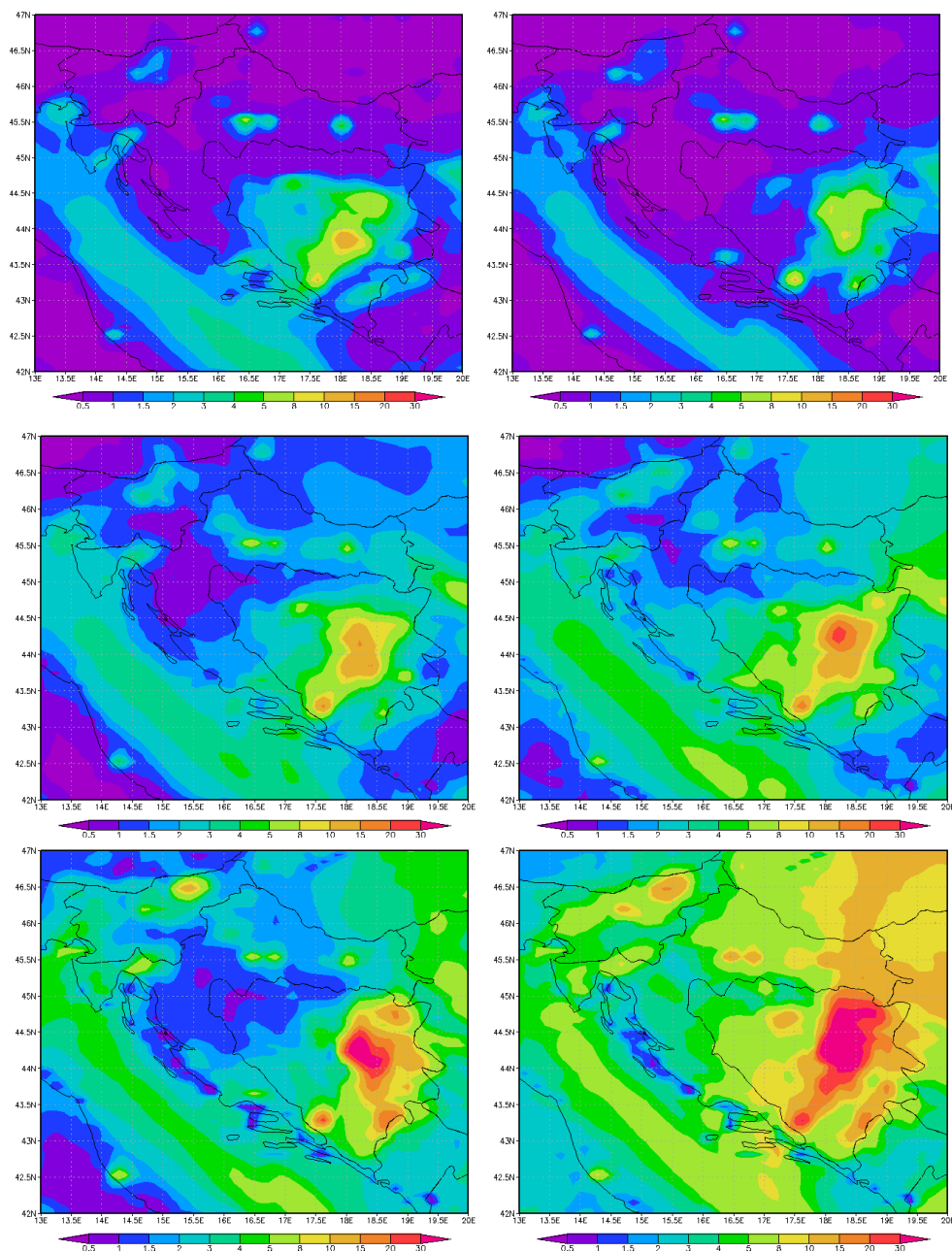
## Rezultati modeliranja SO<sub>2</sub>

Prostorna raspodjela prizemnih srednjih mjesečnih koncentracija SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) po mjesecima u 2006. godini (Slika 3.2.8.) pokazuje da su koncentracije najviše tijekom hladnijeg dijela godine (studeni, prosinac, siječanj) kada se vrijednosti kreću od 5 – 8 µg/m<sup>3</sup>. Nešto više vrijednosti su u područjima sa povećanim emisijama u Zagrebu, Sisku, Kutini i Našicama gdje su proračunate vrijednosti koncentracija i do 30 µg/m<sup>3</sup>. Model ukazuje i na znatan doprinos onečišćenja iz izvora u susjednim državama: Bosni i Hercegovini i Sloveniji. Tijekom ostatka godine mjesečne vrijednosti su niske i uglavnom ne prekoračuju 2 µg/m<sup>3</sup>. Prostorna raspodjela godišnjig srednjih koncentracija SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za 2006. godinu (Slika 3.2.9.) pokazuje da se srednje godišnje vrijednosti kreću se oko 1.5 µg/m<sup>3</sup>, najniže su u Gorskom kotaru i Lici, a najviše u Slavoniji i srednjoj Dalmaciji od 8 – 10 µg/m<sup>3</sup>.

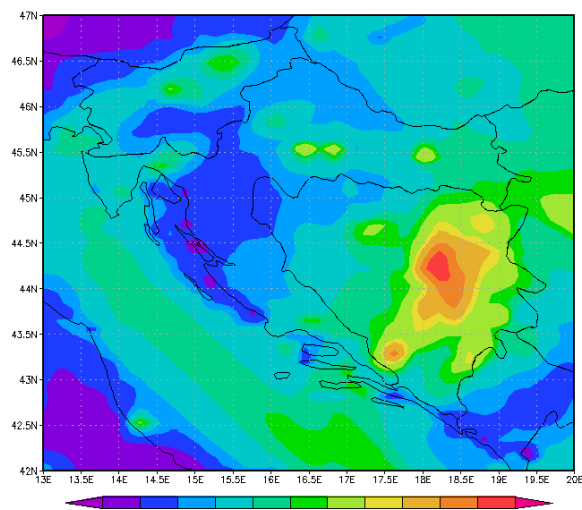


Slika 3.2.8. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) po mjesecima u 2006. godini (siječanj-lipanj).

Rezultati modela pokazuju da su srednje godišnje vrijednosti znatno niže od GV koja iznosi  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u svim područjima (zonama). Za analizu modeliranih rezultata u naseljenim područjima (aglomeracijama) trebalo bi primjeniti model veće rezolucije ( $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ ) za što je potrebno razviti i odgovarajući emisijski inventar.



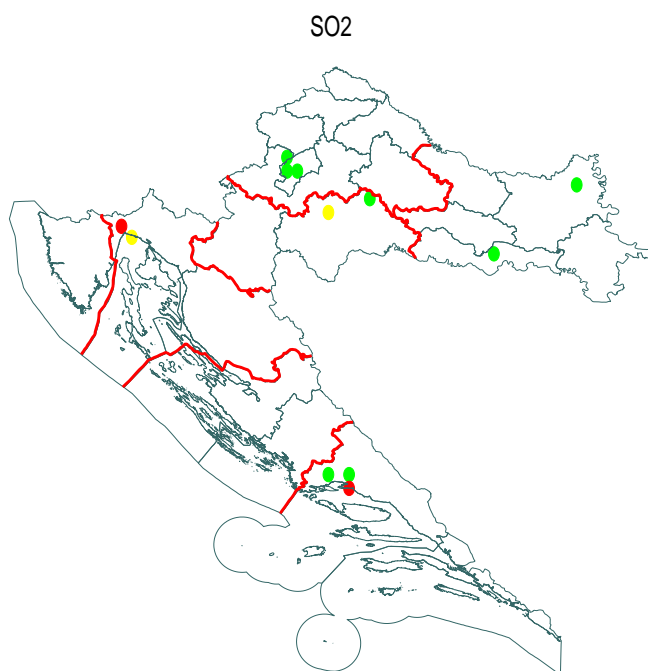
Slika 3.2.8. Nastavak (srpanj-prosinac, 2006. godine).



Slika 3.2.9. Prostorna raspodjela godišnjeg srednjih koncentracija SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za 2006. godinu.

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

Sumarni rezultati analize gornje i donje granice procjene za SO<sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže (Slika 3.2.10.) ukazuju na potrebu satnih mjerenja u Rijeci, Sisku i Splitu. Na drugim mjernim mjestima vrijednosti su ispod donje granice procjene, te se može provesti smanjeni opseg mjerenja.

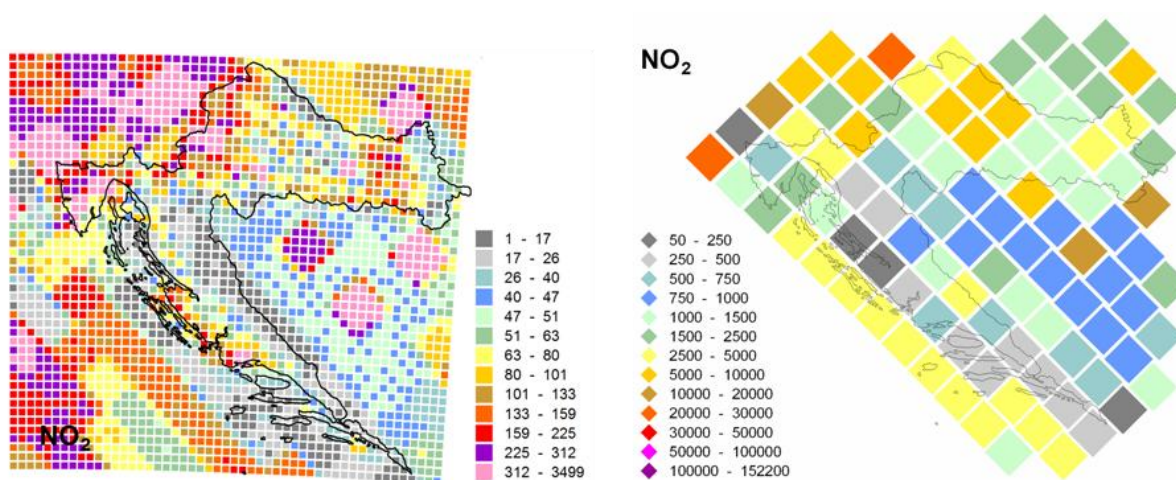


Slika 3.2.10. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za SO<sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

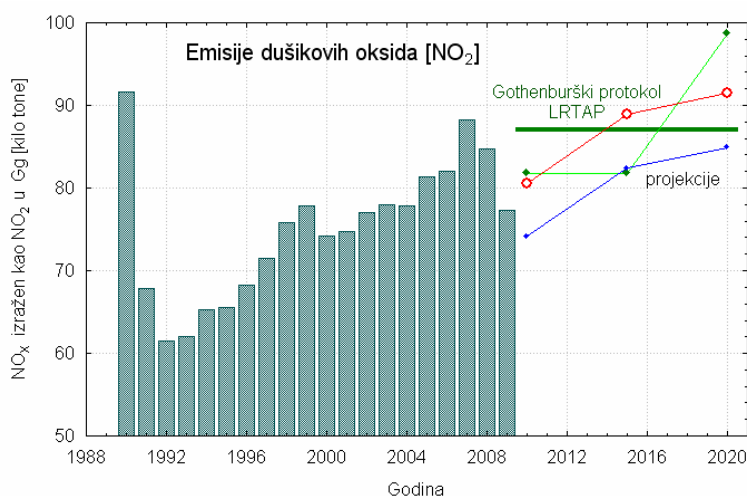
### 3.3. DUŠIKOV DIOKSID, NO<sub>2</sub>

#### Emisije dušikovog dioksida

Dušikov dioksid utječe na zakiseljavanje i eutrofikaciju, te zajedno sa hlapivim organskim spojevima i ostalim reaktivnim plinovima uz prisutnost sunčevog zračenja sudjeluje u stvaranju prizemnog ozona. Dominantan izvor emisija je cestovni promet te se u prostornoj razdiobi emisija (Slika 3.3.1.) uočava da je najveće opterećenje u gradovima (područje sjeverozapadne i istočne Hrvatske, Istre i središnje Dalmacije) kao i na glavnim prometnicama. Ukupne godišnje emisije dušikovitih oksida bilježe porast u razdoblju 1992. do 2007. godine i pad u 2008. i 2009. godini iako su emisije niže su od vrijednosti kvote koja iznosi 87 kilotona do 2010. godine, projekcije uglavnom predviđaju prekoračenje emisijskih kvota do 2020. godine (Slika 3.3.2).



Slika 3.3.1. Prostorna razdioba emisija dušikovog dioksida na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).

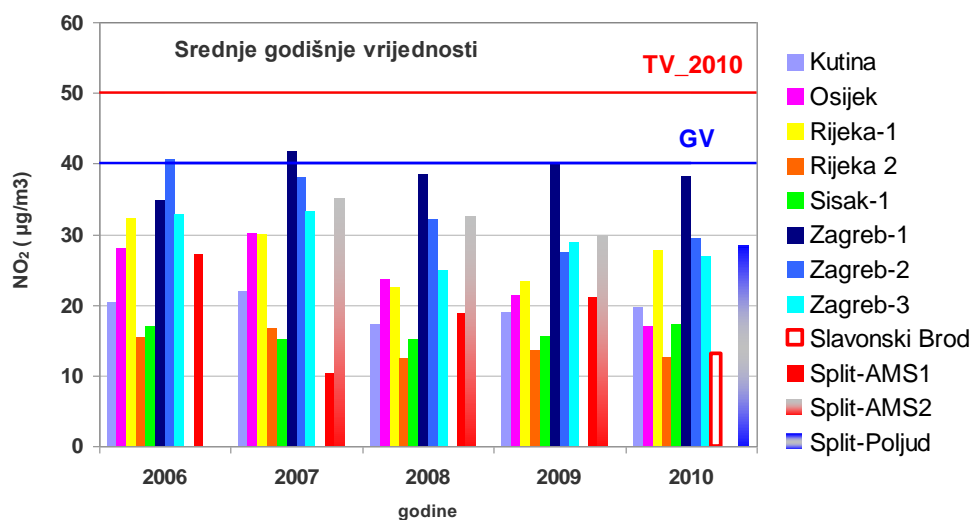


Slika 3.3.2. Godišnje emisije dušikovitih oksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine u odnosu na razinu propisanu Gothenburškim protokolom.

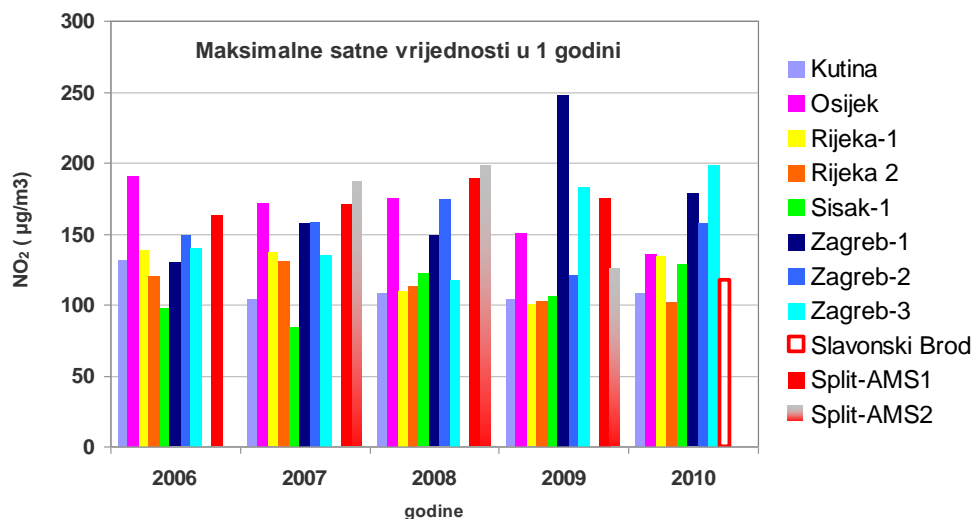
## Analiza mjerenih koncentracija dušikovog dioksida

Srednje godišnje koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. (Slika 3.3.3.) ukazuju da TV nisu prekoračene. Na gradskim urbanim postajama pod utjecajem prometa u Zagrebu (Zagreb-2 2006. i Zagreb-1 2007. godine).

Na postaji Zagreb-1 ujedno je izmjerena i najviša satna vrijednost tijekom 2009. godine (Slika 3.3.4.) koja je iznosila 247.7 µg/m<sup>3</sup>. Na postaji Zagreb-1 zabilježeno je prekoračenje satnih GV (Slika 3.3.5.) tijekom 2009. godine, ali dozvoljeni broj satnih prekoračenja (NGV=18) nije bio prekoračen.



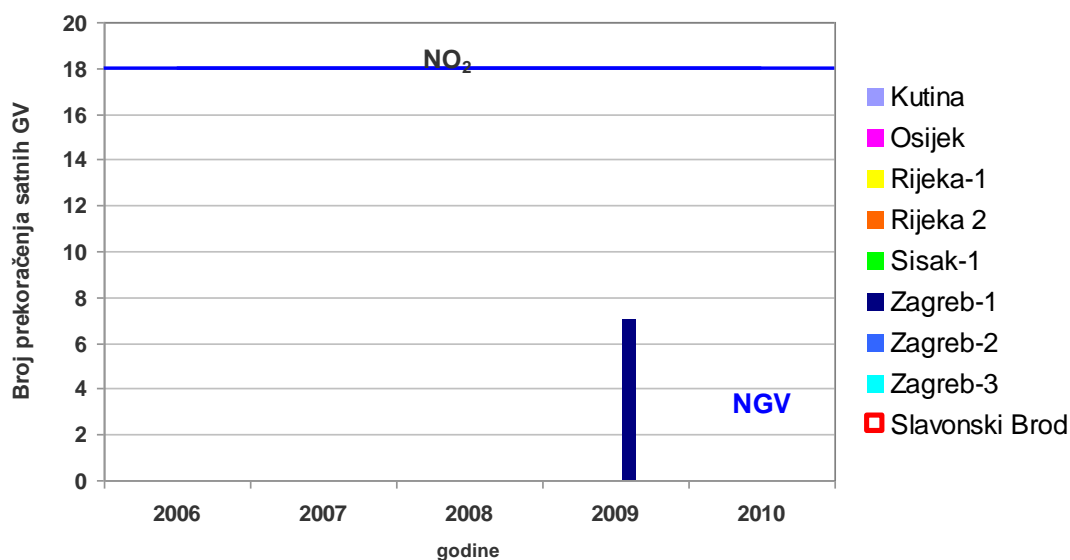
Slika 3.3.3. Srednje godišnje koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV=40 µg/m<sup>3</sup>, a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV=50 µg/m<sup>3</sup>).



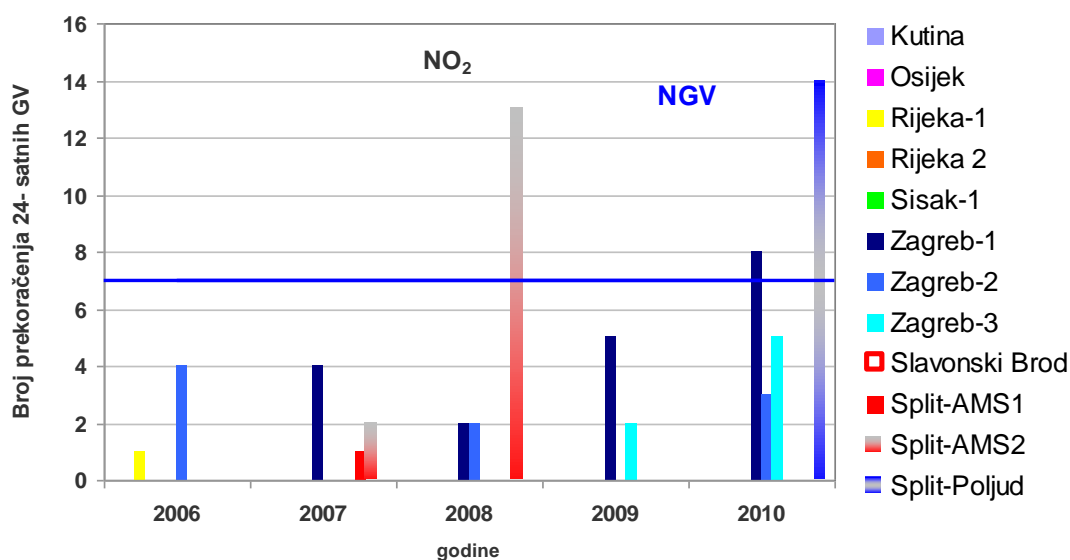
Slika 3.3.4. Najviše satne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.

Dozvoljeni broj prekoračenja 24-satnih GV izmjerenih NO<sub>2</sub> koncentracija (Slika 3.3.6.) prekoračen je 2008. godine na postaji Split-AMS1 2010. godine kao i na postajama Zagreb-1 i Split-Poljud, dok dozvoljeni broj prekoračenja 24-satnih TV nije prekoračen (Slika 3.3.7.).

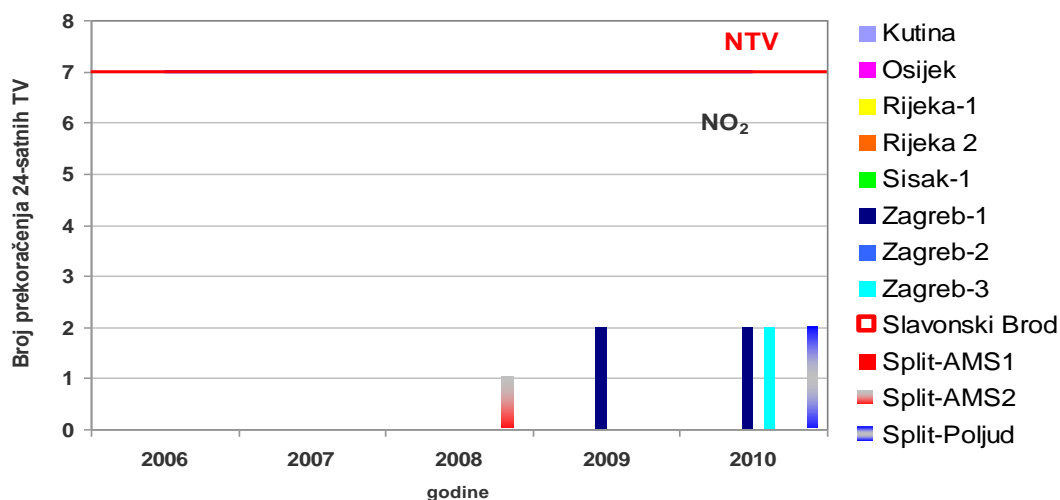
Zabilježeno je prekoračenje TV tijekom 2008. na postaji Osijek-1, 2009. i 2010. na postaji Zagreb-1, te 2007. i 2008. godine na postaji Split-AMS2.



Slika 3.3.5. Broj prekoračenja satnih GV NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=200 µg/m<sup>3</sup>, koji iznosi NGV=18.



Slika 3.3.6. Broj prekoračenja 24-satnih GV NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=80 µg/m<sup>3</sup>, koji iznosi NGV=7.



Slika 3.3.7. Broj prekoračenja 24-satnih TV NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (za 2010 GV=100 µg/m<sup>3</sup>), koji iznosi NGV=7.

### Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Kako bi se izvršila procjena kvalitete zraka prema zahtjevima Direktive korištene su vrijednosti iz tablice P-I.4 na temelju raspoloživih mjerenja od 5 godina sa postaja Državne mreže. Prikazan je i obuhvat podataka satnih podataka po godinama i postajama (Tablica 3.3.1.), te su naznačeni podaci čiji je obuhvat manji od 85 %.

Donja granica procjene satnih NO<sub>2</sub> vrijednosti (100 µg/m<sup>3</sup>, dozvoljeno 18) prekoračena je tijekom 3 godine u razdoblju 2006.-2010. na postajama Osijek-1, Zagreb 1,2 i 3, te Split-AMS2 (Tablica 3.3.2.). Gornja granica procjene nije bila prekoračena tijekom 3 godine.

Tablica 3.3.1. Obuhvat podataka mjerenja koncentracija NO<sub>2</sub> na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	98.63	95.84	93.62	91.44	75.59
Osijek 1	99.41	93.53	95.15	91.55	93.13
Rijeka 1	98.89	98.21	96.40	91.31	99.98
Rijeka 2	83.04	98.26	93.81	92.48	96.93
Sisak 1	99.50	95.47	95.37	93.49	97.99
Zagreb 1	79.55	86.58	94.09	91.84	97.41
Zagreb 2	99.81	97.99	95.15	70.72	48.73
Zagreb 3	99.51	91.63	94.86	92.79	90.92
Split-AMS1	65.07	77.12	80.18	63.82	
Split-AMS2		80.26	85	75.47	
Split-Poljud					99.18
Slavonski Brod 1					93.34

obuhvat podataka < 75%

osjenčano-nema raspoloživih mjerenja

Gornja granica procjene srednjih godišnjih izmjerenih NO<sub>2</sub> koncentracija (Tablica 3.3.3.) prekoračena je tijekom 3 godine na postaji Zagreb-1, a između donje i gornje granice procjene tijekom 3 godine nalazile su se vrijednosti na postajama Rijeka-1, Zagreb-2, Zagreb-3, Split-AMS2. Godišnja srednja vrijednost izmjerenih NO<sub>2</sub> koncentracija tijekom 2010. godine iznosila je 28.38 µg/m<sup>3</sup> i prekoračena je gornja granica na postaji Split-Poljud.

Tablica 3.3.2. Broj prekoračenja donje granice procjene (100 µg/m<sup>3</sup>, dozvoljeno 18) za razdoblje od 2006.-2010. godine za satne vrijednosti koncentracija NO<sub>2</sub>.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	6	1	2	2	4
Osijek 1	97	112	123	43	20
Rijeka 1	18	5	6	0	8
Rijeka 2	7	14	4	2	2
Sisak 1	0	0	2	2	5
Zagreb 1	35	109	135	161	152
Zagreb 2	97	47	85	*9	*31
Zagreb 3	34	64	20	48	84
Split-AMS1	*22	11	23	14	
Split-AMS2		242	340	80	
Split-Poljud					
Slavonski Brod 1					6

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.3.3. Broj prekoračenja gornje granice procjene (140 µg/m<sup>3</sup>, dozvoljeno 18) iz satnih vrijednosti koncentracija NO<sub>2</sub> za razdoblje od 2006.-2010. godine.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	0	0	0	0	0
Osijek 1	11	6	21	3	0
Rijeka 1	0	0	0	0	0
Rijeka 2	0	0	0	0	0
Sisak 1	0	0	0	0	0
Zagreb 1	0	5	8	21	22
Zagreb 2	3	2	14	*0	*3
Zagreb 3	1	0	0	4	21
Split-AMS1	*2	10	3	2	
Split-AMS2		*23	97	0	
Split-Poljud					
Slavonski Brod 1					0

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja



Tablica 3.3.4. Srednje godišnje vrijednosti NO<sub>2</sub> koncentracija za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (26 µg/m<sup>3</sup>) su označene ljubičasto, gornje plavo (32 µg/m<sup>3</sup>), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

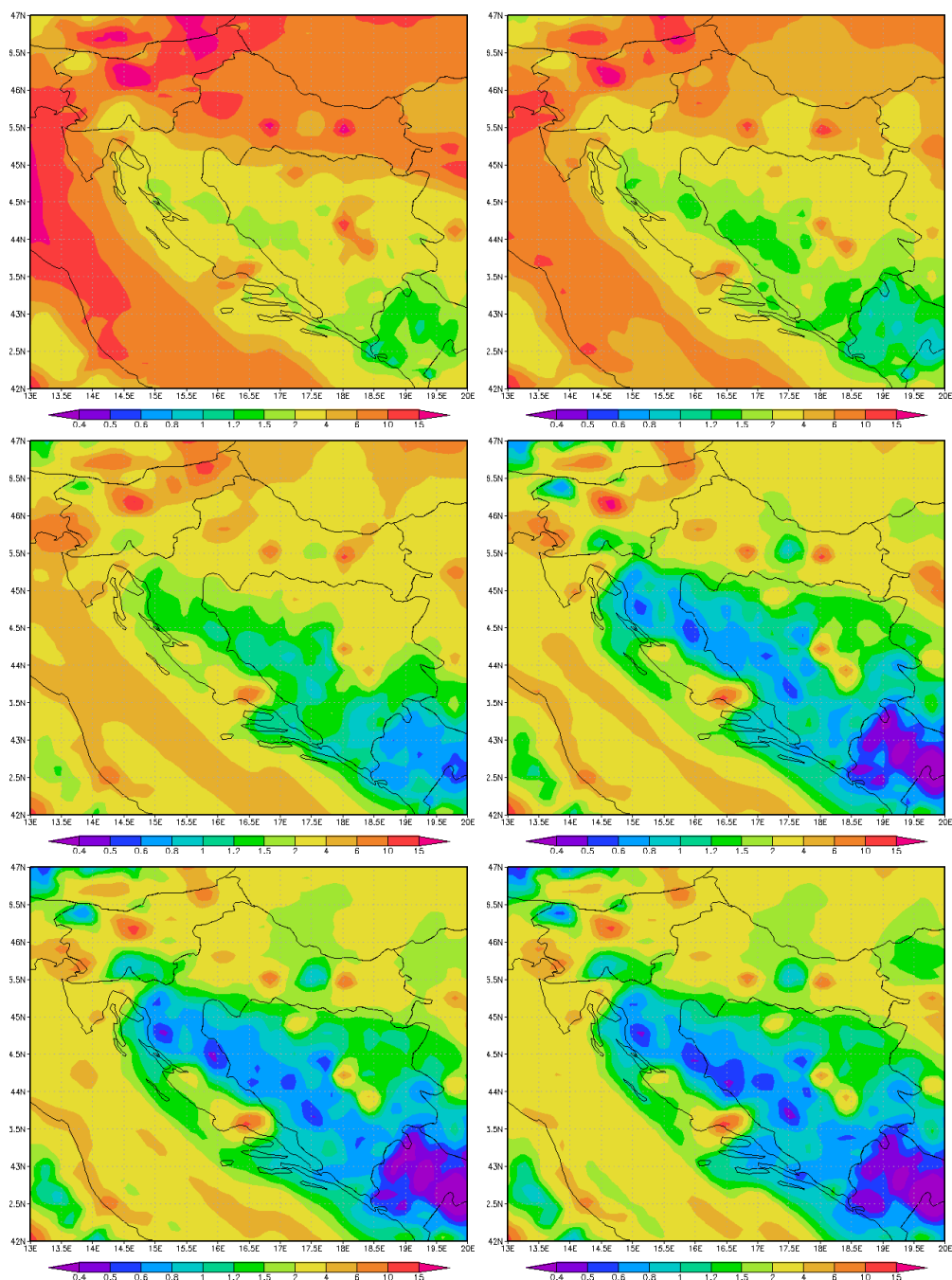
Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	20.36	21.92	17.16	18.93	19.66
Osijek 1	27.97	30.09	23.65	21.32	17.05
Rijeka 1	32.13	29.98	22.38	23.28	27.71
Rijeka 2	15.36	16.53	12.37	13.49	12.63
Sisak 1	17.03	15.08	15.02	15.52	17.14
Zagreb 1	34.78	41.55	38.56	39.95	38.17
Zagreb 2	40.65	38.02	31.99	*27.54	*29.31
Zagreb 3	32.67	33.31	24.85	28.87	26.71
Split-AMS1	*27.10	10.40	18.72	20.98	
Split-AMS2		*35.01	32.28	29.79	
Split-Poljud					28.38
Slavonski Brod 1					13.18

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

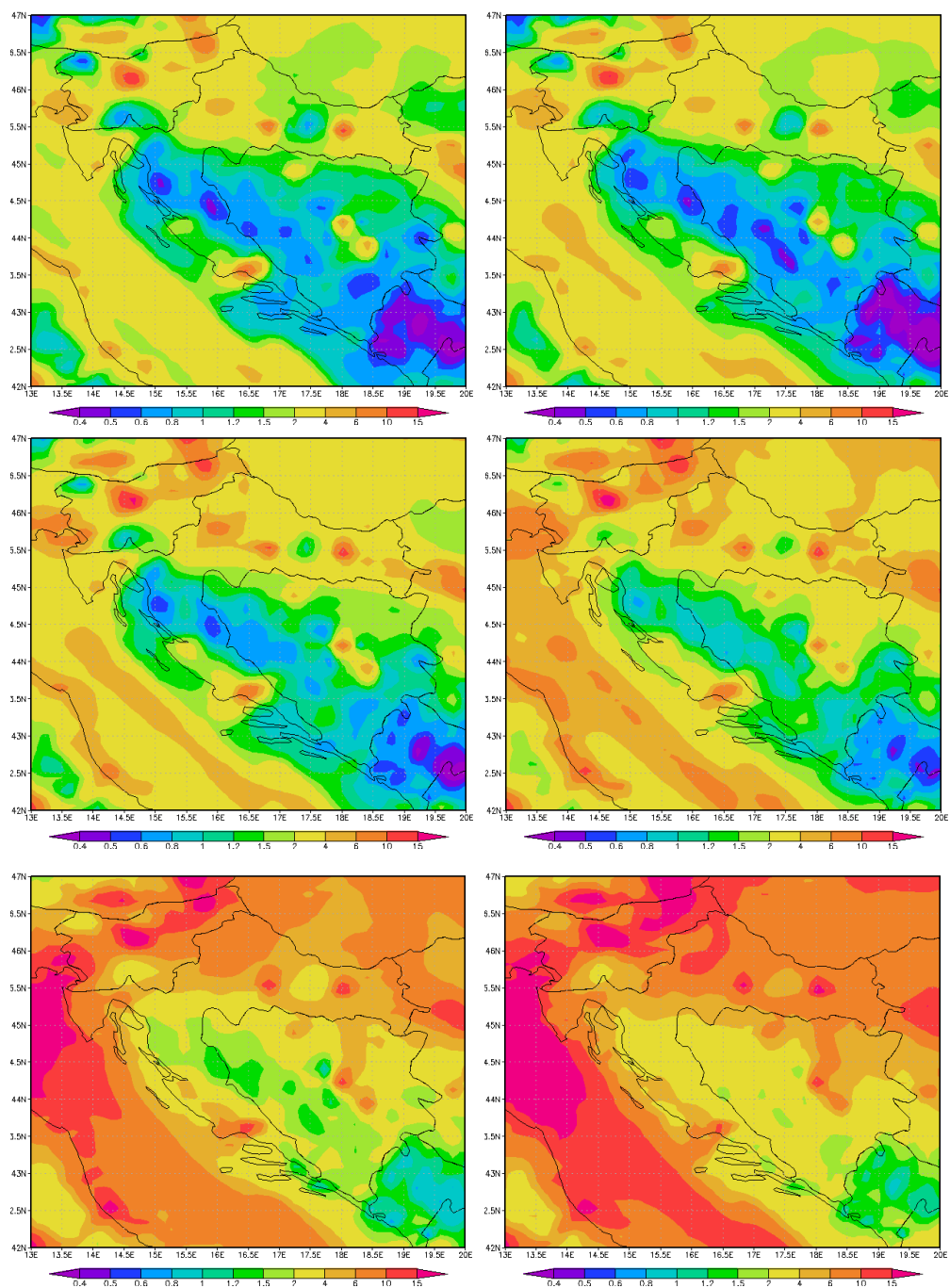
## Rezultati modeliranja za NO<sub>2</sub>

Prostorne razdiobe prizemnih srednjih mjesečnih koncentracija NO<sub>2</sub> (Slika 3.3.8. i Slika 3.3.9.) najviše su u siječnju i prosincu u sjevernoj i istočnoj Hrvatskoj, te Istri s vrijednostima do 15 µg/m<sup>3</sup> dok su vrijednosti najniže u Lici i Gorskom kotaru i kreću se oko 1 µg/m<sup>3</sup>. Gradovi Zagreb, Split, Rijeka, Kutina i Našice imaju nešto više vrijednosti tijekom cijele godine što je posljedica intenzivnijih emisijskih izvora iz sektora prometa u gradovima.

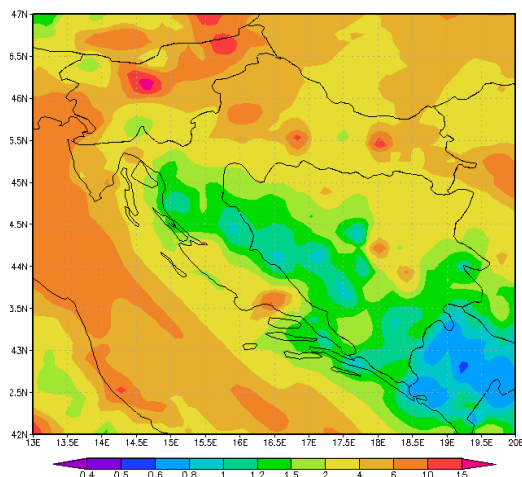
Prostorna raspodjela srednjih godišnjih vrijedosti (Slika 3.3.10.) dobivena EMEP4HR modelom ukazuje na povišene koncentracije NO<sub>2</sub> u gradovima koje iznose i do 20 µg/m<sup>3</sup> što je za oko pola manje od propisane GV i u skadu s srednjim godišnjim vrijednostima dobivenim iz mjerenih koncentracija na većini postaja. Izuzeci su postaje Zagreb-1 i 2, te Split - Poljud koje su pod utjecajem specifičnih lokalnih emisijskih izvora te za adekvatnu ocjenu razine onečišćenja u uvjetima kompleksne orografije i emisijskih izvora za proračun disperzije onečišćenja treba razviti odgovarajući modelarski sustav.



Slika 3.3.8. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija NO<sub>2</sub> po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini.



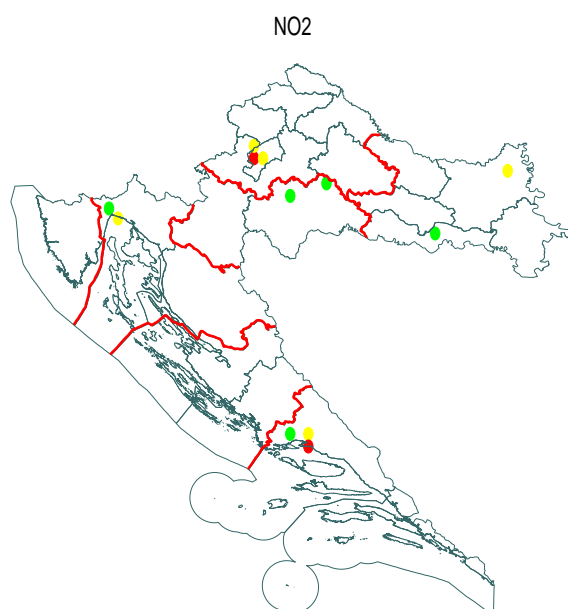
Slika 3.3.9. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija NO<sub>2</sub> po mjesecima od srpnja do prosinca u 2006. godini.



Slika 3.3.10. Prostorna raspodjela srednjih godišnjih prizemnih koncentracija NO<sub>2</sub> po mjesecima u 2006. godini.

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

Sumarni rezultati analize gornje i donje granice procjene za NO<sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže (Slika 3.3.11.) ukazuju na potrebu obveznih, stalnih mjerenja u Zagrebu, dok se mjerenja u Rijeci, Splitu i Osijeku mogu dopuniti modeliranim vrijednostima. Na drugim mjernim mjestima procijenjene vrijednosti su ispod donje granice procjene, te se može provesti smanjeni opseg mjerenja. Postojeće stanje mjerenja u zonama je advekatno. Zbog specifičnih orografskih i klimatskih karakteristika, te utjecaja emisija prometa i značajnog daljinskog, regionalnog prijenosa onečišćenja preporuka je postavljanje dodatnih pozadinskih mjernih mjesta za NO<sub>2</sub>. Kao najpovoljnije predlaže se Dugi Otok.



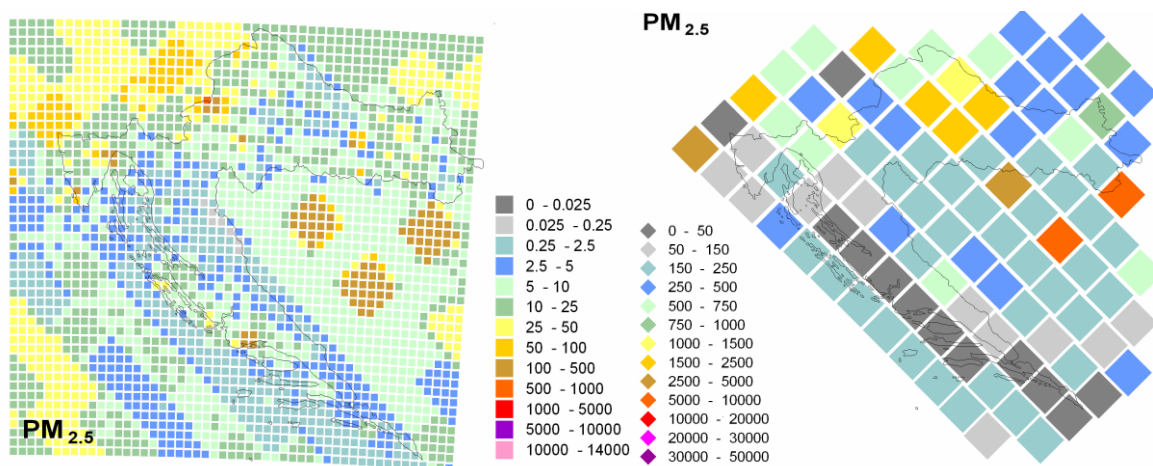
Slika 3.3.11. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za NO<sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

### 3.4. LEBDEĆE ČESTICE, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub>

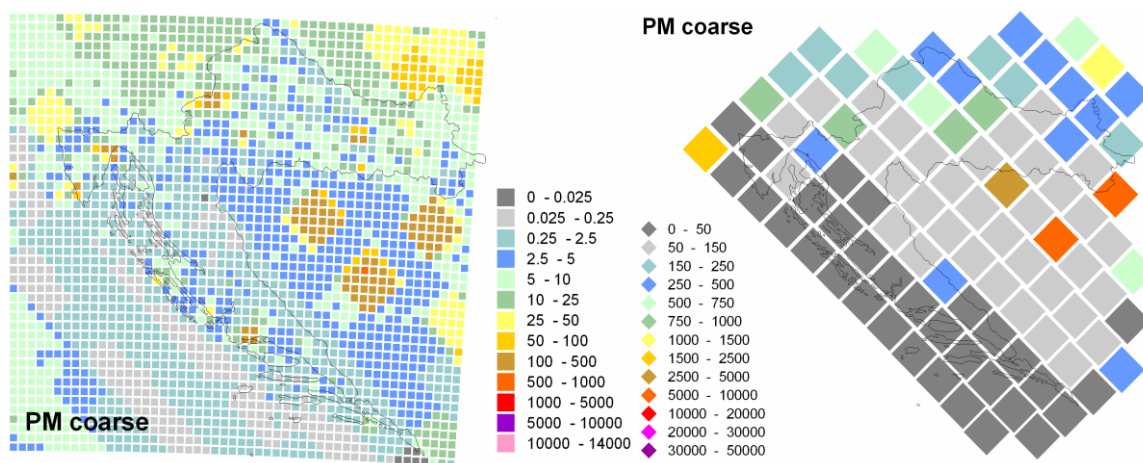
#### Emisije lebdećih čestica

U emisiji česticapromjera manjeg od 10 µm sudjeluju sektori: izgaranje u ne-industrijskim ložištima (oko 45%), industriji (oko 20%) i termoenergetskim objektima (11.1%), proizvodni procesi (oko 10%) i cestovni promet (oko 5%). Izvori emisija čestica manjih od 2.5 µm su sektori stacionarne energetike i proizvodni procesi. Prostorna razdioba emisija za PM<sub>10-2.5</sub> (Slika 3.4.2.) i PM<sub>2.5</sub> (Slika 3.4.1.) ukazuje da su povećani izvori emisija u Zagrebu, Rijeci, Sisku, Splitu i Našicama.

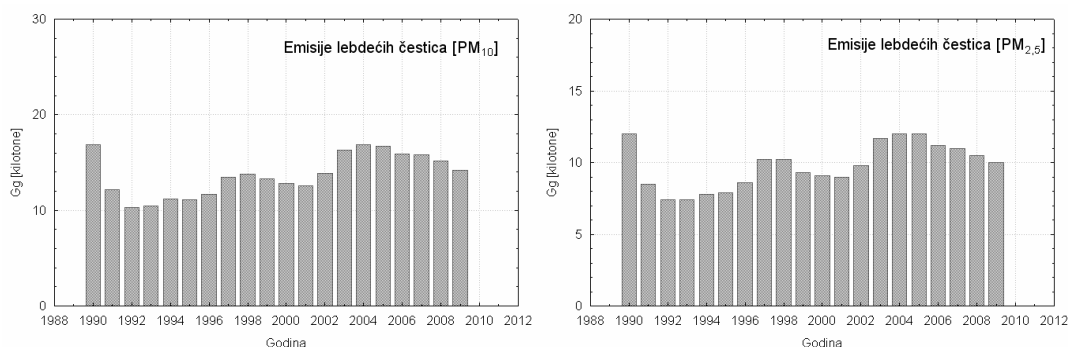
Godišnje emisije lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine (Slika 3.4.3.) ukazuju na porast emisija u razdoblju od 2003.-2005. u odnosu na predhodno razdoblje 1992.-2001, kao u trend opadanja u razmatranom razdoblju 2006.-2009.



Slika 3.4.1. Prostorna razdioba emisija lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10km (lijevo) i 50km x 50km (desno).



Slika 3.4.2. Prostorna razdioba emisija lebdećih čestica promjera od 2.5 do 10 µm na različitim prostornim rezolucijama, 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).



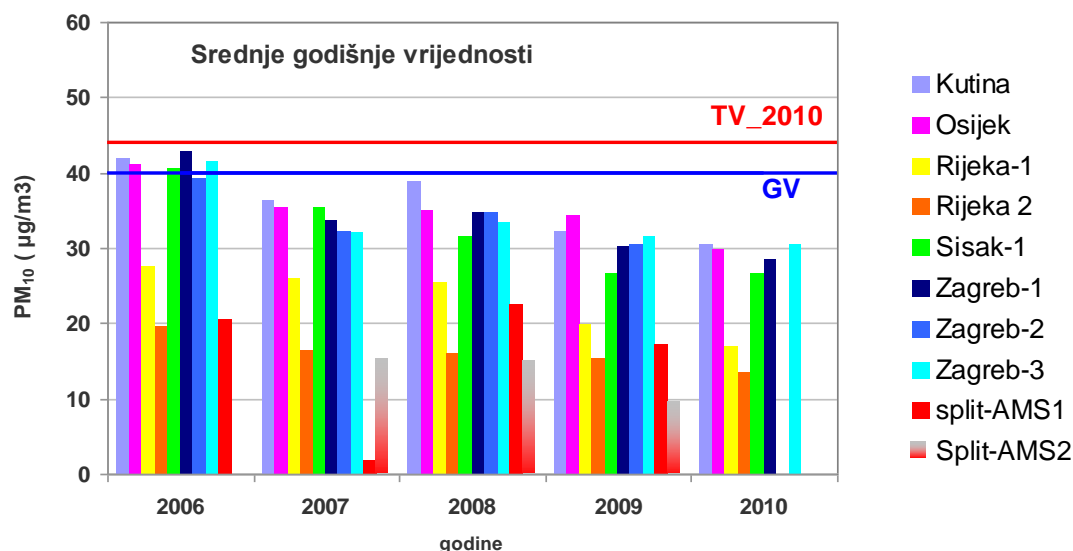
Slika 3.4.3. Godišnje emisije lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine.

## Analiza mjerenih koncentracija lebdećih čestica, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub>

### PM<sub>10</sub>: AUTOMATSKI ANALIZATORI

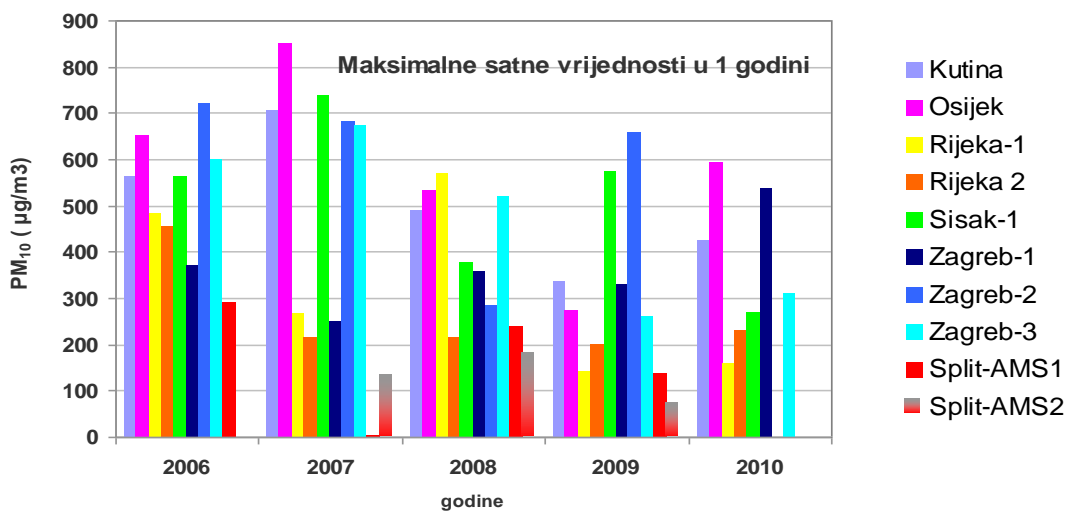
Analiza srednjih godišnjih vrijednosti koncentracija PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na automatskim postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. ukazuje na trend smanjivanja koncentracija (Slika 3.4.4.) koji je u skladu se opadajućim trendom emisija (Slika 3.4.3.). Granična vrijednost bila je prekoračena samo u 2006. Treba naglasiti da se radi o mjerenjima koja se obavljaju prema nereferentnoj metodi pri kojoj dolazi do znatnog gubitka mase i podcjenjivanja realne situacije.

Najviše satne koncentracije PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) izmjerene su u Osijeku u 2007. godini, a visoke satne vrijednosti zabilježene su i na postajama u Zagrebu i Sisku (Slika 3.4.5.). Najveći trend opadanja visokih satnih vrijednosti zabilježen je na postajama Rijeka-1 i Sisak-1.

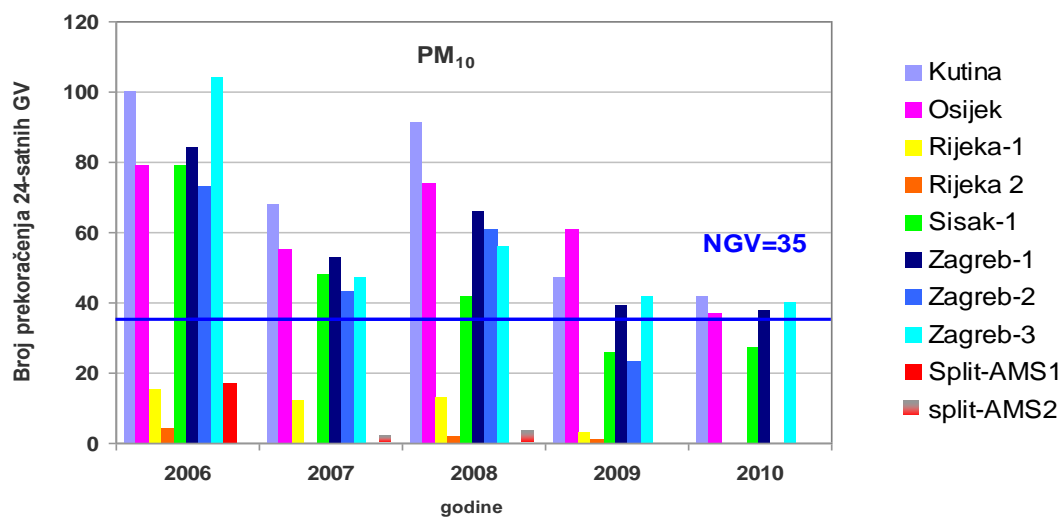


Slika 3.4.4. Srednje godišnje koncentracije PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV = 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV = 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

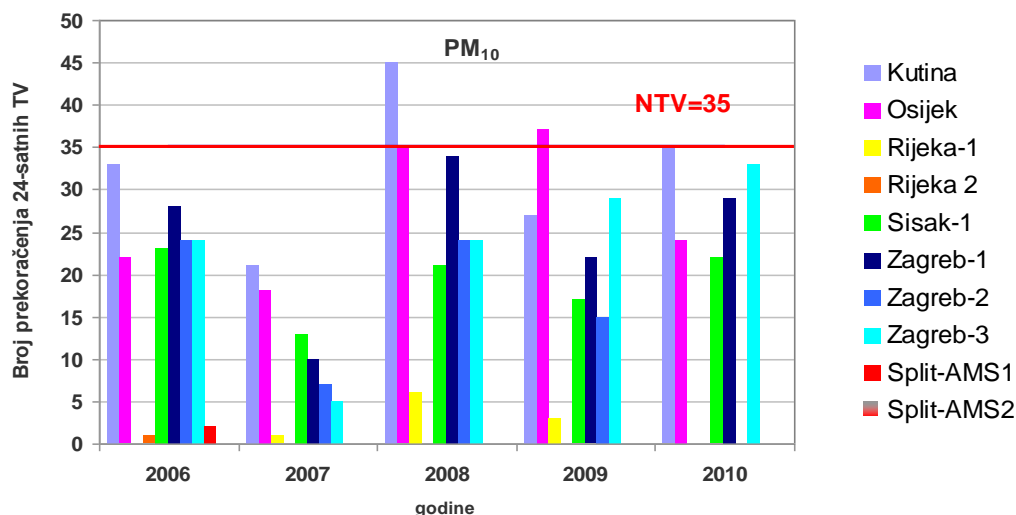
Dozvoljeni broj prekoračenja 24-satnih GV  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) iznosi  $NGV=35$  (Slika 3.4.6.). Na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. uočava se trend opadanja broja prekoračenja 24-satnih GV. Dok je tijekom 2006. godine broj prekoračenja na većini postaja bio oko 80 u 2010. godini broj prekoračenja je nešto viši od dozvoljenih 35 na postajama Kutina, Osijek i Zagreb 1 i 2.



Slika 3.4.5 Najviše satne koncentracije  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine



Slika 3.4.6. Broj prekoračenja 24-satnih GV  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini  $GV=50 \mu g/m^3$ , koji iznosi  $NGV=35$ .



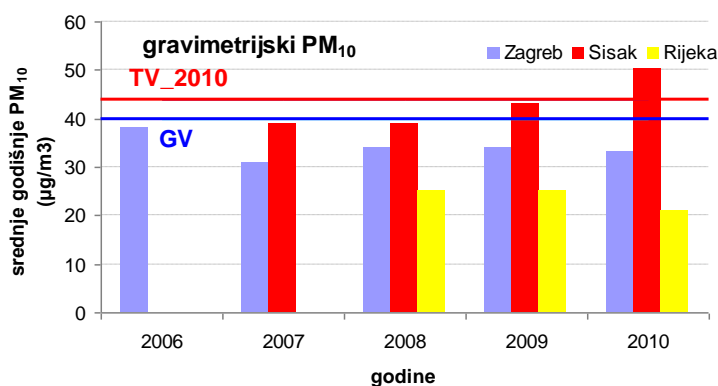
Slika 3.4.7. Broj prekoračenja 24-satnih TV PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (npr. u 2010. TV=55 µg/m<sup>3</sup>), koji iznosi NTV= 35.

### PM<sub>10</sub>: GRAVIMETRIJA

Rezultati dobiveni referentnom gravimetrijskom metodom (Slika 3.4.8.) ukazuju na trend porasta srednjih godišnjih koncentracija PM<sub>10</sub> u Sisku i prekoračenje dozvoljenog broja GV u 2009. i 2010., te dozvoljenog broja TV u 2010. godini. Trend smanjenja uočava se u Rijeci dok je u Zagrebu razina srednjih godišnjih PM<sub>10</sub> koncentracija na približno istoj razini.

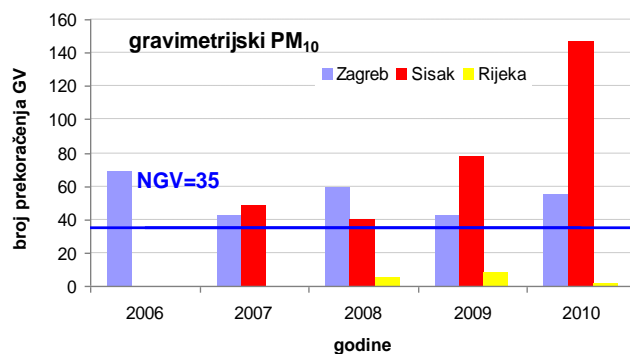
Broj prekoračenja 24-satnih GV za PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) određen gravimetrijskom metodom (Slika 3.4.9.) pokazuje da Zagreb i Sisak prekoračuju dozvoljeni broj dana prekoračenja 24 satnih GV, s time da je u Sisku trend porasta značajan. Na postaji Rijeka-1 broj dana kada je prekoračena 24 satna GV u svim godinama razmatranog razdoblja je nizak i znatno ispod dozvoljene granice.

Broj prekoračenja 24-satnih TV PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) koncentracija određenih gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka (Slika 3.4.10.) prekoračen je 2009. i 2010. godine u Sisku.

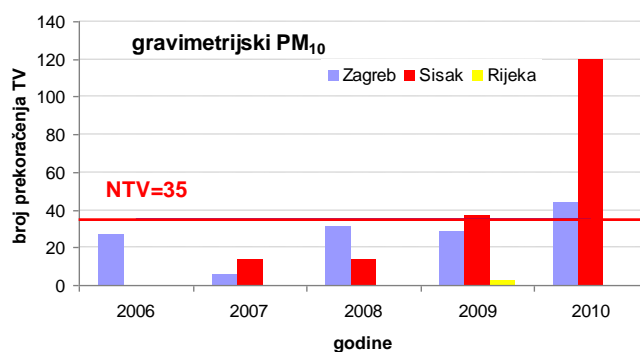


Slika 3.4.8. Srednje godišnje koncentracije PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) određene gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006. - 2010. godine. Plava linija označava godišnju GV = 40 µg/m<sup>3</sup>, a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV = 44 µg/m<sup>3</sup>).





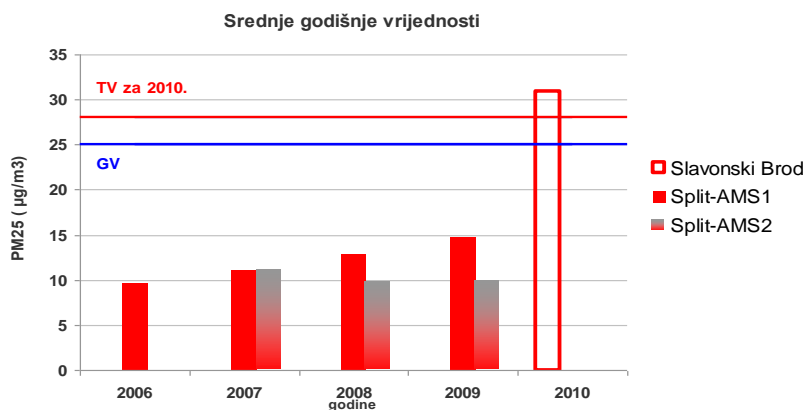
Slika 3.4.9. Broj prekoračenja 24 - satnih GV PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) koncentracija određenih gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini, GV=50 µg/m<sup>3</sup>, koji iznosi NGV = 35.



Slika 3.4.10. Broj prekoračenja 24-satnih TV PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) koncentracija određenih gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini, TV=55 µg/m<sup>3</sup>, koji iznosi NTV= 35.

## PM<sub>2.5</sub>

Prikazane su i srednje godišnje koncentracije PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) mjerene na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. (Slika 3.4.11.).



Slika 3.4.11. Srednje godišnje koncentracije PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV=25 µg/m<sup>3</sup>, a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV=28 µg/m<sup>3</sup>).

Plava linija označava godišnju GV = 25 µg/m<sup>3</sup>, a crvena godišnju TV u 2010. godini TV = 28 µg/m<sup>3</sup>. Srednje godišnje vrijednosti koncentracije PM<sub>2.5</sub> prekoračile u dozvoljenu GV i TV u Slavonskom Brodu dok su na postajama u Splitu AMS1 i AMS2 srednje godišnje vrijednosti proračunate iz mjerenja lebdećih čestica aerodinamičkog promjera 2.5 µm pomoću automatskih analizatora bile ispod propisane GV.

### Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Kako bi se izvršila procjena kvalitete zraka prema zahtjevima Direktive korištene su vrijednosti iz tablice P-I. 4 na temelju raspoloživih mjerenja od 5 godina sa postaja Državne mreže. Prikazan je i obuhvat satnih podataka mjerenja po godinama i postajama (Tablica 3.4.1.). Crvenom su bojom označena razdoblja i postaje na kojima je obuhvat podataka bio manji od 85 %.

Obuhvat podataka bio je manji od 85% na postaji Rijeka-2 (2006. i 2010. godina), na postaji Zagreb-1, (2006.) i Zagreb-2 (2009.), Split-AMS1 (2006., 2007. i 2008.) te Split-AMS2 (2007.). Obuhvat podataka mjerenja koncentracija lebdećih čestica, određenih gravimetrijskom metodom, bile su manje od 85% na postaji Sisak-1 (2007., 2008. i 2009.), na postaji Rijeka-1 (2008. i 2009.), te na postaji Zagreb- 1 (2009.).

Na svim postajama, osim Split-AMS2, za 24-satne koncentracije PM<sub>10</sub> došlo je do prekoračenja donje granice procjenjivanja tijekom 3 nezavisne godine u razmatranom razdoblju (Tablica 3.4.2.). Na svim postajama došlo je do prekoračenja gornje granice procjenjivanja u 3 i više godina u razmatranom petogodišnjem razdoblju osim na postajama Rijeka-1 gravimetrijska i Rijeka-2 automatska mjerenja, te postaja u Splitu. Prema srednjim godišnjim vrijednostima za PM<sub>10</sub> mjerene vrijednosti su ispod donje granice procjenjivanja na postajama Rijeka-2 i Split AMS2, između donje i gornje granice procjenjivanja na postaji Rijeka-1, te iznad gornje granice procjenjivanja na svim ostalim postajama.

Na postaji AMS2 u Splitu u 2007. godini obuhvat mjerenja je samo 2 %, a 2006., s obuhvatom od 75.05 % i 2008., s obuhvatom od 63.93 %, utvrđeno je da je razina onečišćenja između donje i gornje granice procjene.

Tablica 3.4.1. Obuhvat podataka automatskih mjerenja koncentracija PM<sub>10</sub> na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine i gravimetrijski određenih koncentracija.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	97.40	97.40	97.00	96.55	97.64
Osijek 1	89.67	98.86	99.19	99.71	92.66
Rijeka 1	97.34	99.38	95.86	99.73	96.99
Rijeka 2	82.47	89.50	97.17	98.15	65.13
Sisak 1	99.12	90.10	96.91	98.73	97.34
Zagreb 1	83.26	98.13	97.55	98.61	99.25
Zagreb 2	99.74	99.73	100.00	74.14	
Zagreb 3	99.68	99.74	96.75	99.44	90.74
Zagreb 1 gravimetrija	90.4	90.4	90.2	82.2	90.4
Sisak 1gravimetrija		75.3	49.5	82.2	90.4
Rijeka 1gravimetrija			46	82.7	91.2
Split-AMS1	75.05	2.05	63.93	94.55	
Split-AMS2		80.26	98.01	99.79	

obuhvat podataka < 75%  
osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.4.2. Broj prekoračenja donje granice procjene (25 µg/m<sup>3</sup>, dozvoljeno 35) za razdoblje od 2006.-2010. godine za 24-satne vrijednosti koncentracija PM<sub>10</sub> izmjerenih automatskim mjerenjima i PM<sub>10</sub> iz gravimetrijski određenih koncentracija.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	263	235	250	204	190
Osijek 1	259	254	228	236	181
Rijeka 1(grav)			*73	120	107
Rijeka 1	195	174	152	84	52
Rijeka 2	79	56	50	36	*11
Sisak 1 (grav)		236	*146	264	308
Sisak 1	289	238	204	158	156
Zagreb 1(grav)	222	182	182	182	308
Zagreb 1	228	233	213	186	172
Zagreb 2	266	230	245	*154	
Zagreb 3	271	223	216	208	170
Split-AMS1	91	*0	*78	60	
Split-AMS2		38	37	5	
Split-Poljud					
Slavonski Brod 1					

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.4.3. Broj prekoračenja gornje granice procjene (35 µg/m<sup>3</sup>, dozvoljeno 35) za razdoblje od 2006.-2010. godine za 24-satne vrijednosti koncentracije PM<sub>10</sub>.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	192	154	159	117	102
Osijek 1	183	153	153	144	93
Rijeka 1(grav)			*29	52	24
Rijeka 1	84	72	47	25	5
Rijeka 2	23	11	12	12	*0
Sisak 1 (grav)		236	*146	264	308
Sisak 1	200	138	116	63	73
Zagreb 1(grav)	143	110	110	101	246
Zagreb 1	*160	139	123	95	92
Zagreb 2	174	134	132	*67	
Zagreb 3	186	129	125	105	87
Split-AMS1	51	*0	*20	4	
Split-AMS2		14	13	0	
Split-Poljud					
Slavonski Brod 1					

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.4.4. Srednje godišnje vrijednosti PM<sub>10</sub> koncentracija za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (20 µg/m<sup>3</sup>) označena su ljubičasto, gornje plavo (28 µg/m<sup>3</sup>), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

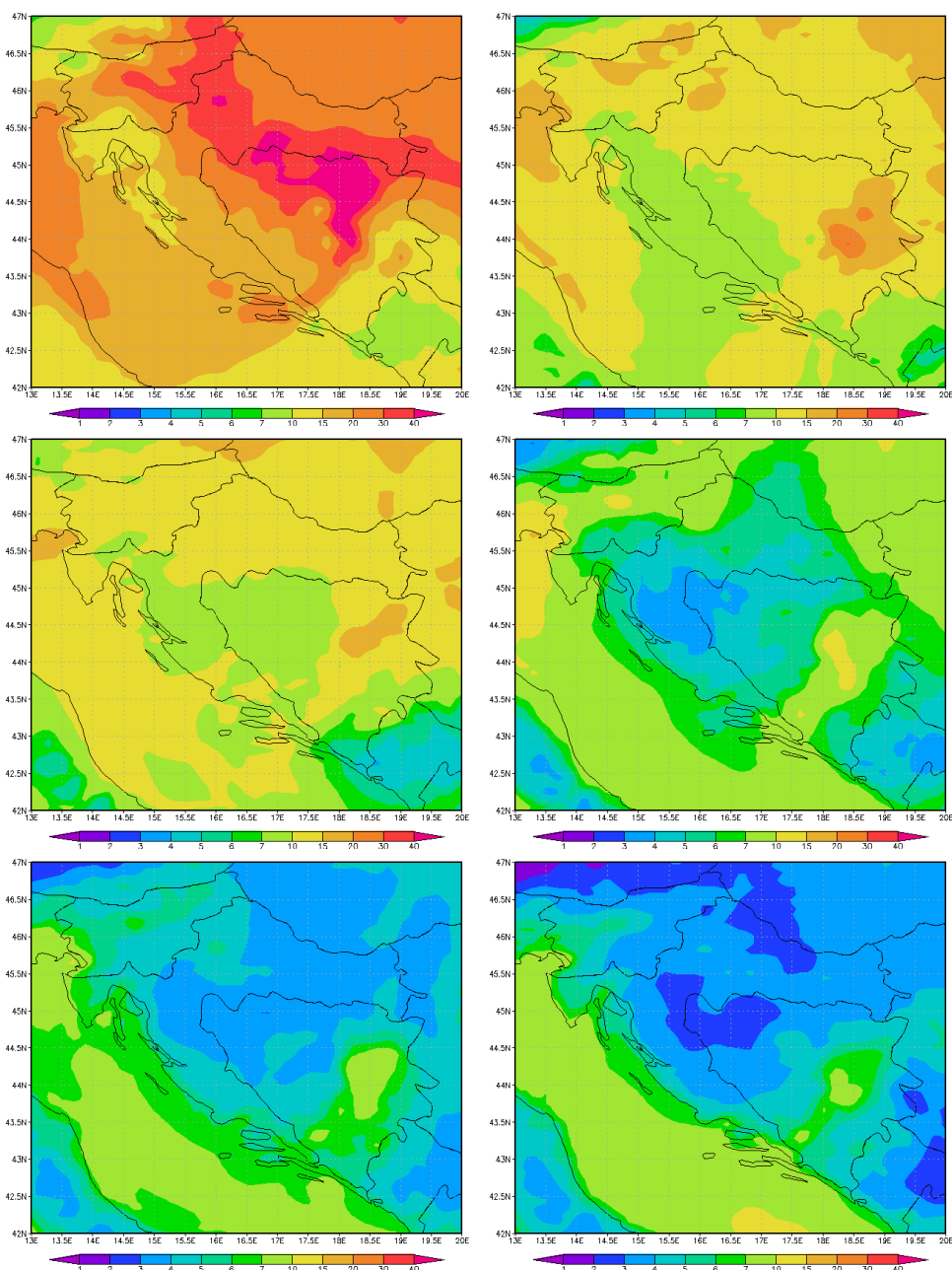
Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	41.96	36.25	38.69	32.17	30.53
Osijek 1	41.04	35.38	34.92	34.22	29.80
Rijeka 1(grav)			*25	25	21
Rijeka 1	27.56	26.03	25.47	19.81	16.90
Rijeka 2	19.63	16.58	15.97	15.37	*13.43
Sisak 1 (grav)		39	*39	43	54
Sisak 1	40.55	35.41	31.57	26.71	26.57
Zagreb 1(grav)	38	31	34	34	33
Zagreb 1	*42.81	33.70	34.82	30.17	28.52
Zagreb 2	39.26	32.34	34.70	*30.35	
Zagreb 3	41.53	32.03	33.47	31.63	30.55
Split-AMS1	20.62	*1.91	*22.52	17.03	
Split-AMS2		15.09	14.86	9.48	
Split-Poljud					
Slavonski Brod 1					

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

## Rezultati modeliranja lebdećih čestica

Prostorna razdioba srednjih mjesečnih prizemnih koncentracija PM<sub>10</sub> u 2006. godini (Slika 3.4.12. i Slika 3.4.13.) pokazuje da su mjesečne vrijednosti tijekom zimskog razdoblja najviše u kontinentalnom dijelu Hrvatske i kreću se do 40 µg/m<sup>3</sup> dok su u priobalju do 30 µg/m<sup>3</sup>. U proljeće i ljeto ukupne prizemne mjesečne vrijednosti kreću se do 5 µg/m<sup>3</sup>.

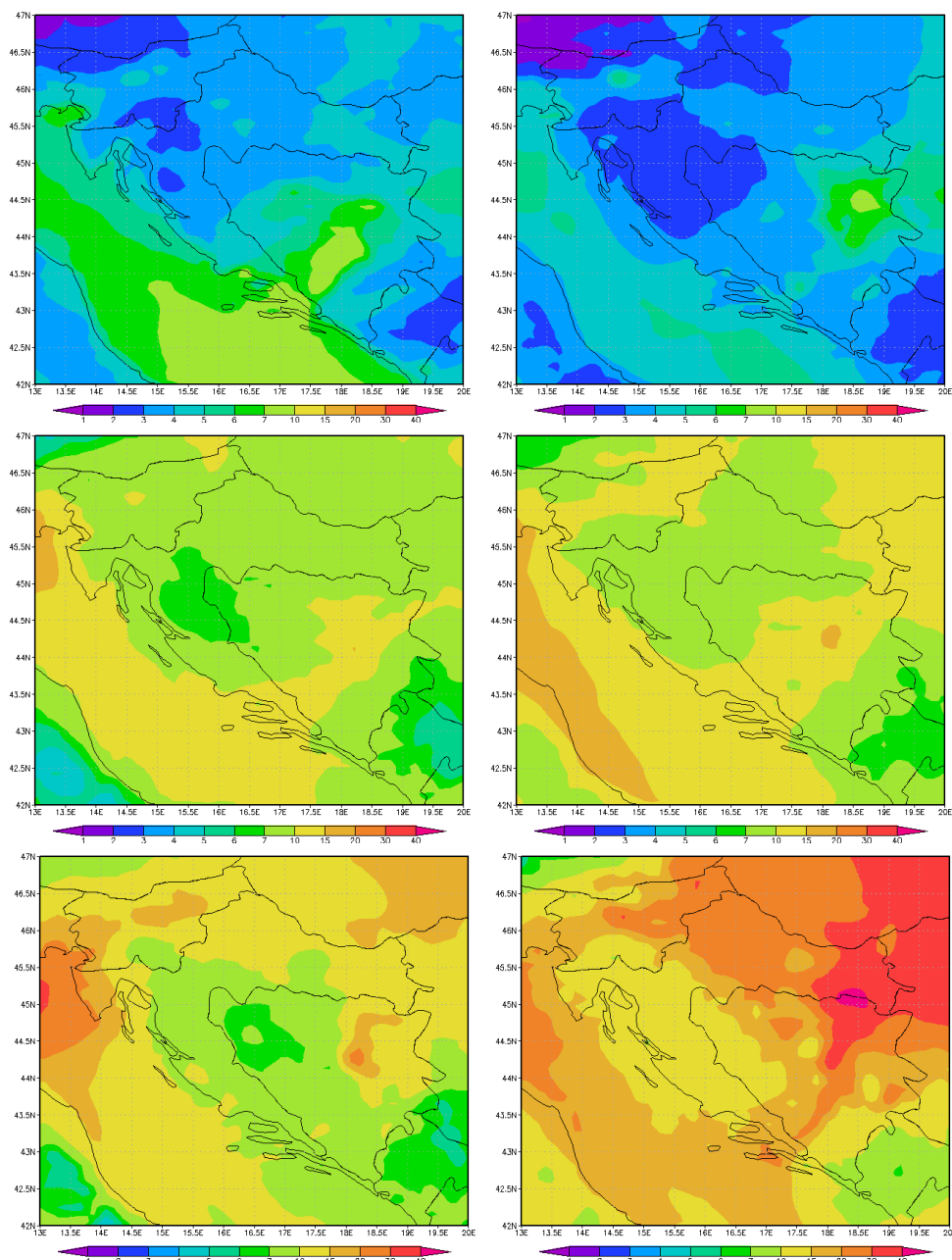
Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija PM<sub>10</sub> u kontinentalnoj Hrvatskoj (Slika 3.4.14.) kreće se od 10 – 15 µg/m<sup>3</sup>, a u priobalju, Lici i Gorskom kotaru od 5 do 10 µg/m<sup>3</sup>.



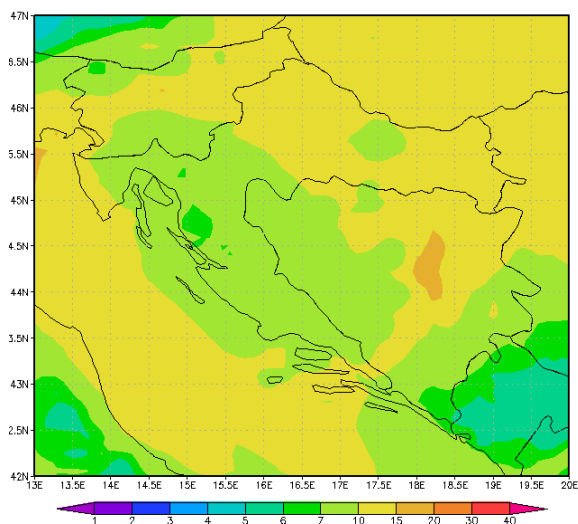
Slika 3.4.12. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) u 2006. godini od siječnja do lipnja.

Prostorna razdioba srednjih mjesečnih prizemnih koncentracija PM<sub>2.5</sub> u 2006. godini pokazuje da su mjesečne vrijednosti tijekom zimskog razdoblja najviše u kontinentalnom dijelu Hrvatske i kreću se do 30 µg/m<sup>3</sup> dok se u priobalju kreću do 20 µg/m<sup>3</sup>. U proljeće i ljeto su u većini krajeva oko 3 µg/m<sup>3</sup>, u jesen od 5 – 7 µg/m<sup>3</sup> (Slika 3.4.15. i Slika 3.4.16.).

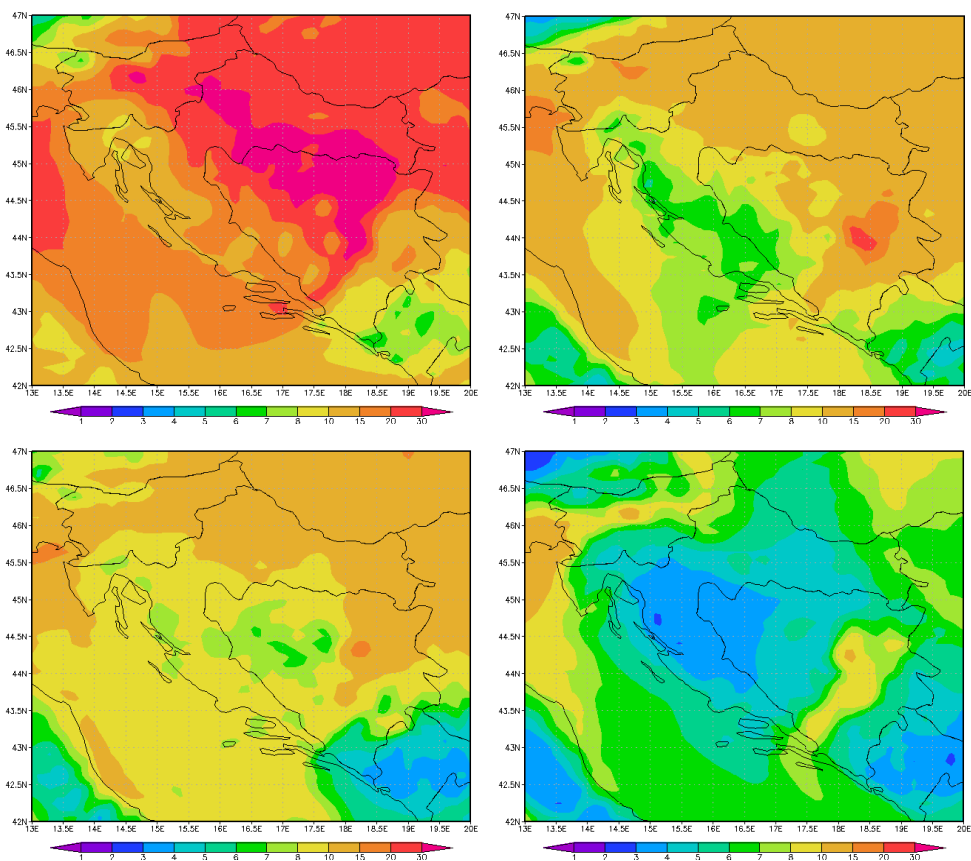
Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija PM<sub>2.5</sub> u 2006. godini ukazuje na izraženu razliku između sjevernog područja sa vrijednostima od 8 - 10 µg/m<sup>3</sup>, na istoku Hrvatske vrijednosti su više i idu do 15 µg/m<sup>3</sup>, dok su u Lici, Gorskom kotaru i priobalju vrijednosti ne prelaze 8 µg/m<sup>3</sup> (Slika 3.4.17.).



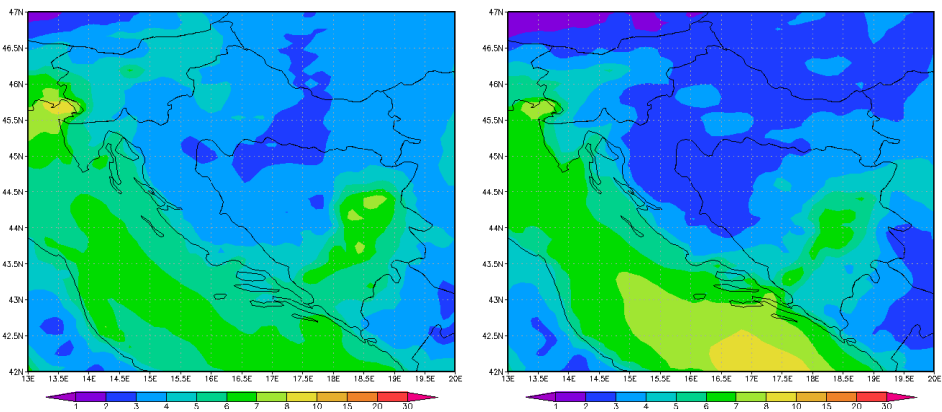
Slika 3.4.13 Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) u 2006. godini, razdoblje srpanj-prosinac.



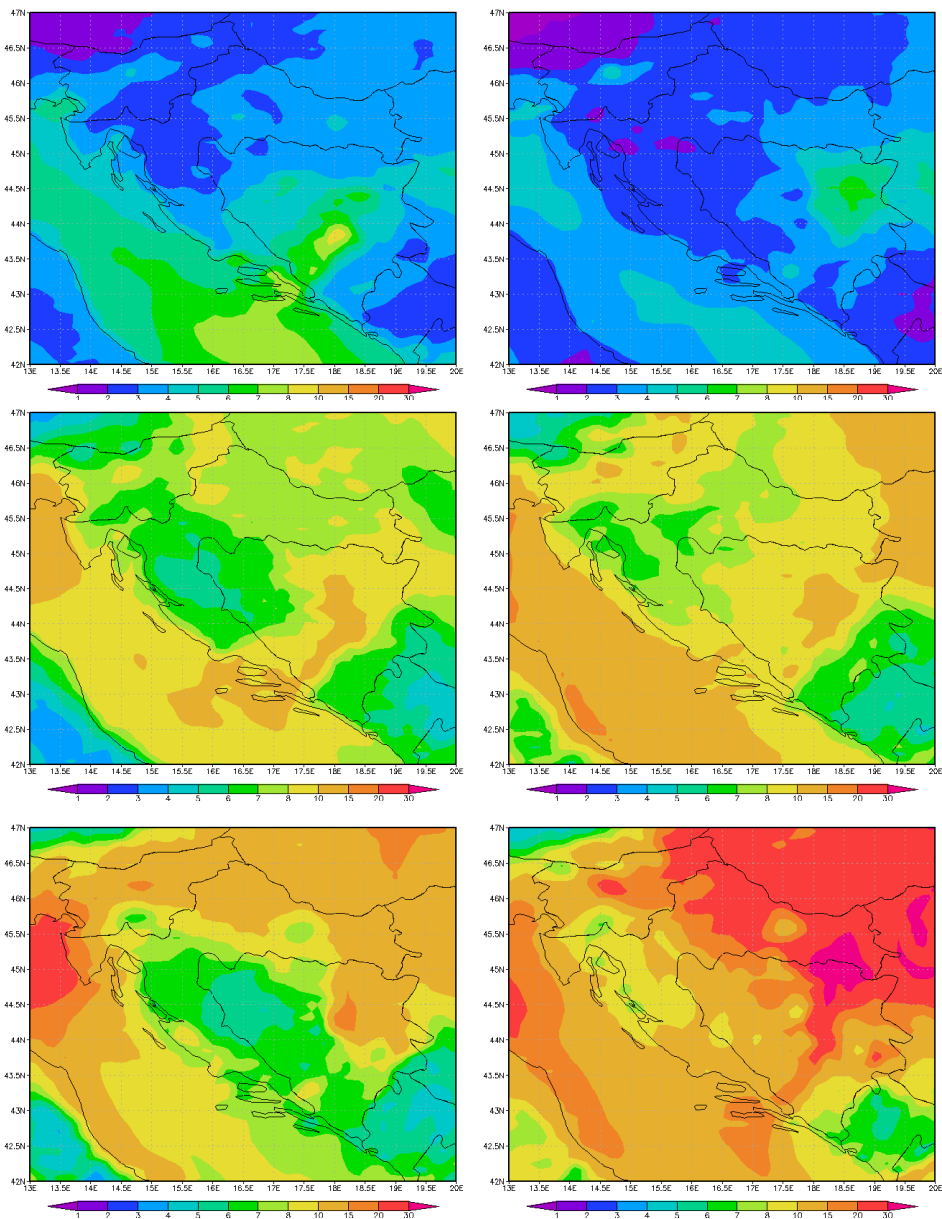
Slika 3.4.14. Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) u 2006. godini.



Slika 3.4.15. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM<sub>2.5</sub> po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini.

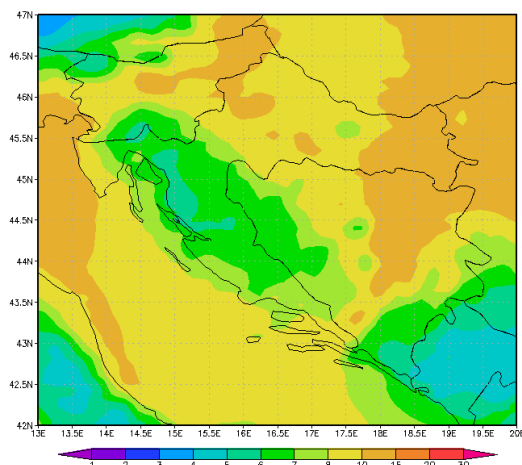


Slika 3.4.15. Nastavak



Slika 3.4.16. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM<sub>2.5</sub> po mjesecima od srpnja do prosinca u 2006. godini.



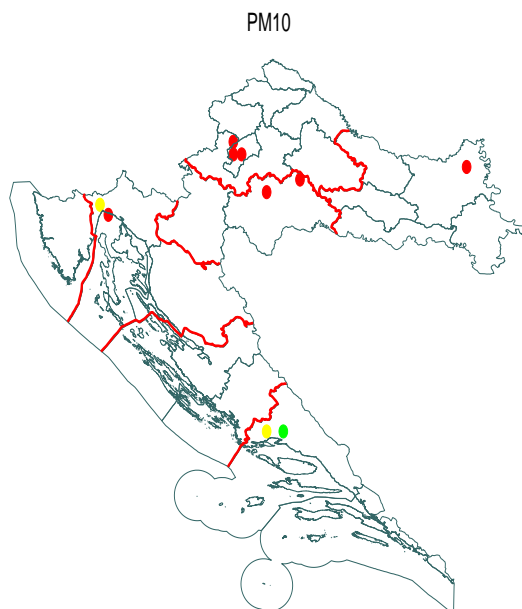


Slika 3.4.17. Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija  $PM_{2.5}$  u 2006. godini.

### Procjena potreba mjerenja unutar zona i aglomeracija

Sumarni rezultati analize gornje i donje granice procjene za  $PM_{10}$  na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže (Slika 3.4.18.) ukazuju na potrebu stalnih, obaveznih mjerenja u svim zonama. Visoke vrijednosti  $PM_{10}$  i prekoračenja gornjih granica procjene na svim mjernim postajama ukazuju da su stalna mjerenja obavezna i u svim aglomeracijama.

Preliminarna analiza postojećih mjerenja u zonama ukazuju na visoke koncentracije  $PM_{10}$  i potrebu zadržavanja postojećih mjerenja.

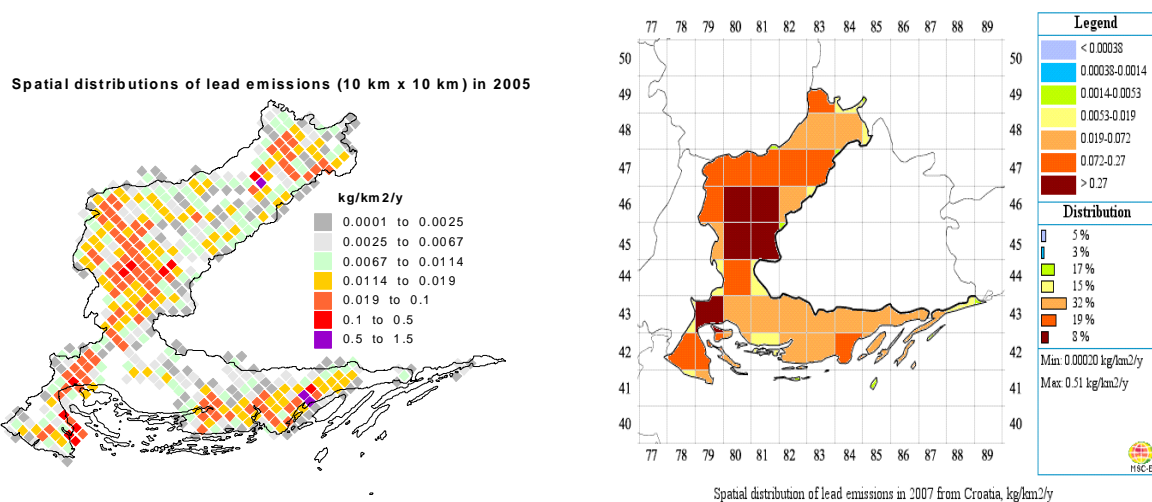


Slika 3.4.18. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za  $PM_{10}$  na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

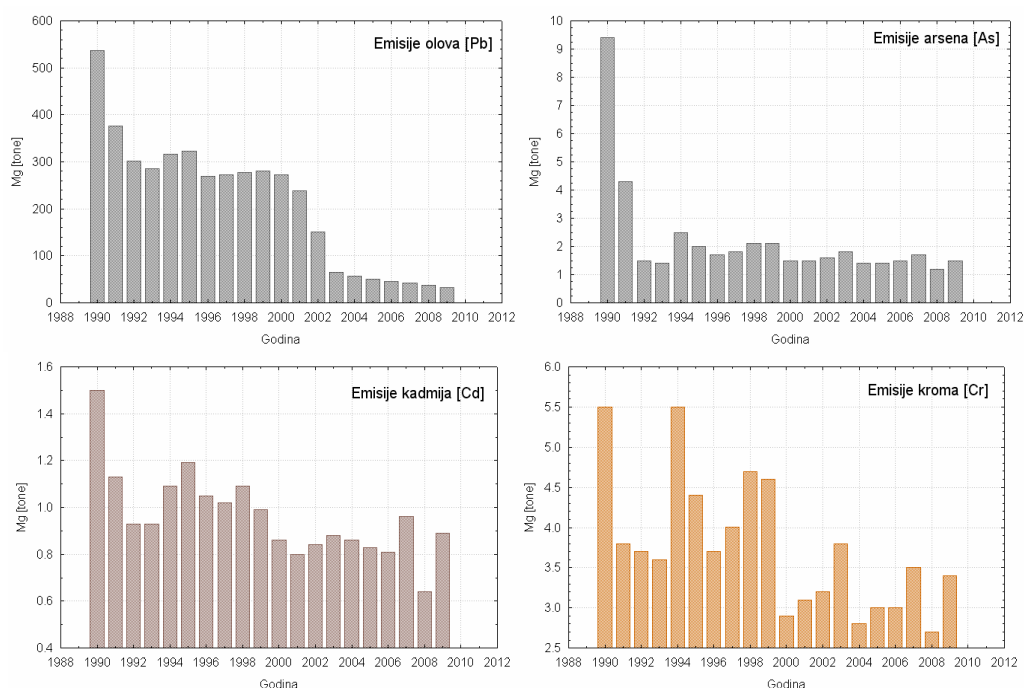
### 3.5. OLOVO, Pb

#### Emisije teških metala

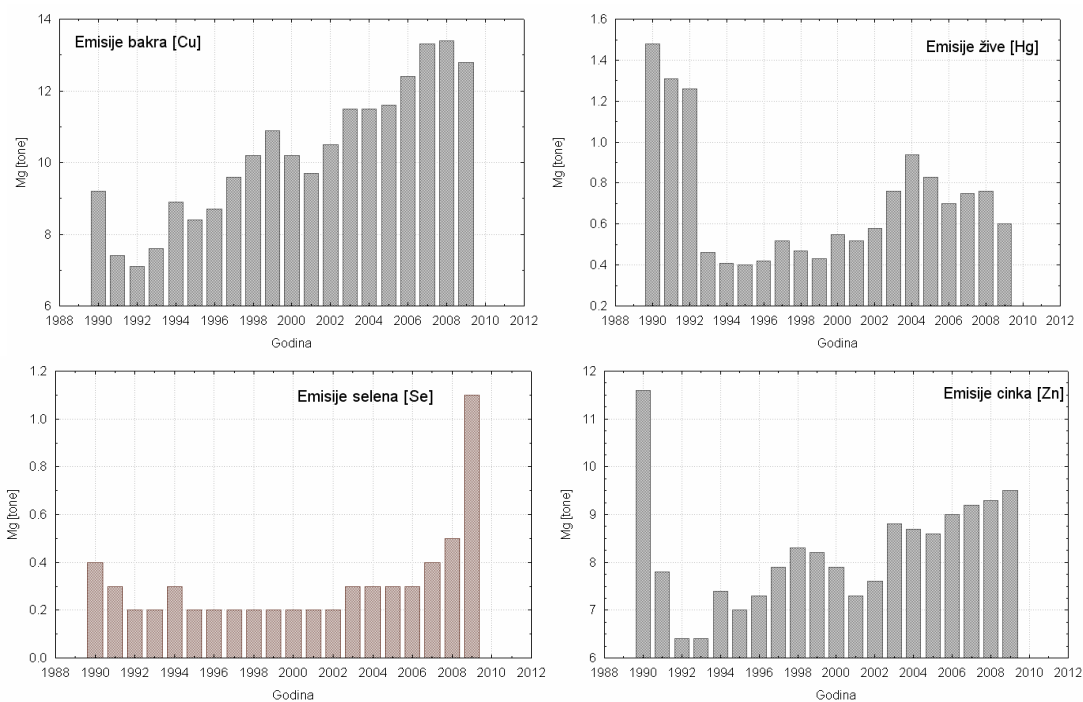
Prostorna razdioba emisija olova (Slika 3.5.1.) ukazuje na povećane koncentracije u središnjoj Hrvatskoj, okolica Zagreba, Siska i Kutine, Istri – Rijeka, Našicama te u Splitu. Emisije teških metala olova, arsena, kadmija, kroma, bakra, žive, selena i cinka prikazane su za razdoblje od 1990. do 2009. (Slika 3.5.2.). Emisije olova, arsena, kadmija, kroma, žive i cinka značajno su smanjene u odnosu na 1990. godinu. Uvođenjem bezolovnog benzina emisije olova izrazito su smanjene u odnosu na 1990. godinu. Emisije bakra imaju trend porasta, a emisije selena imaju izrazit porast u 2009. godini.



Slika 3.5.1. Prostorna razdioba emisija olova na različitim prostornim rezolucijama 10kmx10km (lijevo) i 50kmx50km (desno).



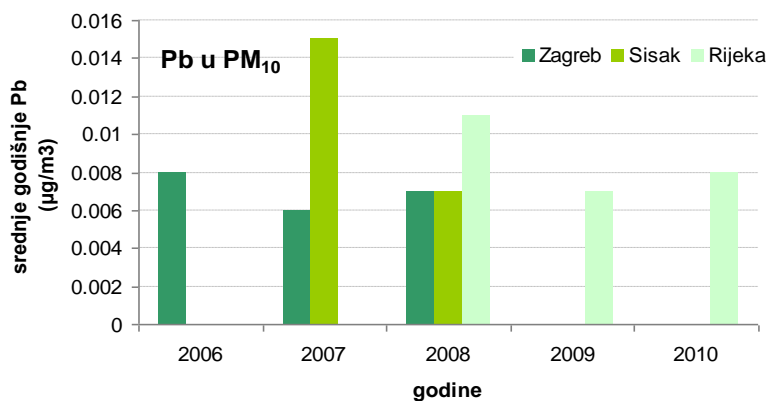
Slika 3.5.2. Emisije teških metala u Hrvatskoj (Mg/god) u razdoblju od 1990 do 2009. godine.



Slika 3.5.2. Nastavak. Emisije teških metala u Hrvatskoj (Mg/god) u razdoblju od 1990 do 2009. godine.

### Analiza mjerenih koncentracija olova

Srednje godišnje koncentracije olova dobivene su kemijskom analizom dnevnih koncentracija PM<sub>10</sub> čestica na postajama Zagreb-1, Sisak-1 i Rijeka-1 Državne mreže (Slika 3.5.3.). Dobivene vrijednosti znatno su nže od GV = 0.5 µg/m<sup>3</sup>.



Slika 3.5.3. Srednje godišnje koncentracije olova (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV = 0.5 µg/m<sup>3</sup>.

## Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Analizirane vrijednosti koncentracija olova u razdoblju od 2006. do 2010. godine nisu prelazile donju i gornju granicu procjene (Tablica 3.5.1.).

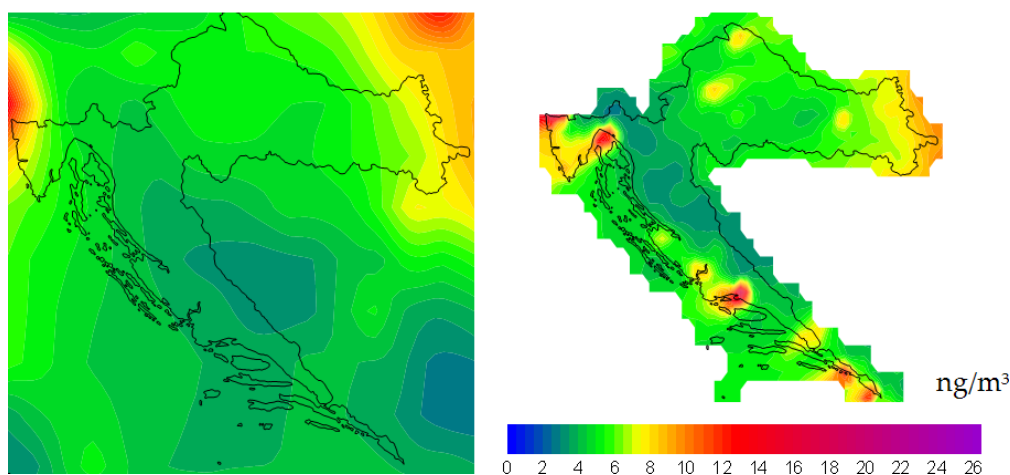
Tablica 3.5.1. Srednje godišnje vrijednosti koncentracija Pb u PM<sub>10</sub> za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (0.25 µg/m<sup>3</sup>) su označena ljubičasto, gornje plavo (0.35 µg/m<sup>3</sup>), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Rijeka 1			*0.011	0.007	0.008
Sisak 1		0.015	*0.007		
Zagreb 1	0.008	0.006	0.007		

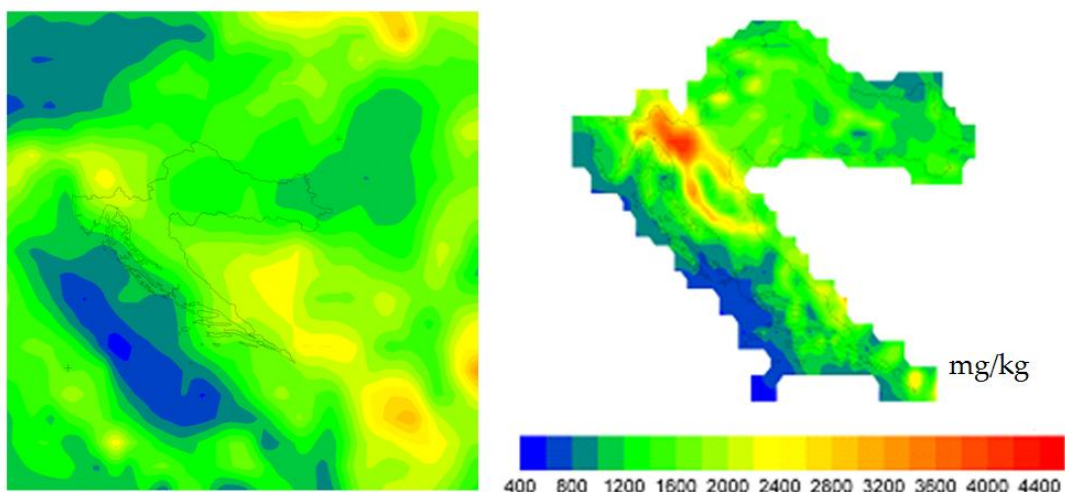
- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

## Rezultati modela

Za proračun prostorne razdiobe srednjih godišnjih koncentracija olova u zraku korišten je EMEP-MSCE model za teške metale (Slika 3.5.4.) na dvije prostorne rezolucije 50 km x 50 km (lijevo) i 10 km x 10 km (desno) koje ukazuju na značajne razlike i više vrijednosti koncentracija u urbanim sredinama, gdje su i emisije povećane. Dok su koncentracije dobivene na manjoj rezoluciji do 6 ng/m<sup>3</sup>, na većoj rezoluciji idu i do 26 ng/m<sup>3</sup> u urbanim sredinama. Taloženje olova najveće je u Gorskom kotaru gdje je i klimatološki zabilježena najveća količina oborine. Povišene vrijednosti na području Dubrovnika posljedica su resuspenzije iz tla koja je uključena u model.



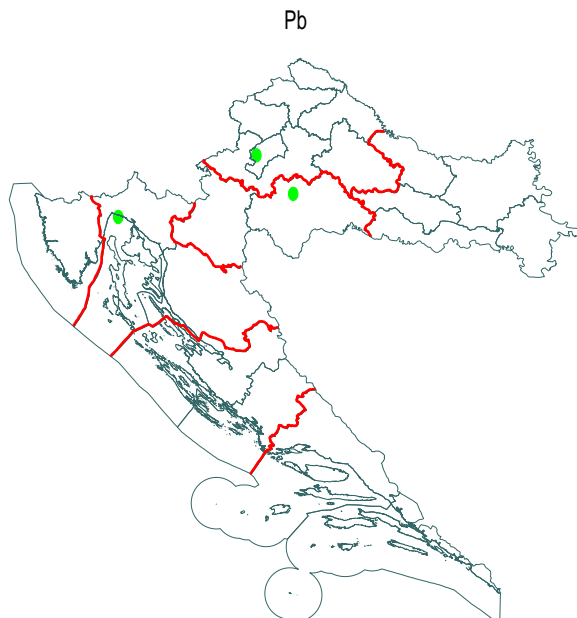
Slika 3.5.4. Prostorna raspodjela modeliranih srednjih godišnjih koncentracija olova u zraku (ng/m<sup>3</sup>) proračunatih sa EMEP modelom za teške metale na različitim prostornim rezolucijama 50 km x 50 km (lijevo) i 10 km x 10 km (desno) za godinu 2007.



Slika 3.5.5. Isto kao Slika 3.5.4. samo za taloženje olova (mg/kg).

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

Prema rezultatima nema potrebe za dodatnim mjerenjima na pozadinskim urbanim i prometnim postajama unutar aglomeracija. Preporuka je da se kemijska analiza gravimetrijskom metodom određenih koncentracija  $PM_{10}$  uspostavi u Splitu i Slavonskom Brodu, kao i analiza udjela olova u česticama. Iako nisu obavezna po Direktivi preporuka je da se postojeća mjerenja u Rijeci i Sisku trebaju se nastaviti s obzirom na blizinu industrijskih izvora.



Slika 3.5.6. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za olovo (Pb) na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

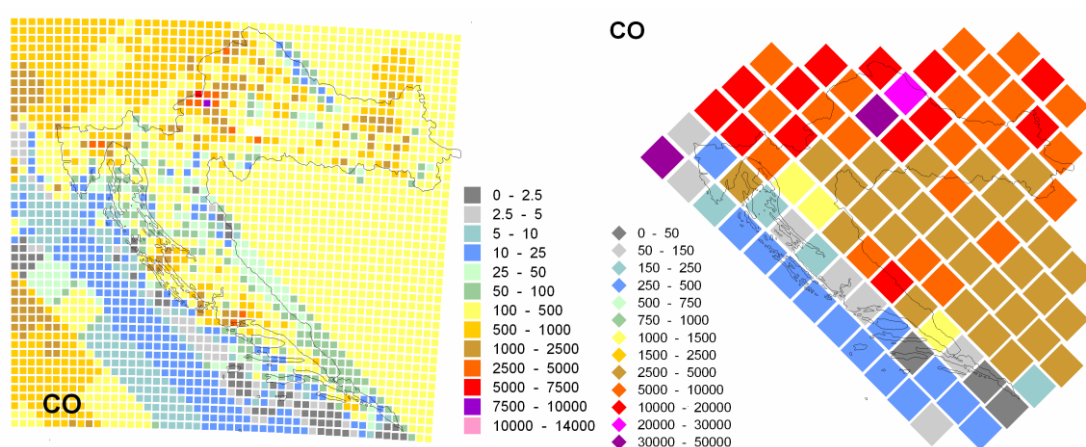
Nema potrebe za dodatnim mjerenjima na pozadinskim urbanim i prometnim postajama unutar aglomeracija.

### 3.6. UGLJIKOV MONOKSID, CO

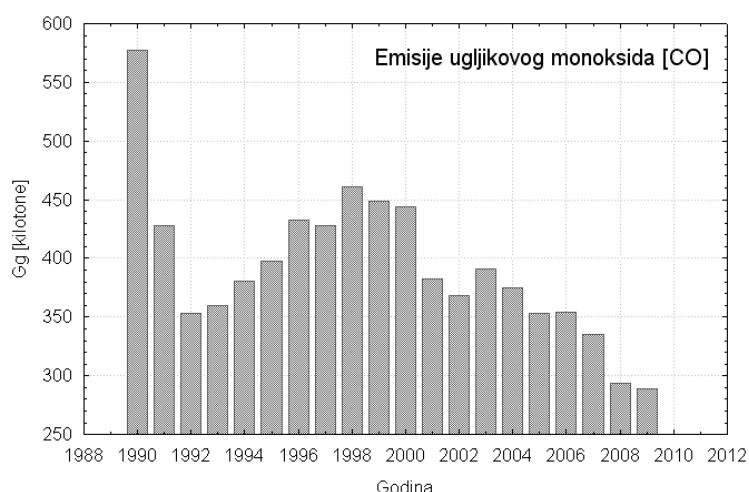
#### Emisije ugljikovog monoksida

Većina emisije CO je posljedica nepotpunog izgaranja goriva u sektoru cestovnog prometa i izgaranja u neindustrijskim ložištima. Prostorna razdioba ukazuje na povećane emisije CO u urbanim područjima Zagrebu, Rijeci, Splitu, Sisku i Kutini (Slika 3.6.1.).

Podaci o ukupnim godišnjim emisijama CO pokazuju njihovo kontinuirano smanjivanje od 1998. godine (Slika 3.6.1.). Međutim, mjerenja pokazuju da taj trend nije značajan na gradskim postajama (Slika 3.6.3.).



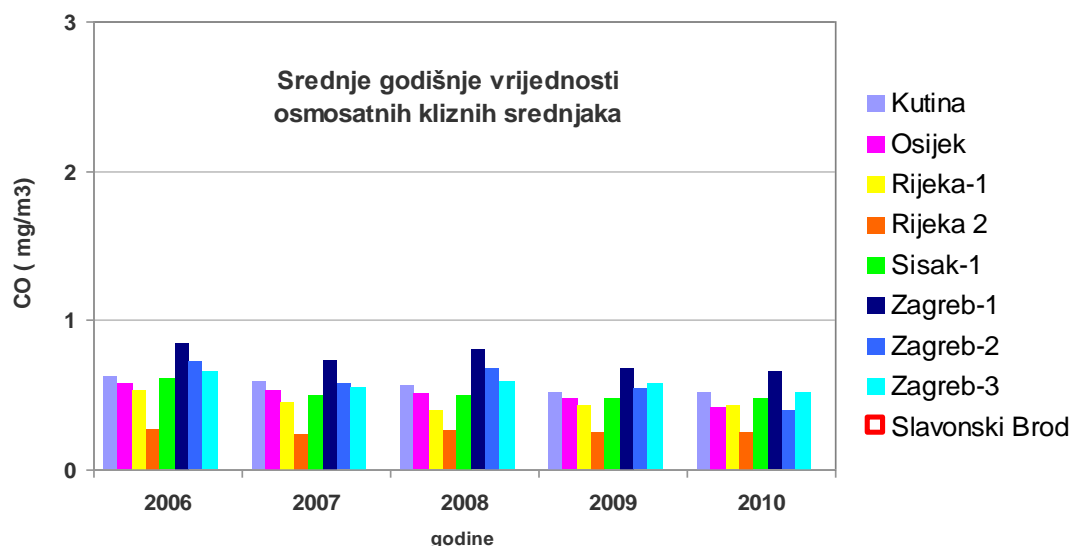
Slika 3.6.1. Prostorna razdioba emisija CO na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).



Slika 3.6.2. Godišnje emisije ugljikovog monoksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine.

## Analiza mjerenih koncentracija CO

Srednje godišnje vrijednosti CO koncentracija proračunate iz osmosatnih kliznih srednjaka određenih iz mjerenih vrijednosti na postajama Državne mreže znatno su ispod  $GV=10 \text{ mg/m}^3$ .



Slika 3.6.3. Srednje godišnje koncentracije CO ( $\text{mg/m}^3$ ) proračunate iz osmosatnih kliznih srednjaka na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.

## Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Analizirane vrijednosti koncentracija CO u razdoblju od 2006. do 2010. godine nisu prelazile donju i gornju granicu procjene (Tablica 3.6.2).

Tablica 3.6.1.-a. Obuhvat podataka (%) mjerenja satnih koncentracija CO na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	98.8	95.9	96.1	93.3	98.6
Osijek 1	97.4	97.4	98	96	50
Rijeka 1	97	97.4	97.8	95.9	100
Rijeka 2	83	97.4	95.2	94.8	96.9
Sisak 1	99.8	97.6	98	95.6	91.1
Zagreb 1	82.6	97	95	94.6	97.4
Zagreb 2	99.8	97.7	97.5	70	48.8
Zagreb 3	99.8	97.5	96.3	95.6	91.1
Slavonski Brod 1					

obuhvat podataka < 75%  
osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.6.2. Srednje godišnje vrijednosti koncentracija CO za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (5 mg/m<sup>3</sup>) su označene ljubičasto, gornje plavo (7 mg/m<sup>3</sup>), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	0.62	0.59	0.57	0.51	0.52
Osijek 1	0.57	0.53	0.50	0.48	*0.42
Rijeka 1	0.53	0.45	0.40	0.43	0.43
Rijeka 2	0.27	0.24	0.26	0.25	0.25
Sisak 1	0.60	0.50	0.50	0.47	0.48
Zagreb 1	0.85	0.73	0.81	0.68	0.65
Zagreb 2	0.72	0.57	0.68	*0.54	*0.40
Zagreb 3	0.65	0.55	0.58	0.58	0.52
Slavonski Brod 1					

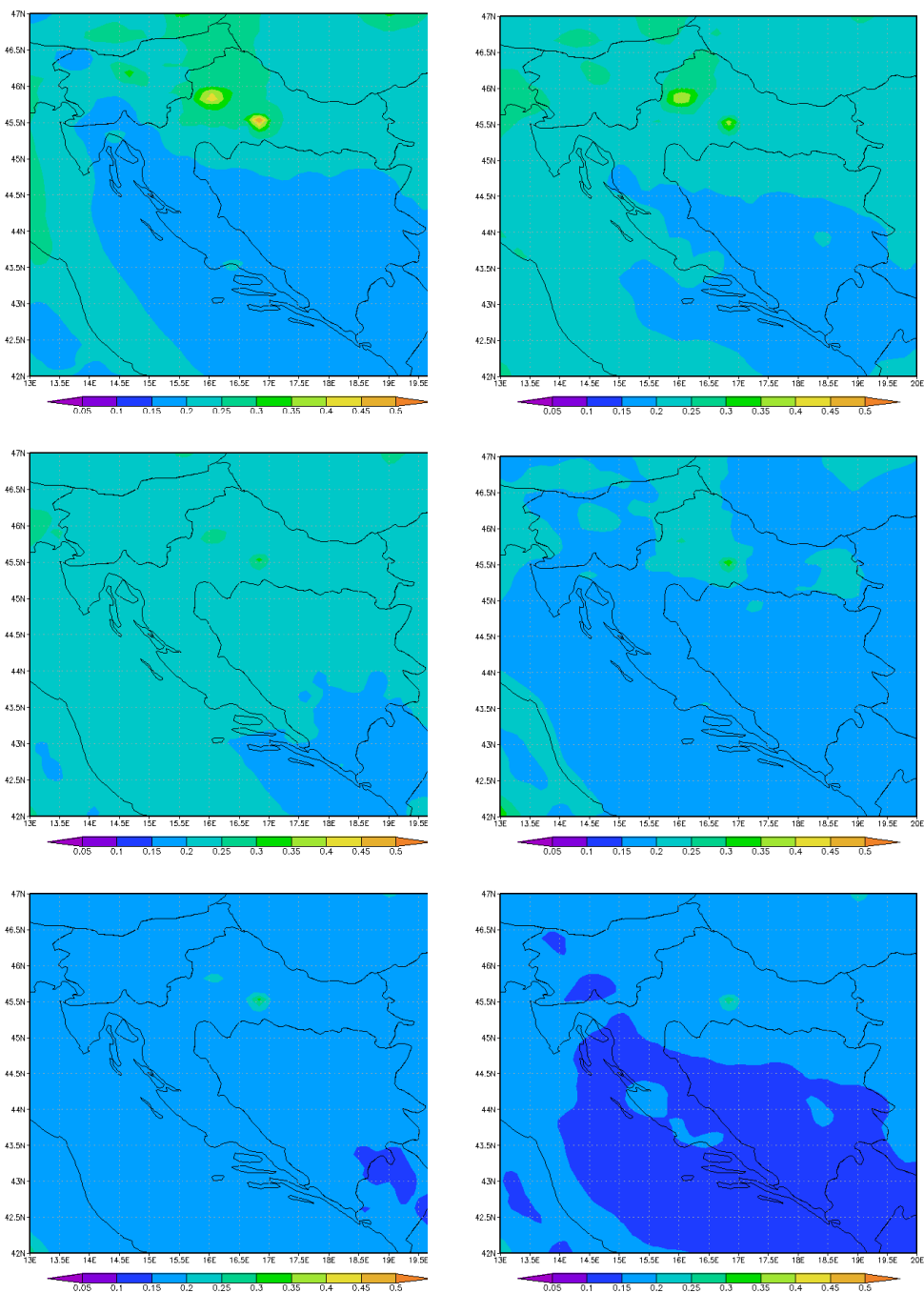
- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Najviši dnevni osmosatni klizni srednjaci na razini godine dana za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (5 mg/m<sup>3</sup>) su označene ljubičasto, gornje plavo (7 mg/m<sup>3</sup>), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

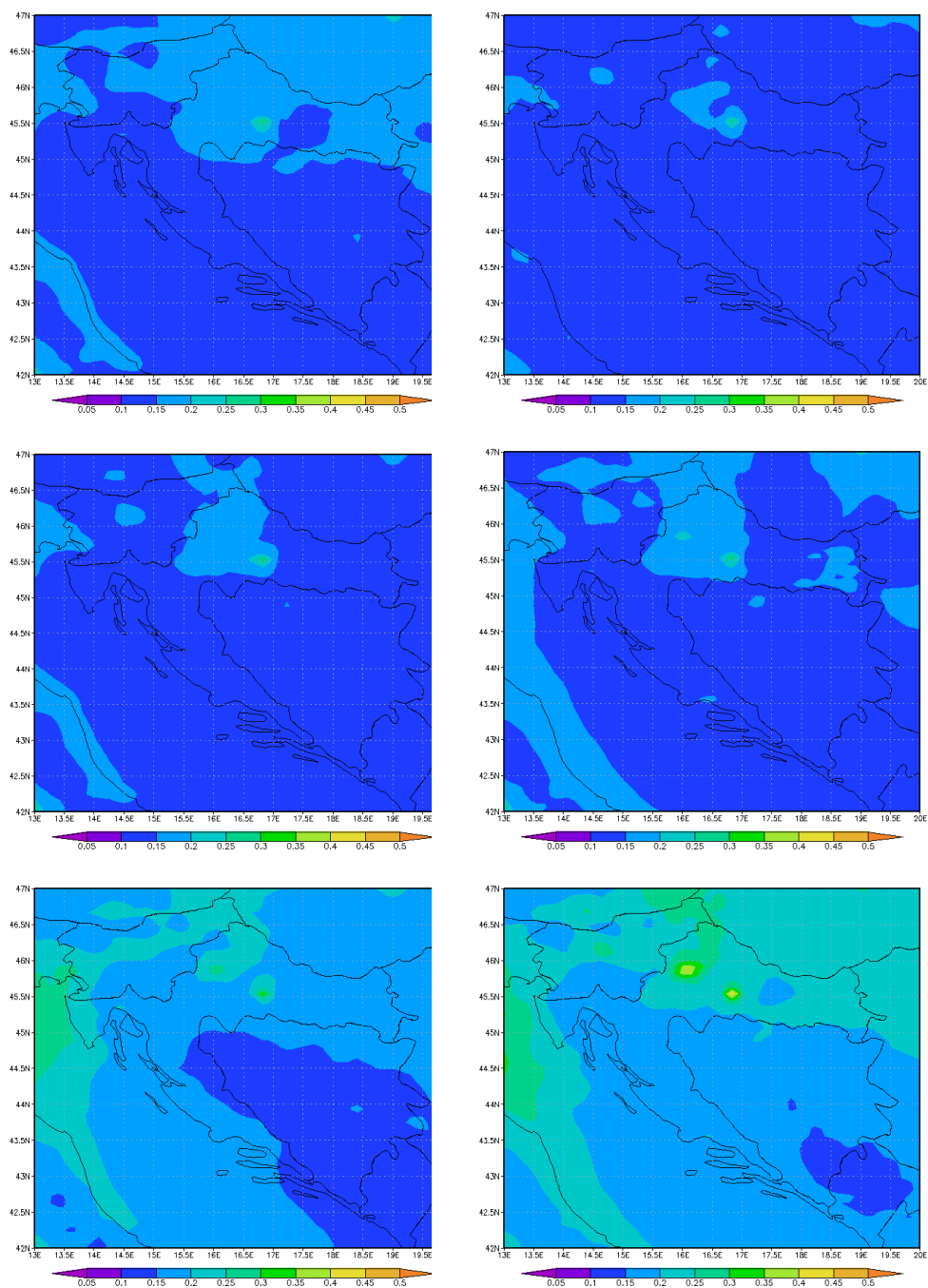
Postaja	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kutina 1	3.91	3.09	3.57	2.71	2.71	2.43
Osijek 1	3.95	3.99	3.62	2.52	*1.81	*3.26
Rijeka 1	2.45	1.6	1.54	1.79	1.58	1.44
Rijeka 2	4.89	0.93	1.48	0.83	1.03	0.87
Sisak 1	2.67	2.57	2.72	3.18	3.79	3.01
Zagreb 1	5.56	4.14	4.87	4.49	4.33	*4.00
Zagreb 2	3.95	3.82	3.45	*2.95	*2.11	*2.54
Zagreb 3	3.84	2.57	3.59	3.38	4.19	*3.85



## Rezultati modeliranja ugljikovog monoksida

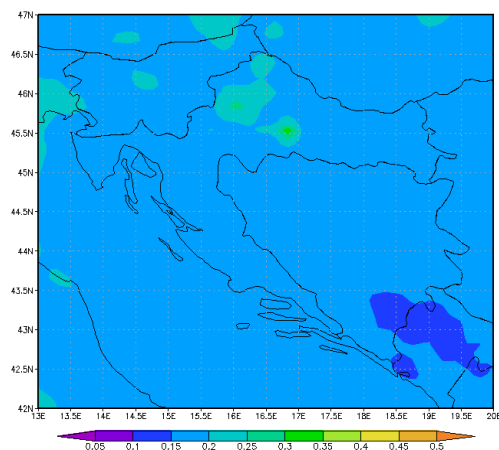


Slika 3.6.4. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija CO (mg/m<sup>3</sup>) po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini.



Slika 3.6.5. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) po mjesecima od lipnja do prosinca u 2006. godini.

Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) po mjesecima (Slika 3.6.4. i Slika 3.6.5.) i za godinu dana (Slika 3.6.6.) ukazuje da su koncentracije proračunate modelom na cijelom teritoriju RH niže od  $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$  što je znatno niže od GV koja iznosi  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Najviše vrijednosti od  $0.4$  do  $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$  proračunate su za Zagreb i Sisak tijekom hladnijeg dijela godine (siječanj, veljača, prosinac) gdje su i emisije povećane, ali su iznosi znatno ispod propisanih GV. Prostorna raspodjela godišnjih vrijednosti CO ujednačena je na cijelom teritoriju RH i kreće se u rasponu od  $0.1$  -  $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

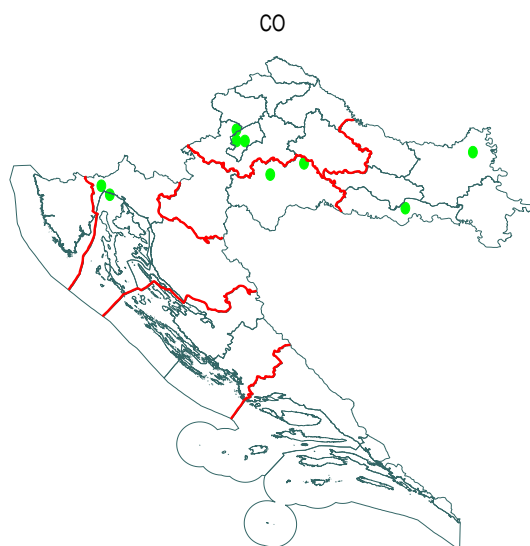


Slika 3.6.6. Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija CO u 2006. godini.

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

Prema rezultatima analizemjerene koncentracije CO ne prelaze donju granicu procjene na teritoriju RH u razmatranom petogodišnjem razdoblju. S obzirom na zahtjeve Direktive, procjena razina koncentracija CO može se odrediti samo iz modeliranja i moguće je znatno smanjiti broj mjernih mjesta.

Ugljikov monoksid je onečišćujuća tvar koja utječe na razine koncentracija metana, CO<sub>2</sub> i troposferskog ozona. Stoga igra ulogu i u onečišćenju zraka i u klimatskim promjenama. Jedinствен je među onečišćujućim tvarima u donjim slojevima atmosfere gdje se može zadržati i do mjesec dana, što je dovoljno dugo da se transportira na velike udaljenosti.



Slika 3.6.7. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za ugljikovog monoksida na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

Zbog ove značajne uloge CO kao indikatora klimatskih promjena preporuka je da se CO mjeri na pozadinskim postajama. Broj mjernih mjesta moguće je smanjiti prvenstveno u Zagrebu i Rijeci i premjestiti na pozadinske postaje.

Na teritoriju RH uvažecim područjima, zonama, koncentracije CO se mjere na mjernim mjestima Plitvice i Desinić, apreporuča se postavljanje postavljanje jednog mjernog mjesta na pozadinskoj postaji na moru gdje se već obavljaju pozadinska, ruralna mjerenja u državnoj mreži (npr. Hum).

### 3.7. OZON, O<sub>3</sub>

Ozon (O<sub>3</sub>) je zajedno s vodenom parom (H<sub>2</sub>O), ugljik dioksidom (CO<sub>2</sub>), metanom (CH<sub>4</sub>) i dušikovim oksidom (N<sub>2</sub>O), staklenički plin koji mijenja bilancu zračenja Zemljine površine i doprinosi klimatskim promjenama. IPCC (2007.) je smjestio ozon na četvrto mjesto faktora koji utječu na globalno zatopljenje.

Ozon je sekundarni polutant u troposferi koji nastaje složenom fotokemijskom reakcijom uz emisiju plinova prekursora kao što su dušikovi oksidi, hlapivi organski spojevi i ugljik monoksid. Ozon je jako oksidirajuće sredstvo sa štetnim posljedicama na sav živi svijet i kao takav u Europi predstavlja značajan problem kvalitete zraka, osobito u područjima s izraženom fotokemijskom aktivnosti kao što je npr. područje Mediterana.

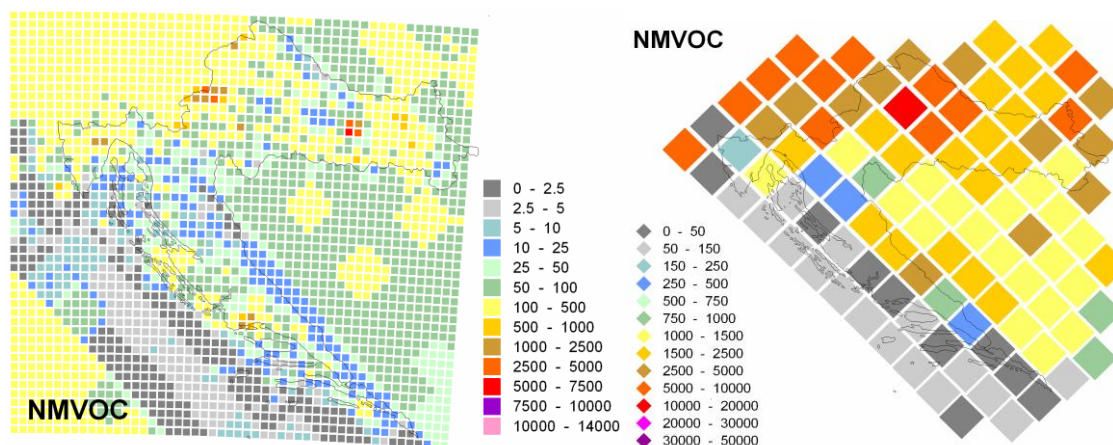
Smanjenje antropogenih emisija nekih prekursora ozona (dušikovitih oksida, ugljik monoksida i određenih hlapivih organskih spojeva) u posljednja dva desetljeća nisu rezultirali značajnim smanjivanjem broja premašivanja graničnih vrijednosti propisanih direktivama Europske unije (EEA, 2011.). Mjerenja u mnogim regijama pokazuju da su koncentracije pozadinskog hemisferskog ozona u porastu u umjerenim širinama sjeverne hemisfere u vrijeme kada su postignute redukcije emisija prekursora ozona u Europi i sjevernoj Americi. Porast pozadinskog ozona nije do kraja razjašnjen ali se pretpostavlja da su uzroci u porastu emisija prekursora iz drugih zemalja sjeverne hemisfere te loše reguliranim sektorima kao što su međunarodni morski i zračni promet (Royal Society, 2008.). Obzirom na navedeno onečišćenje ozonom treba smatrati ne samo lokalnim i regionalnim problemom već hemisferskim i globalnim problemom.

#### Emisije prekursora ozona

Prekursori ozona su spojevi koji sudjeluju u formiranju prizemnog ozona, to su prvenstveno dušikovi oksidi (Slika 3.3.1.) i lakohlapljivi organski spojevi (Slika 3.7.1).

Nadalje, neke od NMVOC tvari su vrlo otrovne (npr. benzen i ksilen). Dominantni izvori u emisiji NMVOC-a su cestovni promet, korištenje otapala i ostalih proizvoda i proizvodni procesi.

Prostorna raspodjela emisija NMVOC-a ukazuje na visoke vrijednosti emisija u industrijskim i urbaniziranim područjima sa intezivnim cestovnim prometom, maksimumi su u Zagrebu i Našicama (Slika 3.7.1.).

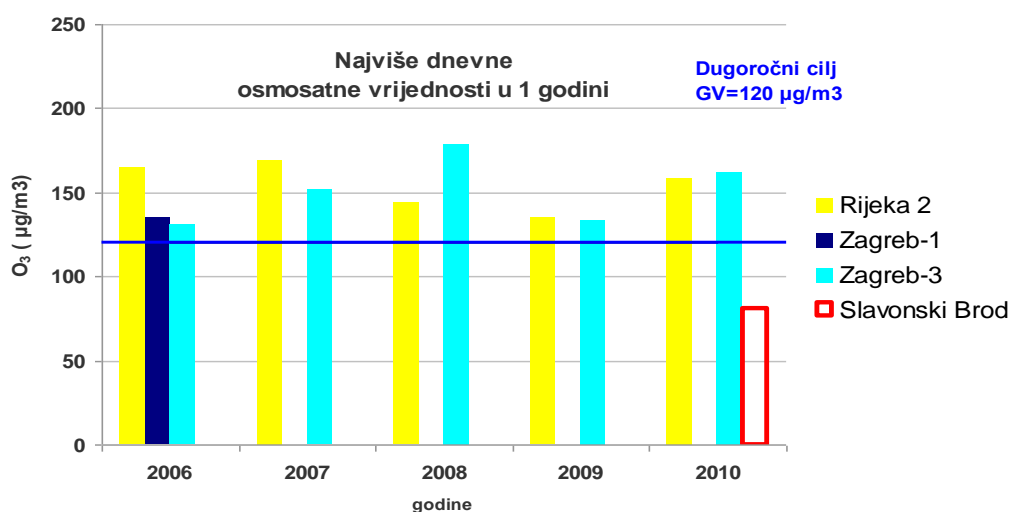


Slika 3.7.1. Prostorna razdioba emisija nemetanskih lakohlapivih organskih spojeva (NMVOC) na različitim prostornim rezolucijama, 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).

### Analiza mjerenja ozona na urbanim postajama Državne mreže

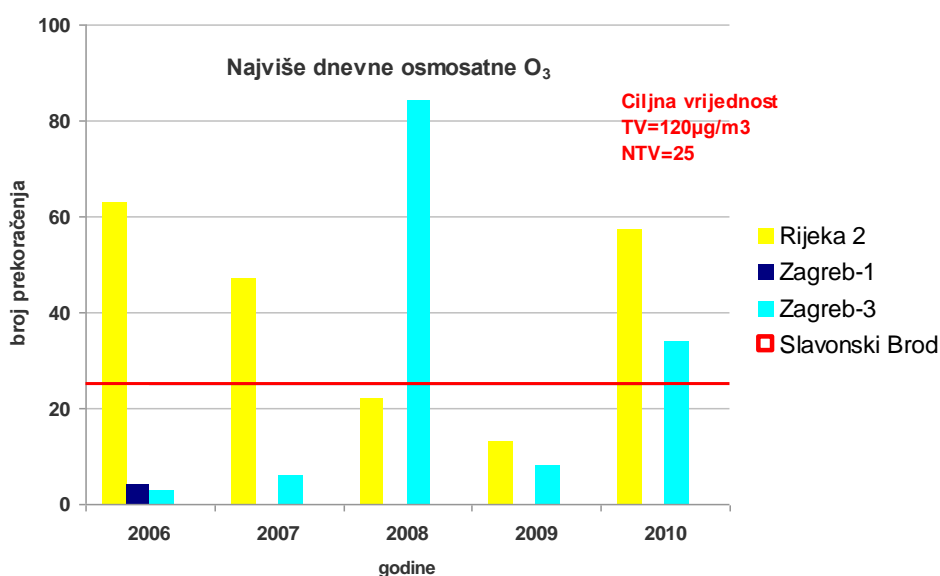
U Uredbi o ozonu u zraku (NN 178/2004) propisane su GV (dugoročni ciljevi) i TV (ciljne vrijednosti) za ozon u zraku, kao i mjere i rokovi za smanjivanje razine ozona u zraku. Prema članku 9. Uredbe o ozonu u zraku prekoračenje GV (dugoročnog cilja) za ozon određuje se na osnovi koncentracija ozona izmjerenih u prethodnom petogodišnjem razdoblju. Za procjenu prekoračenja  $GV = 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  za ozon koriste se najviše dnevne osmosatne srednje vrijednosti unutar kalendarske godine.

Proračunate najviše dnevne osmosatne vrijednosti ozona po godinama na postajama Državne mreže na kojima su se obavljala mjerenja (Slika 3.7.2.) ukazuju da je GV bila prekoračena na postajama Zagreb-3 i Rijeka-2 tijekom cijelog razmatranog razdoblja. Dugoročni cilj za ozon nije bio prekoračen na postaji Slavonski Brod tijekom 2010. godine. U 2006. godini mjerenja u Zagrebu su premještena sa postaje Zagreb-1 na postaju Zagreb-3.

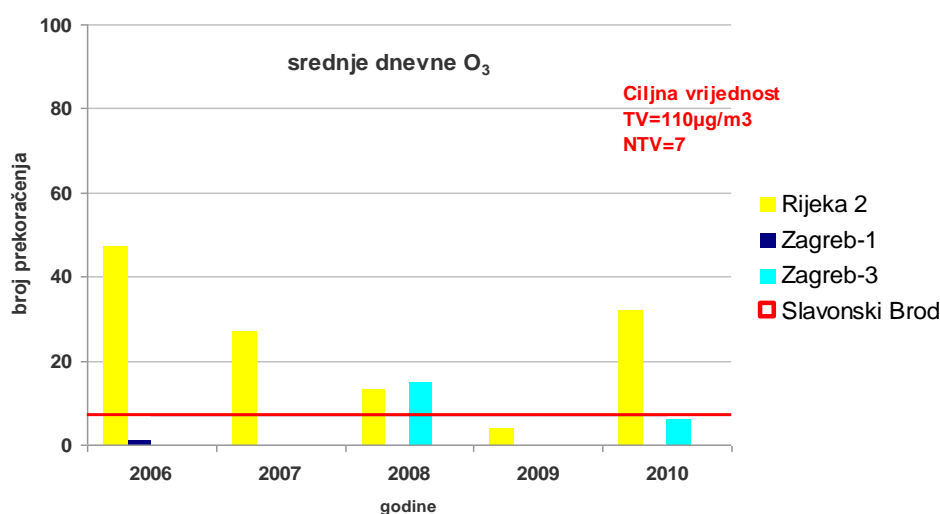


Slika 3.7.2. Najviše dnevne osmosatne koncentracije  $\text{O}_3$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u jednoj godini na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006. - 2010. godine.  $GV = 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Prema članku 8., stavak 1., Uredbe o ozonu u zrakuprekoračenje TV (ciljne vrijednosti) za ozon, utvrđene za zaštitu zdravlja ljudi određuje se na osnovi koncentracija ozona, izmjenjenih u prethodnom trogodišnjem razdoblju na postajama za trajno mjerenje prema posebnom propisu. Na području gdje nema podataka o koncentracijama ozona u prethodnom trogodišnjem razdoblju utvrđivanje TV, ciljne vrijednosti, za ozon određuje se na temelju valjanih podataka za razdoblje od jedne godine. Utvrđivanje prekoračenja TV temelji se na analizi najviše dnevne osmosatne srednje vrijednosti odabrane ispitivanjem osmosatnih pomičnih srednjih vrijednosti izračunatih iz satnih podataka. Ciljna vrijednost TV=120 µg/m<sup>3</sup> ne smije se prekoračiti više od 25 dana po kalendarskoj godini usrednjeno na 3 godine. Drugi parameter na temelju kojeg se utvrđuje prekoračenje TV za ozon je srednja dnevna vrijednost koja ne smije prekoračiti TV = 110 µg/m<sup>3</sup> više od 7 puta tijekom kalendarske godine (P-I. 2).



Slika 3.7.3. Broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. TV=120 µg/m<sup>3</sup>.



Slika 3.7.4. Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. TV=110 µg/m<sup>3</sup>.

Analiza broja prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže (Slika 3.7.3.) pokazuje da je dozvoljeni broj prekoračenja bio premašen na postaji Rijeka-2 tijekom 2006., 2007. i 2010. godine, a na postaji Zagreb-3 tijekom 2008. i 2010. godine. Srednje dnevne vrijednosti prekoračile su TV=110 µg/m<sup>3</sup> više od dozvoljenih 7 puta na postaji Rijeka-2 tijekom svih godina osim 2009., a na postaji Zagreb-3 dozvoljeni broj prekoračenja TV je bio prekoračen tijekom 2008. godine.

## Rezultati analize s obzirom na procjenu

Tablica 3.7.1. Obuhvat podataka mjerenja (%) koncentracija ozona na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1					
Osijek 1					
Rijeka 1					
Rijeka 2	83.04	97.42	83.56	94.71	96.93
Sisak 1					
Zagreb 1	23.66				
Zagreb 2					
Zagreb 3	72.45	94.04	69.17	95.34	91.06
Slavonski Brod 1					

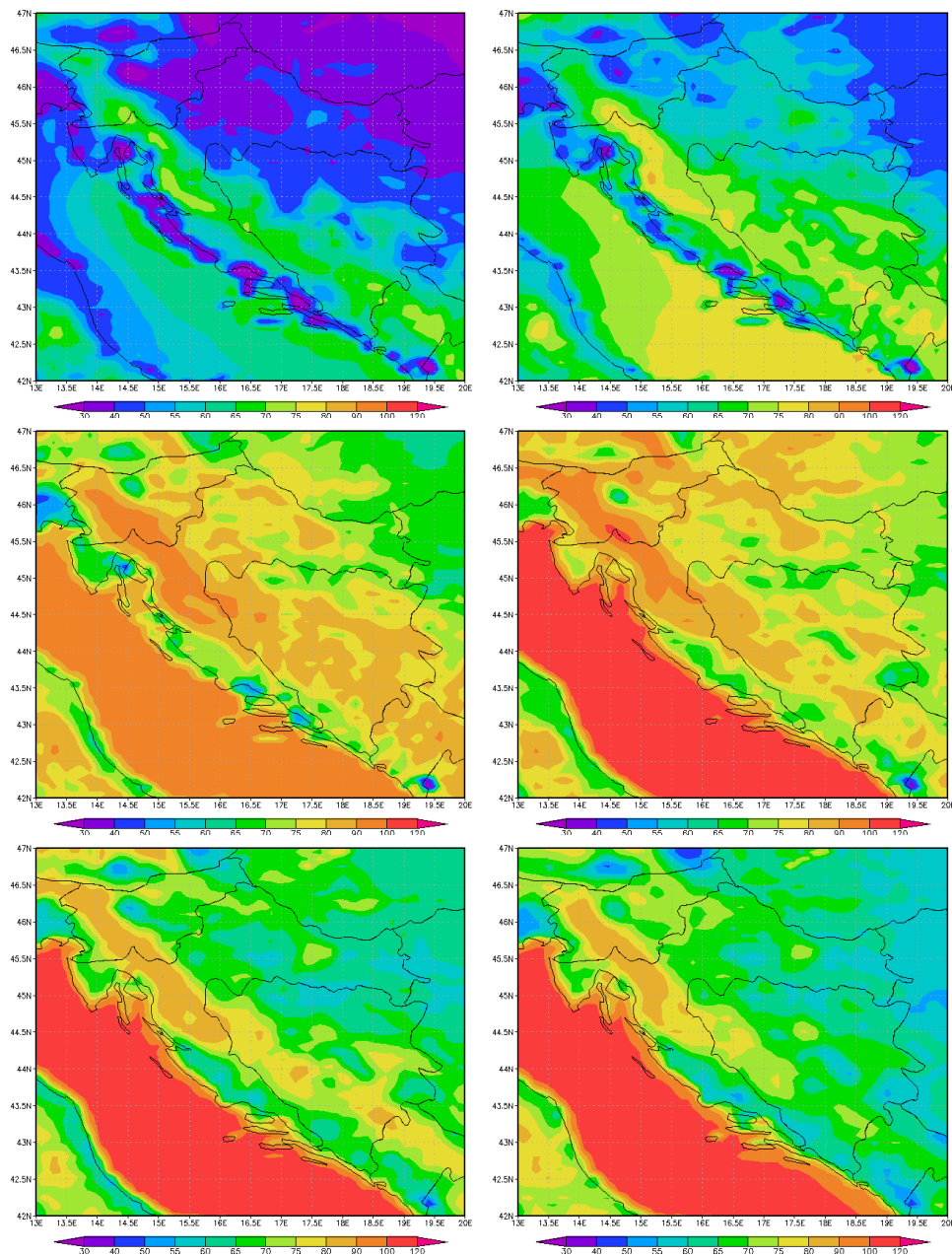
obuhvat podataka < 75%  
osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.7.2. Broj prekoračenja ciljne vrijednosti (120 µg/m<sup>3</sup>) najviših dnevnih osmosatnih srednjih vrijednosti ozona po godinama za razdoblje od 2006.-2010. godine, po godinama i usrednjeno na 3 godine. Ljubičasto su osjenčane vrijednosti sa prekoračenim TV, ciljnim vrijednostima za ozon.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Rijeka 2	63	47	22	13	57
3 god. srednjak			44	27	30.7
Zagreb 3	*3	6	*84	8	34
3 god. srednjak			31	32	42
Zagreb 1	*4				

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

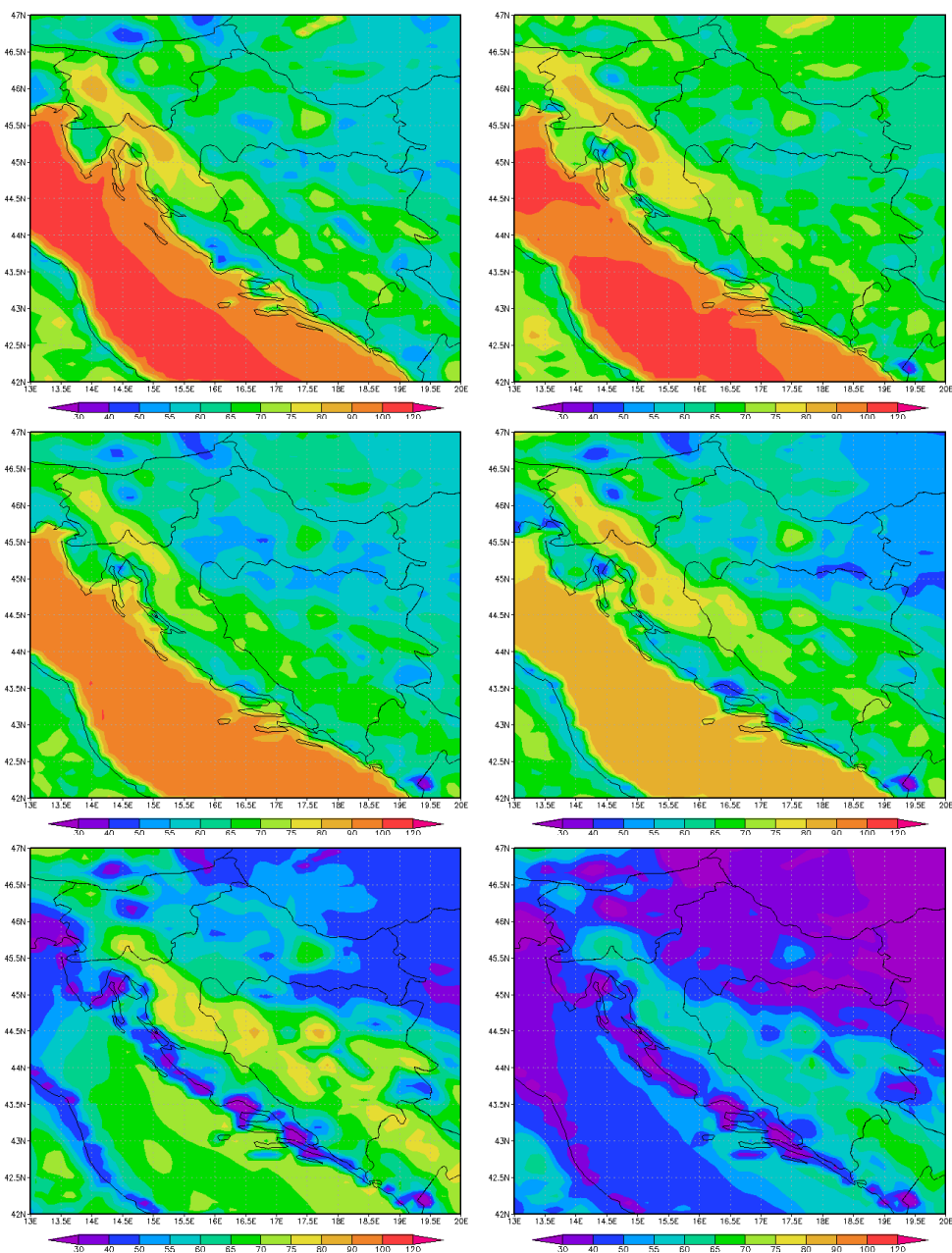
## Rezultati modeliranja ozona



Slika 3.7.5. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) od siječnja do lipnja u 2006. godini.

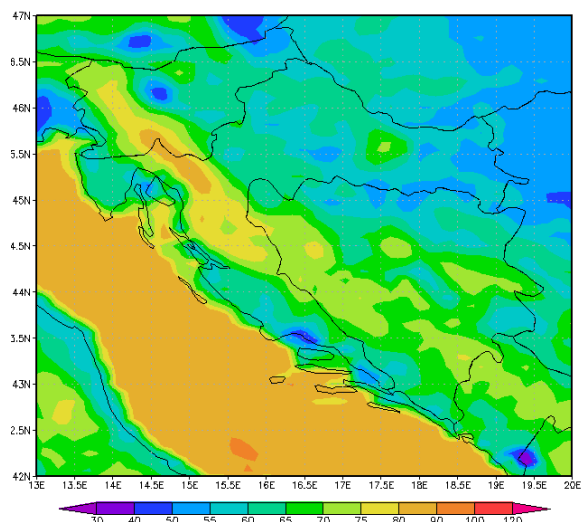
Prostorna razdioba prosječnih mjesečnih koncentracija ozona dobivenih EMEP4HR modelom pokazuje da su najviše vrijednosti u ožujku i travnju i sežu do  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Slika 3.7.5. i Slika 3.7.6.). U hladnijem dijelu godine modelirane vrijednosti su znatno niže i kreću se do  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . S obzirom da su prikazane prosječne mjesečne koncentracije ozona u urbanim sredinama koncentracije su niže od ruralnih zbog titracije ozona tijekom noći.





Slika 3.7.6. Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija ozona  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  od srpnja do prosinca u 2006. godini.

Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u 2006. godini (Slika 3.7.7.) ukazuje da je nad većinom područja godišnja vrijednost oko  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dok su u Lici i Gorskom kotaru vrijednosti veće i sežu do  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Model pokazuje da su vrijednosti ozona nad cijelim područjem RH visoke te potvrđuje da su dodatna mjerenja potrebna u urbanim sredinama Splita i Osijeka.



Slika 3.7.7. Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija ozona  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u 2006. godini.

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

S obzirom da je ciljna vrijednost za ozon prekoračena u razmatranom razdoblju na raspoloživim postajama prema zahtjevima Direktive potrebno je nastaviti daljnja mjerenja, te izvršiti detaljnu analizu mikrolokacije u urbanim sredinama kako bi se zadovoljili zahtjevi Direktive.

Predlaže se uspostava mjerenja ozona u naseljenim područjima Splitu i Osijeku u urbanim pozadinskim lokacijama. Analizom postojećih lokacija u Zagrebu i Rijeci potrebno je utvrditi zadovoljavaju li kategoriju urbane pozadinske te predložiti položaj odgovarajućih mjernih mjesta.

U zonama se ozon mjeri u zadovoljavajućoj mjeri i potrebno je osigurati da se svim aktivnostima vezanim uz provođenje mjerenja osigura sva moguća potpora s obzirom na važnost ovih podataka.



Slika 3.7.8. Rezultati analize za ozon na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže s gradskih postaja.

## Utjecaj meteorologije na pojavu epizoda povišenih razina ozona

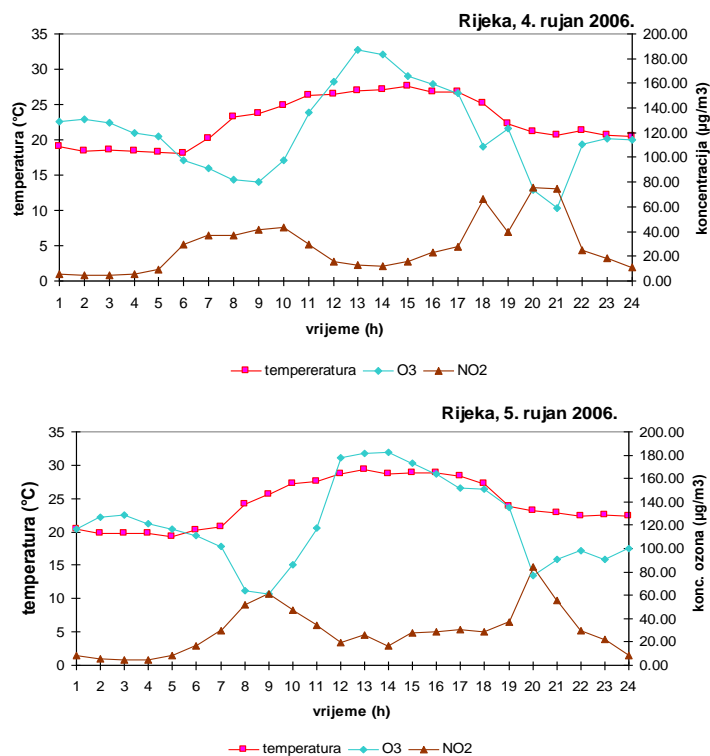
Koncentracije ozona ne ovise samo o emisijama prekursora ozona već i o meteorološkim uvjetima. Epizode povišenih razina ozona nastupaju u razdobljima toplog i sunčanog vremena. Koncentracije ozona postaju naročito visoke u područjima gdje se značajne emisije prekursora ozona kombiniraju sa stagnacijskim meteorološkim uvjetima tijekom ljeta, kada su prisutna visoka insolacija i visoke temperature.

U analiziranom razdoblju od 2006. do 2010. godine, za topli dio godine (od travnja do rujna), bilo je nekoliko epizoda visokih koncentracija ozona u kojim je bio velik broj prekoračenja nad područjem Europe (EEA, 2007., 2008., 2009., 2010., 2011.). Za sve te epizode karakteristično je da je područje Europe nad kojim su izmjerene visoke koncentracije bile pod utjecajem visokog tlaka zraka tj. anticiklone. U takvim uvjetima emitirani prekursori ozona slabo disperziraju u atmosferu i stoga dominiraju kemijske reakcije u kojima nastaje ozon. Također sve te epizode zahvaćale su područje Mediterana kojem pripada Hrvatska.

Prva takva epizoda bila je od 17. do 28. srpnja 2006. s dva izražena maksimuma između 17. i 22. srpnja te 25. i 28. srpnja kad se dogodilo 49 % europskih prekoračenja praga obavješćivanja za ozon ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u jednom satu), 56 % prekoračenja praga upozorenja ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u jednom satu) i 20 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon. U Hrvatskoj je u tom periodu zabilježeno 23 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon. U Hrvatskoj prag upozorenja nije prekoračen niti jednom u cijelom analiziranom razdoblju. Prag obavješćivanja za ozon premašen je dva puta početkom rujna na postaji Rijeka - 2 (Tablica 3.7.3.), kad je nad našim područjem ojačao ogranak anticiklone iz jugozapadne Europe (DHMZ, 2006.). Prikazan je dnevni hod temperature, ozona i dušikovog oksida (Slika 3.7.9.) za dane kad su nastupila prekoračenja (4. i 5. rujna 2006.).

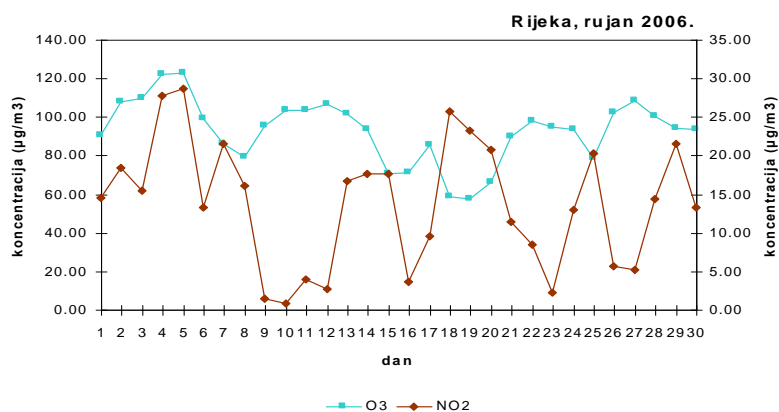
Tablica 3.7.3. Postaje i termini u kojima je satna koncentracija ozona bila iznad  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (prag obavješćivanja za ozon), te izmjerene koncentracije u tim terminima.

Postaja	Dan	Vrijeme (h)	Koncentracija O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Rijeka 2	4. rujna 2006.	13	187,24
Rijeka 2	4. rujna 2006.	14	183,00
Rijeka 2	5. rujna 2006.	13	181,20
Rijeka 2	5. rujna 2006.	14	182,58
Rijeka 2	15. srpanj 2007.	12	185,68
Rijeka 2	15. srpanj 2007.	18	182,18
Rijeka 2	20. srpanj 2007.	12	180,20
Rijeka 2	20. srpanj 2007.	13	180,52
Rijeka 2	21. srpanj 2007.	12	186,10
Rijeka 2	21. srpanj 2007.	17	187,20
Zagreb 3	23. lipanj 2008.	14	188,80
Zagreb 3	23. lipanj 2008.	15	186,60
Zagreb 3	23. lipanj 2008.	16	187,40
Zagreb 3	23. lipanj 2008.	17	187,40
Zagreb 3	23. lipanj 2008.	18	195,30
Zagreb 3	25. lipanj 2008.	10	183,60
Rijeka 2	15. srpanj 2010.	11	188,30
Rijeka 2	15. srpanj 2010.	12	189,40



Slika 3.7.9. Dnevni hod temperature (meteorološka postaja Rijeka), te koncentracija ozona i dušikovog dioksida (s postaje Rijeka - 2) 4. i 5. rujna 2006. godine.

Iako su u rujnu 2006. temperature bile više u odnosu na podatke referentnog klimatskog razdoblja, a naoblake i oborine je bilo manje. Uzrok navedenih koncentracija ozona vjerojatno nisu samo povoljni meteorološki uvjeti za razvoj prizemnog ozona već i povišene emisije prekursora ozona, prvenstveno dušik dioksida. Dnevne koncentracije dušikovog dioksida 4. i 5. rujna 2006. dnevne koncentracije dušikovog dioksida bila najviše za mjesec rujna 2006. (Slika 3.7.10.). Mogući razlog tim visokim koncentracijama treba tražiti u podatku da su 4. i 5. rujna bili prvi dani radnog tjedna u kojem je i započela nova školska godina. Upravo s početkom školske godine se značajan broj populacije vraća s godišnjeg odmora na posao što za posljedicu ima povećanje cestovnog prometa, sektora koji daje značajan doprinos emisijama dušikovog dioksida.



Slika 3.7.10. Mjesečni hod koncentracija ozona i dušikovog oksida na postaji Rijeka – 2 za rujna 2006. godine.

Najznačajnija epizoda prekoračenja ozona u Europi 2007. godine trajala je od 14. do 21. srpnja 2007. (EEA, 2008.). Za vrijeme tog perioda dogodilo se 45 % od ukupnog broja prekoračenja praga obavješćivanja o ozonu u Europi 2007. godine, 39 % prekoračenja praga upozorenja i 12 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon. U Hrvatskoj je za vrijeme ove epizode zabilježeno 9 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon, te 83 % prekoračenja praga upozorenja.

Meteorološku situaciju za vrijeme ove epizode karakteriziralo je polje visokog tlaka zraka nad kontinentalnom Europom. Područje najvišeg tlaka se i nalazilo se iznad centralne i južne Europe gdje su i izmjerene najviše koncentracije ozona. U Hrvatskoj je u tom razdoblju bilo sunčano i vrlo vruće, te su 19. i 20. srpnja u nekim mjestima postignuti apsolutni maksimumi temperatura zraka, primjerice u Rijeci gdje je izmjereno 40°C (DHMZ, 2007.). Kraj ove epizode direktno je povezan s dolaskom ciklone s Atlantskog oceana nad kontinent.

U ljeto 2008. godine najizraženija epizoda povećanih koncentracija ozona bila je od 17. lipnja do 5. srpnja, a zahvatila najvećim dijelom sjevernu i centralnu Italiju i Hrvatsku. U toj epizodi zabilježeno je 40 % ukupnog broja prekoračenja praga obavješćivanja za ozon za Europu, 53 % prekoračenja praga upozorenja, te 22 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon. U Hrvatskoj je u toj epizodi zabilježeno 16 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon, te 100 % prekoračenja praga obavješćivanja za ozon (Tablica 3.7.3).

Za razliku od ostalih ljeta razdoblja od 2006. do 2010. godine, ljeto 2009. godine nije obilježila niti jedna paneuropska višednevna epizoda (EEA, 2010.) Ljeto 2009. godine karakterizirale su kratke regionalne epizode (2-5 dana) u kojima nije bio velik broj prekoračenja. Tako je i u Hrvatskoj u ljeto 2009. zabilježen najmanji broj prekoračenja dugoročnog cilja (Tablica 3.7.4. i Tablica 3.7.5.), a prekoračenja praga informiranja nije bilo.

Najčešća prekoračenja koncentracije ozona u ljeto 2010. bili su u razdoblju od 24. lipnja do 22. srpnja kada je bilo veoma toplo (EEA, 2011.). U tom razdoblju bilo je 85 % prekoračenja praga obavješćivanja za ozon, 64 % prekoračenja praga upozorenja i 52 % prekoračenja dugoročnog cilja. U Hrvatskoj je u tom razdoblju bilo 41 % prekoračenja dugoročnog cilja za ozon i 100 % prekoračenja praga za ozon (Tablica 3.7.3).

Tablica 3.7.4. Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija ozona po mjesecima (a) i broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija ozona (b) na postaji Rijeka - 2 u razdoblju od 2006. do 2010. godine.

a)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2006.	-	-	-	3	7	13	21	-	2	1	-	-
2007.	-	-	-	10	3	10	-	4	-	-	-	-
2008.	-	-	-	1	1	1	4	6	-	-	-	-
2009.	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-
2010.	-	-	2	11	4	3	11	1	-	-	-	-

b)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2006.	-	-	-	8	11	15	22	2	5	-	-	-
2007.	-	-	-	10	7	2	18	10	-	-	-	-
2008.	-	-	-	3	-	2	8	8	1	-	-	-
2009.	-	-	-	2	5	-	2	4	-	-	-	-
2010.	-	-	2	17	7	6	20	5	-	-	-	-

Tablica 3.7.5. Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija ozona po mjesecima (a) i broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija ozona (b) na postaji Zagreb - 3 u razdoblju od 2006. do 2010. godine.

a)

God/mj.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2006.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008.	-	-	-	2	5	7	1	-	-	-	-	-
2009.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010.	-	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-

b)

God/mj.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2006.	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
2007.	-	-	-	1	1	-	4	-	-	-	-	-
2008.	-	2	6	18	26	20	4	6	2	-	-	-
2009.	-	-	-	2	-	-	1	4	1	-	-	-
2010.	-	-	1	3	5	5	15	5	-	-	-	-

Iako su obje postaje na kojima se mjerio ozon u razdoblju 2006. – 2010. urbane, prilikom analize treba imati na umu i da su postaje smještene na područjima s međusobno različitim geografskim i klimatskim značajkama. Najznačajnije su te da se Rijeka nalazi na morskoj obali i ima više sunčanih sati od Zagreba. Osim klimatskih i geografskih značajki bitno je napomenuti da je Rijeka najveća hrvatska luka, te da sa se u njezinoj neposrednoj blizini nalaze rafinerije i toplane, a sve navedeno su dominantni sektori emisije prekursora ozona. Sve navedeno su razlozi zbog čega su u prekoračenja češća u Rijeci nego u Zagrebu osim u 2008. godini). U 2008. godini u razdoblju pogodnom za nastanak ozona u Zagrebu su meteorološki uvjeti bili povoljniji nego u Rijeci obzirom da je bilo manje naoblake i oborina. Za područje Zagreba 2008. godina je prema odstupanjima godišnje količine oborine od referentnog klimatskog razdoblja bila sušna, dok je za područje Rijeke imala kategoriju normalno (Slika 4.2.1.). Sunčevo zračenje neophodno je za nastanak ozona, a najveći utjecaj na prolazak Sunčevih zraka kroz atmosferu imaju vodena para i kapljice vode, na čiju prisutnost u zraku ukazuje naoblaka. Prema godišnjem hodu odstupanja srednje mjesečne naoblake od referentnog klimatskog razdoblja u Zagrebu je u svibnju i lipnju bilo manje naoblake od prosjeka, dok je u Rijeci je u svibnju bilo više naoblake u odnosu na referentno klimatsko razdoblje. Rijeka je u travnju imala i više oborine u odnosu na referentno klimatsko razdoblje

### 3.8. BENZEN, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

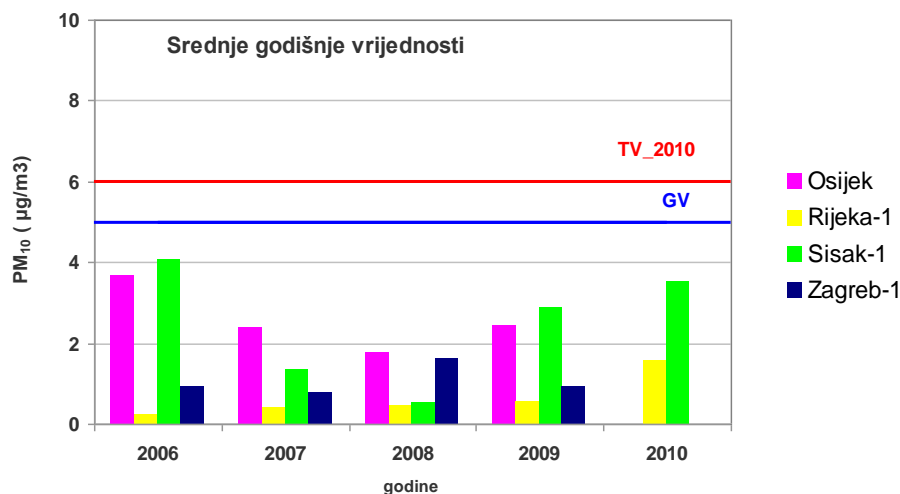
#### Izvori benzena

Benzen je najjednostavniji aromatski ugljikovodik, empirijska formula mu je C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Benzen je izuzetno hlapivi spoj i zbog toga se raspada vrlo brzo u višim slojevima atmosfere. Najveći izvor emisija benzena je promet iz razloga što sirova nafta može sadržavati do 4 g/l benzena, zatim proizvodnja tekućih naftnih goriva jer se dio benzena se nalazi i u naftnim derivatima, tako benzin kojeg koristimo kao gorivo u automobilima sadržava do 5 % benzena. Od 1. siječnja 2011., Uredbom Vlade RH, udio benzena u Euro V benzinu smanjen je na 1 %. U industriji najveći izvor benzena predstavlja proizvodnja aromata, petrokemijska industrija, proizvodnja tekućih goriva, plinovodi, drvna industrija i ostala prerađivačka industrija, lakirnice i slično u kojima se koriste organska otapala. Treći po veličini izvor je izgaranje goriva tj. korištenje goriva u ložištima u industrijskim objektima, kućnim ložištima i ložištima uslužnih djelatnosti.

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) srednje koncentracije benzena u ruralnim područjima su oko 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a u stambenim područjima od 5 do 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Razine benzena u vanjskom zraku su više u blizini izvora benzena kao što su benzinske postaje, izgaranje i hlapljenje benzena koji je sastojak tekućeg naftnog goriva – benzina, petrokemijska industrija i procesi izgaranja goriva u ložištima a utjecaj ima čak i dim cigareta.

### Analiza mjerenih koncentracija benzena

Srednje godišnje koncentracije benzena ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. nisu prekoračile GV i TV na postajama Državne mreže na kojima su se mjerile koncentracije benzena (Slika 3.8.1.).



Slika 3.8.1. Srednje godišnje koncentracije benzena ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV = 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a crvena godišnju TV u 2010. godini TV = 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Prema srednjim godišnjim vrijednostima koncentracija benzena donja granica procjenjivanja premašena je u Osijeku i Sisku (Tablica 3.8.1.). Iako je obuhvat podataka u 2009. godini bio nizak preporuka je da se mjerenja i dalje obavljaju na tim postajama.

Tablica 3.8.1. Obuhvat podataka mjerenja koncentracija benzena na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1					
Osijek 1	81.14	72.24	96.62	43.20	
Rijeka 1	77.64	90.87	97.51	70.41	61.71
Rijeka 2					
Sisak 1	76.61	91.00	92.92	66.93	77.66
Zagreb 1	48.45	45.22	89.55	92.79	
Zagreb 2					
Zagreb 3					
Slavonski Brod 1					

obuhvat podataka < 75%  
osjenčano-nema mjerenja

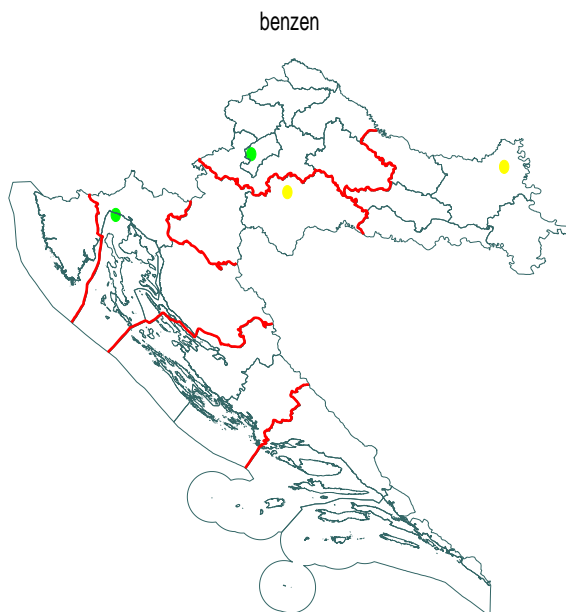
Tablica 3.8.2. Srednje godišnje vrijednosti koncentracija benzena za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označena ljubičasto, gornje plavo ( $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1					
Osijek 1	3.67	*2.40	1.76	*2.44	
Rijeka 1	0.21	0.41	0.46	*0.57	*1.57
Rijeka 2					
Sisak 1	4.10	1.36	0.51	*2.88	3.52
Zagreb 1	*0.94	*0.80	1.59	0.93	
Zagreb 2					
Zagreb 3					
Slavonski Brod 1					

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

### Procjena mjerenja unutar zona i aglomeracija

Prema rezultatima benzenastalna mjerenja potrebna su u Sisku i Osijeku. U Zagrebu i Rijeci razmotriti će se premiještanje na drugu lokaciju ili ukidanje. U zonama se benzen mjeri na ruralnim postajama Plitvicama i Višnjaju.



Slika 3.8.2. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za benzenu na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

### 3.9. SUMPOROVODIK, $\text{H}_2\text{S}$

Iako sumporovodik nije vezan uz Direktivu prikazani su rezultati analize za mjerenja koja se obavljaju na postajama Sisak-1, Rijeka-1 i Zagreb-3. Prema važećoj Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05) definirane su granične vrijednosti prema kojima je izvršena analiza mjerenja.

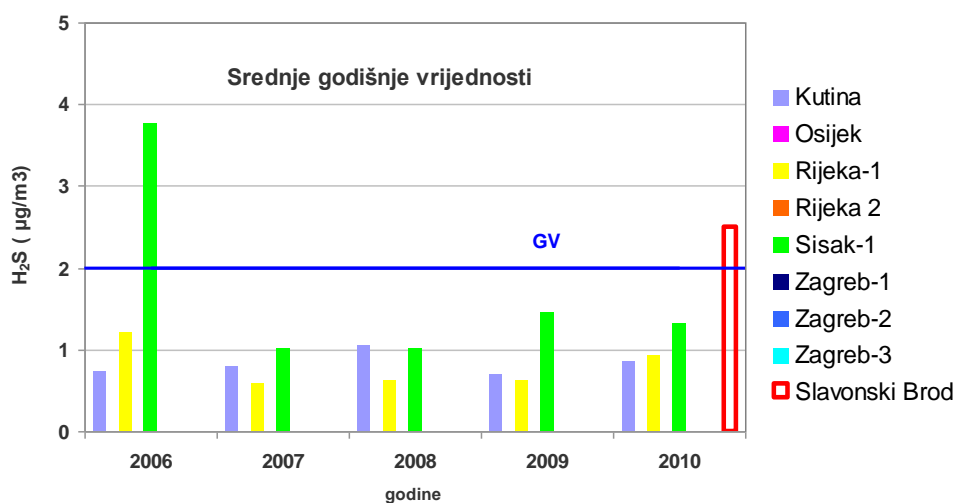


## Analiza mjerenih koncentracija

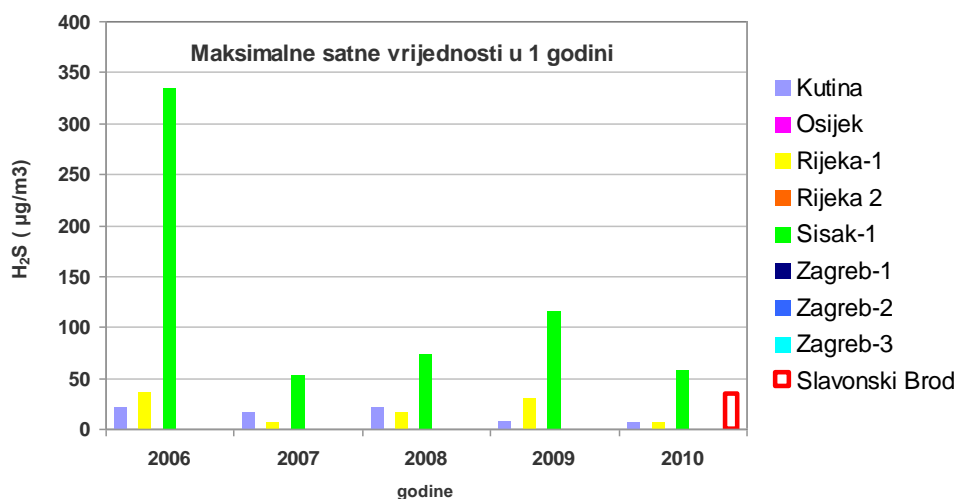
Prema rezultatima analize srednje godišnje koncentracije H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) u razdoblju od 2006.-2010. godine prekoračile su GV u Sisku 2006. godine i u Slavskom Brodu 2010. godine (Slika 3.9.1.). Najviše satne vrijednosti, preko 300 µg/m<sup>3</sup> izmjerene su u Sisku 2006. godine, nakon čega se bilježi značajno smanjenje mjerenih maksimalnih koncentracija, s tim da Sisak i dalje bilježi najviše vrijednosti (Slika 3.9.2.).

Broj dozvoljenih prekoračenja satnih GV premašen je na svim postajama izuzev Rijeke-1 (Slika 3.9.3.), a premašena je i TV u Sisku u svim razmatranim godinama, Rijeci 2006, 2008 i 2009. godine, te u Slavskom Brodu 2010. godine (Slika 3.9.4.).

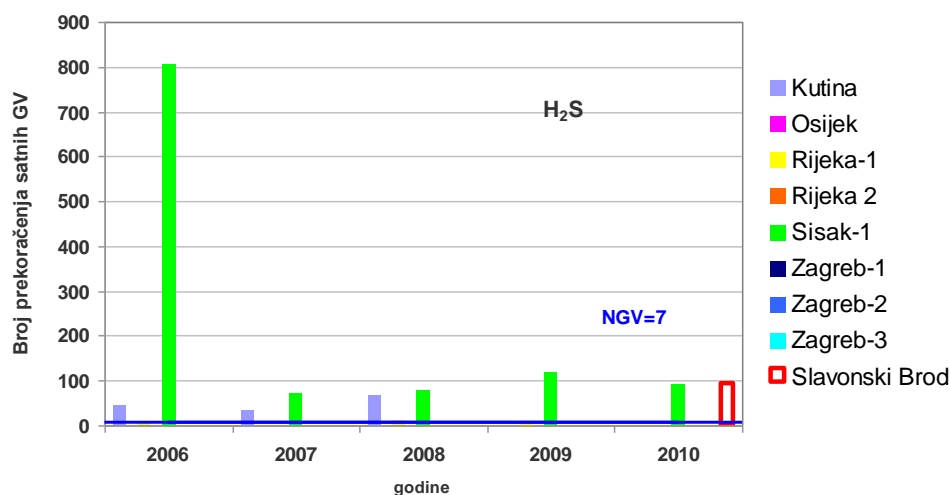
Broj dozvoljenih prekoračenja 24-satnih GV prekoračen je u Sisku 2006. i Slavskom Brodu 2010. godine.



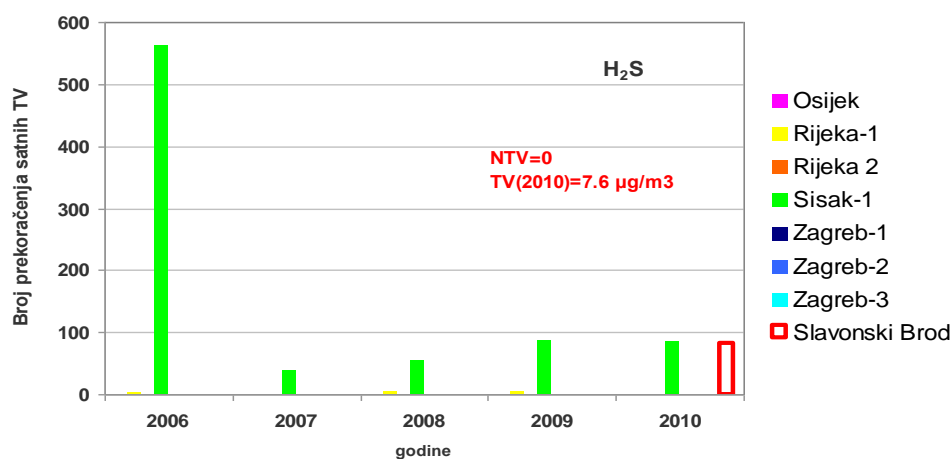
Slika 3.9.1. Srednje godišnje koncentracije H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV=2 µg/m<sup>3</sup>.



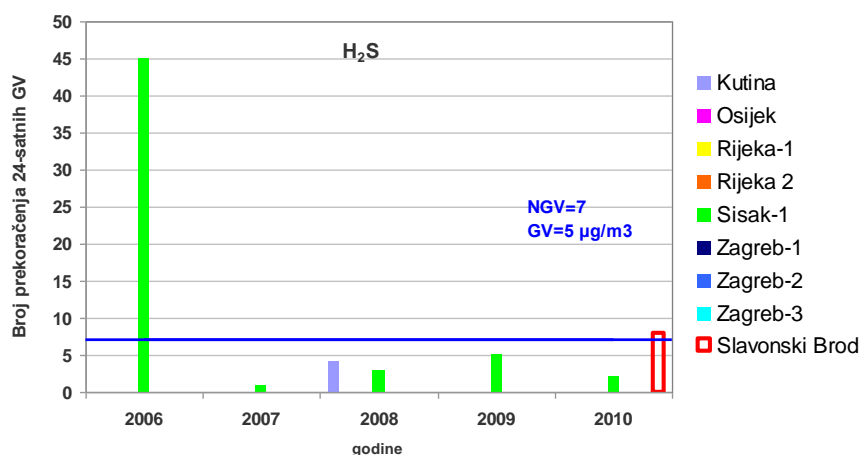
Slika 3.9.2. Maksimalne satne koncentracije H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.



Slika 3.9.3. Broj prekoračenja GV satnih koncentracija H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV = 7 µg/m<sup>3</sup>, broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV = 7.



Slika 3.9.4. Broj prekoračenja TV satnih koncentracija H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. U 2010. godini TV=7.6 µg/m<sup>3</sup>, broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV=0.



Slika 3.9.5. Broj prekoračenja GV 24-satnih koncentracija H<sub>2</sub>S (µg/m<sup>3</sup>) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV=5 µg/m<sup>3</sup>, broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV= 7.

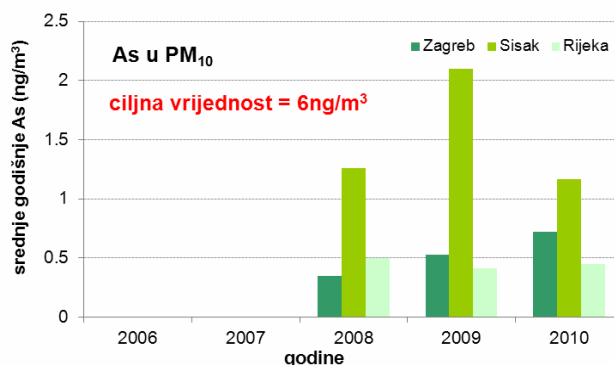
### 3.10. ARSEN, KADMIJ, NIKAL I BENZO(A)PIREN

Analiza izmjerenih koncentracija izvršena je prema zahtjevima Direktive 2004/107/EZ europskoga parlamenta i vijeća iz 2004. koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikel i policikličke ugljikovodike u vanjskome zraku.

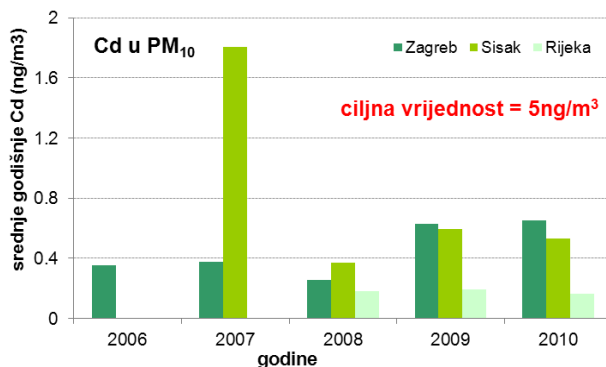
#### Analiza koncentracija

Srednje godišnje koncentracije arsena ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Zagreb, Sisak i Rijeka Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. pokazuju da su vrijednosti arsena, kadmija i nikla znatno niže od propisanih ciljnih vrijednosti (Slika 3.10.1.-Slika 3.10.3.).

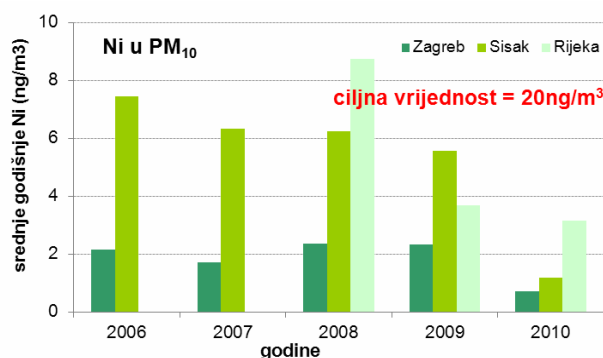
Srednje godišnje koncentracije benzo(a)pirena ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. pokazuju da je došlo do povećanja onečišćenja na postajama Zagreb i Sisak, te je prekoračena ciljna vrijednost od  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  dok su u Rijeci mjerene vrijednosti ispod granice (Slika 3.10.4.).



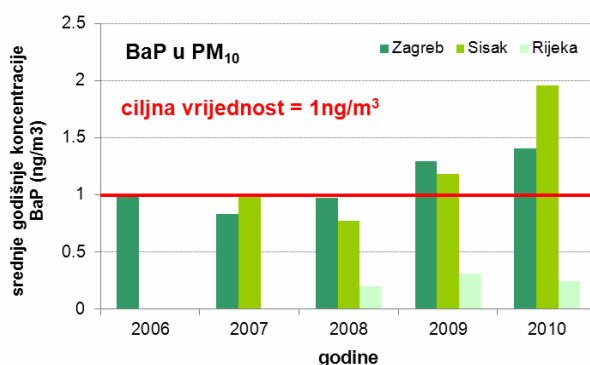
Slika 3.10.1. Srednje godišnje koncentracije arsena ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.



Slika 3.10.2. Srednje godišnje koncentracije kadmija ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.



Slika 3.10.3. Srednje godišnje koncentracije nikla ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.



Slika 3.10.4. Srednje godišnje koncentracije benzo(a)pirena ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.

### Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

Izrađena je analiza potreba mjerenja s obzirom na gornju i donju granicu procjene i s obzirom na GV, te je očito da za arsen, kadmij i nikal te granice nisu bile premašene (od Tablica 3.10.2 do Tablica 3.10.7.) dok je za benzo(a)piren prekoračena gornja granica procjene u Zagrebu i Sisku, a u Rijeci je ispod donje granice procjene (Tablica 3.10.8.). Obuhvat podataka odgovara obuhvatu podataka gravimetrijski određenih koncentracija lebdećih čestica (Tablica 3.10.1.)

Tablica 3.10.2. Srednje godišnje koncentracije arsena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti ( $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	1.01	0.836	0.973	1.294	1.407
Sisak-1		0.997	*0.771	1.181	1.955
Rijeka-1			*0.198	0.312	0.248

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.3. Srednje godišnje koncentracije arsena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (3.6 ng/m<sup>3</sup>) označene su plavo, više od donje granice procjene (2.4 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	1.01	0.836	0.973	1.294	1.407
Sisak-1		0.997	*0.771	1.181	1.955
Rijeka-1			0.198	*0.312	0.248

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.4. Srednje godišnje koncentracije kadmija po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti (5 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	0.355	0.374	0.257	0.628	0.65
Sisak-1		1.806	*0.37	0.593	0.531
Rijeka-1			*0.182	0.193	0.165

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.5. Srednje godišnje koncentracije kadmija po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (3 ng/m<sup>3</sup>) označene su plavo, više od donje granice procjene (2 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	0.355	0.374	0.257	0.628	0.65
Sisak-1		1.806	*0.37	0.593	0.531
Rijeka-1			*0.182	0.193	0.165

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.6. Srednje godišnje koncentracije nikla po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti (20 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	2.157	1.721	2.345	2.34	0.72
Sisak-1	7.435	6.324	*6.226	5.561	1.167
Rijeka-1			*8.732	3.693	3.139

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.7. Srednje godišnje koncentracije nikla po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (14 ng/m<sup>3</sup>) označene su plavo, više od donje granice procjene (10 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	2.157	1.721	2.345	2.34	0.72
Sisak-1	7.435	6.324	*6.226	5.561	1.167
Rijeka-1			*8.732	3.693	3.139

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.10.8. Srednje godišnje koncentracije benzo(a)pirena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti (1 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	1.01	0.836	0.973	1.294	1.407
Sisak-1		0.997	*0.771	1.181	1.955
Rijeka-1			*0.198	0.312	0.248

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

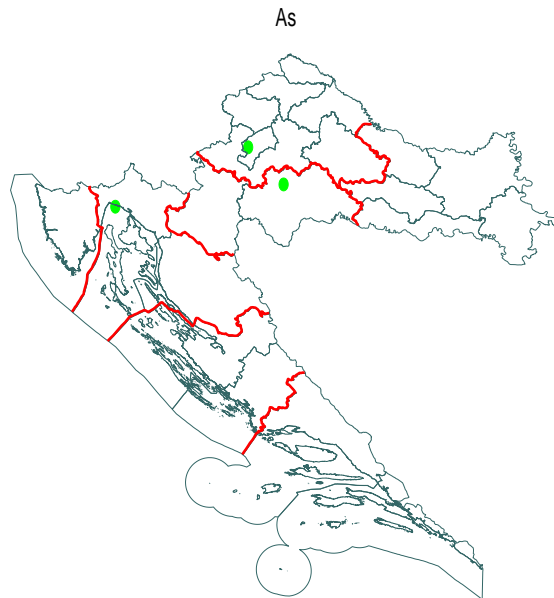
Tablica 3.10.9. Srednje godišnje koncentracije bezno(a)pirena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (0.6 ng/m<sup>3</sup>) označene su plavo, više od donje granice procjene (0.4 ng/m<sup>3</sup>) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Zagreb-1	1.01	0.836	0.973	1.294	1.407
Sisak-1		0.997	*0.771	1.181	1.955
Rijeka-1			*0.198	0.312	0.248

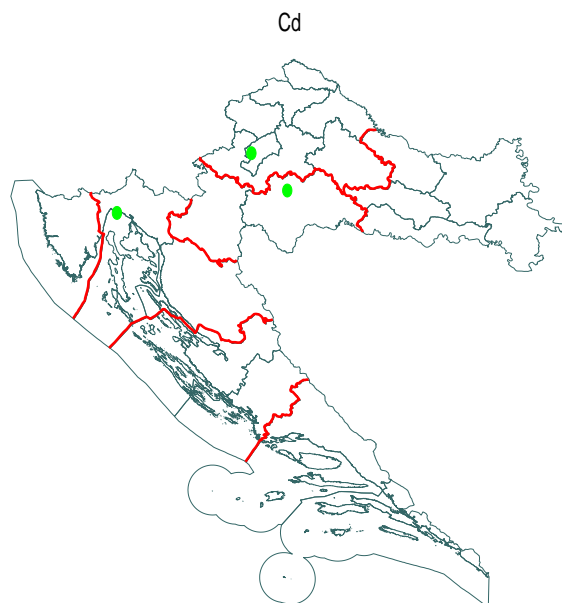
- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

## Procjena mjerenja u zonama i aglomeracijama

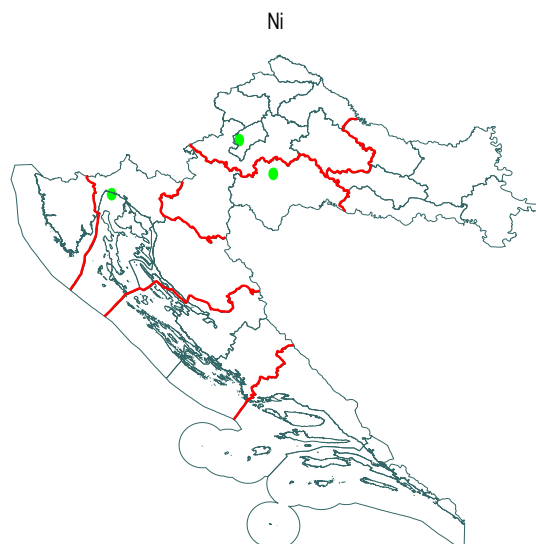
Prema rezultatima analize mjerenja benzo(a)pirena potrebno je nastaviti u Zagrebu i Sisku, a u Rijeci su ispod donje granice procjene i nesu obavezna. Preporuka je da se uvedu mjerenja koncentracija žive. Analizu sastava metala potrebno je uspostaviti u Splitu. Kako bi se mogao procijeniti doprinos prekograničnog, dugoročnog onečišćenja teškim metalima potrebno je uspostaviti mjerenja u ruralnim postajama Državne mreže. Prijedlog je da se ta mjerenja obavljaju u Plitvicama, Desiniću i Višnjaju.



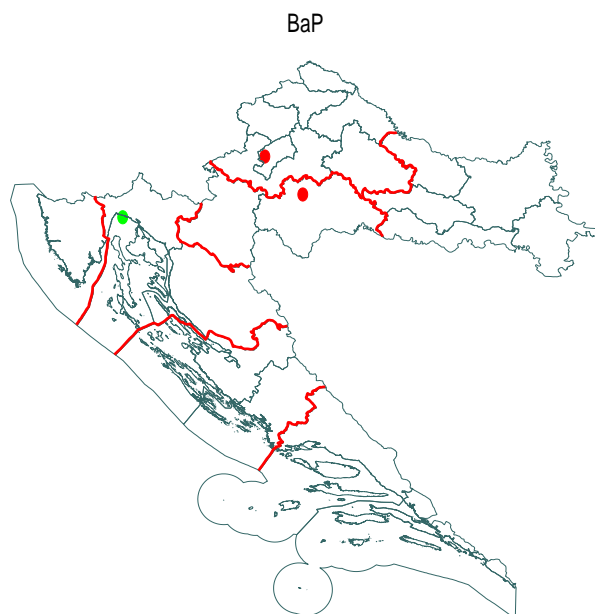
Slika 3.10.5. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za arsen na raspoloživim mjeranjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.



Slika 3.10.6. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za kadmij na raspoloživim mjeranjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.



Slika 3.10.7 Rezultati analize gornje i donje granice procjene za nikal na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.



Slika 3.10.8. Rezultati analize gornje i donje granice procjene za BaP na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.

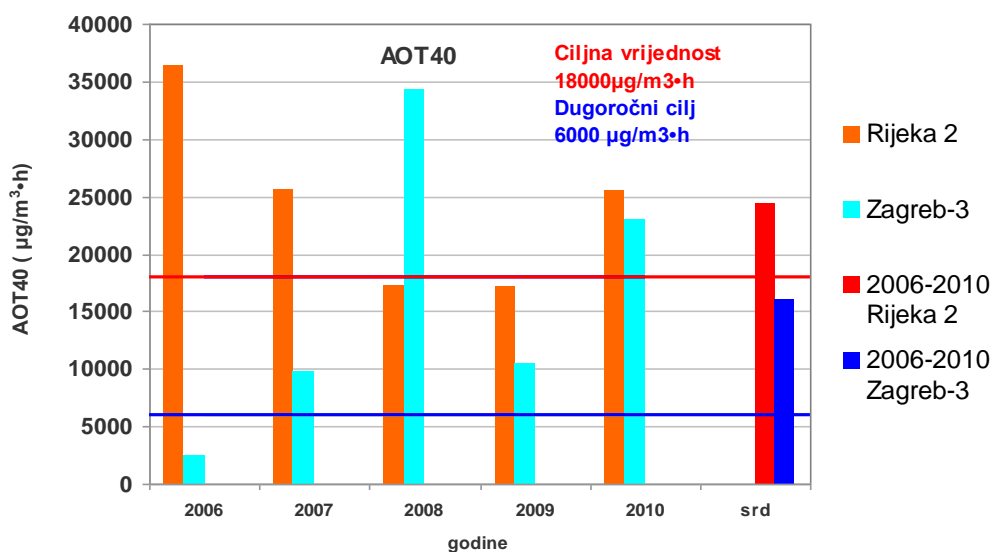


### 3.11. PROCJENA ONEČIŠĆENJA S OBZIROM NA ZAŠTITU VEGETACIJE I PRIRODNIH EKOSUSTAVA: AOT40, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>

Kako bi se procijenio utjecaj onečišćenja na vegetaciju razmatraju se parametric AOT40, SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. AOT40 (Accumulated Ozone Exposure) je parametar, izražen u  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , koji označava zbroj razlika između jednosatnih koncentracija viših od  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 ppb) i  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijekom određenog razdoblja, uzimajući u obzir samo jednosatne vrijednosti izmjerene svakoga dana između 8:00 i 22:00 po srednjeeuropskom vremenu.

#### Analiza proračunatih AOT40 vrijednosti

Proračunate su godišnje srednje vrijednosti AOT40 na raspoloživim podacima sa urbanih postaja iz Državne mreže, Rijeka-2 i Zagreb-2 i petogodišnji srednjaci (Slika 3.11.1). Prema rezultatima analize utvrđeno je da je dugoročni cilj bio prekoračen u svim godinama na obje postaje izuzev na postaji Zagreb-3 u 2006. godini ali tada je obuhvat podataka bio niži zbog premještanja mjerenja ozona sa postaje Zagreb-1 na postaju Zagreb-3. Međutim usrednjavanjem podataka na pet godina ustanovljava se prekoračenje dugoročnog cilja na obje postaje. Ciljna vrijednost bila je prekoračena u Rijeci 2006., 2007. i 2010. godine, a u Zgrebu 2008. i 2010. godine. Usrednjeno na 5 godina ciljna vrijednost bila je prekoračena samo u Rijeci.



Slika 3.11.1. Proračunati AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Crvena linija označava ciljne vrijednosti za zaštitu vegetacije ( $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ), a plava dugoročni cilj ( $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ).

## Rezultati analize s obzirom na donju i gornju granicu procjene

- S obzirom na granice procjene za NO<sub>x</sub> na svim postajama prekoračena je gornja granica procjene (\* obuhvat podataka < 75%)
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.11.3.). Prema dokumentu 'Site operator's manual'(AEAT/ENV/R1595) konverzija se radi prema slijedećim formulama:

NO

1 ppb = 1.25 µg/m<sup>3</sup> 1; µg/m<sup>3</sup> = 0.8 ppb

NO<sub>2</sub>

1 ppb = 1.91 µg/m<sup>3</sup> 1 µg/m<sup>3</sup> = 0.523 ppb

Ukupni oksidi dušika NO<sub>x</sub> u µg/m<sup>3</sup> is izraženi kao NO<sub>2</sub>

$(NO(ppb) + NO_2(ppb)) \times 1.91 = NO_x (\mu g/m^3)$

Srednje godišnje vrijednosti koncentracija SO<sub>2</sub> pokazuju da je premašena donja granica procjene u Rijeci-1, Zagreb-2 i Slavonskom Brodu na temelju jedne godine podataka (Tablica 3.11.4). Gornja granica procjene prekoračena je na postaji Rijeka-1 i Sisak-1.

Tablica 3.11.1. AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006. -2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Vrijednosti više od ciljne vrijednosti za zaštitu vegetacije (18000 µg/m<sup>3</sup>·h) označene su ljubičasto.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010	5-godišnji srednjak
Rijeka 2	36411.86	25670.12	17281.68	17081.07	25487.5	24386.45
Zagreb 3	*2467.88	9784.36	*34326.44	10395.6	23006.39	15996.13
Slavonski Brod 1					60.11	-

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.11.2. AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006. -2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od dugoročnog cilja za zaštitu vegetacije (6000 µg/m<sup>3</sup>·h) označene su ljubičasto.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010	5-godišnji srednjak
Rijeka 2	36411.86	25670.12	17281.68	17081.07	25487.5	24386.45
Zagreb 3	*2467.88	9784.36	*34326.44	10395.6	23006.39	15996.13
Slavonski Brod 1					60.11	-

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.11.3. Srednje godišnje vrijednosti koncentracija NO<sub>x</sub> za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja

donje granice procjene ( $19.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	50.12	47.5		44.4	48.43
Osijek 1	66.1	60.1		45.5	31.82
Rijeka 1	53.6	45		33.1	35.7
Rijeka 2	20.1	21.5		18.6	17.2
Sisak 1	31.1	29.6		27.8	31.08
Zagreb 1	93.3	108		*92.3	*83.8
Zagreb 2	107	100		63.6	61.6
Zagreb 3	70.3	67.3		52.6	47.1
Slavonski Brod 1					33.8

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

Tablica 3.11.4. Srednje godišnje vrijednosti koncentracija  $\text{SO}_2$  za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.

Postaja	2006	2007	2008	2009	2010
Kutina 1	8.46	6.76	6.71	6.16	5.29
Osijek 1	16.23	11.12	6.58	7.49	6.64
Rijeka 1	15.04	14.81	9.60	9.55	4.81
Rijeka 2	15.43	21.97	17.09	16.64	10.74
Sisak 1	46.98	*25.12	9.86	*12.12	9.19
Zagreb 1	11.75	6.68	7.22	6.61	5.38
Zagreb 2	13.91	7.72	7.73	9.71	10.24
Zagreb 3	18.17	14.13	4.90	6.89	6.30
Slavonski Brod 1					10.97

- \* obuhvat podataka < 75%
- osjenčano-nema mjerenja

### 3.12. PRORAČUN MODELIRANIH POZADINSKIH KONCENTRACIJA PO ZONAMA I AGLOMERACIJAMA

Značajan podatak pri ocjeni lokalne razine onečišćenja je i doprinos prekograničnog transporta i procjena udjela pozadinskog onečišćenja u mjerenim koncentracijama onečišćujućih tvari. Pri tome atmosferski kemijski modeli koji se koriste za proračun transporta i disperzije onečišćujućih tvari na regionalnoj skali imaju izuzetno važnu ulogu. Jedan od takvih modela je i EMEP model koji je korišten u svrhu procjene pozadinskog onečišćenja. EMEP model koristi horizontalnu rezoluciju  $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$  i obuhvaća dovoljno veliku prostornu domenu na kojoj se odvija transport onečišćenja atmosferskim sustavima na sinoptičkoj skali. U integracijski numerički proračun ulazi i doprinos emisija na prostoru cijele domene modela te se procjenjuje doprinos udaljenih izvora na lokalno onečišćenje. U EMEP model ugniježđen je EMEP4HR model na prostornoj rezoluciji  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  koji obuhvaća i doprinos izvora na lokalnoj skali u ukupnoj razini koncentracija. Posebna verzija EMEP modela tzv. EMEP-E model za teške metale sa MM5 numeričkim meteorološkim modelom, proračunate surazine koncentracije i depozicija olova na prostornoj rezoluciji od  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ .

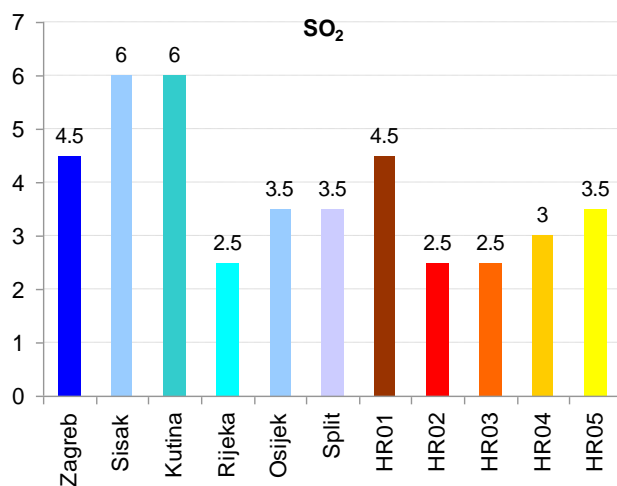
Godišnje srednje vrijednosti modeliranih koncentracija onečišćujućih tvari po predloženim zonama i aglomeracijama (uključujući i postojeće Sisak i Kutinu) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR

modelom (Tablica 3.12.1) ukazuju na relativno jednoliku distribuciju pozadinskih koncentracija čestica PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> i ozona, dok se veće prostorne razlike mogu uočiti u proračunatim godišnjim koncentracijama SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub>. Rezultati analize prikazani su i grafički po onečišćujućim tvarima. Modelirane pozadinske koncentracije SO<sub>2</sub> (Slika 3.12.1.) imaju najviše vrijednosti u Sisku i Kutini od 6 µg/m<sup>3</sup>, a najniže su u Rijeci gdje iznose 2.5 µg/m<sup>3</sup>. U analizi pozadinskih koncentracija po zonama isključene su vrijednosti aglomeracijama koje su razmatrane posebno.

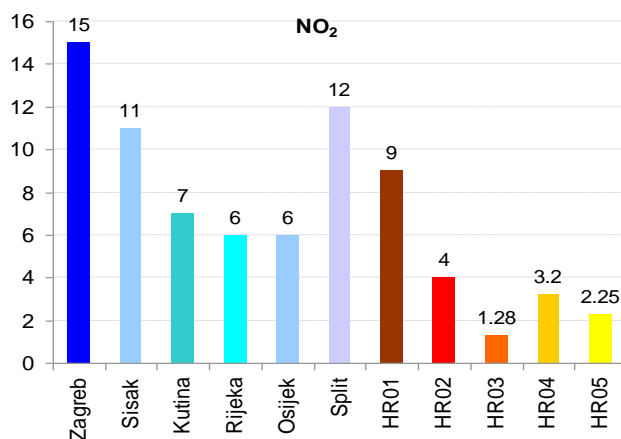
Zona HR01 ima najviše pozadinske koncentracije SO<sub>2</sub> koje iznose 4.5 µg/m<sup>3</sup> zbog izvora u Našicama koji su u modelu značajni. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih NO<sub>2</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom (Slika 3.12.2.) pokazuju da su najviše pozadinske koncentracije u Zagrebu 15 µg/m<sup>3</sup> i Splitu 12 µg/m<sup>3</sup>, a zatim slijedi Sisak sa 11 µg/m<sup>3</sup>. Rijeka i Osijek imaju najniže pozadinske koncentracije u iznosu od oko 6 µg/m<sup>3</sup>. Zona HR01 ima najviše pozadinske koncentracije od 9 µg/m<sup>3</sup>, a najniže su u zoni HR01 1.28 µg/m<sup>3</sup>. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih PM<sub>10</sub> i PM<sub>25</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom (Slika 3.12.3.) ukazuju na ujednačenu prostornu razdiobu koncentracija u aglomeracijama u kontinentalnom dijelu RH od oko 12 µg/m<sup>3</sup> za PM<sub>10</sub> i 11 µg/m<sup>3</sup> za PM<sub>25</sub>, te oko 7 µg/m<sup>3</sup> za PM<sub>10</sub> i PM<sub>25</sub> u Rijeci i Splitu. Zone HR01, HR02 i HR04 su sa pozadinskim PM<sub>10</sub> koncentracijama od 11 µg/m<sup>3</sup>, a najniže koncentracije su u zoni HR03 i iznose 6 µg/m<sup>3</sup>. Pozadinske koncentracije olova su najviše u Rijeci i Splitu gdje iznose 16 ng/m<sup>3</sup>, te u zonama HR04 sa 10 ng/m<sup>3</sup> i HR05 sa 8.5 ng/m<sup>3</sup> (Slika 3.12.4.).

Tablica 3.12.1. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih koncentracija onečišćujućih tvari po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine, dobivene EMEP4HR modelom. Za zone je prikazan raspon i srednja vrijednost koncentracija po onečišćujućim tvarima.

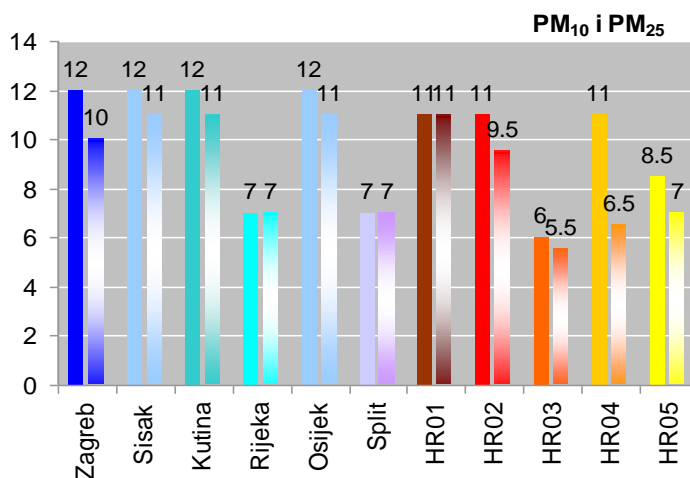
Područje/Onečišćujuća tvar	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub>
Zagreb	4.5	15	12	10	9	52
Sisak	6	11	12	11	5	57
Kutina	6	7	12	11	5	53
Rijeka	2.5	6	7	7	16	66
Osijek	3.5	6	12	11	7	56
Split	3.5	12	7	7	16	45
HR01	2-7(4.5)	4-14(9)	11	11	4-7(5.5)	50-75(62.5)
HR02	1-3(2.5)	2-6(4)	11	8-11(9.5)	5	55-65(60)
HR03	0.5-2(2.5)	0.8-1(1.28)	5-7(6)	4-7(5.5)	3-5(4)	60-90(75)
HR04	2-4(3)	2-6(3.2)	7-15(11)	5-8(6.5)	4-16(10)	60-65(62.5)
HR05	2-5(3.5)	0.5-4(2.25)	7-10(8.5)	5-9(7)	3-14(8.5)	40-80(60)



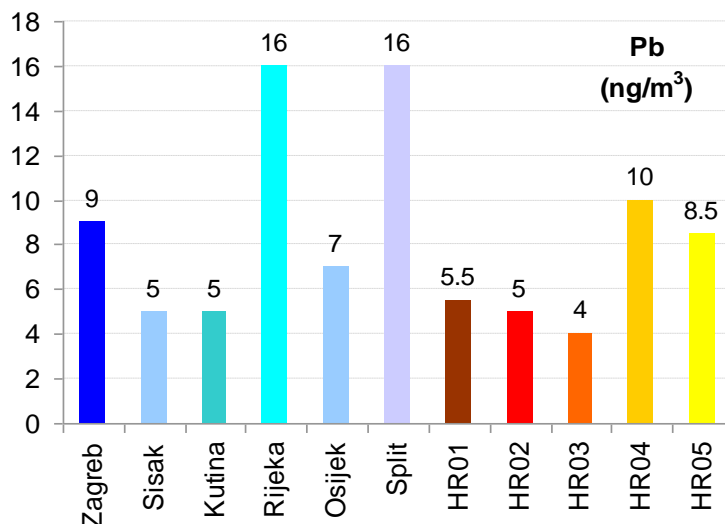
Slika 3.12.1. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih SO<sub>2</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom.



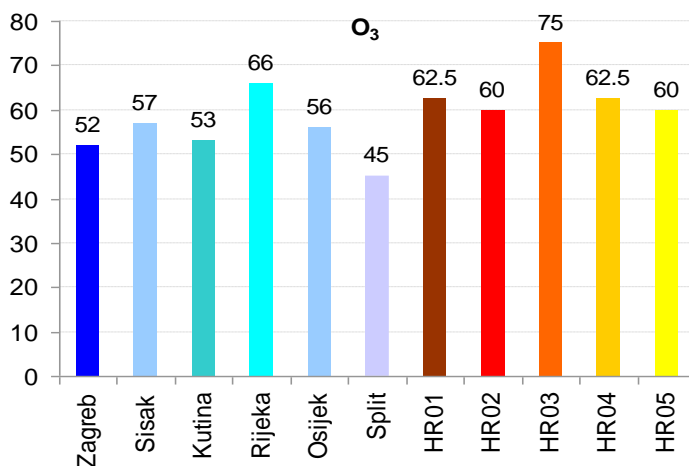
Slika 3.12.2. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih NO<sub>2</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom.



Slika 3.12.3. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih PM<sub>10</sub> i PM<sub>25</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom.



Slika 3.12.4. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih Pb koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP-E modelom.



Slika 3.12.5. Godišnje srednje vrijednosti modeliranih O<sub>3</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (dodatno sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom.

Godišnje srednje vrijednosti modeliranih O<sub>3</sub> koncentracija po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom (Slika 3.12.5.) kreću se u rasponu od 45 µg/m<sup>3</sup> u Splitu do 66 µg/m<sup>3</sup> u Rijeci, a u zonama od 60 µg/m<sup>3</sup> u HR02 i HR05 do 75 µg/m<sup>3</sup> u HR03.

Godišnje srednje vrijednosti modeliranih koncentracija CO ravnomjerno su raspoređene na cijelom teritoriju RH i kreću se oko 0.2 mg/m<sup>3</sup> (Slika 3.6.6.).

#### 4. OCJENA METEOROLOŠKIH PRILIKA U RAZDOBLJU 2006.-2010.

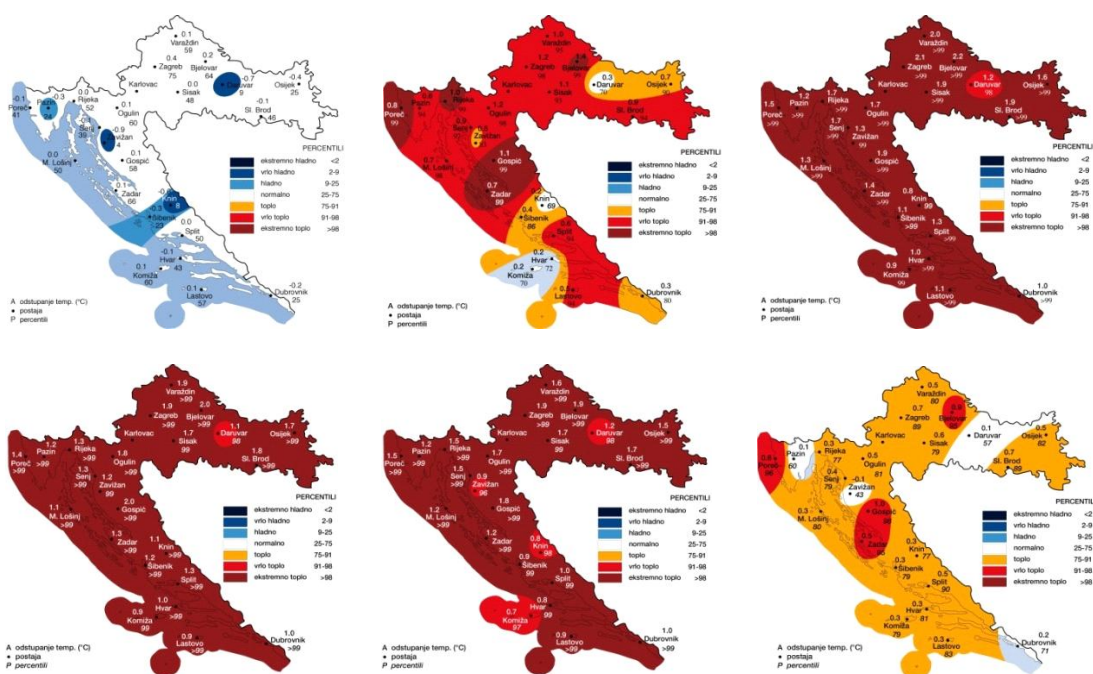
Meteorološki uvjeti imaju izuzetno značajan utjecaj na kvalitetu zraka, te je u Direktivi uključena i mogućnost tumačenja mjerenih podataka koncentracija onečišćenja u relaciji sa ekstremnim meteorološkim pojavama. Pri ocjeni klime u Hrvatskoj za pojedinu godinu u razdoblju od 2005. do 2010. analizirani su podaci temperature i oborine s 30 glavnih postaja u klimatološkim terminima (7 h,

14 h, 21 h). Korištena je modificirana Conrad – Chapmanova metoda, kojom se na temelju odstupanja podataka od podataka standardnog klimatskog razdoblja (1961. – 1990.) daju ocjene (Tablica 4.1.1).

#### 4.1. TEMPERATURA

Na temelju ocjene izrađene su karte odstupanja srednjih godišnjih temperatura (Slika 4.1.1.) i godišnjih količina oborine (Slika 4.2.1.) od srednjih tridesetogodišnjih vrijednosti za Hrvatsku i iscrtana su područja ocjene klimatskih elemenata. Na kartama su uz svaku postaju napisana dva broja. Gornji broj označava odstupanje od srednjaka standardnog klimatskog razdoblja (1961.-1990.) za temperaturu u °C i % za oborinu, a donji broj percentile prema kojima je dana odgovarajuća ocjena. Odstupanja srednjih godišnjih temperatura zraka na području Hrvatske u 2005. godini kretala su se od -0.9°C na Zavižanu do 0.4°C na opservatoriju Zagreb-Grič (Slika 4.1.1.).

Prema raspodjeli percentila temperaturne prilike u najvećem dijelu Hrvatske u 2005. godini imale su kategoriju normalno, osim šireg područja Pazina i Šibenika koje je imalo kategoriju hladno te šireg područja Daruvara i Knina s kategorijom vrlo hladno.



Slika 4.1.1. Odstupanje srednjih godišnjih temperatura zraka u (°C) za 2005., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godini od prosječnih vrijednosti referentnog klimatskog razdoblja (1961. – 1990.), te percentili.

Tablica 4.1.1. Ocjena za temperaturu prema raspodijeli percentila.

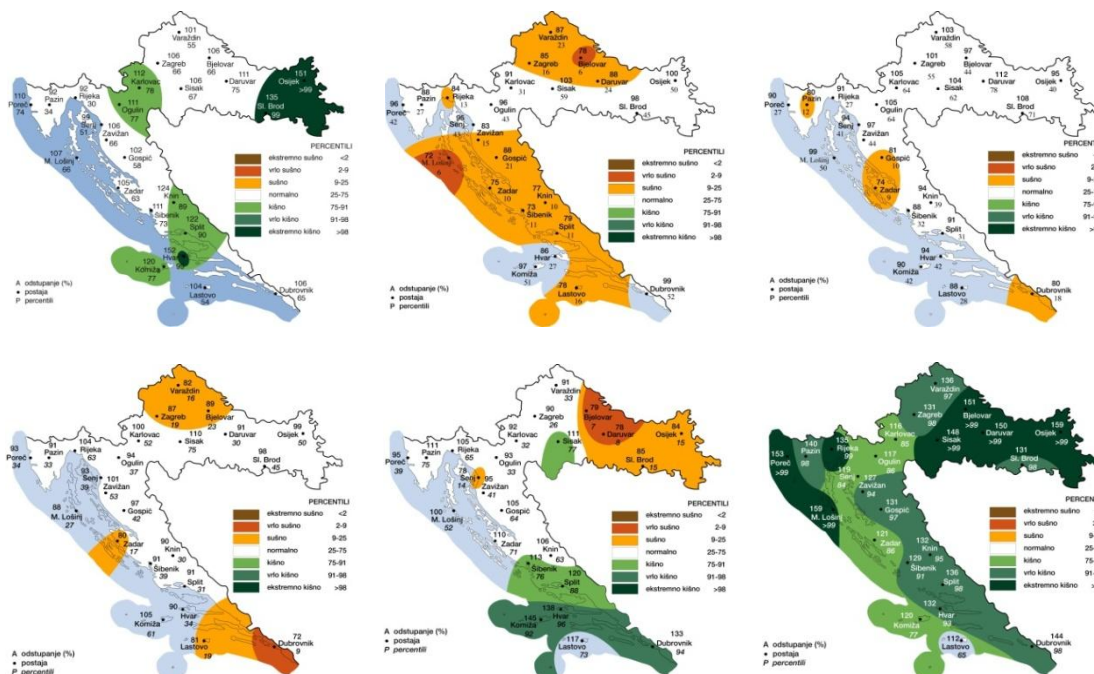
za temperaturu	percentili	oznaka
ekstremno hladno	< 2	
vrlo hladno	2 – 9	
hladno	9 – 25	
normalno	25 – 75	
toplo	75 – 91	
vrlo toplo	91 – 98	
ekstremno toplo	> 98	

Srednje godišnje temperature zraka u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2010. bile su općenito više od prosječnih vrijednosti standardnog klimatskog razdoblja. Odstupanja srednjih godišnjih temperatura zraka na području Hrvatske u 2006. godini kretala su se od 0,2°C na Komiži, Hvaru i u Kninu do 1.4°C u Bjelovaru. Prema raspodijeli percentila veći dio Hrvatske bio je u kategoriji vrlo toplo, kategoriju ekstremno toplo imao je zapadni dio Istre, šire područje Rijeke, Gospića, Zadra i Bjelovara. Kategoriju toplo imao je dio istočne Hrvatske oko Osijeka, šire područje Šibenika, te krajnji jug Hrvatske, dok su šira područja Daruvara i Knina imala kategoriju normalno.

Ekstremno tople godine bile su godine 2007., 2008. i 2009. kada je ta kategorija prema raspodijeli percentila prevladavala nad gotovo cijelim područjem Hrvatske. Srednja godišnja temperatura zraka u 2010. godini bila je viša od višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.), dok je negativno odstupanje zabilježeno jedino na Zavižanu (-0.1°C). Prema raspodijeli percentila temperaturne prilike u najvećem dijelu Hrvatske bile su više od prosjeka, pa je najveći dio područja Hrvatske svrstan u kategoriju toplo. U kategoriji vrlo toplo nalazi se šire područje Bjelovara, Gospića i Zadra, te zapadna obala Istre, dok kategorija normalno obuhvaća dio zapadne Slavonije, Istre i Kvarnera, te krajnji jug Hrvatske.

## 4.2. OBORINA








Prikazana su odstupanja godišnje količine oborine za pojedinu godinu iz razdoblja od 2005. do 2010. od prosječnih vrijednosti količine oborine standardnog klimatskog razdoblja, te percentili (Slika 4.2.1). Najkišovitija godina bila je 2010. godina kada je cijelo područje Hrvatske, osim šireg područja Lastova, prema raspodijeli percentila dobilo jednu od kategorija kišno: zapadna Istra, dio Kvarnera i gotovo cijela istočna Slavonija imale su kategoriju ekstremno kišno, istočni dio Istre, Like, srednje i južne Dalmacije imao je kategoriju vrlo kišno dok je preostali dio Hrvatske imao kategoriju kišno.



Slika 4.2.1. Odstupanja godišnje količine oborine u (%) za 2005., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godini od prosječnih vrijednosti referentnog klimatskog razdoblja (1961. – 1990.), te percentili.



Tablica 4.2.1. Ocjena za oborinu prema raspodijeli percentila.

za oborinu	percentili	oznaka
ekstremno sušno	< 2	
vrlo sušno	2 – 9	
sušno	9 – 25	
normalno	25 – 75	
kišno	75 – 91	
vrlo kišno	91 – 98	
ekstremno kišno	> 98	

Najsušnija godina u promatranom razdoblju bila je 2006. godina kada je sjeveroistočni dio Hrvatske, dio Kvarnera i otoka, te cijela Dalmacija osim krajnjeg juga imala kategoriju sušno, a šire područje Bjelovara i Malog Lošinja kategoriju vrlo sušno. Godina 2007. bila je prema raspodjeli percentila u kategoriji normalno osim šireg područja Pazina, dijela Like, Zadra i zadarskog zaleđa i krajnjeg juga Hrvatske koju su bili u kategoriju sušno. Krajnji jug Hrvatske u 2008. godini imao je kategoriju vrlo sušno, a preostali dio južne Dalmacije, područje Zadra i okolnih otoka, te sjeverna i sjeveroistočna Hrvatska kategoriju sušno. Preostali dio područja Hrvatske prema raspodijeli percentila u 2008. godini imao je kategoriju normalno.

U 2009. godini kategoriju sušno imala je istočna Hrvatska i šire područje Senja, a područja od Bjelovara do Daruvara i jako sušno. Kategoriju kišno imalo je šire područje Siska, te srednja Dalmacija dok je južna Dalmacija zajedno s većinom otoka srednje Dalmacije imala kategoriju ekstremno kišno.

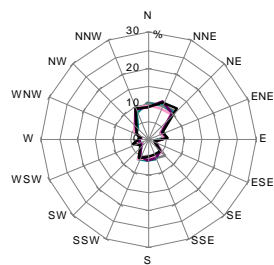
### 4.3. VJETAR

U Hrvatskoj postoje dva osnovna režima strujanja. U kontinentalnom dijelu uglavnom prevladava slab do umjeren vjetar čiji je smjer promjenjiv. Stoga prevladavajući smjer vjetra u unutrašnjosti Hrvatske znatno ovisi o otvorenosti i obliku okolnog terena, što se vidi i na godišnjim ružama vjetra postaja u unutrašnjosti Hrvatske (Slika 4.3.1.). Na tom području brzine vjetra nisu velike. Jak vjetar na tom području je vrlo rijedak, a povezan je s prodorom hladnog zraka iz polarnih ili sibirskih krajeva u hladnom dijelu godine ili se javlja za vrijeme ljetnih oluja.

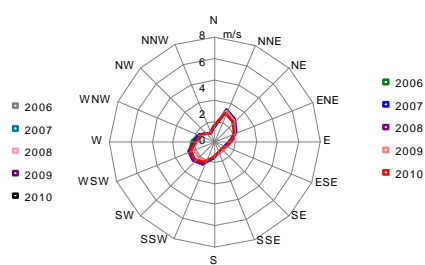
Suprotno tome na istočnoj jadranskoj obali jak vjetar je češći, a može postići olujnu pa čak i orkansku jačinu najčešće za vrijeme bure ili juga čiji su smjerovi ujedno i najučestaliji na tom području (Slika 4.3.2.). Općenito se relativna čestina jake bure smanjuje od sjevernog Jadrana prema južnom Jadranu kao i od kopnenog zaleđa prema otvorenom moru. Obrnuto je s jugom gdje je jako jugo češće na južnom nego sjevernom Jadranu.

Navedene karakteristike vjetrovne klime u Hrvatskoj opažene su i ružama smjera i brzine vjetra s 10 glavnih postaja (Slika 4.3.1. -Slika 4.3.3.). U svim godinama razdoblja 2006.-2010. nije bilo značajnijeg odstupanja od utvrđenog režima strujanja.

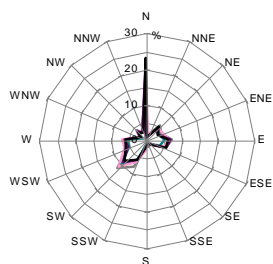
ZAGREB MAKSIMIR



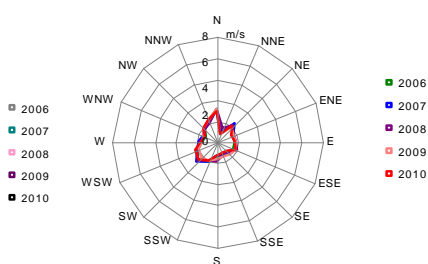
ZAGREB MAKSIMIR



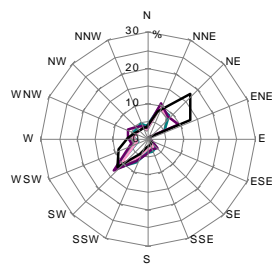
SISAK



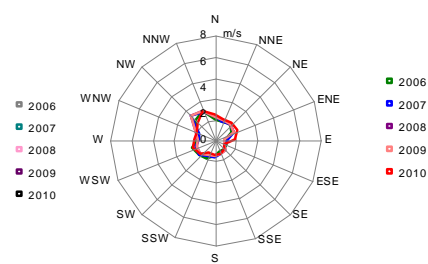
SISAK



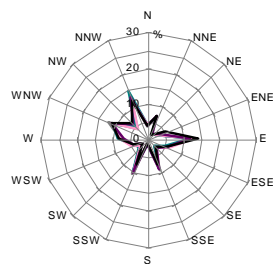
SLAVONSKI BROD 2010



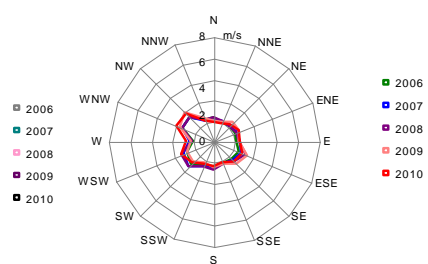
SLAVONSKI BROD



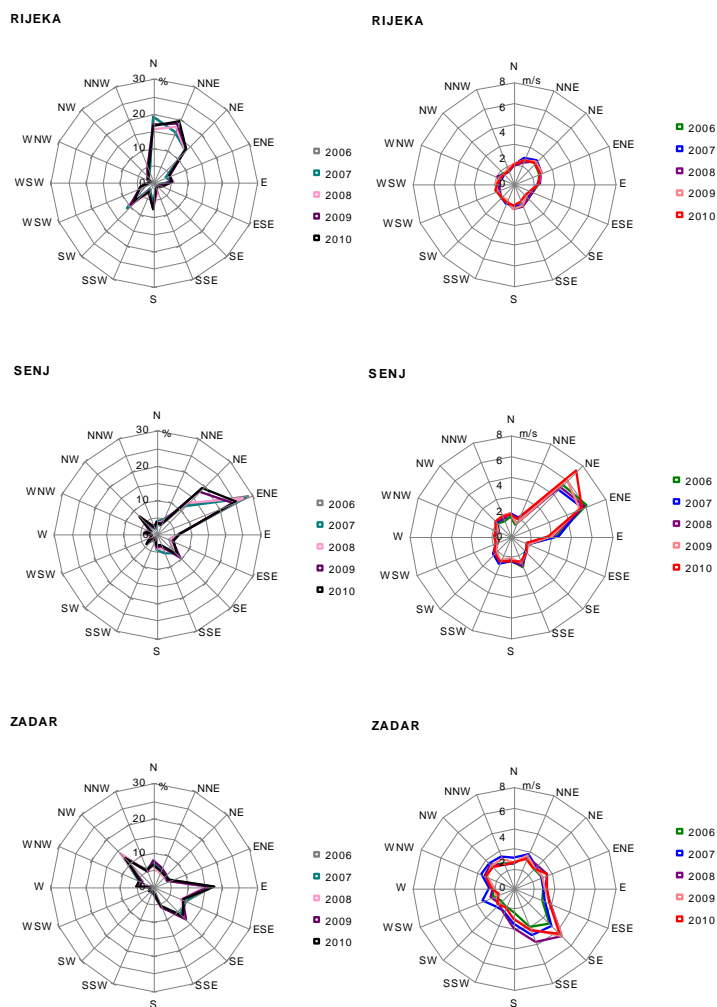
OSIJEK



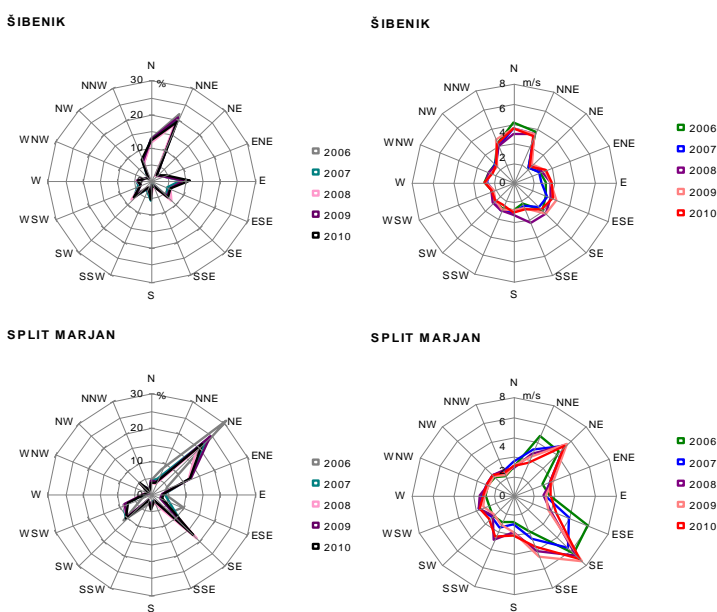
OSIJEK



Slika 4.3.1. Ruže čestine smjera i brzine vjetra na glavnim meteorološkim postajama Zagreb Maksimir, Sisak, Slavonski Brod i Osijek u razdoblju od 2006. – 2010. godine, za svaku godinu posebno.



Slika 4.3.2. Isto kao Slika 4.3.1. samo za glavne meteorološke postaje Rijeka, Senj i Zadar



Slika 4.3.3. Isto kao Slika 4.3.1. samo za glavne meteorološke postaje Šibenik i Split Marjan.

## 5. KVALITETA OBORINE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE U RAZDOBLJU 2006.-2010. GODINE

### 5.1. UVOD

S obzirom da je kemijski sastav oborine jedan od pokazatelja daljinskog i regionalnog prijenosa onečišćujućih tvari u atmosferi, ovaj se pokazatelj onečišćenja u Hrvatskoj počeo pratiti početkom osamdesetih godina kao jedna od mjera i odgovor na propadanje šuma i zakiseljavanje jezera u skandinavskim zemljama i zemljama središnje Europe. Mjerenja su najprije uspostavljena na Zavižanu i Puntijarki, dvije visinske postaje Državnog hidrometeorološkog zavoda, s ciljem praćenja prvenstveno daljinskog i prekograničnog prijenosa onečišćujućih tvari te praćenja učinkovitosti provođenja međunarodnih sporazuma o smanjivanju emisija. Zavižan (HR04) i Puntijarka (HR02) su već 30 godina uključene u europsku mrežu programa za praćenje prijenosa i taloženja onečišćujućih tvari na području Europe (EMEP), reprezentativne su za ocjenu kvalitete zraka i praćenje trendova na široj prostornoj skali. Od 1981. godine program mjerenja je proširen i u okviru meteorološke mreže postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda uveden je program kontinuiranog dnevnog praćenja kemijskog sastava oborina na 20-tak postaja (Slika 5.1.1). Uz manje korekcije, ova mjerenja zadržana su do danas jer omogućuju analizu taloženja onečišćujućih tvari, kritičnog opterećenja okoliša i procjenu posljedica koje mogu nastati u ekosustavima okoliša uslijed zakiseljavanja i eutrofikacije. To je ujedno i jedini sustav mjerenja u Republici Hrvatskoj koji osigurava tu vrstu informacija značajnih za očuvanje okoliša.

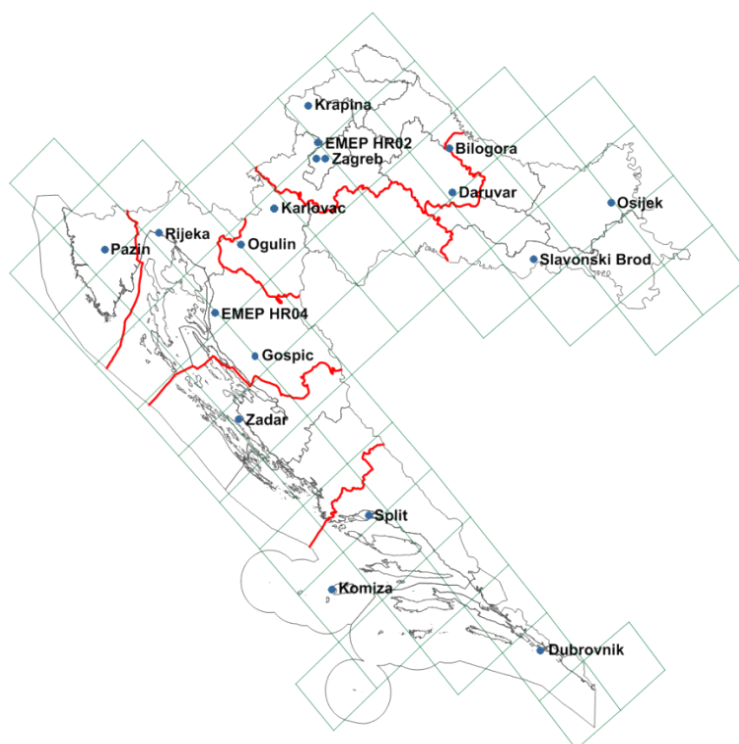
Praćenje i analiza kemijskog sastava oborine omogućuje razumijevanje i povezivanje izvorišnih područja emisija s atmosferskim procesima i pravcima prijenosa onečišćujućih tvari te razlučivanje utjecaja lokalnih i regionalnih razmjera na kvalitetu oborine. Koncentracija glavnih iona u oborini i njezina kiselost ovise o oksidacijskom kapacitetu i karakteristikama zračnih masa, putanjama prijenosa, količinama i sastavu emitiranih spojeva, karakteristikama podloge, tipu vegetacije, reljefu, kao i načinu uzorkovanja i kemijskoj analizi. Zbog toga je važno istaknuti da je sustav praćenja kvalitete oborine koji je uveden 1981. godine standardiziran i usporediv s mjerenjima koja se provode u Europi i svijetu, da se zasniva na prikupljanju dnevnih uzoraka oborine i omogućuje detaljnu analizu porijekla zračnih masa i taloženja onečišćujućih tvari (EMEP 1996, 2002, 2010, WMO, 2004, Šojat i Vidič (2003), Vidič (1995, 1999, 2003, 2004, 2007), Špoler Čanić (2008)). Kemijska analiza uzoraka obavlja se također standardiziranim metodama, a provjera kvalitete laboratorijskih postupaka i rezultata organizirano se provodi tri do četiri puta godišnje kroz međunarodnu interkalibraciju laboratorija (WMO, EMEP).

U oborini se analiziraju koncentracije glavnih iona – aniona i kationa (sulfata:  $\text{SO}_4^{=}$ , nitrata:  $\text{NO}_3^-$ , klorida:  $\text{Cl}^-$ , amonija:  $\text{NH}_4^+$ , kalcija:  $\text{Ca}^{++}$ , magnezija:  $\text{Mg}^{++}$ , natrija:  $\text{Na}^+$  i kalija:  $\text{K}^+$ ), kiselost oborine, pH, i električna provodljivost. Koncentracije iona izražavaju se u mg/l, a pojedine komponente ukazuju na porijeklo i moguće izvore emisije. Izvori emisije mogu biti i prirodni i antropogenetski, zbog čega je potrebno usporedno analizirati sve ionske komponente, a poželjno raspolagati dugim nizovima podataka. Glavne antropogenetske izvore emisije nalazimo u područjima industrije, energetike, poljoprivrede i poljoprivredne mehanizacije, stočarstva, cestovnog i morskog prometa, dok su prirodni izvori mora i oceani, vegetacija, tlo, požari, vulkani.

Sustavno smanjivanje emisija iz antropogenetskih izvora u Europi započelo je nakon donošenja Konvencije o daljinskom prekograničnom onečišćenju zraka i njenih protokola (UNECE, 1979.). Od 1982. godine do danas na snazi je osam protokola kojima se reguliraju obveze smanjivanja emisija sumporovih i dušikovih oksida, hlapivih organskih spojeva, amonijaka, teških metala i postojanih organskih spojeva. Svake godine provjerava se da li zemlje potpisnice LRTAP Konvencije i pripadajućih protokola ispunjavaju preuzete obveze. Kao rezultat, od sredine devedesetih godina do danas postignuto je značajno smanjenje emisija sumporovih oksida (i do 80% u odnosu na početnu godinu), dušikovih oksida (oko 60%), hlapivih organskih spojeva i amonijaka (oko 30%).

Ovo smanjenje emisija odrazilo se na trendove koncentracija iona u oborini i taloženje štetnih spojeva. Broj slučajeva kiselih kiša se značajno smanjio na području cijele Europe, ali još uvijek varira na razini 5 – 10%. Kvaliteta oborine, kao pokazatelj onečišćenja regionalnog karaktera na visinskim i ruralnim postajama ukazuje na poboljšanja, osobito s obzirom zakiseljavanje okoliša (smanjenje broja i intenziteta kiselih kiša), međutim, problemi vezani uz eutrofikaciju i prizemni ozon ukazuju na još uvijek visoke razine emisija prekursora fotokemijskog onečišćenja u Europi (Vidič (2004, 2007), kao i važan utjecaj doprinosa interkontinentalnog prijenosa (Dentener i sur., 2010).

U ovome poglavlju prikazana je analiza podataka mjerenja kemijskog sastava oborine za razdoblje 2005.–2010. godine na 18 postaja (Slika 5.1.1.). Za isto razdoblje prikazana je i prostorna razdioba vrijednosti količine oborine, te koncentracija i taloženja sulfatnog, nitratnog i amonij iona (Slika 5.2.1.–Slika 5.2.6.) dobivenih na osnovi mjerenja i na osnovi proračuna EMEP modelom u razdoblju 2005.–2009. godine. Analiza trendova koncentracija glavnih iona provedena je za cjelokupno razdoblje mjerenja od 30. godina (1981.–2010.) (Slika 5.3.1.). Slika 5.1.1. pokazuje da se mjerenja kemijskog sastava oborine provode u svim zonama te da je prostorna pokrivenost Hrvatske s obzirom na praćenje kvalitete oborine zadovoljavajuća i omogućuje primjenu tehnika prostorne interpolacije podataka. Za prikaz prostorne raspodjele georeferenciranih podataka primijenjena je Krigging metoda interpolacije, pri čemu su kao pozadinske vrijednosti korištene vrijednosti EMEP modela u mreži točaka rezolucije 50 km x 50 km izračunate za razdoblje 2006.–2010. godine. Kombiniranim prostornim prikazom mjerenih i modeliranih vrijednosti izbjegnuta je nerealna ekstrapolacija podataka na područja za koja podaci mjernog mjesta nisu reprezentativni. Usporedni prostorni prikaz modeliranih, mjerenih i kombiniranih rezultata pokazuje važnost primjene modela kako bi se dobila realnija slika prostorne raspodjele onečišćenja, a osobito u područjima gdje je prisutno značajnije lokalno onečišćenje (Slika 5.2.3.-Slika 5.2.6.).



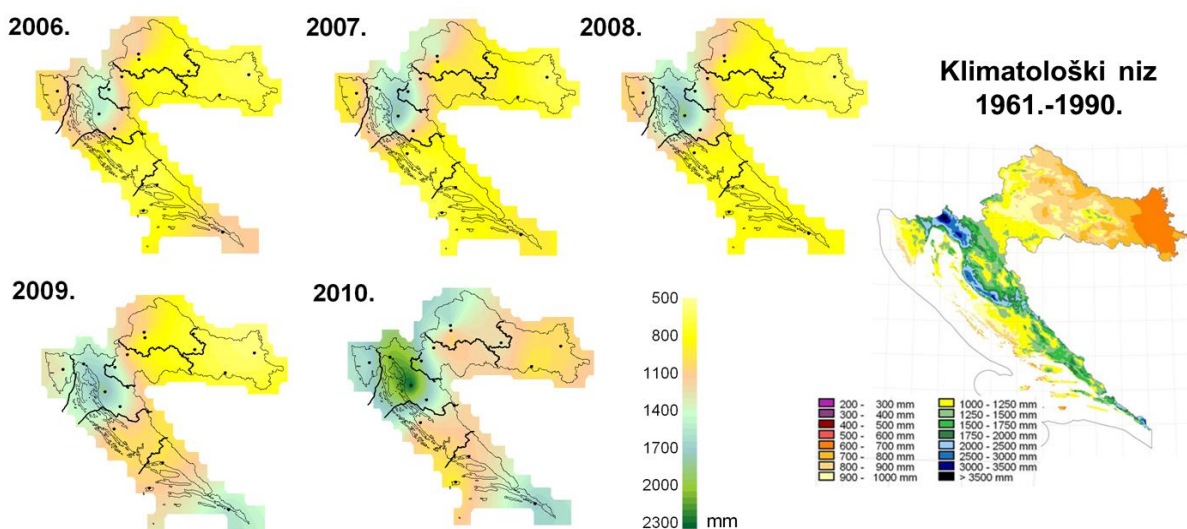
Slika 5.1.1. Mreža meteoroloških postaja za praćenje kvalitete oborine u razdoblju od 2006.–2010. godine (po zonama, lijevo) i EMEP mreža rezolucije 50km x 50km za proračun pozadinskih vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku i oborini.

## 5.2. ANALIZA REZULTATA MJERENJA I MODELIRANJA TALOŽENJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI

Opterećenje okoliša štetnim spojevima ovisi u najvećoj mjeri o količini oborine, a zatim o koncentracijama pojedinih iona. Taloženje se izračunava kao umnožek godišnje količine oborine i srednje, volumno otežane koncentracije pojedine ionske komponente za tu godinu i najčešće izražava u kilogramima na hektar (kg/ha). S obzirom da je oborina vrlo varijabilan meteorološki element, količina istaloženih tvari, i koncentracije iona (u manjoj mjeri) mogu značajno varirati iz godine u godinu, tako da u slučaju analize kraćih nizova nije moguće utvrditi da li je došlo do poboljšanja uvjeta u okolišu, ili pogoršanja. Zbog toga je vrlo nesigurno davati procjene o opterećenju okoliša na osnovi samo petogodišnjeg niza podataka mjerenja, odnosno, uvijek je potrebno te podatke analizirati u odnosu na ukupni, dugogodišnji period mjerenja jer se u dugogodišnjem nizu te varijacije manje ističu i s ostalim podacima daju realniju sliku stanja.

Iz prostorne razdiobe količine oborine za razdoblje 2006.-2010. godine (Slika 5.2.1., lijevo) uočava se međugodišnja varijabilnost oborine. 2007. i 2008. godina bile su izrazito sušne u centralnom i istočnom dijelu Hrvatske i Dalmaciji, dok su 2009 i 2010. godina obilovale kišom, s time da je 2010. godina bila izrazito kišna u odnosu na razmatrano petogodišnje razdoblje. Međutim, usprkos varijacijama u godišnjoj količini oborine uočava se karakterističan obrazac u kojem planinski dio Hrvatske (Gorski kotar i Lika) prima najveće količine oborine, dok je istočna Hrvatska bliža sušnijem režimu s oko tri do pet puta manje oborine, ovisno o godini. Karakteristična prosječna razdioba oborine dana je kroz klimatološki (30-godišnji) srednjak koji daje vrlo detaljni prikaz prosječnog oborinskog režima za razdoblje 1961.-1990. (Slika 5.2.1., desno). Dok gorska Hrvatska može primiti i više od 3500 mm oborine godišnje, količina oborine u istočnim područjima Hrvatske u prosjeku se kreće u rasponu od 600 – 800 mm.

Uvažavajući ovu činjenicu, povećano taloženje onečišćenja u istočnom dijelu Hrvatske znači da je, usprkos relativno maloj količini oborine u odnosu na ostatak Hrvatske, taj prostor izložen povećanom onečišćenju kroz suho taloženje.



Slika 5.2.1. Prostorna razdioba godišnje količine oborine izmjerene na 18 postaja u razdoblju od 2006.-2010. godine (lijevo) i srednja godišnja količina oborine za klimatsko razdoblje 1961.-1990. (iz Atlasa klime, desno)

Slika 5.2.2. prikazuje vrijednosti koncentracija iona sulfata, nitrata i amonija u oborini. Broj dana s oborinom na razmatranim postajama kreće se u rasponu od 100-130 dana godišnje, tako da informacija o stupnju onečišćenja oborine obuhvaća oko 30 % vremena godišnje, raspoređenog tijekom godine u ovisnosti o karakteristikama oborinskog režima. Posljedično, informacija o kvaliteti oborine ima veću težinu tijekom jeseni, zime i proljeća nego ljeti kada je učestalost oborine manja. Zbog toga je informacija modela o suhom taloženju važan parametar za sagledavanje ukupnog opterećenja našeg područja onečišćenjem sumpornih i dušikovih spojeva. Vrijednosti suhog taloženja dobivene su primjenom EMEP modela<sup>1</sup> (Slika 5.2.3.) i komplementarne su vrijednostima koncentracija iona u oborini. Karakterističan oborinski režim u Hrvatskoj pokazuje da se u područjima s velikom količinom oborine i niskim koncentracijama vrijednosti taloženja biti visoke (npr. riječko područje, godine 2009., 2010., Slika 5.2.2., Slika 5.2.4.-Slika 5.2.6.) kao i u slučaju područja s razmjerno malom količinom oborine (Posavina, istočna Hrvatska), gdje su koncentracije tih spojeva visoke.

Analiza suhog taloženja (Slika 5.2.3.) pokazuje da je upravo u područjima s manjom količinom oborine komponenta suhog taloženja važna jer se odnosi na sve dane u godini i ukazuje na procese koji nisu dovoljno prepoznatljivi kroz analizu oborinskog taloženja. To se osobito odnosi na suho taloženje sumpornih spojeva koje se kreće do 5 kg/ha i varira iz godine u godinu ovisno o meteorološkim uvjetima prvenstveno. Naime, emisije se tijekom posljednjih nekoliko godina nisu značajnije mijenjale, tako da je međugodišnja varijabilnost najvećim dijelom posljedica atmosferskih uvjeta i transporta. Prema rezultatima EMEP modela kao i prema rezultatima mjerenja u Slavonskom Brodu, područje Hrvatske uz sjevernu granicu s Bosnom i Hercegovinom (Posavina) pod velikim je utjecajem izvora sumpornih spojeva iz Bosne i Hercegovine. To se osobito dobro vidi na kartama ukupnog taloženja (Slika 5.2.4 (a)) koja daje prikaz zbirnog, suhog i mokrog (oborinskog), taloženja. Iz podataka o koncentracijama iona u oborini vidi se da je ovaj utjecaj osobito naglašen ne samo za ion sulfata, nego i za ione nitrata i amonija (Slika 5.2.2.).

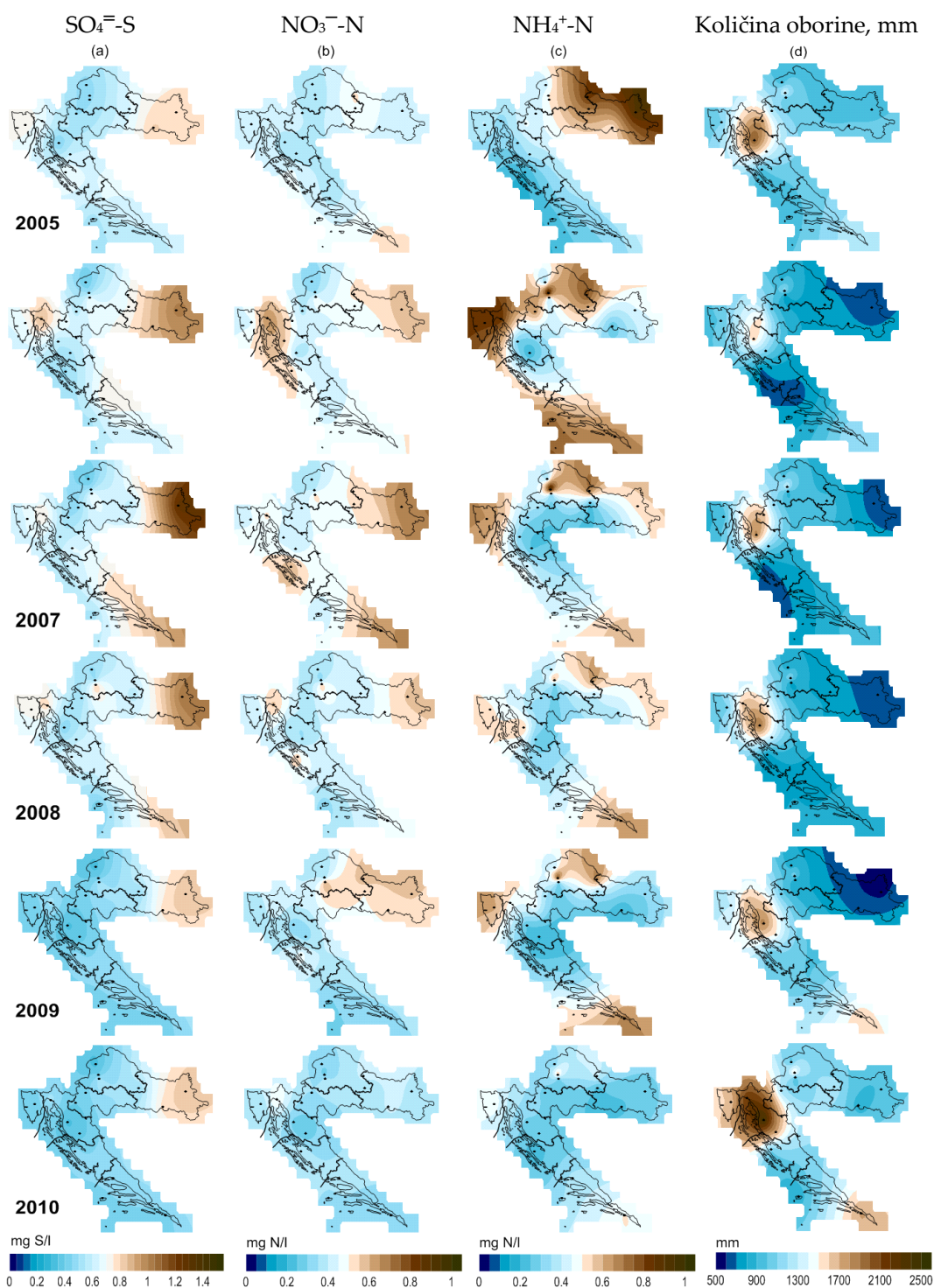
Analiziramo li taloženje oksidiranih dušikovih spojeva (NO<sub>x</sub>, Slika 5.2.2., Slika 5.2.3. i Slika 5.2.5.), uočavamo da su vrijednosti suhog taloženja usporedive s vrijednosti oborinskog taloženja. U usporedbi s mjerenjima model daje nešto niže vrijednosti za mokro taloženje. Ukupno taloženje oksidiranih dušikovih spojeva nije se značajnije mijenjalo od 2005-2010. godine, i kretalo se do 9 kg/ha u područjima pod najjačim utjecajem. Međugodišnja varijabilnost više se ističe kroz mjerene vrijednosti koncentracija u oborini i taloženje nego kroz modelirane vrijednosti. Na slici 5.4. vidi se izrazita dominantnost suhog taloženja u 2006. godini koja je u odnosu na cijelo razdoblje 2005.-2010. imala najmanje oborine. Međutim, koncentracije i suhog i mokrog taloženja bile su izrazito visoke.

Prostorna razdioba reduciranih dušikovih spojeva (NH<sub>x</sub>, Slika 5.2.2, Slika 5.2.3. i Slika 5.2.6.), pokazuje sličnost s razdiobom oksidiranih, s time da je težište suhog taloženja na području Podravine i Slavonije, području gdje su dominantne lokalne emisije amonijaka (NH<sub>3</sub>) što je posljedica poljoprivredne proizvodnje i stočarstva (primjena umjetnih i stajskih gnojiva) ne samo na području Hrvatske, nego i u Mađarskoj i Srbiji. To se vidi u razdiobi mjerenih koncentracija amonij iona u oborini. Karakteristična raspodjela koncentracija i taloženja amonij iona izražena je na tri područja: sjeverna i istočna Hrvatska, područje Istre i doline Neretve (mjerenja u dubrovačkom području). U rezultatima modela ova područja nisu dovoljno iskazana zbog toga što podaci o emisijama koje se dostavljaju u EMEP program nisu obuhvatili emisije s ovih područja s dovoljnom preciznošću. To se pokazuje osobito važnim jer su to područja gdje je poljoprivredna proizvodnja intenzivna i gdje se zemljište tretira umjetnim i/ili stajskim gnojivima.

---

<sup>1</sup> Proračuni EMEP modelom dani su za razdoblje od 2005.-2009. godine, budući da će podaci o emisijama za područje Europe biti dostupni u 2012. godini. Međutim, na slikama 5.5.-5.7. su, radi relativne usporedbe, prikazane kombinirane vrijednosti mjerenja za 2010. godinu s rezultatima modela s meteorološkim ulaznim podacima i emisijama iz 2009. godine.

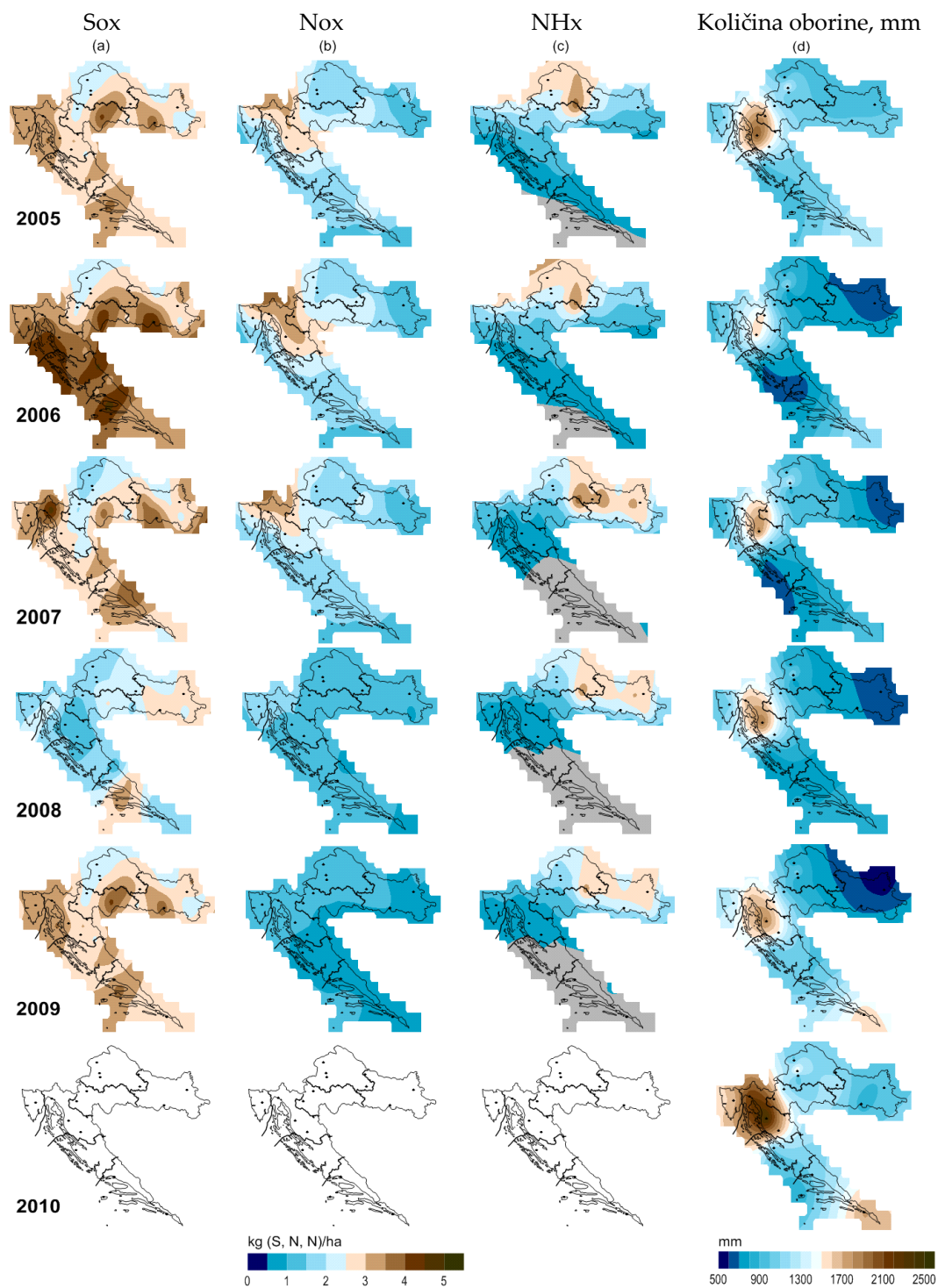
Srednje godišnje volumno otežane koncentracije iona u oborini, mg/l



Slika 5.2.2. Prostorna razdioba srednjih godišnjih volumno otežanih koncentracija sulfatnih (a), nitratnih (b) i amonij (c) iona u oborini za razdoblje 2005.-2010., izraženih u mg/l i izračunatih na osnovi mjerenja količine oborine (d) i kemijskog sastava oborine na postajama DHMZ-a.

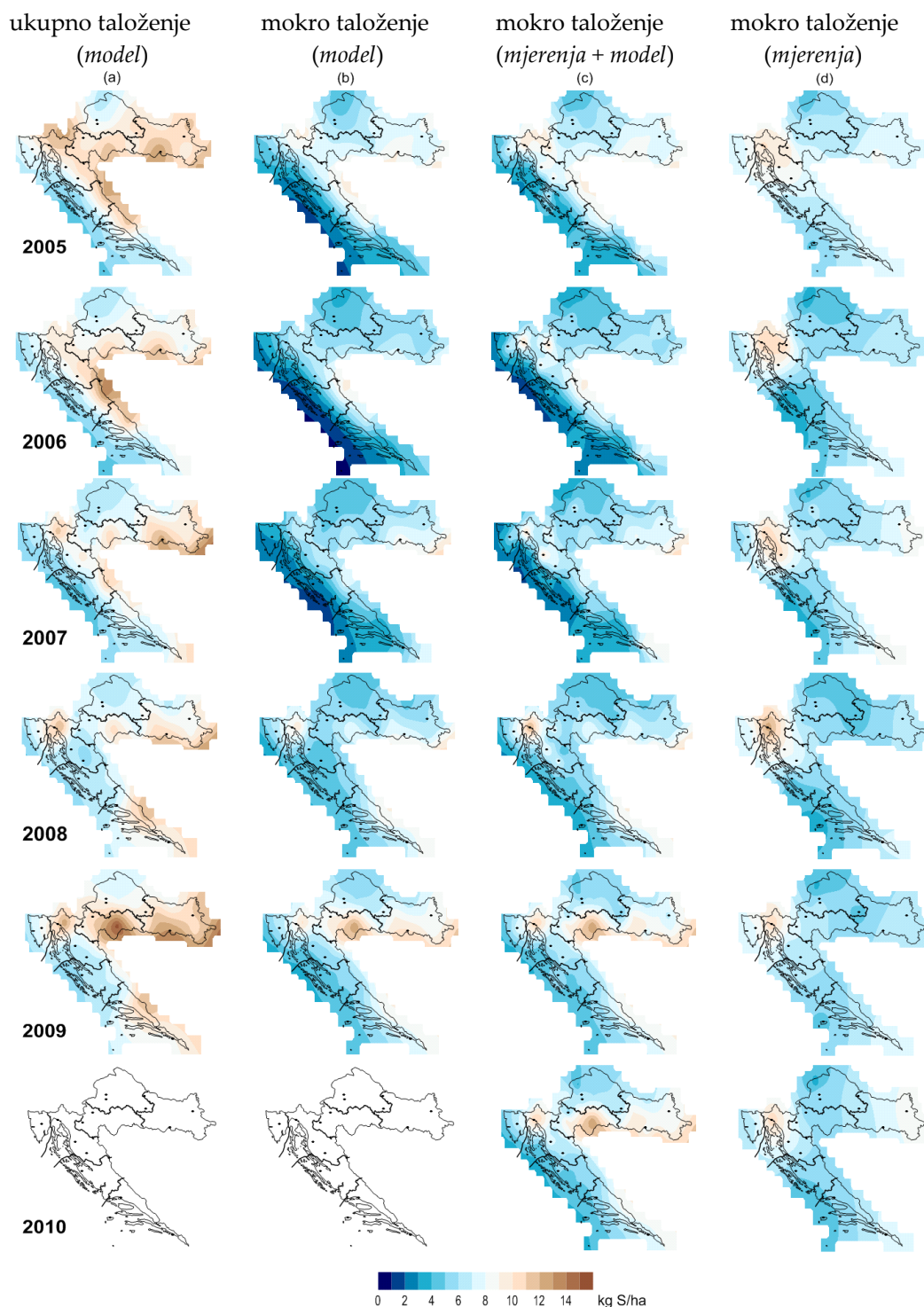


Srednje godišnje suho taloženje, modelirane vrijednosti (EMEP), kg (S, N, N)/ha



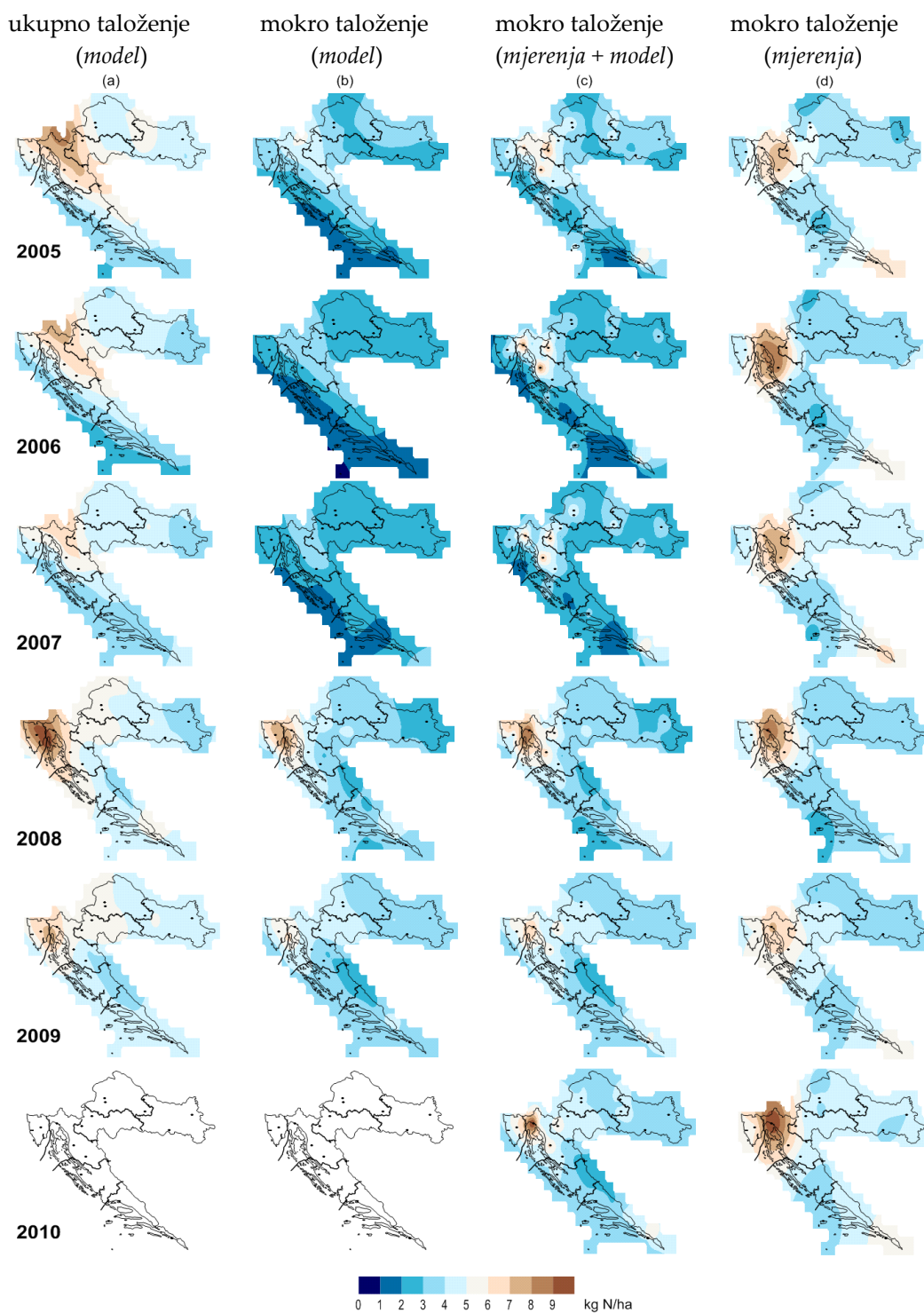
Slika 5.2.3. Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg suhog taloženja oksidiranih spojeva sumpora (a), oksidiranih spojeva dušika (b) i reduciranih spojeva dušika (c) za razdoblje 2005. – 2009., izraženih u kg/ha i izračunatih na osnovi EMEP modela. Prostorna razdioba godišnje količine oborine dana je radi usporedbe (d).

### Taloženje oksidiranih sumporovih spojeva, SO<sub>x</sub>, kg S/ha



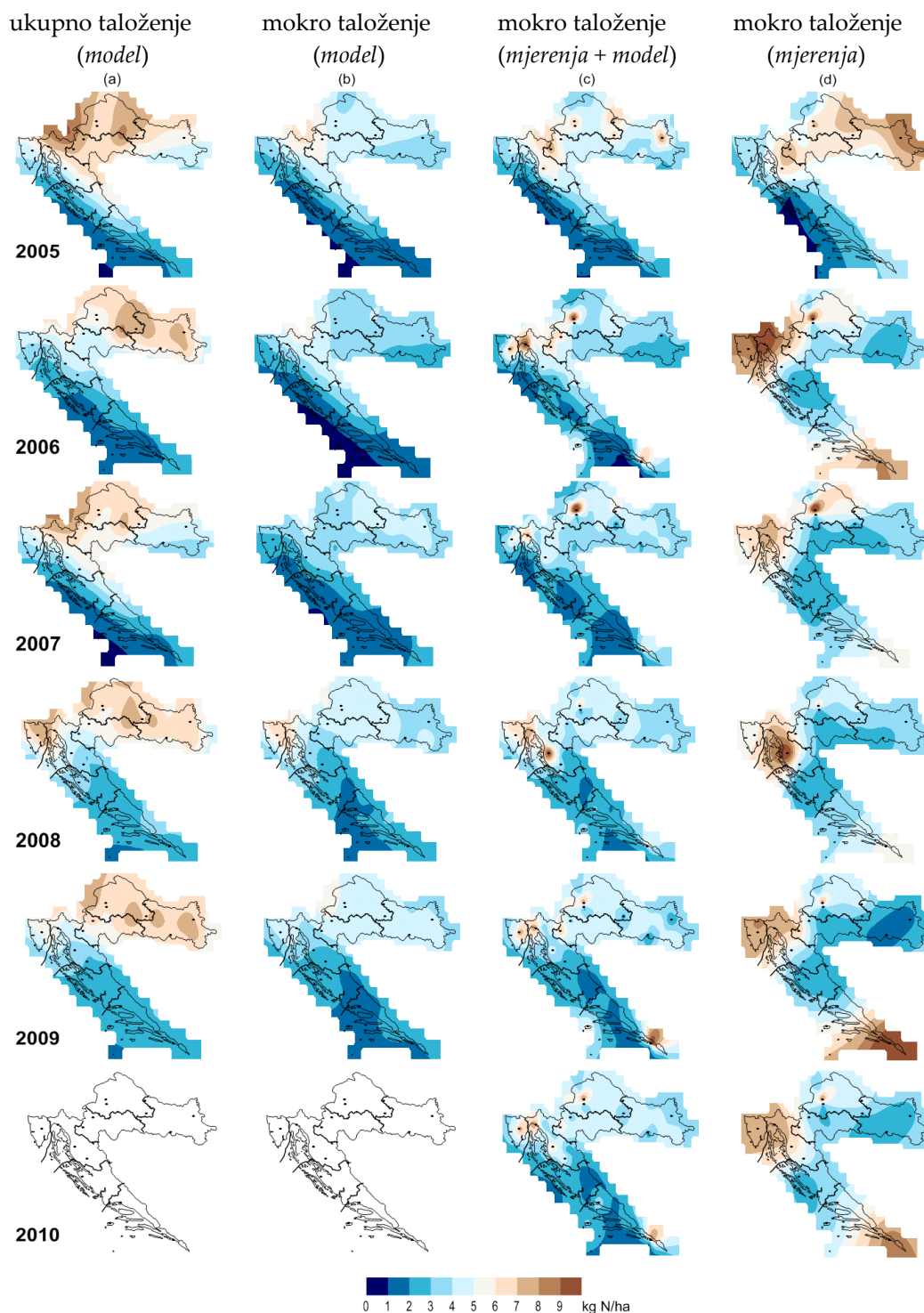
Slika 5.2.4. Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja oksidiranih sumporovih spojeva (SO<sub>x</sub>) za razdoblje 2005. – 2010., izražena u kg S/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a.

### Taloženje oksidiranih dušikovih spojeva, NO<sub>x</sub>, kg N/ha



Slika 5.2.5. Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja oksidiranih dušikovih spojeva (NO<sub>x</sub>) za razdoblje 2005. – 2010., izraženo u kg N/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a.

### Taloženje reduciranih dušikovih spojeva, NH<sub>x</sub>, kg N/ha



Slika 5.2.6. Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja reduciranih dušikovih spojeva (NH<sub>x</sub>) za razdoblje 2005.–2010., izraženo u kg N/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a.

### 5.3. TRENDOVI POKAZATELJA KVALITETE OBORINE U RAZDOBLJU 1981. – 2010.

Jedan od glavnih strateških ciljeva monitoringa kvalitete zraka i oborine je analiza i procjena trendova s obzirom na pojedine parametre onečišćenja. Da bi se trendovi mogli utvrditi potrebno je osigurati praćenje i mjerenje parametara kvalitete zraka kroz dugo vremensko razdoblje. U atmosferskim znanostima, zbog velike međugodišnje varijabilnosti meteoroloških uvjeta, standardno razdoblje potrebno za analizu i ocjenu trenda zahtijeva nizove podataka od 30 godina da bi trend zadovoljio tražene kriterije pouzdanosti i procjenu pogreške (odnosno, signifikantnosti) trenda. Trend se računa primjenom odgovarajuće statističke metode, a njegova se jakost, odnosno signifikantnost testira. S obzirom da izbor statističke metode ovisi o vrsti podataka, u atmosferskim znanostima se za postojanje monotonog rastućeg ili padajućeg trenda najčešće koristi neparametarski Mann-Kendall-ov test a za ocjenu nagiba i predznaka trenda koristi se Sen metoda (Gillbert, 1987., Salmi i sur., 2002.).

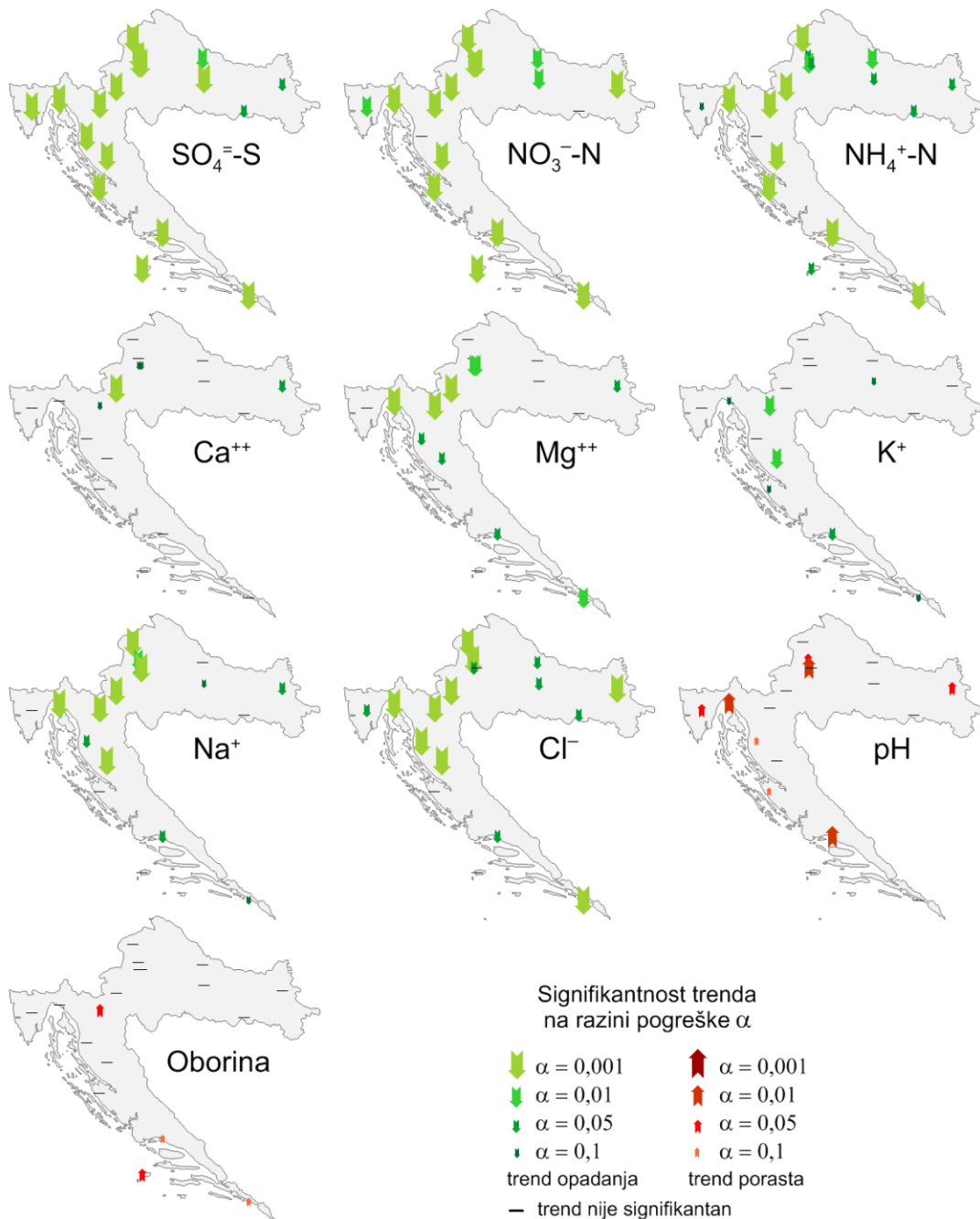
Za ocjenu trenda svih mjerenih pokazatelja koncentracija iona u oborini korišten je niz 30. godišnjih podataka mjerenja (razdoblje 1981. – 2010.) na postajama Državnog hidrometeorološkog zavoda na kojima su mjerenja provedena tijekom toga razdoblja. Postaje s punim 30-godišnjim nizom su: Zavižan, Puntijarka, Rijeka, Zadar i Gospić. Nizovi su kraći u područjima gdje je došlo do prekida mjerenja tijekom ratnog razdoblja 1990. - 1995. Najkraći analizirani nizovi podataka obuhvatili su period mjerenja od 17. godina. Jakost trenda u najvećoj mjeri ovisi o međugodišnjoj varijabilnosti vrijednosti parametara, tako da na njega ne mora utjecati duljina niza. Međutim, u područjima s velikom varijabilnošću i kratkim nizovima trend je slabiji i pogreška mu je veća. Pogreška, odnosno, jakost trenda izražava se kroz parametar pogreške  $\alpha$ , i kreće se u rasponu od 0.1 – 10 %. Trend koji dozvoljava pogrešku od 10 % je najslabiji i znači da postoji vjerojatnost od da je procjena trenda nepouzdana na razini od 10 %. S obzirom da je statistička provjera trenda rigorozna, vjerojatnost za 10%-tnu pogrešku se još uvijek smatra prihvatljivom. Vrlo često statistička signifikantnost trenda nije zadovoljena na traženoj razini pogreške (prevelika varijabilnost u nizu), i vizualnom analizom grafičkog prikaza podataka može se uočiti da se tijekom godina vrijednosti smanjuju ili povećavaju. Tada govorimo o tendenciji kretanja, ali ne na razini statističke signifikantnosti.

Analiza podataka kemijskog sastava oborine pokazuje vrlo jak signal silaznog trenda, odnosno smanjivanja koncentracija na razini pogreške od 0,1 % i 1 % (Slika 5.3.1.). To se osobito odnosi na koncentracije sulfata, nitrata i amonij iona u oborini. Međutim, uočava se da je taj trend slabiji u istočnom dijelu Hrvatske, a za koncentracije kationa (Ca, Mg, K) gotovo u potpunosti izostaje, a tamo gdje postoji, signifikantnost mu je slabija. Zbog toga je i trend smanjenja kiselosti oborine (pH) općenito slabiji i u većem dijelu Hrvatske nije signifikantan. Međutim, na području Zagreba, Rijeke i Splita signifikantnost trenda smanjivanja kiselosti oborine je visoka ( $\alpha = 0,1$  %) i ukazuje na značajnije poboljšanje lokalnih uvjeta zbog smanjenja emisija onečišćujućih tvari, prvenstveno iz industrijskih postrojenja.

Značajno je uočiti da podaci visinske postaje Zavižan ne pokazuju postojanje trenda u koncentracijama nitratnog i amonij iona, što znači da je pritisak utjecaja daljinskog prijenosa onečišćenja još uvijek visok i da je smanjenje koncentracija iona u oborini najvećim dijelom nastalo kao rezultat smanjenja emisija onečišćenja na nacionalnoj prostornoj skali, a tek djelomično na široj regionalnoj skali.

Podaci EMEP modela o suhom taloženju, promatrani usporedno s podacima o trendu koncentracija kationa, koje nalazimo najvećim dijelom u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub>, i koje se dijelom talože i oborinom, mogu dati obrazloženje za nepostojanje izrazitog silaznog trenda budući da su koncentracije lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> na području Hrvatske visoke.

Podaci oborine ne pokazuju značajan trend u većem dijelu Hrvatske. Međutim, na području Ogulina (Lika), središnje i južne Dalmacije (Split, Komiža, Dubrovnik) bilježi se značajan porast oborine u promatranom razdoblju. S povećanjem oborine povećava se i utjecaj mokrog taloženja na tome području.



Slika 5.3.1. Trendovi koncentracija pojedinih iona u oborini, kiselosti oborine i količine oborine za razdoblje od 1981. - 2010. godine na razinama signifikantnosti  $\alpha$ . Trend ima najveću signifikantnost za  $\alpha = 0,001$ , a najmanju za  $\alpha = 0,1$ .

## 5.4. ZAKLJUČAK

Analiza podataka kvalitete oborine provedena je za razdoblja 2005.- 2010. i 1981.- 2010. Rezultati EMEP modela za iste parametre analizirani su za razdoblje 2005.- 2009. godine i dan je prostorni prikaz svih rezultata za područje Hrvatske, kao i trend koncentracija iz podataka mjerenja.

Analiza petogodišnjeg niza podataka (2005. - 2010.) pokazuje da se vrijednosti koncentracija i taloženja kroz dva uzastopna razdoblja (2000. - 2005. i 2005. - 2010.) nisu značajnije promijenile. Razlog tome leži u činjenici da na trend mogućeg smanjenja ili povećanja koncentracija i taloženja kroz kraća razdoblja više utječe međugodišnja varijabilnost meteoroloških prilika nego vrijednosti emisija (koje se nisu značajnije mijenjale tijekom razdoblja 2005.-2010.), kao i da značajni doprinos onečišćenju daju lokalni i regionalni izvori manje skale. To potvrđuju podaci mjerenja koncentracija amonij iona u oborini koje ukazuju na značajan doprinos emisija iz izvora poljoprivrednog porijekla.

Nadalje, ukupnom onečišćenju sjeveroistočnog dijela Hrvatske značajno doprinose energetske i industrijske izvori Bosne i Hercegovine, što se izrazito vidi u podacima suhog taloženja sumpornih i dušikovih spojeva. Rezultati analize pokazuju da je za analizu i razumijevanje značajnih izvora i atmosferskih procesa izuzetno važno uzeti u obzir podatke o suhom taloženju koje dolazi daljinskim prijenosom, kao i točnost podataka o vlastitim emisijama koje dolaze s velikih poljoprivrednih površina koje se tretiraju umjetnim i prirodnim gnojivima i uzgojem stoke.

Modeli regionalnog i daljinskog transporta onečišćenja predstavljaju nezaobilazno sredstvo i alat neophodan za analizu i procjenu onečišćenja, te procjenu značajnosti pojedinih izvora onečišćenja na bližoj i daljoj prostornoj skali. U analizi kvalitete oborine korišteni su rezultati EMEP modela dobiveni za prostornu skalu 50 km x 50 km koja je primjerena za procjenu taloženja onečišćujućih tvari.

Zaključno, može se reći da je na području Hrvatske prisutan opći trend smanjenja koncentracija iona sulfata, nitrata i amonija u oborini, te da se i taloženje tih spojeva postupno smanjuje. Tijekom 80-tih godina ono je iznosilo više od 20 - 40 kg/ha za sulfate, dok danas ne prelazi 15 kg/ha. Taloženje dušikovih spojeva se smanjilo s prijašnjih 12 - 14 kg/ha na 9 kg/ha. Trend smanjenja koncentracija i taloženja iona nitrata i amonija je znatno sporiji. Podaci Zavižana ukazuju da je utjecaj daljinskog prijenosa onečišćenja još uvijek vrlo značajan, što se vidi kroz vrijednosti iona nitrata i amonija budući da ne pokazuju postojanje signifikantnog trenda smanjivanja njihovih koncentracija.





## 6. LITERATURA

- Alebić-Juretić, A, 1994. Precipitation chemistry within Kvarner Bay area, Northern Adriatic (Croatia), 1984-1991, *Water Air Soil Poll.*, 78, 343-357.
- Alebić-Juretić i sur., 2009: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postaji Rijeka-1 za 2008. godinu., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka.
- Alebić-Juretić i sur., 2010: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postaji Rijeka-1 za 2009. godinu., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka.
- Alebić-Juretić i sur., 2011: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postaji Rijeka-1 za 2010. godinu., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka.
- Bolte i sur., 2010.: Ocena onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM10, ugljikovim monoksidom, benzenom, teškimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policikličnim aromatskim ugljikovodici (PAH) za obdobje 2005-2009., Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana, Slovenija.
- Bush, 2000., Assesment of nitrogen dioxide, PM10, sulphur dioxide and lead in the UK., AEA, pp 46.
- Charlson, R.J. i Rodhe, H., 1982. Factors controlling the acidity of natural rainwater, *Nature*, 295, 683-685.
- DHMZ, 2006., Meteorološki i hidrološki bilten broj 9/2006, 7/2007
- Directive 2008/50/EC, Official Journal of the European Union, 2008, L 152/1-44.
- Đuričić, V., V. Šojat, S. Vidič i S. Guerzoni, 2001., Atmospheric Input of Inorganic Nitrogen to the Adriatic Sea, MAP Technical Reports Series, No.133, UNEP/MAP, Atena, 86-112. <http://195.97.36.231/Acrobatfiles/MTSAcrobatfiles/MTS133.pdf#page=92>
- EEA, 2007. Air pollution by ozone across Europe during summer 2007, Technical report No 5/2007, [http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2007\\_5](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_5), stanje: rujan 2011.
- EEA, 2008. Air pollution by ozone across Europe during summer 2008, Technical report No 5/2008, [http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2008\\_5](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_5), stanje: rujan 2011.
- EEA, 2009., Air pollution by ozone across Europe during summer 2008, Technical report No 2/2009, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-by-ozone-across-europe-during-summer-2008-1>, stanje: rujan 2011.
- EEA, 2010., Air pollution by ozone across Europe during summer 2009, Technical report No 2/2010, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-by-ozone-across-europe-during-summer-2009>, stanje: rujan 2011.
- EEA, 2011. Air pollution by ozone across Europe during summer 2010, Technical report No 6/2011, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-by-ozone-across>, stanje: rujan 2011.
- EMEP Manual for Sampling and Analysis, EMEP Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe, EMEP/CCC-Report 1/95, Norwegian Institute for Air Research (NILU), 303 pp, March 1996, rev. Nov. 2001, rev. May 2002.
- Fagerli, H., Simpson, D., and Tsyro, S. 2004., Unified EMEP model: Updates Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe. EMEP Status Report 1/2004, The Norwegian Meteorological Institute, Oslo, Norway, 11-18, 2004.
- Fourth Daughter Directive (2004/107/EC)
- Gajić-Čapka, M. i Zaninović, K., 2008. Klima, Klimatološki atlas Hrvatske, karte: M. Perčec Tadić, urednik: Zaninović, K., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb
- Geleyn, J. F., Banciu, D., Bubnova, R., Ihasz, I., Ivanovici, V., LeMoigne P., and Radnoti, G.: The International Project ALADIN: Summary of Events October 1992–October 1993, LAM Newsletter 23, 1992.
- Gilbert, R.O., 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, John Wiley & Sons, New York, 320 str.
- Godišnje izvješće s mjernih postaja za praćenje kakvoće zraka 2008 godina (2009), Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko – dalmatinske županije, Split, Hrvatska.
- Guidance on Assessment Under the EU Air Quality Directives, Final Draft, October 2000, European Commission/DG Environment, 2001, pp. 54.
- Hemispheric transport of air pollution 2010, part A: Ozone and particulate matter. Dentener F, Keating T, Akimoto H (eds). Air pollution studies no. 17, Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.

- Hemispheric transport of air pollution 2010, part D: Answers to Policy-Relevant Science Questions. Prepared by the Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution, LRTAP Convention. Air pollution studies no. 17, Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.
- IPCC, 2007. : Climate Change, The Physical Science Basis, in: Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by: Solomon S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M. M. B., Miller Jr., H. L., and Chen, Z., Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Jeričević, A., Špoler Čanić, K. i Vidič, S., 2004., Prediction of stability and mixing height in the complex orography, Hrv. meteor. časopis, 39, 3-14.
- Jeričević, A., Kraljević, L., Vidič, S., and Tarrason, L. 2007., Project description: High resolution environmental modelling and evaluation programme for Croatia (EMEP4HR), Geofizika, 24, 137–143, online available at: <http://geofizika-journal.gfz.hr/abs242.htm#25> , 2007.
- Jeričević, A., 2009.: Izvješće o stanju okoliša 2005. – 2008., dijelovi poglavlja «Zrak», studija, DHMZ
- Jickells, T., Knap, A., Church, T., Galloway, J. i Miller J., 1982. Acid rain on Bermuda, Nature, 297, 55-57.
- Periš, 2011, Izvješće o kakvoći zraka sa mjernih postaja na području grada Splita, Solina i Kaštela, siječanj 2010. - siječanj 2011., Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko – dalmatinske županije, Split, Hrvatska.
- Poljanac i sur. 2006.: Emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske, EKONERG, Zagreb., Hrvatska.
- Pravilnik o praćenju kakvoće zraka, NN 155/05
- Pravilnik o razmjeni informacija o podacima iz mreža za trajno praćenje kakvoće zraka, NN 135/06
- Royal Society, 2008, Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications, Science Policy Report No 15/8, rujanj 2011.
- Salmi, T., Määttä, A., i Anttila, P., 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates – the Excel template application MAKESENS, Publications on Air Quality No. 31, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 35 str. Dostupno na: <http://en.ilmatieteenlaitos.fi/makesens>
- Seinfeld, J. H. i S. N, Pandis (1998) Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, John Wiley & Sons, Inc. 1998., 1326 str.
- Schaug, J. (1988) Quality assurance plan for EMEP. Lillestrøm, Norwegian Institute for Air Research (EMEP/CCC-Report 1/88).
- Šega., 2010: Procjena kakvoće zraka na teritoriju države i primjena dodatka XIV. Nove direktive o kakvoći zraka i čistom zraku za Europu 2008/50/EZ., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Šojat, V. i S. Vidič (2003) Mjerenje komponenata onečišćenja zraka i oborine, Zavižan između snijega, vjetra i sunca, Monografija, Gajić-Čapka, Marjana (ur.).Zagreb, Državni hidrometeorološki zavod ; Hrvatsko meteorološko društvo, 2003. Str. 257.
- Špoler Čanić, K., 2008. Kakvoća oborine u Hrvatskoj (1981. – 2006.), magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagreb
- The EMEP Monitoring Strategy 2004-2009, Background document with justification and specification of the EMEP monitoring programme 2004-2009, Norwegian Institute for Air Research – Chemical Co-ordinating Centre of EMEP (CCC), 2003.
- The EMEP Strategy and EMEP Monitoring Strategy 2010-2019, UNECE CLRTAP, 2010.
- Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku, NN 133/05
- Uredba o ozonu, NN 133/05
- Uredba o kritičnim razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 133/05
- Uredba o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka, NN 68/08
- UNECE, 1979. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Geneva, 7 str. Dostupno na: [http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm)
- Vadžić i sur., 2007: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 2006. godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Vadžić i sur., 2008: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 2007. godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Vadžić i sur., 2008: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Sisak-1 2007. godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.

- Vadžić i sur., 2009: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 i Sisak-1 za 2008 godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Vadžić i sur., 2010: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 i Sisak-1 za 2009 godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Vadžić i sur., 2011: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na postajama Zagreb-1 i Sisak-1 za 2010. godinu., Institut za medicinska istraživanja, Zagreb.
- Vidič, S., D. Mihajlović, V. Benković, 2007., Kvaliteta oborine u Hrvatskoj (1981-2006), studija, DHMZ, listopad 2007.
- Vidič, S. Benković V. (2007) Preliminarna procjena kakvoće zraka na području Hrvatske, studija, DHMZ, svibanj 2007.
- Vidič, S., 2004, Transboundary Air Pollution in Croatia, EMEP Assessment Part II National contributions, pp. 21-38., Oslo 2004, Ed. J. Bartnicky and G. Lövblad, ISBN 82-7144-03202., [http://www.emep.int/index\\_assessment.html](http://www.emep.int/index_assessment.html) , [http://www.emep.int/assessment/Part2/029-046\\_Part2.pdf](http://www.emep.int/assessment/Part2/029-046_Part2.pdf)
- Vidič, S., 2003., Promjena kemijskog sastava oborine, Zavižan između snijega, vjetrova i sunca, Monografija, Gajić-Čapka, Marjana (ur.). Zagreb : Državni hidrometeorološki zavod, Hrvatsko meteorološko društvo, 2003. Str. 257.
- Vidič, S., A. Eliassen, 2000., Long-range Transport of Pollutants over Europe – 12 year trends, NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, 15-19 May 2000, Boulder, Colorado, USA., proceedings
- Vidič, S., A. Eliassen, 1999., EMEP data analysis and interpretation, Second EMEP/WMO Workshop on data analysis and interpretation, Dubrovnik 4.-8. listopada 1999., proceedings
- Vidič S., A. Eliassen, 1999., Development of EMEP: New Initiatives, UNECE EB.AIR/GE.1/1999/4, 29 June 1999, 11.pp
- Vidič S., 1995., Deposition of Sulphur and Nitrogen Compounds in Croatia. Water, Air and Soil Pollution, Vol. 85, No. 4, December (IV) 1995, pp.2179-2184.
- Vidič S., 1995., Precipitation Composition at GAW Regional Station Zavižan (1981-1994). WMO-IGAC Conference on the Measurement and Assessment of Atmospheric Composition Change, Beijing, China, 9-14 October 1995, Extended Abstracts of Papers, pp. 20-24.
- Vidič S., J. M. Miller, and B. Mendonca, 1997., Criteria for a Monitoring System for the Assessment of Transboundary Air Pollution, EMEP-WMO Workshop on Strategies for Monitoring of Regional Air Pollution in relation to the need within EMEP, GAW and other international bodies, Aspenäs Herrgård, Lerum (Gothenburg), Sweden, 2-5 June 1997, proceedings
- Vidič, S., 1997., Monitoring Strategy and its Relation to Actual Needs and Problems of Countries with Economy in Transition, EMEP-WMO Workshop on Strategies for Monitoring of Regional Air Pollution in relation to the need within EMEP, GAW and other international bodies, Aspenäs Herrgård, Lerum (Gothenburg), Sweden, 2-5 June 1997., proceedings
- Vidič, S., 1997., GAW Regional Network in RA VI – Europe: status and needs, WMO Meeting of Experts on the GAW Regional network in RA VI, Budapest, 5-9 May 1997., paper, GAW WMO Report No. 123.
- Vieno, M., Dore, A. J., Wind, P., Di Marco, C., Nemitz, E., Phillips, G., Tarrason, L., and Sutton, M. A., 2009, Application of the EMEP Unified Model to the UK with a horizontal resolution of 5x5 km<sup>2</sup>, in: Atmospheric Ammonia: Detecting emission changes and environmental impacts, edited by: Sutton, M. A., Baker, S., and Reis, S., Springer, 464 pp., 2009.
- Vincent i sur., 2010., Preliminary assessment for the ambient air quality directive (2008/50/EC) for the United Kingdom, AEA, Hampton, UK, pp 89.
- WMO: Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme - Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures, WMO TD No. 1251, 186 pp, November 2004
- Zakon o zaštiti zraka, NN 178/04, 60/08, NN 130/11.

## Popis Slika

Slika	2.1.1.	Zone i aglomeracije definirane prema Uredbi o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 178/2004 i 60/2008). .....	15
Slika	2.2.1.	Prijedlog novih zona i aglomeracija u Republici Hrvatskoj procjenjenih na osnovi mjerenja iz razdoblja 2006.-2010. godine, emisijskih podataka i modeliranja regionalnim EMEP i lokalnim EMEP4HR modelom.....	21
Slika	3.1.1.	Prikaz domena atmosferskih kemijskih modela EMEP (50 km x 50 km) i EMEP4HR (10 km x 10 km) korištenih za proračun transporta i disperzije onečišćenja. ....	31
Slika	3.2.1.	Prostorna razdioba emisija sumporovog dioksida na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno). ....	32
Slika	3.2.2.	Godišnje emisije sumporovih oksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine u odnosu na razinu propisanu Gothenburškim protokolom.....	32
Slika	3.2.3.	Srednje godišnje koncentracije SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. Plava linija označava godišnju GV=50 µg/m <sup>3</sup> . ....	33
Slika	3.2.4.	Najviše satne koncentracije SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine .....	33
Slika	3.2.5.	Broj prekoračenja satnih GV SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=350 µg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NGV= 24. ....	34
Slika	3.2.6.	Broj prekoračenja satnih TV SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (npr. TV=380 µg/m <sup>3</sup> u 2010.), koji iznosi NTV= 24. ....	34
Slika	3.2.7.	Broj prekoračenja 24 satnih GV SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini koja iznosi NGV= 3. ....	35
Slika	3.2.8.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) po mjesecima u 2006. godini (siječanj-lipanj). ....	37
Slika	3.2.9.	Prostorna raspodjela godišnjeg srednjih koncentracija SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) za 2006. godinu. ....	39
Slika	3.2.10.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za SO <sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	39
Slika	3.3.1.	Prostorna razdioba emisija dušikovog dioksida na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno). ....	40
Slika	3.3.2.	Godišnje emisije dušikovih oksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine u odnosu na razinu propisanu Gothenburškim protokolom.....	40
Slika	3.3.3.	Srednje godišnje koncentracije NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava godišnju GV=40 µg/m <sup>3</sup> , a crvena godišnju TV u 2010. godini TV=50 µg/m <sup>3</sup> . ....	41
Slika	3.3.4.	Najviše satne koncentracije NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine .....	41
Slika	3.3.5.	Broj prekoračenja satnih GV NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=200 µg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NGV= 18. ....	42
Slika	3.3.6.	Broj prekoračenja 24-satnih GV NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=80 µg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NGV= 7. ....	42
Slika	3.3.7.	Broj prekoračenja 24-satnih TV NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (za 2010 GV=100 µg/m <sup>3</sup> ), koji iznosi NGV= 7. ....	43

Slika	3.3.8.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija NO <sub>2</sub> po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini.....	46
Slika	3.3.9.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija NO <sub>2</sub> po mjesecima od srpnja do prosinca u 2006. godini.....	47
Slika	3.3.10.	Prostorna raspodjela srednjih godišnjih prizemnih koncentracija NO <sub>2</sub> po mjesecima u 2006. godini.....	48
Slika	3.3.11.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za NO <sub>2</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	48
Slika	3.4.1.	Prostorna razdioba emisija lebdećih čestica PM <sub>2.5</sub> na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10km (lijevo) i 50km x 50km (desno). ....	49
Slika	3.4.2.	Prostorna razdioba emisija lebdećih čestica promjera od 2.5 do 10 μm na različitim prostornim rezolucijama; 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno).. ....	49
Slika	3.4.3.	Godišnje emisije lebdećih čestica PM <sub>10</sub> i PM <sub>2.5</sub> u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine.....	50
Slika	3.4.4.	Srednje godišnje koncentracije PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava godišnju GV = 40 μg/m <sup>3</sup> , a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV = 44 μg/m <sup>3</sup> ). ....	50
Slika	3.4.5.	Najviše satne koncentracije PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) tijekom jedne kalendarske godine na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	51
Slika	3.4.6.	Broj prekoračenja 24-satnih GV PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini GV=50 μg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NGV= 35.....	51
Slika	3.4.7.	Broj prekoračenja 24-satnih TV PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. crvena linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini (npr. u 2010. TV=55 μg/m <sup>3</sup> ), koji iznosi NTV= 35.....	52
Slika	3.4.8.	Srednje godišnje koncentracije PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) određene gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006. - 2010. Plava linija označava godišnju GV = 40 μg/m <sup>3</sup> , a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV = 44 μg/m <sup>3</sup> ).....	52
Slika	3.4.9.	Broj prekoračenja 24 - satnih GV PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) koncentracija određenih gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini, GV=50 μg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NGV = 35.....	53
Slika	3.4.10.	Broj prekoračenja 24-satnih TV PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) koncentracija određenih gravimetrijskom metodom na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava dozvoljeni broj prekoračenja satnih vrijednosti u jednoj godini, TV=55 μg/m <sup>3</sup> , koji iznosi NTV= 35.....	53
Slika	3.4.11.	Srednje godišnje koncentracije PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava godišnju GV=25 μg/m <sup>3</sup> , a crvena godišnju TV u 2010. godini (TV=28 μg/m <sup>3</sup> ). ....	53
Slika	3.4.12.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) u 2006. godini od siječnja do lipnja. ....	57
Slika	3.4.13	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) u 2006. godini, razdoblje srpanj-prosinac.....	58
Slika	3.4.14.	Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) u 2006. godini.....	59
Slika	3.4.15.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM <sub>2.5</sub> po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini.....	59
Slika	3.4.16.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija PM <sub>2.5</sub> po mjesecima od srpnja do prosinca u 2006. godini.....	60
Slika	3.4.17	Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija PM <sub>2.5</sub> u 2006. godini. ....	61

Slika	3.4.18.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za PM <sub>10</sub> na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti.....	61
Slika	3.5.1.	Prostorna razdioba emisija olova na različitim prostornim rezolucijama 10km x 10km (lijevo) i 50km x 50km (desno).....	62
Slika	3.5.2.	Emisije teških metala u Hrvatskoj (Mg/god) u razdoblju od 1990 do 2009.....	62
Slika	3.5.3.	Srednje godišnje koncentracije olova (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. GV = 0.5 µg/m <sup>3</sup> .....	63
Slika	3.5.4.	Prostorna raspodjela modeliranih srednjih godišnjih koncentracija olova u zraku (ng/m <sup>3</sup> ) proračunatih sa EMEP modelom za teške metale na različitim prostornim rezolucijama 50 km x 50 km (lijevo) i 10 km x 10 km (desno) za godinu 2007.....	64
Slika	3.5.5.	Isto kao Slika 3.5.4. samo za taloženje olova (mg/kg). .....	65
Slika	3.5.6.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za olovo (Pb) na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	65
Slika	3.6.1.	Prostorna razdioba emisija CO na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno). .....	66
Slika	3.6.2.	Godišnje emisije ugljikovog monoksida u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2009. godine.....	66
Slika	3.6.3.	Srednje godišnje koncentracije CO (mg/m <sup>3</sup> ) proračunate iz osmosatnih kliznih srednjaka na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	67
Slika	3.6.4.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija CO (mg/m <sup>3</sup> ) po mjesecima od siječnja do lipnja u 2006. godini. ....	69
Slika	3.6.5.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija CO (mg/m <sup>3</sup> ) po mjesecima od lipnja do prosinca u 2006. godini.....	70
Slika	3.6.6.	Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija CO u 2006. godini. ....	71
Slika	3.6.7.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za ugljikovog monoksida na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	71
Slika	3.7.1.	Prostorna razdioba emisija nemetanskih lakohlapivih ugljikovodika (NMVOC) na različitim prostornim rezolucijama 10 km x 10 km (lijevo) i 50 km x 50 km (desno). ....	73
Slika	3.7.2.	Najviše dnevne osmosatne koncentracije O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) u jednoj godini na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006. - 2010. GV = 120 µg/m <sup>3</sup> . ....	73
Slika	3.7.3.	Broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. TV=120 µg/m <sup>3</sup> .....	74
Slika	3.7.4.	Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. TV=110 µg/m <sup>3</sup> . ....	74
Slika	3.7.5.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija ozona (µg/m <sup>3</sup> ) od siječnja do lipnja u 2006. godini. ....	76
Slika	3.7.6.	Prostorna raspodjela prizemnih mjesečnih koncentracija ozona µg/m <sup>3</sup> od srpnja do prosinca u 2006. godini. ....	77
Slika	3.7.7.	Prostorna raspodjela prizemnih godišnjih srednjih koncentracija ozona µg/m <sup>3</sup> u 2006. godini. ....	78
Slika	3.7.8.	Rezultati analize za ozon na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže s gradskih postaja. ....	78
Slika	3.7.9.	Dnevni hod temperature (s meteorološke postaje Rijeka), te koncentracija ozona i dušikovog dioksida (s postaje Rijeka - 2) 4. i 5. rujna 2006. godine. ....	80
Slika	3.7.10.	Mjesečni hod koncentracija ozona i dušikovog oksida na postaji Rijeka - 2 za rujna 2006. ....	80
Slika	3.8.1.	Srednje godišnje koncentracije benzena (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. Plava linija označava godišnju GV = 5 µg/m <sup>3</sup> , a crvena godišnju TV u 2010. godini TV = 6 µg/m <sup>3</sup> .....	83

Slika	3.8.2.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za benzenu na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	84
Slika	3.9.1.	Srednje godišnje koncentracije H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV=2 µg/m <sup>3</sup> .....	85
Slika	3.9.2.	Maksimalne satne koncentracije H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	85
Slika	3.9.3.	Broj prekoračenja GV satnih koncentracija H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV = 7 µg/m <sup>3</sup> , broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV = 7.....	86
Slika	3.9.4.	Broj prekoračenja TV satnih koncentracija H <sub>2</sub> S (µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. U 2010. godini TV=7.6 µg/m <sup>3</sup> , broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV=0.....	86
Slika	3.9.5.	Broj prekoračenja GV 24-satnih koncentracija H <sub>2</sub> S(µg/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine. GV=5 µg/m <sup>3</sup> , broj dozvoljenih prekoračenja iznosi NGV= 7.....	86
Slika	3.10.1.	Srednje godišnje koncentracije arsena (ng/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	87
Slika	3.10.2.	Srednje godišnje koncentracije kadmija (ng/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	87
Slika	3.10.3.	Srednje godišnje koncentracije nikla (ng/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	88
Slika	3.10.4.	Srednje godišnje koncentracije benzo(a)pirena (ng/m <sup>3</sup> ) na postajama Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	88
Slika	3.10.5.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za arsen na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	91
Slika	3.10.6.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za kadmij na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	91
Slika	3.10.7	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za nikal na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	92
Slika	3.10.8.	Rezultati analize gornje i donje granice procjene za BaP na raspoloživim mjerenjima iz Državne mreže. Zeleno-ispod donje granice procjene, žuto-između donje i gornje granice procjene, crveno iznad gornje granice procjene i ljubičasto-iznad ciljne vrijednosti. ....	92
Slika	3.11.1.	Proračunati AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine iz raspoloživih podataka postaja Državne mreže. Crvena linija označava ciljne vrijednosti za zaštitu vegetacije (18000 µg/m <sup>3</sup> ·h), a plava dugoročni cilj (6000 µg/m <sup>3</sup> ·h).....	93
Slika	4.1.1.	Odstupanje srednjih godišnjih temperatura zraka u (°C) za 2005., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godini od prosječnih vrijednosti referentnog klimatskog razdoblja (1961.-1990.), te percentili.....	99
Slika	4.2.1.	Odstupanja godišnje količine oborine u (%) za 2005., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godini od prosječnih vrijednosti referentnog klimatskog razdoblja (1961. – 1990.), te percentili.....	100
Slika	4.3.1.	Ruže čestine smjera i brzine vjetra na glavnim meteorološkim postajama Zagreb Maksimir, Sisak, Slavonski Brod i Osijek u razdoblju od 2006.-2010. godine za svaku godinu posebno. ....	102
Slika	4.3.2.	Isto kao Slika 4.3.1. samo za glavne meteorološke postaje Rijeka, Senj i Zadar.....	103
Slika	4.3.3.	Isto kao Slika 4.3.1.samo za glavne meteorološke postaje Šibenik i Split Marjan.....	103
Slika	5.1.1.	Mreža meteoroloških postaja za praćenje kvalitete oborine u razdoblju od 2006.–2010. godine (po zonama, lijevo) i EMEP mreža rezolucije 50km x 50kmza proračun pozadinskih vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku i oborini. ....	105
Slika	5.2.1.	Prostorna razdioba godišnje količine oborine izmjerene na 18 postaja u razdoblju od 2006.-2010. godine (lijevo) i srednja godišnja količina oborine za klimatsko razdoblje 1961.-1990. (iz Atlasa klime, desno).....	106

Slika	5.2.2.	Prostorna razdioba srednjih godišnjih volumno otežanih koncentracija sulfatnih (a), nitratnih (b) i amonij (c) iona u oborini za razdoblje 2005.-2010., izraženih u mg/l izračunatih na osnovi mjerenja količine oborine (d) i kemijskog sastava oborine na postajama DHMZ-a.....	108
Slika	5.2.3.	Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg suhog taloženja oksidiranih spojeva sumpora (a), oksidiranih spojeva dušika (b) i reduciranih spojeva dušika (c) za razdoblje 2005. – 2009., izraženih u kg/ha izračunatih na osnovi EMEP modela. Prostorna razdioba godišnje količine oborine dana je zbog usporedbe (d). .....	109
Slika	5.2.4.	Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja oksidiranih sumporovih spojeva (SO <sub>x</sub> ) za razdoblje 2005. – 2010., izražena u kg S/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a .....	110
Slika	5.2.5.	Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja oksidiranih dušikovih spojeva (NO <sub>x</sub> ) za razdoblje 2005. – 2010., izraženo u kg N/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a .....	111
Slika	5.2.6.	Prostorna razdioba srednjeg godišnjeg taloženja reduciranih dušikovih spojeva (NH <sub>x</sub> ) za razdoblje 2005.-2010., izraženo u kg N/ha: (a) ukupno (suho i mokro taloženje) prema rezultatima EMEP modela; (b) mokro taloženje prema rezultatima EMEP modela; (c) mokro taloženje (zajednički prikaz rezultata EMEP modela i mjerenja na postajama DHMZ-a i (d) mokro taloženje prema rezultatima mjerenja na postajama DHMZ-a .....	112
Slika	5.3.1.	Trendovi koncentracija pojedinih iona u oborini, kiselosti oborine i količine oborine za razdoblje 1981. - 2010. godine na razinama signifikantnosti $\alpha$ . Trend ima najveću signifikantnost za $\alpha = 0,001$ , a najmanju za $\alpha = 0,1$ .....	114

## Popis Tablica

Tablica	1.2.2.	Popis osnovnih karakteristika, formulacija i procesa za različite skale i onečišćujuće tvari koje su potrebne za ocjenu kvalitete zraka.....	13
Tablica	2.1.1.	Prikaz razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u razmatranom petogodišnjem razdoblju. ....	14
Tablica	2.1.2.	Prikaz razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u razmatranom petogodišnjem razdoblju. ....	16
Tablica	2.1.4.	Ocjena razine onečišćenosti u razdoblju od 2006.-2010. godine. Direktiva 2004/107/EC Europskoga parlamenta i Vijeća, koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikal i policikličke ugljikovodike u vanjskome zraku (fourth Daughter Directive 2004/107/EC).....	17
Tablica	2.1.5.	Ocjena razine onečišćenosti za vegetaciju u razdoblju od 2006.-2010. godine, po mjernim mjestima Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka prema postojećim i predloženim zonama i aglomeracijama.....	18
Tablica	2.1.6.	Popis raspoloživih i analiziranih postaja i podataka. ....	19
Tablica	2.2.1.	Broj stanovnika po županijama, gradovima, te predloženim novim zonama i aglomeracijama prema popisu stanovništva uz 2001. godine.....	22
Tablica	3.1.1.	Razina onečišćenosti zraka prema granicama procjene u jednoj godini. ....	29
Tablica	3.2.1.	Obuhvat podataka mjerenja satnih SO <sub>2</sub> koncentracija na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine .....	35
Tablica	3.2.2.	Broj prekoračenja donje granice procjene (50 µg/m <sup>3</sup> ) za razdoblje od 2006.-2010. godine za SO <sub>2</sub> . ....	36
Tablica	3.2.3.	Broj prekoračenja gornje granice procjene (75 µg/m <sup>3</sup> ) za razdoblje od 2006.-2010. godine za SO <sub>2</sub> . ....	36
Tablica	3.3.1.	Obuhvat podataka mjerenja koncentracija NO <sub>2</sub> na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine .....	43
Tablica	3.3.2.	Broj prekoračenja donje granice procjene (100 µg/m <sup>3</sup> , dozvoljeno 18) za razdoblje od 2006.-2010. godine za satne vrijednosti koncentracija NO <sub>2</sub> .....	44



Tablica 3.3.3.	Broj prekoračenja gornje granice procjene ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dozvoljeno 18) iz satnih vrijednosti koncentracija $\text{NO}_2$ za razdoblje od 2006.-2010. godine.....	44
Tablica 3.3.4.	Srednje godišnje vrijednosti $\text{NO}_2$ koncentracija za razdoblje od 2006.-2010. Prekoračenja donje granice procjene ( $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene. ....	45
Tablica 3.4.1.	Obuhvat podataka automatskih mjerenja koncentracija $\text{PM}_{10}$ na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006. - 2010. godine i gravimetrijski određenih koncentracija.....	54
Tablica 3.4.2.	Broj prekoračenja donje granice procjene ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dozvoljeno 35) za razdoblje od 2006.-2010. godine za 24-satne koncentracije $\text{PM}_{10}$ izmjerene automatskim mjerenjima i $\text{PM}_{10}$ iz gravimetrijski određenih koncentracija.....	55
Tablica 3.4.3.	Broj prekoračenja gornje granice procjene ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dozvoljeno 35) za razdoblje od 2006.-2010. godine za 24-satne koncentracije $\text{PM}_{10}$ . ....	55
Tablica 3.4.4.	Srednje godišnje vrijednosti $\text{PM}_{10}$ koncentracija za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) označena su ljubičasto, gornje plavo ( $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.....	56
Tablica 3.5.1.	Srednje godišnje vrijednosti koncentracija $\text{Pb}$ u $\text{PM}_{10}$ za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $0.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.....	64
Tablica 3.6.1.	Srednje godišnje vrijednosti koncentracija $\text{CO}$ za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $5 \text{mg}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $7 \text{mg}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.....	68
Tablica 3.7.1.	Obuhvat podataka mjerenja koncentracija ozona na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine .....	75
Tablica 3.7.2.	Broj prekoračenja ciljne vrijednosti ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) najviših dnevnih osmosatnih srednjih vrijednosti ozona po godinama za razdoblje od 2006.-2010. godine, po godinama i usrednjeno na 3 godine. Ljubičasto su osjenčane vrijednosti sa prekoračenim TV, ciljnim vrijednostima za ozon.....	75
Tablica 3.7.3.	Postaje i termini u kojima je satna koncentracija ozona bila iznad $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (prag obavješćivanja za ozon), te izmjererne koncentracije u tim terminima.....	79
Tablica 3.7.4.	Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija ozona po mjesecima (a) i broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija ozona (b) na postaji Rijeka-2 u razdoblju od 2006. do 2010. godine.....	81
Tablica 3.7.5.	Broj prekoračenja srednjih dnevnih koncentracija ozona po mjesecima (a) i broj prekoračenja najviših dnevnih osmosatnih koncentracija ozona (b) na postaji Zagreb-3 u razdoblju od 2006. do 2010. godine.....	82
Tablica 3.8.1.	Obuhvat podataka mjerenja koncentracija benzena na postajama Državne mreže u razdoblju od 2006.-2010. godine.....	83
Tablica 3.8.2.	Srednje godišnje vrijednosti koncentracija benzena za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) su označene ljubičasto, gornje plavo ( $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene.....	83
Tablica 3.10.1.	Srednje godišnje koncentracije arsena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti ( $6 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom. ....	88
Tablica 3.10.2.	Srednje godišnje koncentracije arsena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene ( $3.6 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su plavo, više od donje granice procjene ( $2.4 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.....	89
Tablica 3.10.3.	Srednje godišnje koncentracije kadmija po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti ( $5 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom. ....	89
Tablica 3.10.4.	Srednje godišnje koncentracije kadmija po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene ( $3 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su plavo, više od donje granice procjene ( $2 \text{ng}/\text{m}^3$ ) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom.....	89

Tablica 3.10.5.	Srednje godišnje koncentracije nikla po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti (20 ng/m <sup>3</sup> ) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom.....	89
Tablica 3.10.6.	Srednje godišnje koncentracije nikla po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (14 ng/m <sup>3</sup> ) označene su plavo, više od donje granice procjene (10 ng/m <sup>3</sup> ) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom. ....	90
Tablica 3.10.7.	Srednje godišnje koncentracije benzo(a)pirena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od ciljne vrijednosti (1 ng/m <sup>3</sup> ) označene su ljubičasto, a niže rozom bojom. ....	90
Tablica 3.10.8.	Srednje godišnje koncentracije bezno(a)pirena po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od gornje granice procjene (0.6 ng/m <sup>3</sup> ) označene su plavo, više od donje granice procjene (0.4 ng/m <sup>3</sup> ) označene su ljubičasto, a niže od donje granice rozom bojom. ....	90
Tablica 3.11.1.	AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine, na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Vrijednosti više od ciljne vrijednosti za zaštitu vegetacije (18000 µg/m <sup>3</sup> ·h) označene su ljubičasto. ....	94
Tablica 3.11.2.	AOT40 po godinama i za razdoblje od 2006.-2010. godine na raspoloživim podacima postaja Državne mreže. Godišnje vrijednosti više od dugoročnog cilja za zaštitu vegetacije (6000 µg/m <sup>3</sup> ·h) označene su ljubičasto. ....	94
Tablica 3.11.3.	Srednje godišnje vrijednosti koncentracija NO <sub>x</sub> za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (19.5 µg/m <sup>3</sup> ) su označene ljubičasto, gornje plavo (24 µg/m <sup>3</sup> ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene. ....	94
Tablica 3.11.4.	Srednje godišnje vrijednosti koncentracija SO <sub>2</sub> za razdoblje od 2006.-2010. godine. Prekoračenja donje granice procjene (8 µg/m <sup>3</sup> ) su označene ljubičasto, gornje plavo (12 µg/m <sup>3</sup> ), a roze su vrijednosti ispod donje granice procjene. ....	95
Tablica 3.12.1.	Godišnje srednje vrijednosti modeliranih koncentracija onečišćujućih tvari po predloženim zonama i aglomeracijama (sa Siskom i Kutinom) tijekom 2006. godine dobivene EMEP4HR modelom. Za zone je prikazan raspon i srednja vrijednost koncentracija po onečišćujućim tvarima. ....	96
Tablica 4.1.1.	Ocjena temperature prema raspodijeli percentila. ....	99
Tablica 4.2.1.	Ocjena oborine prema raspodijeli percentila. ....	101
P-I. 1.	Popis onečišćujućih tvari –ISO kodovi (ISO 7168-2:1999.) .....	129
P-I. 2.	Granične i tolerantne vrijednosti prema Uredbi (2) u razdoblju od 2006. do 2010. godine.....	130
P-I. 3.	Granične i tolerantne vrijednosti s obzirom na zaštitu vegetacije i ekosustava. ....	131
P-I. 4.	Granice procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku prema Direktivi. ....	124
P-I. 5.	Granice procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na zaštitu vegetacije i prirodnih ekosustava prema Direktivi. ....	133
P-I. 6.	Granice procjenjivanja s obzirom na koncentracija arsena, kadmija, nikla i benzo(a)pirena u vanjskome zraku unutar zone ili aglomeracije.....	133

# **PRILOG**

## **TABLICE:**

**Propisane granične i tolerantne vrijednosti  
korištene u procjeni**



## Popis onečišćujućih tvari – iso kodovi (ISO 7168-2:1999.)

P-I. 1. Popis onečišćujućih tvari –ISO kodovi (ISO 7168-2:1999.)

Redni broj	ISO – kod <sup>(1)</sup>	Formula	Naziv onečišćujuće tvari	Mjerna jedinica	Vrijeme usrednjavanja <sup>(2)</sup>
1.	1	SO <sub>2</sub>	sumporov dioksid	µg/m <sup>3</sup>	1 sat 24 sata
2.	3	NO <sub>2</sub>	dušikov dioksid	µg/m <sup>3</sup>	1 sat 24 sata
3.	24	PM <sub>10</sub>	lebdeće čestice (<10µm)	µg/m <sup>3</sup>	24 sata
4.	8	O <sub>3</sub>	ozon	µg/m <sup>3</sup>	1 sat
5.	V4	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	benzen	µg/m <sup>3</sup>	24 sata
6.	4	CO	ugljikov monoksid	mg/m <sup>3</sup>	1 sat
7.	5	H <sub>2</sub> S	sumporovodik	µg/m <sup>3</sup>	1 sat 24 sata
8.	21	NH <sub>3</sub>	amonijak	µg/m <sup>3</sup>	24 sata
9.	19	Pb	olovo	µg/m <sup>3</sup>	24 sata
10.	82	Cd	kadmij	ng/m <sup>3</sup>	24 sata
11.	80	As	arsen	ng/m <sup>3</sup>	24 sata
12.	87	Ni	nikal	ng/m <sup>3</sup>	24 sata
13.	P6	B(a)P	benzo(a)piren	ng/m <sup>3</sup>	24 sata

## Granične i tolerantne vrijednosti onečišćujućih tvari u zraku

Na rezultate mjerenja onečišćenja zraka primjenjuju se odredbe Uredbe o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari(2), Uredbe o ozonu(3) i prema Zakonu o zaštiti zraka(1).

P-I. 2. Granične i tolerantne vrijednosti prema Uredbi(2) u razdoblju od 2006. do 2010. godine.

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	GV( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	nGV	TV( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					nTV
				2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	
SO <sub>2</sub>	1 sat	350	24	500	470	440	410	380	
	24 sata	125	3					-	-
	1 godina	50							
NO <sub>2</sub>	1 sat	200	18	300	287.5	275	262.5	250	18
	24 sata	80	7	120	115	110	105	100	7
	1 godina	40		60	57.5	55	52.5	50	
PM <sub>10</sub>	24 sata	50	35	75	70	65	60	55	35
	1 godina	40		60	56	52	48	44	
H <sub>2</sub> S	1 sat	7	7	10	9.4	8.8	8.2	7.6	
	24 sata	5	7						
	1 godina	2							
NH <sub>3</sub>	24 sata	100	7						
	1 godina	30							
benzen	1 godina	5		10	9	8	7	6	
PM <sub>2,5</sub>	1 godina	25		30	29.5	29	28.5	28	
CO	Najviša dnevna osmosatna vrijednost	10 mg/m <sup>3</sup>		16	14.8	13.6	12.4	11.2 mg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	Najviša dnevna osmosatna vrijednost	-	-	120	120	120	120	120	25(3g od)
	Srednja dnevna vrijednost	-	-	110	110	110	110	110	7
	Najviša dnevna osmosatna vrijednost za 1 godinu	120	-					-	-
Hg	1 godina	1							
Cd u PM <sub>10</sub>	1 godina	5 ng/m <sup>3</sup>	-					-	-
Pb u PM <sub>10</sub>	1 godina	0.5	-					-	-
Ni u PM <sub>10</sub>	1 godina	20 ng/m <sup>3</sup>	-					-	-
As u PM <sub>10</sub>	1 godina	6 ng/m <sup>3</sup>	-					-	-
Benzo(a)piren	1 godina	1 ng/m <sup>3</sup>	-	2	1.857	1.714	1.571	1.428 ng/m <sup>3</sup>	

P-I. 3. Granične i tolerantne vrijednosti s obzirmo na zaštitu vegetacije i ekosustava.

<b>Onečišćujuća tvar</b>	<b>Vrijeme usrednjavanja</b>	<b>GV(<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
SO <sub>2</sub>	Kalendarska godina i zimsko razdoblje	20
NO <sub>x</sub>	1 godina	30

P-I. 4. Granice procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku prema Direktivi.

Onečišćujuća tvar	Razdoblje praćenja	Granica procjenjivanja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos granice procjenjivanja	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
SO <sub>2</sub>	kalendarska godina	gornja	24 sata	75 µg m <sup>-3</sup> (60% GV)	< 3 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
		donja	24 sata	50 µg m <sup>-3</sup> (40% GV)	< 3 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
NO <sub>2</sub>	kalendarska godina	gornja	1 sat	140 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	1-satne < 18 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
			1 godina	32 µg m <sup>-3</sup> (80% GV)	
		donja	1 sat	100 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	1-satne < 18 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
			1 godina	26 µg m <sup>-3</sup> (65% GV)	
PM <sub>10</sub>	kalendarska godina	gornja	24 sata	35 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	24-satne < 35 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
			1 godina	28 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	
		donja	24 sata	25 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	24-satne < 35 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini
			1 godina	20 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	
PM <sub>2.5</sub>	kalendarska godina	gornja	1 godina	17 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
		donja	1 godina	12 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	-
Pb u PM <sub>10</sub>	kalendarska godina	gornja	1 godina	0.35 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
		donja	1 godina	0.25 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	-
Benzen	kalendarska godina	gornja	1 godina	3.5 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
		donja	1 godina	2 µg m <sup>-3</sup> (40% GV)	-
CO	kalendarska godina	gornja	osmosatni klizni srednjak	7 mg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
		donja	osmosatni klizni srednjak	5 mg m <sup>-3</sup> (50% GV)	-



P-I. 5. Granice procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na zaštitu vegetacije i prirodnih ekosustava prema Direktivi.

Onečišćujuća tvar	Razdoblje praćenja	Granica procjenjivanja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos granice procjenjivanja
SO <sub>2</sub>	kalendarska godina	gornja	kalendarska godina i zimsko razdoblje	12 µg m <sup>-3</sup> (60% GV)
		donja		8µg m <sup>-3</sup> (40% GV)
NO <sub>x</sub>	kalendarska godina	gornja	kalendarska godina	24 µg m <sup>-3</sup> (80% GV)
		donja		19.5 µg m <sup>-3</sup> (65% GV)

P-I. 6. Granice procjenjivanja s obzirom na koncentracija arsena, kadmija, nikla i benzo(a)pirena u vanjskome zraku unutar zone ili aglomeracije.

	Arsen	Kadmij	Nikal	B(a)P
Gornji prag procjene u postotku ciljne vrijednosti	60 % (3,6 ng/m <sup>3</sup> )	60 % (3 ng/m <sup>3</sup> )	70 % (14 ng/m <sup>3</sup> )	60 % (0,6 ng/m <sup>3</sup> )
Donji prag procjene u postotku ciljne vrijednosti	40 % (2,4 ng/m <sup>3</sup> )	40 % (2 ng/m <sup>3</sup> )	50 % (10 ng/m <sup>3</sup> )	40 % (0,4 ng/m <sup>3</sup> )