

**PROCJENA KAKVOĆE ZRAKA NA TERITORIJU DRŽAVE I PRIMJENA
DODATKA XIV. NOVE DIREKTIVE O KAKVOĆI ZRAKA I ČIŠĆEM
ZRAKU ZA EUROPU 2008/50/EZ**

Zagreb, veljača 2010.

SADRŽAJ

1. ODGOVORNOSTI I DUŽNOSTI ZEMALJA ČLANICA
 - 1.1. Općeniti zahtjevi
 - 1.2. Zahtjevi na kvalitetu mjernih podataka
 - 1.3. Zahtjevi na način provođenja ocjene razina koncentracija
 - 1.4. Smještaj mjernih točaka na makroskali
 - 1.5. Smještaj mjernih točaka na mikroskali
 - 1.6. Određivanje njihovog kemijskog sastava
 - 1.7. Minimalni broj mjernih mjesta za usporedbu s graničnim vrijednostima koncentracija propisanih u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja te za ostvarivanje cilja smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini.
 - 1.8. Propisana referentna metoda
2. PROPISANE RAZINE
 - 2.1. Prosječni pokazatelj izloženosti (PPI)
 - 2.2. Zahtijevana razina izloženosti
 - 2.3. Ciljna vrijednost
 - 2.4. Granična vrijednost
 - 2.5. Tolerantne vrijednosti
3. STANJE ONEČIŠĆENJA ZRAKA FRAKCIJOM LEBDEĆIH ČESTICA PM_{2.5} U REPUBLICI HRVATSKOJ
 - 3.1. Zagreb
 - 3.2. Split
 - 3.3. Rijeka
 - 3.4. Osijek
 - 3.5. Sisak
 - 3.6. Kutina
 - 3.7. Prosječni pokazatelj izloženosti na nacionalnoj razini
4. BROJ MJERNIH TOČAKA U HRVATSKIM GRADOVIMA
5. MJERENJA NA RURALNIM POZADINSKIM POSTAJAMA
6. MINIMALNI BROJ MJERNIH TOČAKA U REPUBLICI HRVATSKOJ SA CILJEM SMANJENJA IZLOŽENOSTI PM_{2.5} NA NACIONALNOJ RAZINI
7. PROGRAM MJERENJA KONCENTRACIJA PM_{2.5} SA CILJEM SMANJENJA IZLOŽENOSTI NA NACIONALNOJ RAZINI
 - 7.1. Mjerna metoda
 - 7.2. Broj i smještaj mjernih točaka
 - 7.3. Određivanje sastava frakcije lebdećih čestica PM_{2.5}
 - 7.4. Određivanje vrste i doprinosa izvora onečišćenja
 - 7.5. Određivanje bazne godine praćenja prosječnog pokazatelja izloženosti
8. OBJAŠNJENJA KORIŠTENIH POJMOVA
9. LITERATURA

1. ODGOVORNOSTI I DUŽNOSTI ZEMALJA ČLANICA

7.1. Općeniti zahtjevi

Prema Direktivi 2008/50/EC (direktiva) Republika Hrvatska kao buduća članica Europske unije treba odrediti kompetentna upravna i stručna tijela odgovorna za sljedeće zadatke:

- Procjenu razina onečišćenja zraka
- Odobravanje mjernih metoda
- Odabir vrste sakupljačkih i mjernih uređaja
- Organiziranje, uspostavu i kontrolu rada mjernih mreža
- Organiziranje, uspostavu i kontrolu rada umjernih i mjeriteljskih laboratorija
- Osiguravanje točnosti mjerenja
- Organiziranje i provođenje analize metoda procjene kvalitete zraka
- Provođenje na svom teritoriju programa osiguravanja kvalitete koje organizira Europska komisija
- Uspostaviti i održavati suradnju s drugim zemljama članicama i Europskom komisijom

Sukladno novim saznanjima i preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) (WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, 2005) direktiva stavlja poseban naglasak na mjerenje i procjenu kvalitete zraka s obzirom na frakciju lebdećih čestica PM_{2.5}, za koju se smatra da izaziva većinu negativnih zdravstvenih učinaka u gradskim sredinama. U tom smislu direktiva u Članku 15. zahtijeva od zemalja članica sljedeće:

1. Države članice će poduzeti sve potrebne mjere, izuzev troškova nesrazmjernih s obzirom na učinak, za snižavanje razina izloženosti stanovništva PM_{2.5} zbog postizanja postavljenog cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini propisanog u Odjeljku B Priloga XIV. za zadanu godinu.
2. Države članice trebaju osigurati da vrijednost prosječnog pokazatelja izloženosti za godinu 2015. zadanog u skladu s Odjeljkom A Priloga XIV. ne prelazi zahtijevanu razinu izloženosti zadanu u Odjeljku C istog priloga.
3. Prosječni pokazatelj izloženosti za PM_{2.5} treba biti procijenjen sukladno Odjeljku A Priloga XIV.
4. Svaka će država članica u skladu s Prilogom II osigurati da raspodjela i broj mjernih točaka koje služe za određivanje prosječnog pokazatelja izloženosti PM_{2.5} prikladno prikazuju izloženost stanovništva zemlje. Broj mjernih točaka ne smije biti manji od broja prikazanog u Odjeljku B Priloga V.

1.2. Zahtjevi na kvalitetu mjernih podataka

U Tablici 1. prikazani su zahtjevi na kvalitetu mjernih podataka koje je nužno zadovoljiti u smislu pravilne procjene kakvoće zraka na onečišćenje lebdećim česticama.

Posebno su navedeni zahtjevi postavljeni za fiksna i indikativna mjerenja te za modeliranje i slobodnu procjenu stanja.

Tablica 1. Zahtjevi na kvalitetu podataka za procjenu kakvoće zraka

	Frakcije lebdećih čestica PM10, PM2,5 i Pb
Fiksna mjerenja⁽¹⁾	
Nesigurnost	25 %
Minimalni obuhvat podataka	90 %
Indikativna mjerenja	
Nesigurnost	50 %
Minimalni obuhvat podataka	90 %
Minimalna vremenska pokrivenost	14 % ⁽²⁾
Nesigurnost pri modeliranju	
Dnevni prosjeci	Nije određeno
Godišnji prosjeci	50 %
Procjena (objective uncertainty)	
Nesigurnost	100 %

¹ Zemlje članice mogu koristiti nasumična mjerenja jednoliko raspoređena tijekom godine s vremenskom pokrivenošću većom od one propisane za indikativna mjerenja uz uvjet da mogu dokazati da je zahtjev na nesigurnost mjerenja od 25 % zadovoljen. U navedenom slučaju zahtjev od maksimalno dopuštenih 35 prekoračenja dnevnih vrijednosti od $50 \mu\text{g m}^{-3}$ za PM10 prelazi u zahtjev da 90,4 percentil ne prelazi navedenu vrijednost.

² Jedan uzorak tjedno (dani u tjednu jednoliko raspodijeljeni tijekom godine) ili 8 tjedana jednoliko raspodijeljenih tijekom godine.

Za zone i aglomeracije unutar kojih su osim mjerenja, kao dopuna podacima mjerenja ili kao jedini način procjene kakvoće zraka korišteni drugi načini procjene potrebno je navesti sljedeće:

- opis provedenih aktivnosti u svrhu ocjenjivanja,
- korištene metode s referencama na opise metoda,
- izvore podataka i informacija,
- opis rezultata, uključujući i nesigurnosti, posebice, opseg bilo kojeg područja ili, ako je relevantno, dužine ceste unutar zone i aglomeracije na kojima koncentracije prelaze granične vrijednosti, ciljne vrijednosti, ili dugoročne granice tolerancije, ako je to primjenjivo, te u bilo kojem području u kojem koncentracije prelaze gornji ili donji prag procjene,
- populaciju potencijalno izloženu razinama višim od granične vrijednost za zaštitu ljudskog zdravlja.

Osiguranje kvalitete za ocjenu kakvoće vanjskog zraka: provjere valjanosti podataka

U svrhu osiguravanja točnosti mjerenja i usklađenosti sa zahtjevima na kvalitetu podataka za procjenu kakvoće zraka potrebno je osigurati:

- da sva mjerenja poduzeta u svrhu procjene kvalitete zraka u skladu sa Člancima 6. i 9. direktive budu sljedeća u smislu ISO/IEC 17025:2005.
- da institucije koje rukovode mjernom mrežom ili pojedinim mjernim stanicama imaju uspostavljen sustav osiguranja i kontrole kvalitete u svrhu osiguravanja redovitog održavanja i točnosti mjernih uređaja.
- da procesi osiguravanja i kontrole kvalitete obuhvaćaju sakupljanje podataka i izvještavanje i da institucije zadužene za taj proces aktivno sudjeluju u odgovarajućim provjerama osiguranja kvalitete.

- da nacionalni laboratoriji, kada budu definirani od kompetentnih upravnih i stručnih tijela u skladu s Člankom 3. sudjeluju u međunarodnim interkomparacijskim ispitivanjima i budu akreditirani u skladu s EN/ISO 17025 do 2010. godine za pojedine referentne metode. Oni trebaju biti uključeni u programe osiguranja kvalitete na području zemalja članica koje organizira Europska komisija te koordinirati na nacionalnoj razini pravilno provođenje referentnih metoda i postupke dokazivanja ekvivalencije metoda koje nisu referente.

1.3. Zahtjevi na način provođenja ocjene razina koncentracija

Direktiva propisuje zahtjeve na način provođenja ocjene razina koncentracija PM10 i PM2,5 u zraku unutar zone ili aglomeracije. Navedeni zahtjevi su prikazani u Tablici 2.

Tablica 2. Zahtjevi na način provođenja ocjene razina koncentracija PM10 i PM2,5

	Dnevni prosjek PM10	Godišnji prosjek PM10	Godišnji prosjek PM2,5⁽¹⁾
Gornja granica procjenjivanja	70% od iznosa granične vrijednosti (35 $\mu\text{g m}^{-3}$ ne smije biti pređena više od 35 dana u kalendarskoj godini)	70% od iznosa granične vrijednosti (28 $\mu\text{g m}^{-3}$)	70% od iznosa granične vrijednosti (17 $\mu\text{g m}^{-3}$)
Donja granica procjenjivanja	50% od iznosa granične vrijednosti (25 $\mu\text{g m}^{-3}$ ne smije biti pređena više od 35 dana u kalendarskoj godini)	50% od iznosa granične vrijednosti (20 $\mu\text{g m}^{-3}$)	50% od iznosa granične vrijednosti (12 $\mu\text{g m}^{-3}$)

⁽¹⁾ Gornja i donja granica procjenjivanja za PM2,5 ne primjenjuju se na mjere za procjenu usklađenosti sa ciljem smanjenja izloženosti PM2,5 na nacionalnoj razini u svrhu zaštite ljudskog zdravlja.

Prekoračenja gornjih i donjih granica procjenjivanja utvrđuje se na osnovi izmjerenih koncentracija tijekom prethodnih pet godina, ukoliko na raspolaganju imamo dovoljno podataka. Smatrat će se da su granice procjenjivanja prekoračene ukoliko su izmjerene koncentracije više od propisanih tijekom najmanje tri godine od tih prethodnih pet godina.

Ukoliko ne postoje podaci za pet prethodnih godina, zemlje članice u svrhu određivanja prekoračenja granica procjenjivanja smiju kombinirati rezultate mjerenja provedenih tijekom kraćih razdoblja na lokacijama s najvišom razinom onečišćenja s podacima o emisijama i rezultatima modeliranja razina onečišćenja.

Direktiva zahtijeva da se kvaliteta zraka ocjenjuje u svim zonama i aglomeracijama u skladu sa sljedećim kriterijima:

1.4. Smještaj mjernih točaka na makroskali

(a) Mjerne točke na kojima se provode mjerenja usmjerena na zaštitu zdravlja ljudi biti će smještene tako da daju podatke o sljedećem:

- Unutar područja zone i aglomeracije u kojima je stanovništvo izravno ili neizravno izloženo visokim koncentracijama onečišćenja tijekom postotka vremena značajnog u odnosu na razdoblje usrednjavanja za koje je propisana granična vrijednost koncentracija onečišćenja.

- drugim područjima unutar zona i aglomeracija koje su reprezentativne za izloženost opće populacije.

(b) Mjerne točke će općenito, gdje je to moguće, biti smještene na način da se izbjegne njihova reprezentativnost samo za mikro okruženja u njihovoj neposrednoj blizini. Znači da točka uzorkovanja mora biti odabrana na takav način da reprezentira kvalitetu zraka za segment ulice od najmanje 100 m dužine na mjernim mjestima na kojima se prati onečišćenje zraka vezano uz promet vozila, odnosno površinu od najmanje $250 \text{ m} \times 250 \text{ m}$ kod industrijskih lokacija.

(c) Gradske pozadinske lokacije će biti odabrane tako da je razina onečišćenja na njima rezultat integriranog doprinosa iz svih izvora smještenih uz vjetar od stanice. Nijedan izvor ne bi trebao biti dominantan, osim ukoliko je tipičan za šire urbano područje. Te točke uzorkovanja su u pravilu reprezentativne za područje od nekoliko kvadratnih kilometara.

(d) Ukoliko želimo procijeniti kakvoću zraka u ruralnoj sredini, točke uzorkovanja ne smiju biti pod utjecajem aglomeracije ili industrijskih lokacija u blizini, tj. od njih trebaju biti udaljene najmanje pet kilometara.

e) Ukoliko želimo procijeniti kakvoću zraka u industrijskoj sredini, najmanje jedna mjerna točka najbližem naselju treba biti odabrana u smjeru niz vjetar od izvora. Ukoliko ne poznamo pozadinsku razinu koncentracija onečišćenja, tada još jedna mjerna točka treba biti odabrana uz vjetar od izvora.

f) Mjerne točke trebaju, ukoliko je to moguće, biti reprezentativne za slične ali udaljene lokacije.

g) U svrhu zaštite ljudskog zdravlja potrebno je ukoliko je to potrebno odrediti i mjerne točke na otocima.

1.5.Smještaj mjernih točaka na mikroskali

U mjeri u kojoj je izvedivo, potrebno je zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

Kretanje zraka oko ulaznog dijela sakupljača treba biti neometan (nezaklonjen u luku od najmanje 270°) bez prepreka u blizini uređaja koje bi mogle utjecati na protok zraka kroz sakupljač (nekoliko metara od zgrada, balkona, drveća i drugih prepreka, odnosno barem 0,5 m daleko od površine zgrade ukoliko se određuje razina onečišćenja na samom ulazu u zgradu ili njezinoj površini).

Ulaz zraka u sakupljač bi u pravilu trebao biti smješten na visini od 1,5 do 4 m iznad tla. Ukoliko je to neophodno visina od tla može biti i do 8 m. Smještaj sakupljača na većoj visini se koristi kada je mjerna postaja reprezentativna za šire područje.

Ulaz sakupljača ne smije biti smješten neposredno uz izvore onečišćenja kako bi se izbjeglo direktno usisavanje i omogućilo dovoljno razrjeđenje okolišnim zrakom.

Izlaz zraka treba biti smješten tako da ne dolazi do ponovnog usisavanja na ulazu u sakupljač.

Za praćenje onečišćenja prometom, ulaz u sakupljač treba biti udaljen najmanje 25 m od raskrižja, ali ne više od 10 m udaljen od prometnice.

Pri odabiru mjerne lokacije također je potrebno paziti na sljedeće:

- blizinu izvora koji interferiraju s mjerenjima
- sigurnost
- dostupnost
- dostupnost električne i telefonska mreže
- vidljivost mjernog mjesta s obzirom na okolinu
- sigurnost osoblja i šire populacije
- poželjno je da se na istom mjernom mjestu određuje više vrsta onečišćenja

Mjerenja na ruralnim pozadinskim stanicama provode se neovisno o razinama koncentracija. Glavna svrha ovih mjerenja je osiguravanje prikanih informacija o pozadinskim koncentracijama onečišćenja. Te su informacije ključne za procjenu razina na onečišćenim područjima (gradska, industrijska sredina ili blizina prometnica), za procjenu daljinskog transporta onečišćenja, za određivanje doprinosa pojedinih vrsta izvora onečišćenja, naročito lebdećih čestica te u svrhu sve veće upotrebe modeliranja razina onečišćenja u gradskim sredinama.

Način odabira i prikaz mjernog mjesta trebaju biti dokumentiran i po mogućnosti dopunjen fotografijama i mapom okolice. Postupak je potrebno periodički ponavljati kako bi se trajno osigurali kriteriji odabira s obzirom na moguće promjene uvjeta.

1.6. Određivanje njihovog kemijskog sastava

Mjerenja PM_{2,5} trebaju uz određivanje masene koncentracije uključiti i određivanje njihovog kemijskog sastava. Trebalo bi određivati barem sljedeće sastavnice:

SO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, NO₃⁻, K⁺, Cl⁻, CMg²⁺, elementni ugljik (EC), organski ugljik (EC)

1.7. Minimalni broja mjernih mjesta za usporedbu s graničnim vrijednostima koncentracija propisanih u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja te za ostvarivanje cilja smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini.

Direktiva propisuje kriteriji za određivanje minimalnog broja mjernih mjesta za stalno praćenje koncentracija lebdećih čestica (PM₁₀ i PM_{2,5}) u zraku, zasebno za usporedbu s graničnim vrijednostima koncentracija onečišćenja lebdećim česticama propisanih u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja te za ostvarivanje cilja smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini.

Ukoliko se na istoj mjernoj postaji određuju koncentracije obje frakcije (PM₁₀ i PM_{2,5}) tada se broje kao dvije točke sakupljanja.

Kriteriji za određivanje minimalnog broja mjernih mjesta u skladu s ciljem smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini zahtijevaju jednu mjernu točku na milijun stanovnika za aglomeracije od odnosno jednu mjernu točku za sredine s urbanim centrima većim od 100.000 stanovnika.

Tablica 3. Minimalni broj točaka sakupljanja za stalna mjerenja potrebnih za valjanu usporedbu s graničnim vrijednostima koncentracija onečišćenja lebdećim česticama propisanih u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja.

Populacija u tisućama	Maksimalna koncentracija prelaze gornju granicu procjenjivanja	Maksimalna koncentracija su između gornje i donje granice procjenjivanja
0-249	2	1
250-499	3	2
500-749	3	2
750-999	4	2
1000-1499	6	3
1500-1999	7	3

1.8. Propisana referentna metoda

Propisana referentna metoda za određivanje koncentracija PM_{2.5} u zraku je EN14907:2005. Zemlje članice mogu koristiti i ekvivalentne metode uz potrebno dokazivanje ekvivalentnosti metode kako slijedi:

1. Zemlje članice mogu koristiti i druge metode za koje mogu dokazati da daju rezultate ekvivalentne rezultatima referentne metode ili koji pokazuju dosljedan odnos s njima. U potonjem slučaju rezultati trebaju biti korigirani na način da odgovaraju vrijednostima rezultata referentne metode.
2. Komisija može zahtijevati od zemlje članice da pripremi izvještaj kojim dokazuje ekvivalentnost.
3. Pri ocjeni prihvatljivosti Komisija će se pozivati na upute o dokazu ekvivalentnosti. Ukoliko će se koristiti korekcijski faktori oni trebaju biti određeni u skladu s navedenim uputama.
4. Zemlje članice zbog bolje usporedivosti podataka, trebaju kada je to moguće, primijeniti korekcije retroaktivno.

Direktiva propisuje da pri izračunu masenih koncentracija lebdećih čestica i njihovog sadržaja, volumen uzorka odgovara volumenu pri uvjetima temperature i tlaka na dan sakupljanja uzorka. Ovo predstavlja razliku spram norme EN12341 koja traži korekciju volumena s obzirom na tlak i temperaturu zraka pri izračunu masenih koncentracija PM₁₀ i njihovog sadržaja.

Ujedno je naznačeno da svaka novokupljena oprema nakon 11. lipnja 2010. treba koristiti referentnu ili ekvivalentnu metodu. Kompetentna upravna i stručna tijela zemlje članice usvajanjem tipskih odobrenja o zadovoljavanju referentne metode za uređaje ujedno prihvaćaju izvještaje laboratorija iz drugih zemalja članica akreditiranih po normi EN ISO 17025.

2. Propisane razine

Od posebne važnosti zbog prilagodbe propisa Republike Hrvatske propisima Europske zajednice je Prilog XIV. direktive koji definira cilj smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini, ciljnu i graničnu vrijednost koncentracija PM_{2,5}

2.1. Prosječni pokazatelj izloženosti (PPI)

Prosječni pokazatelj izloženosti (PPI) izražen u $\mu\text{g m}^{-3}$ izračunava se na osnovi rezultata mjerenja provedenih na **gradskim pozadinskim stanicama** u područjima i naseljima na teritoriju zemlje članice. Predstavlja trogodišnji pomični prosjek koncentracija za tri uzastopne kalendarske godine usrednjavanjem za sva mjerna mjesta. Vrijednost PPI za referentnu godinu 2010. se izračunava usrednjavanjem za godine 2008., 2009. i 2010.

Ukoliko ne postoje podaci za 2008. godinu, zemljama članicama je u svrhu izračuna PPI za referentnu godinu dozvoljeno koristiti prosjek za 2009. i 2010. godinu ili prosjek godina 2009., 2010. i 2011. te u tom slučaju trebaju o svojoj odluci obavijestiti Komisiju do 11. rujna 2008. godine.

Vrijednost PPI za godinu 2020. predstavlja trogodišnji pomični prosjek za godine 2018., 2019. i 2020. Ovaj pokazatelj se koristi kao mjera postizanja cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini.

Vrijednost PPI za godinu 2015. predstavlja trogodišnji pomični prosjek za godine 2013., 2014. i 2015. Ovaj pokazatelj se koristi kao mjera postizanja obavezne (zahtijevane) razine izloženosti.

U Tablici 4. prikazani su iznosi cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini u ovisnosti o razini izloženosti za referentnu 2010. godinu.

Tablica 4. Cilj smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini

Početna koncentracija u $\mu\text{g m}^{-3}$	Postotak smanjenja	2020
$\leq 8,5$	0 %	
$> 8,5$ do < 13	10 %	
$= 13$ do < 18	15 %	
$= 18$ do < 22	20 %	
≥ 22	Sve raspoložive mjere za dosizanje $18 \mu\text{g m}^{-3}$	

Tablica propisuje traženo minimalno sniženje PPI za 2020. u odnosu na PPI za 2010. godinu.

Ukoliko je PPI u referentnoj godini niži ili jednak $8,5 \mu\text{g m}^{-3}$ postotak smanjenja je jednak nuli. Isto vrijedi i u slučaju da unutar razdoblja od 2010. do 2020. PPI dosegne i održi se na razini jednakoj ili nižoj od $8,5 \mu\text{g m}^{-3}$.

2.2. Zahtijevana razina izloženosti

Iznos zahtijevane razina izloženosti (ZRI) prikazan je u Tablici 5. kao razina, određena s obzirom na prosječni pokazatelj izloženosti (PPI) u svrhu smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje, koju je potrebno doseći u 2015. godini.

Tablica 5. Zahtijevana razina izloženosti

Zahtijevana razina izloženosti	Godina dosizanja zahtjeva
$20 \mu\text{g m}^{-3}$	2015.

2.3. Ciljna vrijednost

Ciljna vrijednost kao koncentracija onečišćujućih tvari u zraku, utvrđena s ciljem izbjegavanja, sprječavanja ili smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i na okoliš kao cjelinu, koja se mora postići gdje je god to moguće unutar zadanog razdoblja, propisana je u Tablici 6.

Tablica 6. Ciljna vrijednost

Razdoblje usrednjavanja	Ciljna vrijednost	Datum dosizanja ciljne vrijednosti
Kalendarska godina	25 $\mu\text{g m}^{-3}$	1. siječanj 2010.

2.4. Granična vrijednost

Direktiva propisuje graničnu vrijednost koncentracije PM2.5 kao i granice tolerancije dozvoljene za prilagodbu. Način određivanja prikazan je u Tablici 7.

Tablica 7. Granična vrijednost

Razdoblje usrednjavanja	Granična vrijednost	Granica tolerancije	Datum dosizanja granične vrijednosti
Prvi stupanj			
Kalendarska godina	25 $\mu\text{g m}^{-3}$	20% 11. lipnja 2008. smanjivanje sljedećeg 1. siječnja i svakih 12 mjeseci u istom postotku s dosizanjem 0% 1. siječnja 2015.	1. siječanj 2015.
¹ Drugi stupanj			
Kalendarska godina	20 $\mu\text{g m}^{-3}$		1. siječanj 2020.

¹Drugi stupanj – predložena granična vrijednost bit će razmotrena od strane Komisije tijekom 2013. godine s obzirom na novostečene informacije o učincima na zdravlje i okoliš, tehničku izvedivost i iskustva u zemljama članicama.

2.5. Tolerantne vrijednosti

Izračunati iznosi tolerantnih vrijednosti koncentracija PM2.5 po godinama prikazane su u Tablici 8.

Tablica 8. Tolerantne vrijednosti koncentracija PM2.5 po godinama

Godina	$\mu\text{g m}^{-3}$
2009.	29,3
2010.	28,6
2011.	27,9
2012.	27,1
2013.	26,4
2014.	25,7
2015.	25,0

3. STANJE ONEČIŠĆENJA ZRAKA FRAKCIJOM LEBDEĆIH ČESTICA PM2.5 U REPUBLICI HRVATSKOJ

Izračun prosječnih pokazatelja izloženosti zahtijeva podatke o koncentracijama PM2.5 dobivene uporabom referentne ili dokazano ekvivalentne metode koja zadovoljava HRN EN 14907. Taj je zahtjev zadovoljen samo za grad Zagreb. U nedostatku podataka koji zadovoljavaju postavljeni zahtjev za proračun PPI u drugim mjestima korištene su sljedeće prilagodbe:

- Korišteni su podaci o izmjerenim koncentracijama PM10 uporabom automatskih uređaja.
- Koncentracije PM2.5 proračunate su korištenjem podataka o izmjerenim koncentracijama PM10.

3.1. Zagreb

Mjerenja koncentracije frakcije lebdećih čestica PM2.5 provode se uporabom referentnih uređaja (sakupljači malog protoka LVS3) od 1999. godine kontinuirano do danas. Od 2009. godine u uporabi su i referentni uređaji SEQ47/50. Mjerna mjesta i razdoblja mjerenja prikazana su u Tablici 9.

Tablica 9. Mjerna mjesta i razdoblja mjerenja PM2.5 u Zagrebu

Godina	Sjever, Ksaverska	Centar Đorđićeva	Zapad Baruna Filipovića	Istok Getaldićeva	Jug Većeslava Holjevca
1999.	•				
2000.	•				
2001.	•				
2002.	•				
2003.	•				
2004.	•				
2005.	•	•	•	•	•
2006.	•	•	•	•	•
2007.	•	•	•	•	•
2008.	•	•			•
2009.	•	•			•

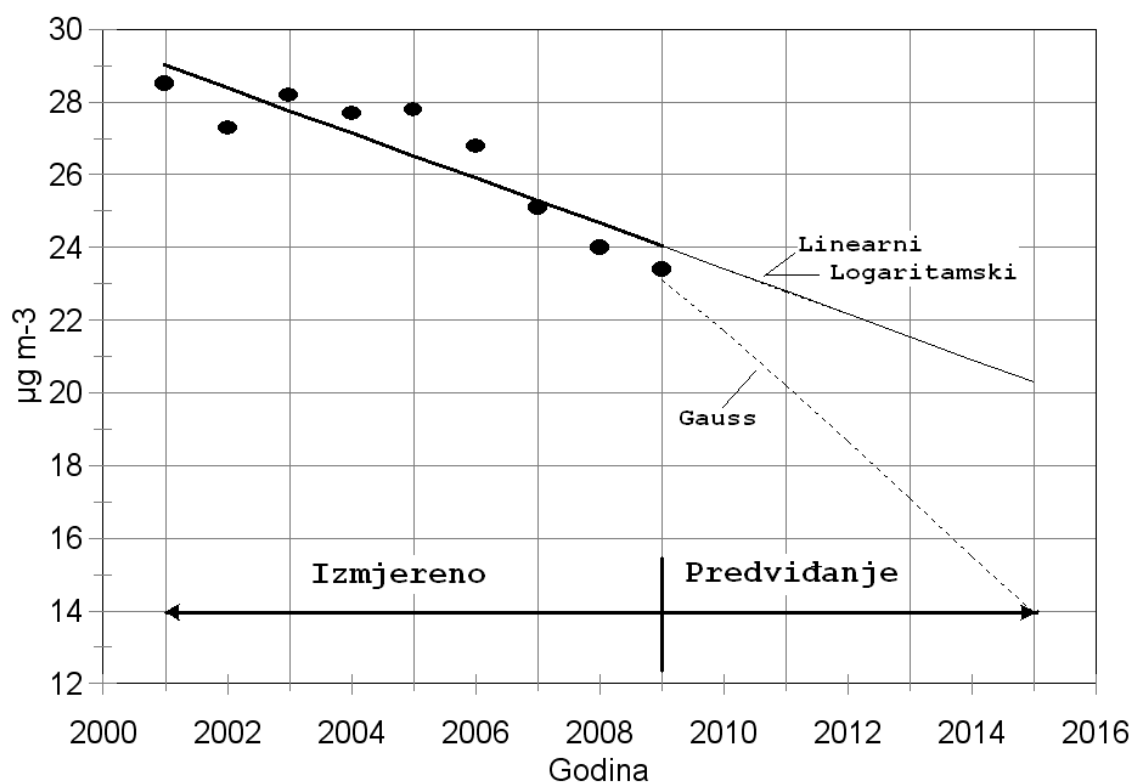
Analiza rezultata dobivenih tijekom razdoblja 2005.-2007. pokazala je izrazito slaganje koncentracija na liniji istok zapad te se dalje nastavilo s mjerenjima na tri stanice koje su reprezentativne za pojedine gradske sredine. Mjerenja se provode striktno prema zahtjevima norme HRN EN 14907.

U Tablici 10. prikazani su prosječni pokazatelji izloženosti (PPI) kao trogodišnji prosjeci za sva mjerna mjesta i godine.

Izračun trenda kao i predviđanje moguće je s obzirom na broj podataka provesti samo za mjerno mjestu Sjever koje ujedno i predstavlja gradsku pozadinsku lokaciju. Rezultati analize su prikazani na Slici 1.

Tablica 10. Prosječni pokazatelji izloženosti za mjerenja PM_{2.5} provedena u Zagrebu u razdoblju 1999.-2009. ($\mu\text{g m}^{-3}$)

	Sjever, Ksaverska	Centar Đorđićeva	Zapad Baruna Filipovića	Istok Getaldićeva	Jug Većeslava Holjevca	Sva mjerna mjesto
2001.	28,5					
2002.	27,3					
2003.	28,2					
2004.	27,7					
2005.	27,8					
2006.	26,8					
2007.	25,1	36,2	34,3	35,9	38,7	34,0
2008.	24,0	33,2			38,3	32,4
2009.	23,4	28,7			34,3	28,7



Slika 1. Prikaz postojećeg i predviđenog trenda prosječnog pokazatelja izloženosti za mjerno mjesto Zagreb, Ksaverska cesta

Za predviđanje trenda u budućnosti korištena su tri modela koja su pokazala najbolje slaganje s izmjerenim podacima. U sva tri modela promjenjiva varijabla je broj kalendarske godine.

Gaussov model (1) uz najvišu vrijednost korelacije ($r = 0.9670$) daje nerealno pad i ne predstavlja vjerojatno predviđanje.

$$y = 28,175 * e^{\frac{(2002,2-x)^2}{233,2}} \quad (1)$$

Jednostavna linearna ovisnost (2) daje mnogo vjerojatniji rezultat uz zadovoljavajuću vrijednost koeficijenta korelacije ($r = 0.9035$).

$$y = 1276,32 - 0,6233 * x \quad (2)$$

Treći, logaritamski model (3) uz jednaku vrijednost koeficijenta korelacije ($r = 0.9033$), daje gotovo identično predviđanje kao i linearni model.

$$y = 9527,1 - 1249,5 * \ln x \quad (3)$$

Vidljivo je da modeli daju rezultat gotovo identičan zahtijevanoj razini izloženosti od $20 \mu\text{g m}^{-3}$ za godinu 2015. Iako mjerno mjesto na lokaciji Ksaverska cesta smatramo pozadinskom gradskom stanicom, moramo uzeti u obzir da su korišteni podaci s lokacije na kojoj su rezultati mjerenja najniži u odnosu na druge lokacije te je pitanje koliko su reprezentativni za populaciju Zagreba.

U Tablici 11. Prikazane su vrijednosti omjera masenih koncentracija frakcija lebdećih čestica PM_{2.5}/PM₁₀ u postocima. Literaturni podaci pokazuju da se vrijednost navedenog omjera kreće od 0,50 u ruralnim do 0,80 u urbanim sredinama.

Tablica 11. Omjer masenih koncentracija frakcija lebdećih čestica PM_{2.5}/PM₁₀ (%)

Godina	Sjever Ksaverska	Centar Đorđićeva	Jug Većeslava Holjevca
2000.	71		
2001.	77		
2002.	74		
2003.	77		
2004.	79		
2005.	77		
2006.	72		
2007.	70		
2008.	76	74	71
2009.	78	73	72
Srednja vrijednost	75,1	73,5	71,5

Vidljivo je da su u Zagrebu srednje godišnje vrijednosti tipičnog iznosa za gradove te postojeane s obzirom na vrijeme i lokaciju. Rezultati se mogu koristiti retroaktivno za procjenu srednjih godišnjih koncentracija PM_{2.5} na osnovu podataka o izmjeranim koncentracijama PM₁₀. Primijeni li se vrijednost omjera dobivena za centar Zagreba na podatke o koncentracijama PM₁₀ izmjerene na postaji Državne mreže Zagreb-1 dobivaju se retrogradno modelirane koncentracije PM_{2.5} za tu lokaciju iz kojih je dalje moguće izračunati prosječni pokazatelj izloženosti. Rezultati proračuna su prikazani u Tablici 12.

Tablica 12. Modelirane koncentracije PM2.5 i prosječni pokazatelji izloženosti za mjernu točku Zagreb-1 Državne mreže ($\mu\text{g m}^{-3}$)

	PM10	PM2.5	PPI
2005.	50,0	36,8	
2006.	38,0	27,9	
2007.	31,0	22,8	29,2
2008.	34,0	25,0	25,2
2009.	31,0	22,8	23,5

Izračunate vrijednosti prosječnog pokazatelja izloženosti pokazuju naznaku negativnog trenda i sličnih su razina kao i vrijednosti izračunate za mjernu postaju Ksaverska cesta.

Iz prikazanog se može zaključiti da će prosječni pokazatelj izloženosti za 2010. godinu za populaciju Zagreba biti na razini 22-23 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Ksaverska cesta) ili viši (Đorđićeva ulica, Avenija Većeslava Holjevca) što definira cilj smanjenja izloženosti od 18 $\mu\text{g m}^{-3}$ te posljedično zahtijeva uporabu svih raspoloživih mjera za dosizanje tog cilja u narednih deset godina.

Doprinos pojedinih onečišćenja ukupnoj masi čestica PM2.5 u Zagrebu

Izučavani su udjeli pojedinih onečišćenja (metala, policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU), kiselih aniona, ugljika) u sastavu frakcije čestica PM2.5 u atmosferi Zagreba. Pokazalo se da masi čestica najznačajnije doprinose kiseli anioni i ugljik.

Višegodišnje analize sadržaja PM2.5 pokazuju visok udio kiselih aniona. Prosječni udjeli sulfata od 16% i nitrata od 9%, zajedno s udjelom klorida od 0,5% tvore približno 26% ukupne mase čestica. Visoka vrijednost omjera mase nitrata i sulfata ($\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$) od približno 0,75-0,80 ukazuje na značajan utjecaj prometa kao izvora lebdećih čestica.

Koncentracije ukupnog (UC), organskog (OC) i elementnog ugljika (EC) mjerene su tijekom zimskog razdoblja 2009. godine na dva mjerna mjesta u Zagrebu. Rezultati masenog udjela UC, OC i EC su prikazani u Tablici 13.

Tablica 13. Maseni udjeli ukupnog(UC), organskog (OC) i elementnog ugljika (EC) u frakciji PM2.5 u Zagrebu (%)

	Sjever Ksaverska	Jug Većeslava Holjevca
UC	27,8	40,7
EC	3,4	4,1
OC	24,4	36,6

Vidljivo je da udjeli kiselih aniona i ukupnog ugljika zajedno predstavljaju 55-75% ukupne mase frakcije lebdećih čestica PM2.5. Taj nam podatak ukazuje na promet i grijanje prostora i sanitarne vode kao značajne izvore onečišćenja, te ujedno sugerira načine i mjere koje je potrebno poduzimati u svrhu sniženja prosječnog pokazatelja izloženosti kako bi se njegova vrijednost svela na traženu razinu u budućnosti.

3.2. Split

U Splitu se mjere koncentracije frakcija lebdećih čestica PM10 i PM2.5 pomoću automatskih analizatora na tri lokacije Kaštel Sućurac, Solin i Centar od koji su dvije industrijske, a treća smještena u centru grada u stambeno-poslovnoj zoni. Metoda mjerenja nije referentna i ne navodi se provjera njezine ekvivalentnosti s propisanom metodom. Postupak utvrđivanja ekvivalencije se ne može provoditi prema postupku utvrđivanja ekvivalencije opisanom u normi HRN EN 12341:1998 kao što je navedeno na stranici 4 norme. Izmjerene vrijednosti koncentracija kao i omjeri koncentracija PM10/PM2.5 za 2006. i 2007. godinu prikazani su u Tablici 14.

Tablica 14. Koncentracije lebdećih čestica PM2.5 i PM10 ($\mu\text{g m}^{-3}$) i njihovi omjeri (%)

Godina	Kaštel Sućurac			Solin			Centar		
	PM10	PM2.5	Omjer	PM10	PM2.5	Omjer	PM10	PM2.5	Omjer
2006.	39	8	21	40	17	43	18	8	44
2007.	-	11	-	27	20	74	15	17	~ 100
PPI-07		9,5			18,5			12,5	

Vrijednosti koncentracija PM2.5 su niske ispod granične vrijednosti propisane za 2008. godinu ($30 \mu\text{g m}^{-3}$). Vrijednost prosječnog pokazatelja izloženosti (baziranog na dvogodišnjem razdoblju) za grad Split je relativno nizak te će se zahtijevati relativno sniženje izloženosti u svrhu cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini u razdoblju 2010.-2020. u iznosu od 10% do 20%.

3.3. Rijeka

U Rijeci i njenoj okolini koncentracije frakcije lebdećih čestica PM10 se određuju uporabom automatskih uređaja na tri gradske i 6 prigradski (industrijskih) lokacija. Metoda mjerenja nije referentna i ne navodi se provjera njezine ekvivalentnosti s propisanom metodom. Postupak utvrđivanja ekvivalencije se ne može provoditi prema postupku utvrđivanja ekvivalencije opisanom u normi HRN EN 12341:1998 kao što je navedeno na stranici 4 norme. Rezultati mjerenja provedenih na gradskim mjernim stanicama kao i proračun koncentracija PM2.5 baziran na srednjem omjeru PM2.5/PM10 od 0,735 prikazani su Tablici 15. Procijenjene vrijednosti koncentracija PM2.5 za 2007. godinu su za sva tri mjerna mjesta niže od tolerantne vrijednosti propisane za 2008. godinu ($30 \mu\text{g m}^{-3}$).

Tablica 15. Izmjerene koncentracije PM10 i procijenjene koncentracije PM2.5 ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Godina	Rijeka I		Rijeka II		Krešimirova	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
2005.					43,0	31,6
2006.	27,0	19,8	19,0	14,0	43,0	31,6
2007.	26,0	19,1	17,0	12,5	36,0	26,5
PPI-07		19,5		13,2		29,9

Ovisno o odabiru mjernog mjesta razina prosječnog pokazatelja izloženosti varira. S obzirom na to da mjerno mjesto Krešimirova predstavlja centar grada, a ne gradsku pozadinsku stanicu, možemo zaključiti da je vrijednost prosječnog pokazatelja izloženosti za grad Rijeku relativno nizak te će se zahtijevati relativno sniženje izloženosti u svrhu cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini u razdoblju 2010.-2020. u iznosu od 10% do 20%.

3.4. Osijek

U Osijeku se koncentracije frakcije lebdećih čestica PM10 određuju uporabom automatskog uređaja na jednom mjernom mjestu. Metoda mjerenja nije referentna i ne navodi se provjera njezine ekvivalentnosti s propisanom metodom. Postupak utvrđivanja ekvivalencije se ne može provoditi prema postupku utvrđivanja ekvivalencije opisanom u normi HRN EN 12341:1998 kao što je navedeno na stranici 4 norme. Rezultati mjerenja kao i proračun koncentracija PM2.5 baziran na srednjem omjeru PM2.5/PM10 od 0,735 prikazani su Tablici 16.

Tablica 16. Izmjerene koncentracije PM10, procijenjene koncentracije PM2.5 i prosječni pokazatelj izloženosti ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Godina	PM10	PM2.5	PPI
2006.	35,8	26,3	
2007.	29,4	21,6	
2008.	33,1	24,4	24,1
2009.	31,8	23,4	23,1

Procijenjene vrijednosti koncentracija PM2.5 niže od granične vrijednosti ($25 \mu\text{g m}^{-3}$). Za pretpostaviti je da će prosječni pokazatelj izloženosti za 2010. godinu biti na razini 2008. i 2009. godine) što definira cilj smanjenja izloženosti od $18 \mu\text{g m}^{-3}$ te posljedično zahtijeva uporabu svih raspoloživih mjera za dosizanje tog cilja u narednih deset godina.

3.5. Sisak

Za proračun su korišteni rezultati određivanja koncentracija PM10 gravimetrijskom metodom prema normi HRN EN12341 uporabom uređaja s ispitnom ekvivalentnošću u odnosu na referentnu metodu. Rezultati mjerenja kao i proračun koncentracija PM2.5 baziran na srednjem omjeru PM2.5/PM10 od 0,735 prikazani su u Tablici 17.

Tablica 17. Izmjerene koncentracije PM10, procijenjene koncentracije PM2.5 i prosječni pokazatelj izloženosti ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Godina	PM10	PM2.5	PPI
2007.	39,0	28,7	
2008.	39,0	28,7	
2009.	42,0	30,9	29,4

Potrebno je napomenuti da je uporabljena vrijednost faktor preračuna prijeporna s obzirom na to da je Sisak grad od 52.236 stanovnika sa snažnom industrijom. Iz tih razloga, bez obzira na razine prosječnog pokazatelja izloženosti, podaci za Sisak neće se koristiti pri procjeni nacionalnog pokazatelja izloženosti.

3.6. Kutina

U Kutini se koncentracije frakcije lebdećih čestica PM10 određuju uporabom automatskog uređaja na jednom mjernom mjestu. Metoda mjerenja nije referentna i ne navodi se provjera njezine ekvivalentnosti s propisanom metodom. Postupak utvrđivanja ekvivalencije se ne

može provoditi prema postupku utvrđivanja ekvivalencije opisanom u normi HRN EN 12341:1998 kao što je navedeno na stranici 4 norme. Rezultati mjerenja kao i proračun koncentracija PM2.5 baziran na srednjem omjeru PM2.5/PM10 od 0,735 prikazani su Tablici 18.

Tablica 18. Izmjerene koncentracije PM10, procijenjene koncentracije PM2.5 i prosječni pokazatelj izloženosti ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Godina	PM10	PM2.5	PPI
2006.	41,0	30,1	
2007.	39,0	28,7	
2008.	34,1	25,1	28,0
2009.	24,7	18,2	24,0

Potrebno je napomenuti da je uporabljena vrijednost faktor preračuna prijemna s obzirom na to da je Kutina malen grad od 15.000 stanovnika sa snažnom industrijom. Iz tih razloga, bez obzira na razine prosječnog pokazatelja izloženosti, podaci za Kutinu neće se koristiti pri procjeni nacionalnog pokazatelja izloženosti.

3.7. Prosječni pokazatelj izloženosti na nacionalnoj razini

Pokušamo li za primjer provizorno izračunati prosječni pokazatelj izloženosti na nacionalnoj razini za 2007. godinu korištenjem iznesenih podataka za četiri velika hrvatska grada Zagreb, Split, Rijeku i Osijek rezultati će varirati s obzirom na izbor mjernih mjesta koja reprezentiraju gradove. Izbjegavajući mjerne točke u centru gradova i odabirući mjerna mjesta Ksaverska (Zagreb), Solin (Split), Rijeka I. (Rijeka) i Osijek I. (Osijek) dolazimo do vrijednosti prosječnog pokazatelja izloženosti na nacionalnoj razini za 2007. godinu od $21,7 \mu\text{g m}^{-3}$ što je nešto više od zahtijevane razine izloženosti za 2015. godinu od $20 \mu\text{g m}^{-3}$.

4. BROJ MJERNIH TOČAKA U HRVATSKIM GRADOVIMA

Hrvatski gradovi veći od 40.000 stanovnika predstavljaju populaciju od 1.738.722 što čini 40% ukupne populacije Republike Hrvatske. U tablici 19. prikazan je broj stanovnika za svaki navedeni grad, njegov postotak u odnosu na cijelu grupaciju, te kumulativni postotak počevši od najvećeg grada prema najmanjem. Svakom su gradu pridružene tri vrijednosti broja mjernih točaka: minimalni broj točaka sakupljanja ukupno (PM10+PM2.5) određen u svrhu zaštite ljudskog zdravlja, prijedlog broja točaka sakupljanja u svrhu zaštite ljudskog zdravlja i minimalni broj točaka za sakupljanje u svrhu određivanja prosječnog pokazatelja izloženosti. Odjeljak A Priloga V ukazuje na to da se mjerenja u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja moraju provoditi u svim od pojedine zemlje članice definiranim aglomeracijama i zonama. U Republici Hrvatskoj je to pitanje propisano Uredbom o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka (NN 68/08) koja definira šest naseljenih područja.

Sisak i Kutina uključeni su zbog značajne razine onečišćenja zraka lebdećim česticama iz industrijskih izvora bez obzira na veličinu populacije.

Navedena uredba ne definira donju granicu populacije naseljenog područja (grada) u kojoj je nužno provoditi mjerenja koncentracija onečišćenja u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja.

Tablica 19. Broj stanovnika hrvatskih gradova većih od 40.000 stanovnika
i broj mjernih točaka u njima

Grad	Stanovništvo			Broj mjernih točaka			
	#	%	Kum. %	A PM10+PM2.5	B PM10 PM2.5		C PM2.5
Zagreb	779.145	44,8	44,8	4	3	3	1
Split	188.694	10,9	55,7	2	2	2	1
Rijeka	144.043	8,3	63,9	2	2	2	1
Osijek	114.616	6,6	70,5	2	2	2	1
Zadar	72.717	4,2	74,7	2	1	1	
Velika Gorica	63.517	3,7	78,4	2	1	1	
Slavonski Brod	63.268	3,6	82,0	2	1	1	
Karlovac	59.395	3,4	85,4	2	1	1	
Pula	58.594	3,4	88,8	2	1	1	
Sisak	52.236	3,0	91,8	2	1	1	
Šibenik	51.553	3,0	94,8	2	1	1	
Varaždin	49.075	2,8	97,6	2	1	1	
Bjelovar	41.869	2,4	100,0	2	1	1	
Ukupno	1.738.722			28	18	18	4

A – minimalni broj točaka sakupljanja (PM10+PM2.5) u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja

B – prijedlog broja točaka sakupljanja u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja

C – minimalni broj točaka za sakupljanje u svrhu određivanja prosječnog pokazatelja izloženosti

Tablica 20. Naseljena područja prema kategorijama zraka u Republici Hrvatskoj

Oznaka naseljenog područja	Naziv naseljenog područja
HR ZG	Grad Zagreb
HR RI	Grad Rijeka
HR ST	Grad Split
HR OS	Grad Osijek
HR SI	Grad Sisak
HR KT	Grad Kutina

Navedena uredba ne definira donju granicu populacije naseljenog područja (grada) u kojoj je nužno provoditi mjerenja koncentracija onečišćenja u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja.

U Hrvatskoj postoji još pet gradova većih od Siska (Zadar, Velika Gorica, Slavonski Brod, Karlovac, Pula) i dva grada (Šibenik i Varaždin) približno iste veličine, te nešto manji Bjelovar. U navedenim gradovima, osim od nedavno u Slavanskom Brodu, se ne provodi praćenje razina koncentracija lebdećih čestica u zraku na fiksnim postajama. Iz navedenih razloga a u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja, potrebno je odrediti donju granicu veličine populacije grada (npr. 40.000 ili 50.000 stanovnika) u kojima bi lokalna uprava trebala organizirati indikativna mjerenja na osnovi kojih bi se odredila kvaliteta zraka s obzirom na onečišćenje lebdećim česticama. Ta bi ispitivanja uz određivanje masenih koncentracija čestica i zacrtnjenosti filtra trebala uključivati i određivanje njihovog sadržaja (teški metali, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , K^+ , Mg^{2+} , PAU, elementni ugljik (EC), organski ugljik (EC), te po mogućnosti proširenu elementu analizu). Ukoliko ta ispitivanja pokažu da je praćenje razina koncentracija lebdećih čestica nužno, tada bi bilo potrebno organizirati mjerne točke prema pokazateljima iz Stupca B Tablice 19.

5. MJERENJA NA RURALNIM POZADINSKIM POSTAJAMA

Prema Prilogu IV. direktive Republika Hrvatska kao buduća zemlja članica treba provoditi mjerenja na pozadinskim mjernim mjestima u ruralnim sredinama. Osnovna namjena tih mjerenja je osiguravanje informacija o pozadinskim koncentracijama onečišćenja. Ti su podaci nužno potrebni pri procjeni povišenih razina u onečišćenim područjima poput gradskih, industrijskih i prometnih mjernih mjesta, kao i za procjenu daljinskog transporta onečišćenja i analizi izvora onečišćenja. Analiza sadržaja čestica na pozadinskim stanicama je nužna te se traži određivanje barem sljedećih komponenti: SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , K^+ , Cl^- , CMg^{2+} , elementni ugljik (EC), organski ugljik (EC).

6. MINIMALNI BROJ MJERNIH TOČAKA U REPUBLICI HRVATSKOJ SA CILJEM SMANJENJA IZLOŽENOSTI PM_{2.5} NA NACIONALNOJ RAZINI

Kriteriji za određivanje minimalnog broja mjernih mjesta u skladu sa ciljem smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini zahtijevaju jednu mjernu točku na milijun stanovnika za aglomeracije od odnosno jednu mjernu točku za sredine s urbanim centrima većim od 100.000 stanovnika. Gornja i donja granica procjenjivanja za PM_{2.5} ne primjenjuju se na mjere za procjenu usklađenosti sa ciljem smanjenja izloženosti PM_{2.5} na nacionalnoj razini u svrhu zaštite ljudskog zdravlja što znači da takva mjerenja treba obavezno provoditi bez obzira na razine koncentracija.

Četiri grada s više od 100.000 stanovnika predstavljaju 70% populacije većih hrvatskih gradova (>40.000). Uvjeti propisani direktivom zahtijevaju u svrhu postizanja cilja smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini određivanje prosječnog pokazatelja izloženosti za minimalno po 1 mjernu točku u svakom gradu što je naznačeno u stupcu C Tablice 19. S obzirom na to da se prosječna izloženost računa kao srednja vrijednost izloženosti po mjernim točkama, zbog izrazitog nesrazmjera u veličini populacija gradova, za dobivanje što objektivnije procjene izloženosti taj bi broj trebalo modificirati proporcionalno populacijama gradova kao što je prikazano u Tablici 21. Ovakva korekcija je naravno nepotrebna u zemljama u kojima 1 mjerna točka odgovara populaciji od milijun stanovnika (odnosno jednakim populacijama).

Tablica 21. Vrijednosti korekcijskih faktora za prosječne pokazatelje izloženosti u gradovima u svrhu proračuna prosječnog pokazatelja izloženosti na nacionalnoj razini.

Grad	Populacija	Korekcijski faktor
Zagreb	779.145	0,635
Split	188.694	0,154
Rijeka	144.043	0,117
Osijek	114.616	0,093
Ukupno	1.226.498	1,000

Primijenimo li ove korekcijske faktore, vrijednost prethodno izračunatog prosječnog nacionalnog pokazatelja izloženosti za 2007. godinu raste s $21,7 \mu\text{g m}^{-3}$ na $23,3 \mu\text{g m}^{-3}$.

7. PROGRAM MJERENJA KONCENTRACIJA PM_{2.5} SA CILJEM SMANJENJA IZLOŽENOSTI NA NACIONALNOJ RAZINI

7.1. Mjerna metoda

Jedini ispravan način je korištenje tzv. „standardne“ ili „referentne“ metode definirane pripadnom normom. Razlozi su sljedeći:

- Norma HRN EN 12341 dozvoljava uporabu ekvivalentnih metoda uz uvjet da se sakuplja uzorak čestica, a koncentracija određuje gravimetrijom. Dakle ne dozvoljava uporabu automatski mjernih metoda poput atenuacije β -zraka i TEOM-a.
- Norma HRN EN 14907 dozvoljava uporabu automatski mjernih metoda poput atenuacije β -zraka i TEOM-a s dokazanom ekvivalentnošću u smislu zadovoljavanja propisanih uvjeta sakupljanja uzoraka i dozvoljene nesigurnosti rezultata. Rezultate testova ekvivalentnosti treba predložiti državnim stručnim i upravnim tijelima na ocjenu i usvajanje.
- Hitna preporuka Europske komisije od 2. 12. 2008. o praćenju razina koncentracija PM_{2.5} u svrhu određivanja prosječnog pokazatelja izloženosti prema 2008/50/EC preporuča sljedeće:
 1. Ako je moguće, za određivanje PPI treba koristiti referentnu metodu norme EN 14907:2005 (ili njenu modifikaciju sa sekvencijalnim sakupljačem).
 2. Na mjernim mjestima na kojima se koriste nereferentne metode treba provesti paralelna mjerenja u svrhu usporedbe s referentnom metodom.
 3. Usporedbe se provode kroz prikladno razdoblje i prikladnom učestalošću kako bi se osigurala ekvivalentnost podataka u smislu točnosti zahtijevane za određivanje dugoročnih trendova.

Preporuka je slijediti HRN EN 14907 uz uporabu sekvencijalnog sakupljača. Prednosti pred klasičnim sakupljačem su:

- jednaki vremenski intervali sakupljanja uzoraka,
- održavanje sakupljenih uzoraka na temperaturi višoj od rosišta,
- održavanje temperature ulaza
- posluživanje jednom u dva tjedna
- automatski ispis i pohranjivanje podataka o datumu i vremenu sakupljanja uzorka, temperaturi i tlaku zraka pri sakupljanju itd.

Viša cijena uređaja u odnosu na klasični se ubrzo nadoknadi uštedom na posluživanju (radno vrijeme, putni troškovi).

7.2. Broj i smještaj mjernih točaka

Potrebno je organizirati mjerenja na po jednom mjernom mjestu definiranom kao gradska pozadinska stanica u: Zagrebu, Rijeci, Splitu i Osijeku te dodatnom mjernom mjestu definiranom kao ruralna pozadinska stanica, ukupno 5 mjernih mjesta.

7.3. Određivanje sastava frakcije lebdećih čestica PM_{2.5}

Potrebno je na svakom od mjernih mjesta pratiti kroz određeno razdoblje (najmanje 14% dana jednoliko raspodijeljenih tijekom godine) sastav frakcije lebdećih čestica PM_{2.5}, po mogućnosti što više od navedenog: masena koncentracija čestica, zacrtnjenost filtra, teški

metali, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , K^+ , Mg^{2+} , PAU, elementni ugljik (EC), organski ugljik (EC), te po mogućnosti proširenu elementu analizu.

7.4. Određivanje vrste i doprinosa izvora onečišćenja

Svrha analize sastava frakcije lebdećih čestica $\text{PM}_{2.5}$ je određivanje vrste i doprinosa pojedinih izvora onečišćenja (source apportionment) te shodno tome omogućiti razvoj strategije za snižavanje razina onečišćenja lebdećim česticama. Ova bi mjerenja trebalo ponavljati periodički svakih nekoliko godina u svrhu praćenja učinaka provedenih mjera praćenjem trenda.

7.5. Određivanje bazne godine praćenja prosječnog pokazatelja izloženosti

Pri određivanju bazne godine moguće je odlučiti se za sljedeće mogućnosti:

- Prema direktivi odlučiti se za 2010. godinu (pomični trogodišnji prosjek za godine 2008., 2009. i 2010.) koristeći rezultate mjerenja provedenih u Zagrebu.
- Odlučiti se za 2010. godinu koristeći izmjerene koncentracije $\text{PM}_{2.5}$ za Zagreb i prikazani model procjene koncentracija $\text{PM}_{2.5}$ za sve navedene gradove.
- Uspostaviti mjerenja na svim predviđenim mjernim točkama i odlučiti se za baznu godinu 2011. (pomični trogodišnji prosjek za godine 2009., 2010. i 2011. Za Zagreb i dvogodišnje prosjeke za ostale gradove).

Shodno ranije prikazanim proračunima razlike neće biti velike i vjerojatno će sva tri odabira rezultirati s nacionalnim ciljem smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini od $18 \mu\text{g m}^{-3}$ za godinu 2020.

S obzirom na specifičnosti naše populacije potrebno je zbog objektivnosti procjene pri proračunima korisiti korekcije predložene u Tablici 21.

8. OBJAŠNJENJA KORIŠTENIH POJMOVA

aerodinamički promjer čestice: promjer lebdeće čestice jedinične gustoće i oblika kugle koja ima istu brzinu taloženja kao i promatrana stvarna čestica.

cilj smanjenja izloženosti na nacionalnoj razini: označava postotak smanjenja prosječne izloženosti stanovništva države članice u odnosu na izloženost u referentnoj godini u svrhu smanjenja štetnih učinaka po ljudsko zdravlje, kojeg je potrebno postići ukoliko je to moguće u određenom razdoblju.

ciljna vrijednost: koncentracija onečišćujućih tvari u zraku, utvrđena s ciljem izbjegavanja, sprječavanja ili smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i na okoliš kao cjelinu, koja se mora postići gdje je god to moguće unutar zadanog razdoblja.

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

doprinos prirodnih izvora: emisije onečišćenja koje nisu bilo neposredno ili posredno uzrokovane ljudskim aktivnostima, već prirodnim uzrocima poput erupcija vulkana, potresa, geotermalnih izvora, prirodnih požara, jakih vjetrova, morske prašine, ponovnog uzvitlavanja već istaloženih čestica ili daljinskog prijenosa prirodnih čestica iz pustinjskih područja.

dugoročni cilj: razina koju je prikladnim mjerama potrebno postići kroz duže razdoblje, odnosno održati u svrhu učinkovite zaštite ljudskog zdravlja i okoliša.

fiksna mjerenja: mjerenja na stalnom mjernom mjestu koja se provode kontinuirano ili nasumično u svrhu određivanja razina u skladu s postavljenim ciljevima kakvoće zraka.

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.

gradske pozadinske lokacije: mjesta u gradskim sredinama na kojima su razine onečišćenja reprezentativne za opću populaciju grada.

granica tolerancije: postotak granične vrijednosti za koji ona može biti prekoračena pod za to propisanim uvjetima.

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 kad je postignuta ne smije se prekoračiti.

indikativna mjerenja: mjerenja koja zadovoljavaju zahtjeve manje stroge od onih koji se postavljaju za fiksna mjerenja.

ocjenjivanje: mjerodavna metoda koja se koristi za mjerenje ili procjenjivanje (izračunavanje, predviđanje) razina onečišćenosti.

planiranje kakvoće zraka: planiranje mjera za zadovoljavanje graničnih ili ciljnih vrijednosti

PM_{2,5}: frakcija lebdećih čestica koja prolazi kroz ulaz sakupljača propisanog normom EN 14907 s 50%-tnom učinkovitošću odstranjivanja čestica aerodinamičkog promjera 2,5 µm;

prosječni pokazatelj izloženosti (PPI): prosječna razina određena mjerenjima na gradskim pozadinskim lokacijama na teritoriju cijele države članice koja odražava izloženost stanovništva. Koristi za izračunavanje nacionalnog cilja smanjenja izloženosti i proračun zahtijevane razine izloženosti.

razina onečišćenosti: koncentracija onečišćujuće tvari u zraku ili njeno taloženje na površine u određenom vremenu.

tolerantna vrijednost (TV): granična vrijednost uvećana za granicu tolerancije.

zahtijevana razina izloženosti (ZRI): razina, određena s obzirom na prosječni pokazatelj izloženosti u svrhu smanjenja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje, koju je potrebno doseći u određenom razdoblju.

9. LITERATURA

1. Directive 2008/50/EC, Official Journal of the European Union, 2008, L 152/1-44.
2. HRN EN 12341:2006. Kakvoća zraka -- Određivanje PM10 frakcije po veličini lebdećih čestica -- Referentna metoda i terensko ispitivanje u svrhu dokazivanja jednakovaljanosti mjernih metoda (EN 12341:1998)
3. HRN EN 14907:2006. Kvaliteta vanjskog zraka -- Standardna gravimetrijska metoda za određivanje PM2,5 masene frakcije lebdećih čestica (EN 14907:2005)
4. Zakon o zaštiti zraka, Narodne novine 178/04, 60/08.
5. Uredba o utvrđivanju lokacija postaja u državnoj mreži za trajno praćenje kakvoće zraka, Narodne novine 4/02.
6. Program mjerenja kakvoće zraka u državnoj mreži za trajno praćenje kakvoće zraka, Narodne novine 43/02.
7. Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku, Narodne novine 133/05.
8. Pravilnik o praćenju kakvoće zraka, Narodne novine 155/05.
9. Uredba o određivanju područja i naseljenih područja prema kategorijama kakvoće zraka, Narodne novine 68/08.