

Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u Crnoj Gori

Dr Michal Krzyzanowski

Gostujući profesor, King's College, London

Apstrakt

U okviru saradnje između Crne Gore i SZO, izvršena je analiza postojećih nacionalnih podataka o kvalitetu vazduha i zdravlju kako bi se ocijenio i kvantifikovao uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u Crnoj Gori. Analiza je obuhvatila Podgoricu, Nikšić i Pljevlja, a korišćene su metode za provjeru zdravstvenih rizika koje preporučuje SZO. Analiza pokazuje da se preko 250 prijevremenih smrti i 140 prijema u bolnicu godišnje, kao i nekoliko drugih zdravstvenih ishoda, vezuje za izloženost česticama koja je veća od onih koje se preporučuju Smjernicama SZO o kvalitetu vazduha. Više od polovine pomenutih uticaja vezuje se za povećani nivo zagađenosti tokom zimskih mjeseci, uglavnom usljed sagorijevanja čvrstih goriva radi grijanja. Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje češći je u Pljevljima nego u druga dva grada, ali je zbog većeg broja stanovnika u Podgorici i Nikšiću apsolutni teret zagađenja na zdravlje u tim gradovima sličan onome u Pljevljima. Kako bi se smanjio uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u gradovima u Crnoj Gori neophodno je da se značajno smanji sagorijevanje čvrstih goriva u svrhe grijanja i kuvanja u domaćinstvima.

Sadržaj

Skraćenice	3
Uvod	4
Metode za ocjenu uticaja zagađenja vazduha na zdravlje.....	6
Kvalitet vazduha u Crnoj Gori	8
Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u Crnoj Gori.....	16
Diskusija.....	22
Zaključci.....	24
Preporuke	25
Riječ zahvalnosti	25
Aneks 1. Odabrani indikatori vezani za uticaj ambijentalnog zagađenja vazduha na zdravlje koji su korišćeni u analizi	27
Aneks 2. Dodatna mjerenja čestica PM10 i PM2,5 u Podgorici.....	29
Aneks 3. Skraćenje prosječnog životnog vijeka po starosnim grupama	30

Skraćenice

AirQ	Naziv softverske alatke SZO-a
ALRI	Akutne infekcije donjeg respiratornog trakta
AP	Udio koji se može pripisati (izloženosti)
AQG	Smjernice o kvalitetu vazduha
BaP	Benzopiren
CETI	Centar za eko-toksikološka ispitivanja
CI	Interval pouzdanosti
COPD	Hronična opstruktivna plućna bolest
CRF	Funkcija koncentracije i odgovora
CVD	Kardio-vaskularne bolesti
DALY	Godine života prilagođene invaliditetu
EEA	Evropska agencija za zaštitu životne sredine
EMEP	Program saradnje za praćenje i ocjenjivanje dalekosežne transmisije zagađenja vazduha u Evropi
EPA	Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore
ERT	Ciljana stopa emisije
EU-28	28 država članica Evropske unije
GDB	Globalni teret bolesti
GIS	Geografski informacioni sistem
HRA	Ocjena zdravstvenih rizika
IHD	Ishemijska bolest srca
NCD	Nezarazne bolesti
NMVOC	Nemetanska ispariva organska jedinjenja
NO	Azotni oksidi
NO ₂	Azotni dioksidi
NO _x	Azotni oksidi (mješavina NO i NO ₂)
O ₃	Ozon
OECD	Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj
PM ₁₀	Čestice prečnika manjeg od 10 µm
PM _{2.5}	Čestice prečnika manjeg od 2,5 µm
R	Koeficijent korelacije
RR	Relativni rizik
SO ₂	Sumpor dioksid
SOMO35	Zbir (dnevni maksimalni) 8-časovnih srednjih vrijednosti koncentracije ozona od preko 70 µg/m ³
WHO	Svjetska zdravstvena organizacija (SZO)

Uvod

Ciljevi ocjene

Ocjena kvaliteta vazduha koju državni organi u Crnoj Gori redovno vrše pokazuje da koncentracija zagađujućih materija, naročito suspendovanih čestica, u vazduhu u Pljevljima, Nikšiću i Podgorici redovno prekoračuje vrijednosti dozvoljene propisima EU. U Pljevljima su prekoračene i vrijednosti predviđene manje zahtjevnim nacionalnim standardima o kvalitetu vazduha. Ovo izaziva zabrinutost zbog uticaja zagađenja na zdravlje. Od SZO je zatraženo da pomogne lokalnim vlastima u evaluaciji i kvantifikaciji uticaja zagađenja u Pljevljima. Tokom daljih razgovora za SZO, predmet analize proširen je na Podgoricu i Nikšić, čime je obuhvaćen veći broj stanovnika Crne Gore, a time je omogućeno i da se uticaj zagađenja vazduha na zdravlje poredi u različitim gradovima. U ovom izvještaju rezimiraju se rezultati ocjene na osnovu analize postojećih rezultata o kvalitetu vazduha i zdravstvenom statusu ovih gradova. Osnovne informacije o dokazima o uticaju zagađenja vazduha na zdravlje, kao i metodama ocjene zdravstvenog rizika koje su neophodne za tumačenje prezentiranih rezultata izlažu se u uvodnom dijelu ovog izvještaja. Noviji izvještaji SZO, na koje se pozivamo dalje u tekstu, pružaju dodatne informacije o dokazima i metodama koji su korišteni u ovoj analizi. Izvještaj sadrži i kratak pregled ocjene o uticaju zagađenja vazduha na zdravlje u Crnoj Gori koja je objavljena kao dio međunarodne analize u okviru projekta o Globalnom teretu bolesti Evropske agencije za zaštitu životne sredine.

Neki indikatori korišteni u ovoj analizi odgovaraju indikatorima Ciljeva održivog razvoja. U analizi se definišu vrijednosti indikatora¹ za izabrane gradove, dok se u Aneksu 1 daje kratak pregled metodologije.

Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje

Tokom protekle dvije decenije značajno su se uvećala saznanja o uticaju niskih koncentracija uobičajenih zagađujućih materija u vazduhu. SZO je nedavno ocjenjivala takve dokaze u okviru projekta REVIHAAP² i zaključila da je proteklih godina objavljen veliki broj naučno zasnovanih informacija o štetnom uticaju koji na zdravlje imaju suspendovane čestice, ozon i azotni dioksid, u koncentracijama u kojima su one uobičajeno prisutne u Evropi. Ovi novi dokazi idu u prilog naučnim dokazima iz Smjernica SZO o kvalitetu vazduha, koje su posljednji put ažurirane 2005.³ godine, a koje ukazuju na to da do ovakvog uticaja u nekim slučajevima dolazi i kada su koncentracije manje od onih na osnovu kojih su smjernice definisane. Oni takođe pružaju naučne argumente za odlučnu akciju na unapređenju kvaliteta vazduha i smanjenju tereta bolesti koje se vezuju za zagađenost vazduha u Evropi.

Ima puno dokaza dobijenih iz desetina studija velikih kohorti, kao i drugih epidemioloških i kliničkih istraživanja, koje potvrđuju vezu između duže ili kraće izloženosti zagađenju vazduha i zdravlja. Koncentracija finih čestica (PM_{2,5}, čestica prečnika manjeg od 2,5 µm) u ambijentalnom vazduhu izgleda da predstavlja značajan indikator zdravstvenih rizika povezanih za zagađenjem vazduha. Čestice dovode do pojave i napredovanja kardiovaskularnih oboljenja i povećavaju smrtnost od tih bolesti. Takođe je utvrđeno da su one kancerogene po ljude, a IARC ih svrstava u kancerogen Grupe 1. Grube frakcije čestica PM₁₀ (PM₁₀, čestice prečnika manjeg od 10 µm) povećavaju incidencu respiratornih oboljenja i doprinose povećanju smrtnosti. Različiti izvori zagađenja vazduha povezuju se sa različitim uticajima na zdravlje. Sagorijevanje uglja i drveta u svrhe proizvodnje energije u elektranama ili industrijskim parnim kotlovima ili grijanja u domaćinstvima predstavljaju glavni izvor zagađenja i s tim povezanih zdravstvenih problema⁴. Emisije iz drumskog saobraćaja, naročito izduvni gasovi iz dizel motora, značajno doprinose zagađenju vazduha u gradovima i povećanju koncentracija suspendovanih čestica i oksida azota (NO i NO₂). Pored direktnih štetnih uticaja na zdravlje, ovi gasovi doprinose i stvaranju ozona (O₃) u lancu fotohemijskih reakcija u atmosferi. Ozon je izuzetno reaktivan gas i izloženost njegovim povećanim koncentracijama vezuje se za porast smrtnosti i obolijevanja. On takođe

¹ <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-SDGs-Rev1-E.pdf>

² WHO 2013. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>

³ WHO 2006. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines-global-update-2005-particulate-matter-ozone-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>

⁴ WHO 2015 <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2015/residential-heating-with-wood-and-coal-health-impacts-and-policy-options-in-europe-and-north-america>

28. jul, 2016.

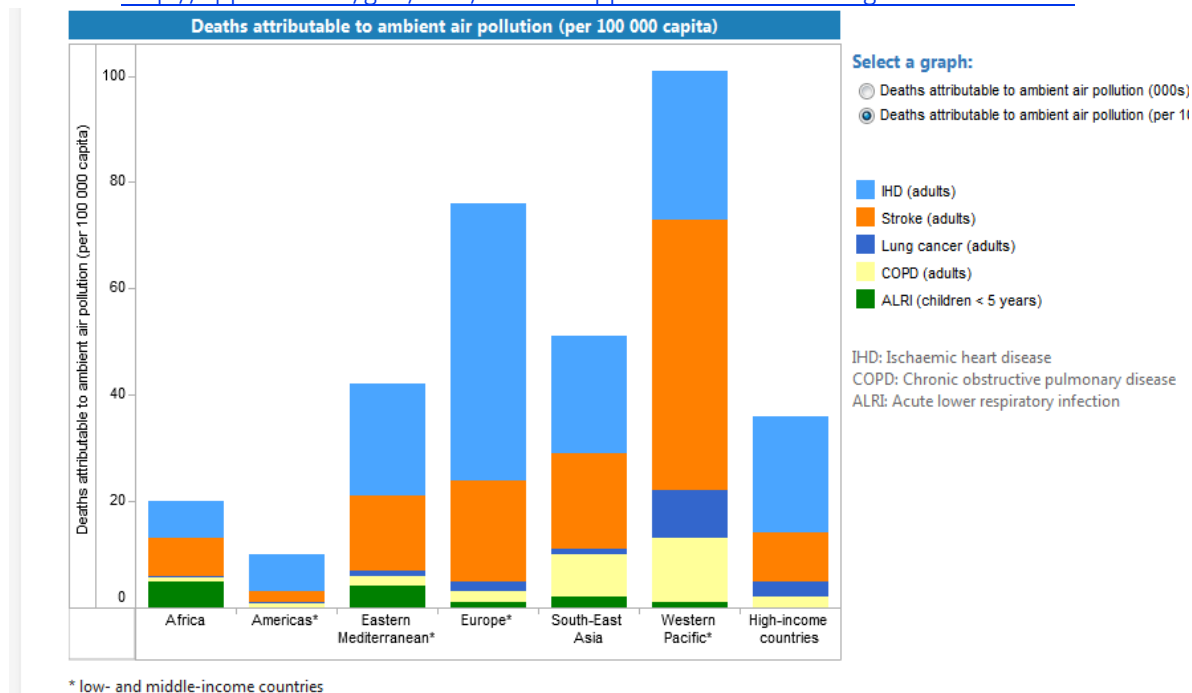
nepovoljno utiče na vegetaciju i usjeve i predstavlja jednu od takozvanih “Kratkotrajnih klimatskih zagađujućih materija” koje doprinose zagrijavanju atmosfere Zemlje.

Izloženost zagađujućim materijama u vazduhu široko je rasprostranjena i doprinosi pojavi i razvoju prevalentnih kardiovaskularnih oboljenja, zbog čega je teret bolesti koje se pripisuju ovom zagađenju veliki. SZO procjenjuje da je za gotovo 3,7 miliona smrtnih slučajeva u svijetu godišnje odgovorna izloženost zagađenju vazduha na otvorenom. Iako se najveći broj takvih slučajeva dešava u regionima Zapadnog Pacifika i Južne Azije, teške posljedice zagađenja vazduha po zdravlje ljudi, mjereno po glavi stanovnika, takođe su izuzetno prisutne u zemljama sa niskim i srednjim prihodima u Evropi (Slika 1).

Utvrđeno je da ambijentalno zagađenje vazduha predstavlja peti (od ukupno 79) faktora rizika koji doprinosi teretu bolesti, kao i najvažniji faktor rizika u životnoj sredini 2013 (Slika 2)⁵. Doprinosi sa oko 6% Godina života prilagođenih invaliditetu (DALY) kod stanovništva na globalnom nivou. Kardiovaskularna i hronična respiratorna oboljenja, kao i respiratorni kancer i akutne respiratorne infekcije, koji se javljaju usljed izloženosti, dovode do ovakvog uticaja na zdravlje. Svijest o ovako velikom i značajnom teretu zagađenja vazduha na zdravlje bila je povod za donošenje političkih odluka na visokom nivou od strane Skupštine UN za zaštitu životne sredine⁶ i Skupštine za svjetsko zdravlje⁷ kojima se Države članice pozivaju da udvostruče svoje napore na identifikovanju, tretiranju i prevenciji uticaja zagađenja vazduha na zdravlje.

Slika 1. Broj smrtnih slučajeva u regionu koji se pripisuje ambijentalnom zagađenju vazduha, 2012. Izvor: SZO

<http://apps.who.int/gho/data/node.wrapper.ENVHEALTH3?lang=en&menu=hide>

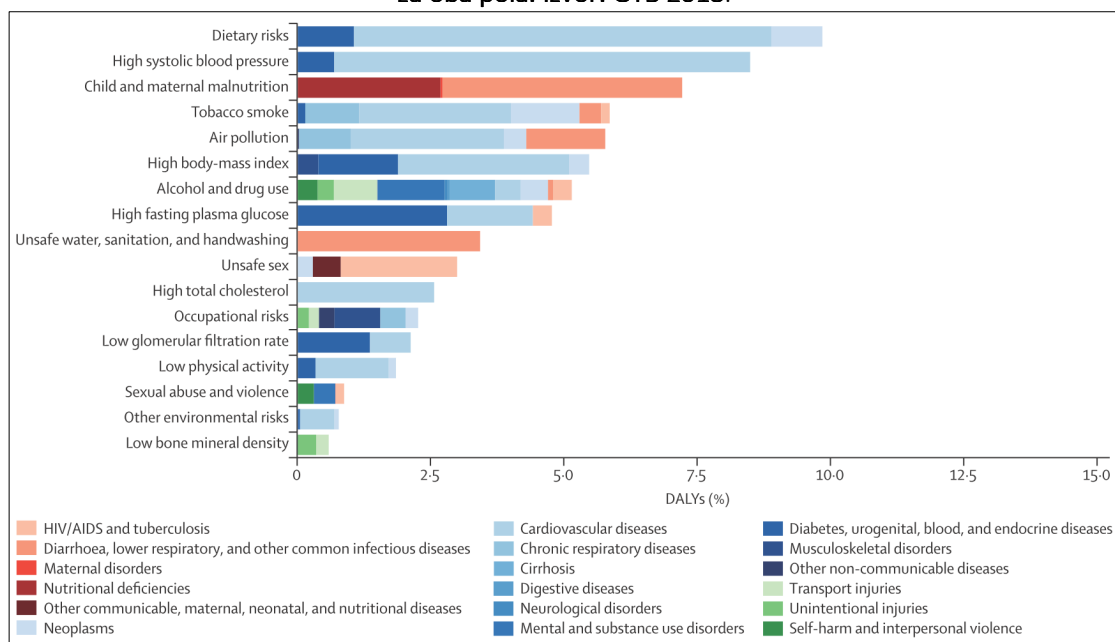


⁵ GBD 2013 Risk Factors Collaborators. The Lancet 2015 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00128-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00128-2)

⁶ Rezolucije i odluke usvojene na Skupštini UN za zaštitu životne sredine Programa UN za zaštitu životne sredine na prvoj sjednici 27. juna 2014. http://www.unep.org/unea/UNEA_Resolutions.asp

⁷ Rezolucija Skupštine za zdravlje u svijetu A68.8 http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_R8-en.pdf

Slika 2. Broj godina života izgubljenih zbog vodećih faktora rizika 2013, kombinovano za oba pola. Izvor: GTB 2013.



Metode za ocjenu uticaja zagađenja vazduha na zdravlje

Epidemiološke studije

Ocjena uticaja zagađenja vazduha na zdravlje predmet je epidemioloških studija u mnogim zemljama. Ocjena uticaja dugotrajne izloženosti uglavnom se zasniva na studijama kohorti, koje uključuju dodatnu grupu stanovnika (kohortu) koja na početku nije imala simptome i evidentiranje pojave simptoma (ili incidence bolesti ili smrti) tokom naknadnog istraživanja. Za svakog člana kohorte se mjeri ili procjenjuje nivo izloženosti, a kvalitet studije u velikoj mjeri zavisi od opsega izloženosti u datoj kohorti. Razlike u pojavi zdravstvenih ishoda kod lica različite izloženosti, pri čemu se uzimaju u obzir potencijalno zbunjujući uticaji brojnih faktora vezanih za proučavanu bolest i izloženost, omogućavaju procjenu rizika vezanih za izloženost. Budući da je povećanje rizika od dobijanja neke bolesti usljed zagađenja vazduha relativno malo, takve studije se sprovode u velikoj populaciji (nekoliko studija obuhvatilo je više od milion ljudi) i to tokom perioda od deset ili više godina.

Uobičajeni pristup u proučavanju uticaja kratkoročne izloženosti jeste da se analizira veza između promjene dnevne incidence zdravstvenih ishoda (prijem u bolnicu, smrt) u populaciji i dnevnih vrijednosti zagađenja kojima je izložena ta populacija. Takve studije koriste metode analize vremenskih serija kako bi eliminisale uticaj faktora koji zavise od vremena (kao što su godišnje doba, dan u nedjelji, vrijeme, epidemija gripa, itd) i odvojile uticaj izloženosti od slučajne varijabilnosti podataka. Za takvu analizu neophodni su podaci tokom perioda od nekoliko godina koji uključuju dnevne podatke o zdravstvenim ishodima i zagađenju vazduha. Budući da nasumična varijacija zdravstvenih podataka zavisi od broja stanovnika, većina studija sa vremenskim serijama rađena je u velikim gradovima ili uključuje podatke iz više različitih gradova.

Ocjena zdravstvenih rizika

Sprovođenje epidemioloških studija kod svih populacija za koje se traži ocjena uticaja zagađenja vazduha na zdravlje nije moguća ili nije izvodljiva u većini situacija. Studije često zahtijevaju više vremena i resursa nego što ih je moguće

28. jul, 2016.

izdvojiti. Stoga se umjesto njih koriste metode ocjene zdravstvenih rizika (HRA). Ove metode podrazumijevaju kvantifikaciju uticaja na zdravlje na osnovu saznanja o stepenu izloženosti kod ciljne populacije, odnosa između zdravstvenih ishoda i izloženosti (funkcija koncentracije i odgovora, CRF) i početne incidence ciljnih zdravstvenih ishoda kod ciljne populacije. SZO⁸ je nedavno izvršila pregled metoda HRA. Ovaj pregled sadrži i ocjenu nekoliko softverskih alati koje se mogu koristiti za analizu, uključujući softversku alatku SZO-e pod nazivom AirQ (koje je nedavno ažurirano i koje je SZO promovisala pod nazivom AirQ+)⁹ kao i alatku APHEKOM¹⁰. Ova druga pomenuta korišćena je u analizi za ocjenu uticaja izloženosti česticama u Podgorici, Nikšiću i Pljevljima na osnovu koje je i urađen ovaj izvještaj. Njeni inputi uključuju sljedeće:

- Srednje dnevne koncentracije PM_{2,5} (ili PM₁₀ ukoliko je dostupan odnos PM_{2,5}/PM₁₀) u posmatranoj populaciji tokom perioda od najmanje 3 godine;
- Broj smrtnih slučajeva u posmatranoj populaciji po starosnoj kategoriji za sve smrti koje su nastupile prirodnim putem (ICD10: A00-Y98) i za smrti uzrokovane kardiovaskularnim oboljenjima (ICD10:I00-I99) u godinama koje su obuhvaćene podacima o kvalitetu vazduha;
- Broj ljudi u posmatranoj populacionoj grupi po starosti;
- Referentni nivoi zagađenja vazduha (iznad kojih se računa uticaj na zdravlje);
- Relativni rizik na 10 µg/m³ (ukoliko se razlikuje od unaprijed programiranog softvera).

Softver pretpostavlja log-linearni porast rizika od smrtnosti sa porastom izloženosti. Ishodi softvera su promjene u prosječnom životnom vijeku, broju izgubljenih godina života i godišnjem broju smrtnih slučajeva koji se mogu pripisati izloženosti koja prekoračuje referentne vrijednosti.

Epidemiološke studije su glavni izvor procjena rizika koje pokazuju porast incidence zdravstvenog ishoda po jediničnoj promjeni obima izloženosti. Kod ovih procjena javljaju se greške koje se samo djelimično mogu kontrolisati strukturom studije ili analizom. Kako bi se ova greška svela na najmanju mjeru, sistematski se pregledaju sve dostupne studije i radi meta-analiza njihovih rezultata kako bi se ocijenio prosječni rizik (ili funkcija koncentracije i rizika, CRF) na osnovu svih raspoloživih dokaza. Nedavni projekat SZO-a sumirao je rezultate takvih sistematskih pregleda i preporučio da se CRF koristi u procjeni rizika od zagađenja vazduha u Evropi¹¹. Na osnovu funkcije koncentracije i rizika izračunava se relativni rizik (RR) za posmatrani nivo izloženosti ciljne populacije.

Glavni rezultat HRA jeste procjena udjela bolesti koji se može pripisati izloženosti kod određene ciljne populacije. U najjednostavnijem slučaju, za izloženo stanovništvo sa rizikom bolesti RR u odnosu na stanovništvo koje nije izloženo (ili koje je na "referentnom" nivou izloženosti), udio koji se može pripisati izloženosti izračunava se kao što slijedi:

$$AP = (RR - 1) / RR$$

Kada je broj slučajeva oboljenja u populaciji M poznat, broj slučajeva koji se može pripisati izloženosti iznosi AP*M.

Različite ocjene mogu koristiti različite ulazne podatke o izloženosti ili uticaju na zdravlje, različite CRF, i doći do različitih pretpostavki o referentnim nivoima izloženosti. Ovo može dovesti do različitih procjena o uticaju izloženosti.

⁸ SZO 2014. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2014/who-expert-meeting-methods-and-tools-for-assessing-the-health-risks-of-air-pollution-at-local,-national-and-international-level>

⁹ Svoju novu verziju softverske alatke, AirQ+, SZO je promovisala sredinom maja 2016. (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>)

¹⁰ <http://www.aphekom.org/web/aphekom.org/publications>

¹¹ SZO 2013. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-of-air-pollution-in-europe-hrapie-project.-recommendations-for-concentration-response-functions-for-cost-benefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide>

28. jul, 2016.

Te razlike uvijek treba tumačiti u kontekstu ustanovljenih pretpostavki. Pored toga, parametri HRA obično se procjenjuju uz izvjestan stepen nepouzdanosti. Ukoliko se ta nepouzdanost može kvantifikovati, njen stepen se može koristiti u procjeni uticaja. U takvim slučajevima, rezultati analize prezentiraju se u vidu raspona, umjesto u vidu jedne srednje vrijednosti. Najčešće je dostupan interval pouzdanosti procjene relativnog rizika, koji se dobija epidemiološkim studijama ili njihovom meta-analizom. Manje uobičajena i rijetko korišćena u analizi jeste nepouzdanost ili promjenljivost nivoa izloženosti stanovništva. Takva promjenljivost, međutim, prisutna je u najvećem broju realnih situacija, koja povećava nepouzdanost procjena i raspon koji sadrži stvarni nivo uticaja.

Izloženost stanovništva zagađenju vazduha ocjenjuje se na osnovu podataka o kvalitetu vazduha koje obično prikupljaju nacionalne mreže za mjerenje kvaliteta vazduha. Kako bi se smanjio rizik od pristrasnih procjena izloženosti, prednost se daje podacima sa mjernih mjesta za mjerenje pozadinskog zagađenja u urbanom području u stambenim zonama. Ti podaci najviše odgovaraju prosječnoj izloženosti stanovništva.

Kvalitet vazduha u Crnoj Gori

Kvalitet vazduha u gradovima u Crnoj Gori

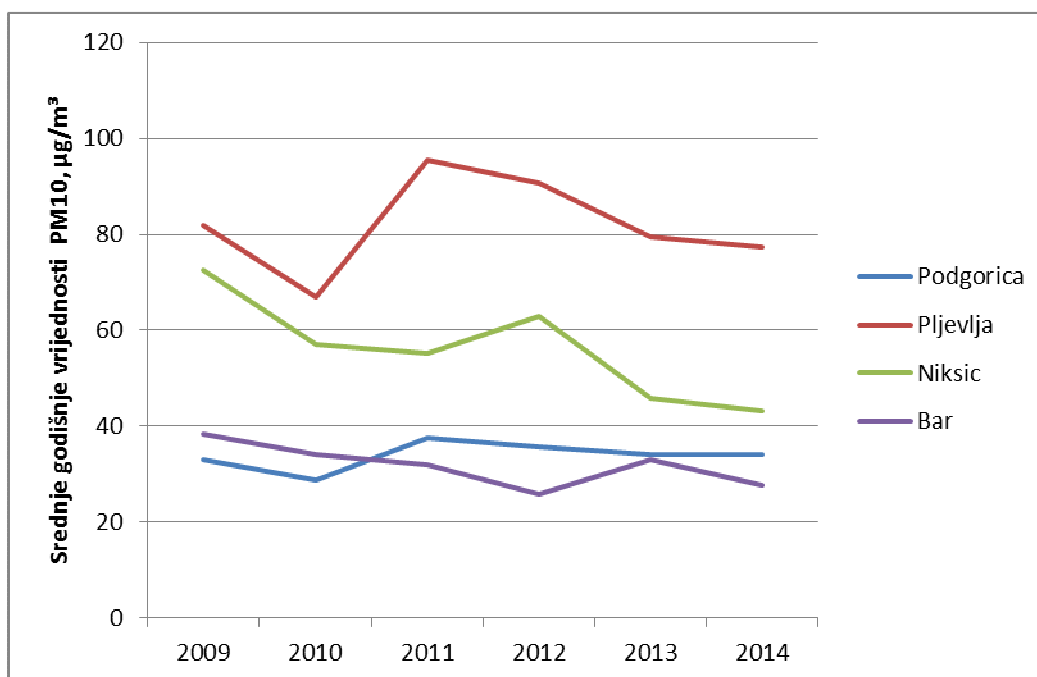
Ova ocjena bazira se na podacima državne mreže za praćenje kvaliteta vazduha Agencije za zaštitu životne sredine dobijenim uz stručnu podršku Centra za ekotoksikološka istraživanja (CETI) u Podgorici. Dnevni podaci o koncentracijama PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ i ozona, kao i vrijednostima nekoliko metala i organskih jedinjenja u PM dostupni su za period 2009-2014. iako se niz parametara koji se mjere i periodi za koje su podaci dostupni razlikuju u različitim gradovima. U svakom od gradova radi samo jedno automatsk mjerno mjesto koje daje podatke o PM. Zbog ovoga je nemoguća ocjena prostorne varijabilnosti zagađenja u gradskom području, a ocjene izloženosti stanovništva u većoj mjeri su osjetljive na lokalne uslove na mjernom mjestu. Kratkim vizuelnom evaluacijom mjernih mjesta tokom posjeta na terenu zaključuje se da na mjerenja zagađujućih materija u Podgorici i Nikšiću lokalni uslovi vjerovatno ne utiču u značajnijoj mjeri te da bi oni trebalo prilično dobro da odražavaju prosječne koncentracije zagađujućih materija u gradovima¹². Mjerno mjesto u Pljevljima nalazi se u neposrednoj blizini parnog kotla (oko 15m od zgrade, neposredno ispod dimnjaka visine 20m). Takvo okruženje mjernog instrumenta može da poveća grešku u ocjeni prosječnog nivoa izloženosti stanovnika u Pljevljima. S druge strane, mjerno mjesto se nalazi u samom centru grada i dim iz dimnjaka parnog kotla direktno utiče na sve kuće koja ga okružuju. Budući da se ugalj i drvo koriste u svim kućama (kao i u stambenim zgradama), može se pretpostaviti da emisije iz njihovih dimnjaka dovode do izloženosti koja je slična izloženosti preko dimnjaka parnog kotla u toj opštini.

Godišnje srednje koncentracije PM₁₀ u Pljevljima otprilike su dva puta veće od onih u Podgorici ili Baru. Koncentracije u Nikšiću su na sredini raspona i jedino tamo se primjećuje opadajući trend (Slika 3). Vrijednosti iz smjernica SZO o kvalitetu vazduha o srednjim godišnjim koncentracijama PM₁₀ (20 µg/m³) prekoračene su u svim gradovima.

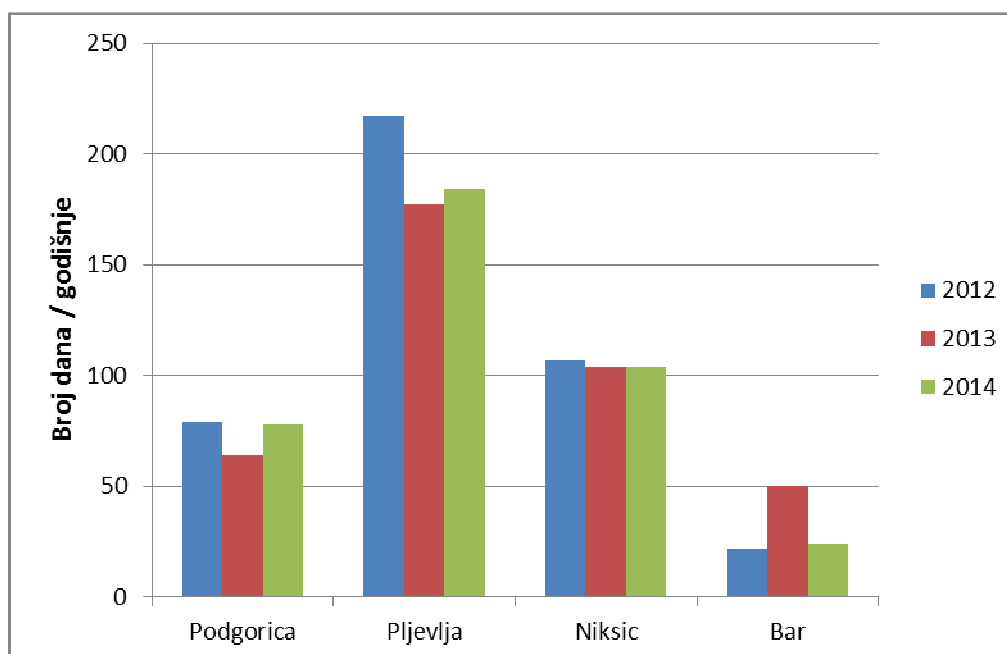
U Pljevljima, Nikšiću i Podgorici, srednje dnevne koncentracije PM₁₀ veće su od 50 µg/m³ tokom 64-217 dana godišnje, što je mnogo češće nego što je dozvoljeno Direktivom EU o kvalitetu vazduha (35 dana godišnje) ili preporučeno Smjernicama SZO-a AQ za srednje dnevne koncentracije PM₁₀ (3 dana godišnje) (Slika 4).

¹² CETI je krajem oktobra 2015. sproveo jedno kratko istraživanje kako bi uporedio rezultate mjerenja na fiksnom mjernom mjestu sa rezultatima sa mjernih mjesta za mjerenje pozadinskog zagađenja u gradskom području u Podgorici. Rezultati su prikazani u Aneksu 1.

Slika 3. Srednje godišnje vrijednosti PM10 na osnovu podataka iz nacionalne mreže za mjerenje KV, 2009-2014.

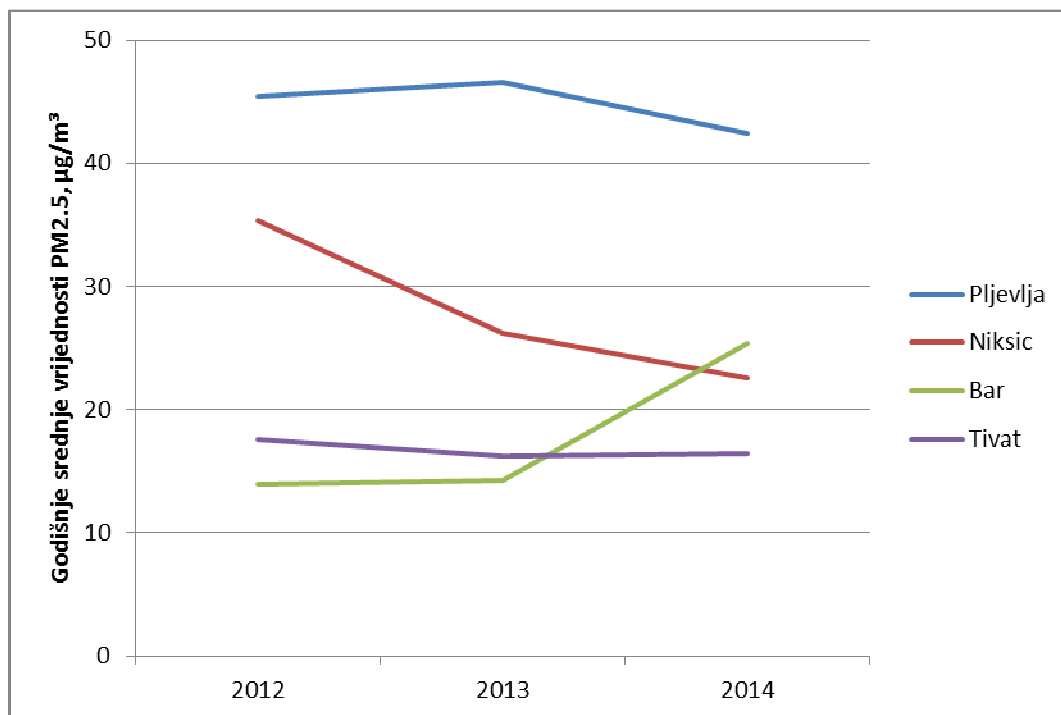


Slika 4. Broj dana u godini sa vrijednostima PM10 > 50 µg/m³ na osnovu podataka nacionalne mreže za mjerenje AQ, 2012-2014.



Takođe, srednje godišnje koncentracije PM2,5, mjerene u četiri grada (ali ne u Podgorici) tokom 2012-2014, značajno su veće od vrijednosti iz Smjernica SZO AQ (10 µg/m³) (Slika 5). Koncentracije u Pljevljima veće su i od graničnih vrijednosti EU od 25 µg/m³.

Slika 5. Godišnje srednje vrijednosti PM_{2,5} na osnovu podataka iz nacionalne mreže za mjerenje AQ, 2012-2014



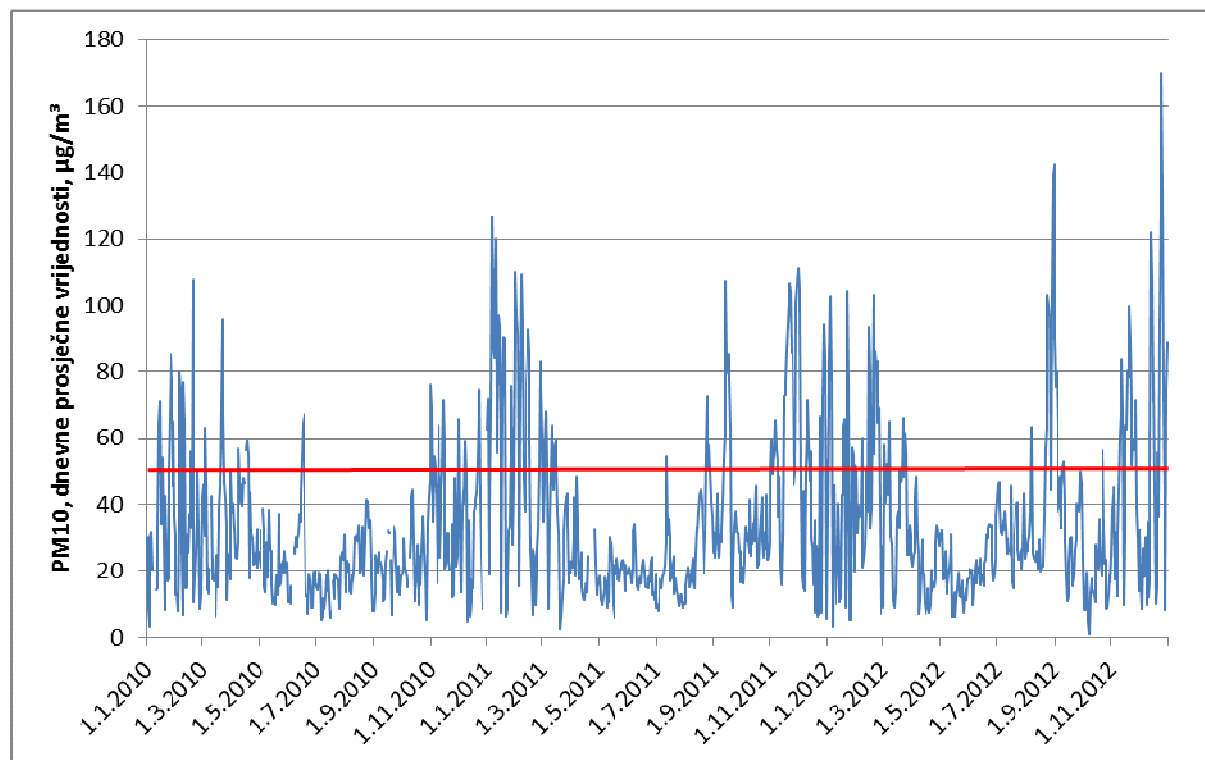
Budući da se ocjena uticaja na zdravlje bazira na dugoročnim prosječnim vrijednostima PM_{2,5} i da su se najnoviji podaci o zdravlju odnosili na 2010-12, tj. dijelom za godine kada nije rađeno mjerenje PM_{2,5}, PM_{2,5} je procijenjen na osnovu vrijednosti PM₁₀ na osnovu dostupnih istovremenih mjerenja izraženih kao odnos između PM_{2,5} i PM₁₀ (Tabela 1). Odnos se kretao u rasponu od 0,48 do 0,63, dok je ukupni prosjek iznosio 0,56. Ova vrijednost je korišćena kako bi se PM₁₀ pretvorio u PM_{2,5} za potrebe ove analize.

Tabela 1. Godišnje i 3-godišnje srednje vrijednosti odnosa PM_{2,5}/PM₁₀ na dnevnom nivou za lokaciju i dane kada su obje frakcije PM mjerene istovremeno.

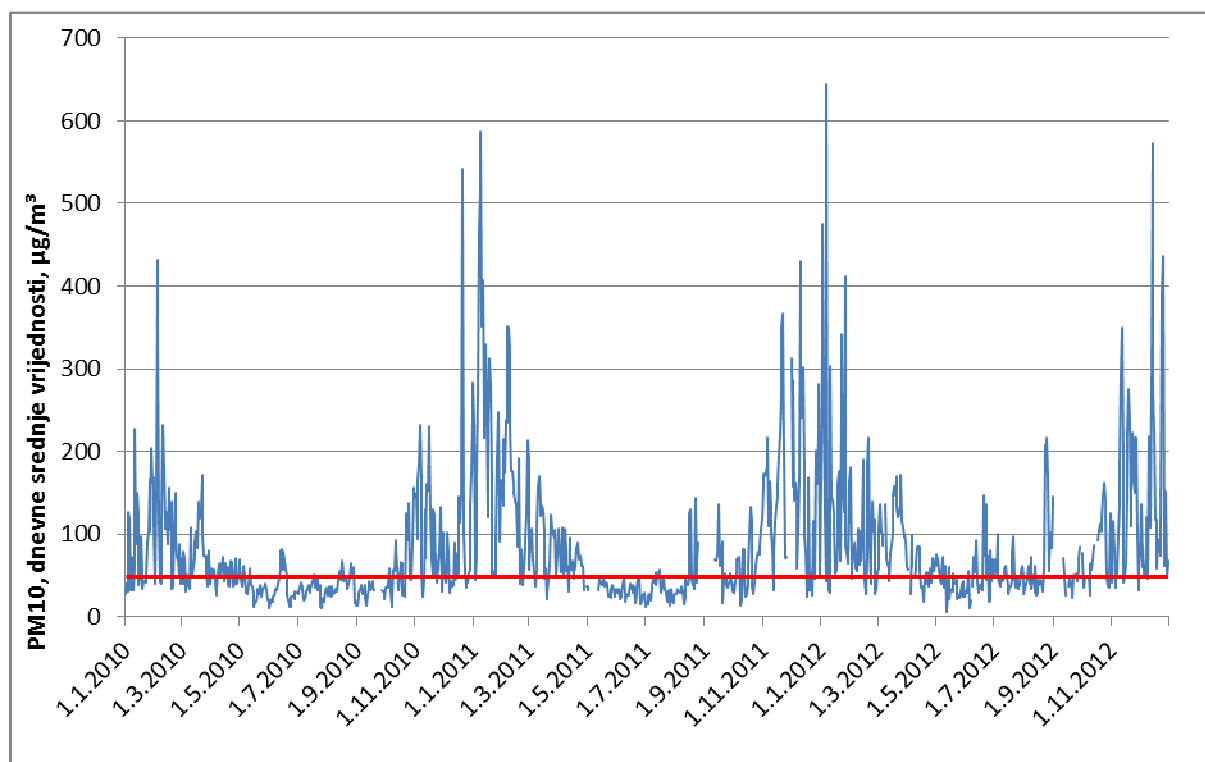
	2012	2013	2014	3-god sred. vrij.
Pljevlja	0,570	0,542	0,627	0,580
Nikšić	0,561	0,537	0,539	0,541
Bar	0,618	0,484	0,631	0,555

Pokazalo se da PM₁₀ (i iz njega izračunati PM_{2,5}) ima značajne sezonske varijacije pri čemu su dnevne koncentracije u grijnoj sezoni značajno veće od onih tokom ljetnjih mjeseci, dok su zimske najveće vrijednosti naročito visoke u Pljevljima (Slike 6-8).

Slika 6. Dnevne prosječne vrijednosti PM10 u Podgorici, 2010-2012. Crvena linija: Vrijednosti iz Smjernica SZO o AQ (ne smiju prekoračiti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom više od 3 dana godišnje)

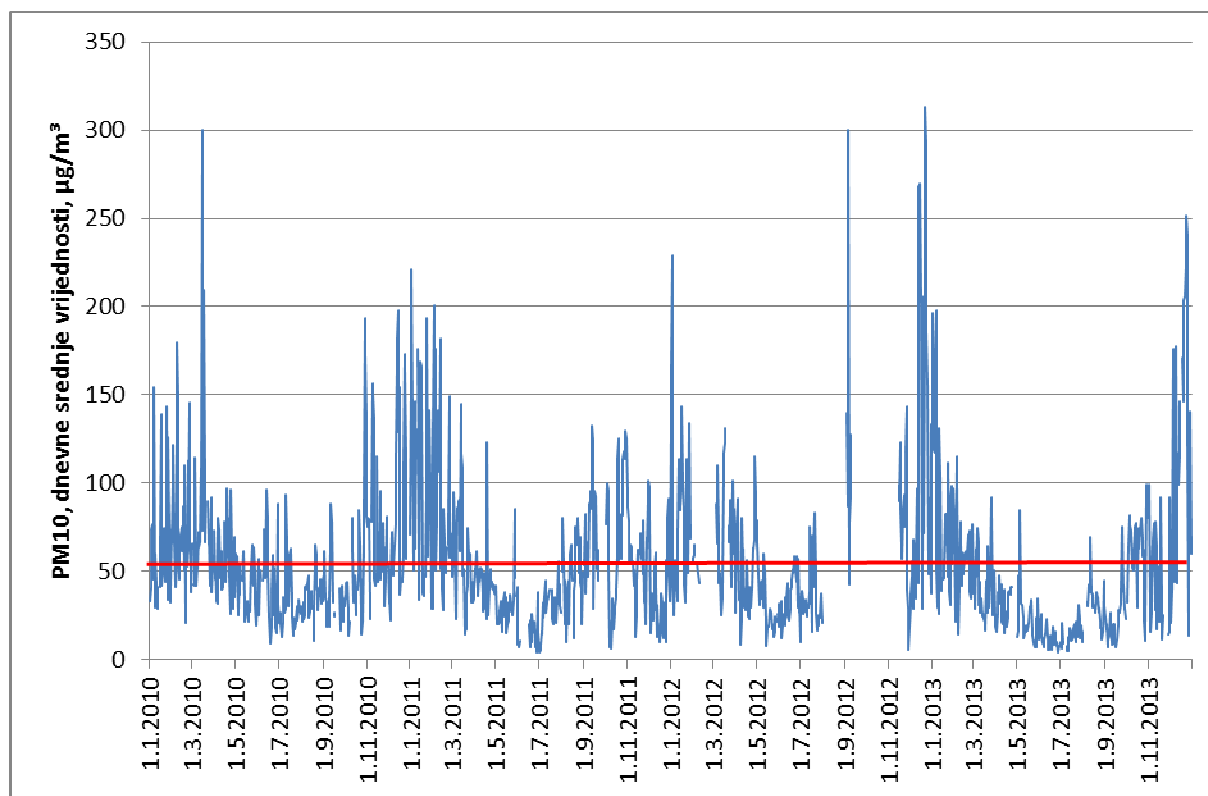


Slika 7. Dnevne prosječne vrijednosti PM10 u Pljevljima, 2010-2012. Crvena linija: Vrijednosti iz Smjernica SZO o KV (ne smiju prekoračiti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom više od 3 dana godišnje)



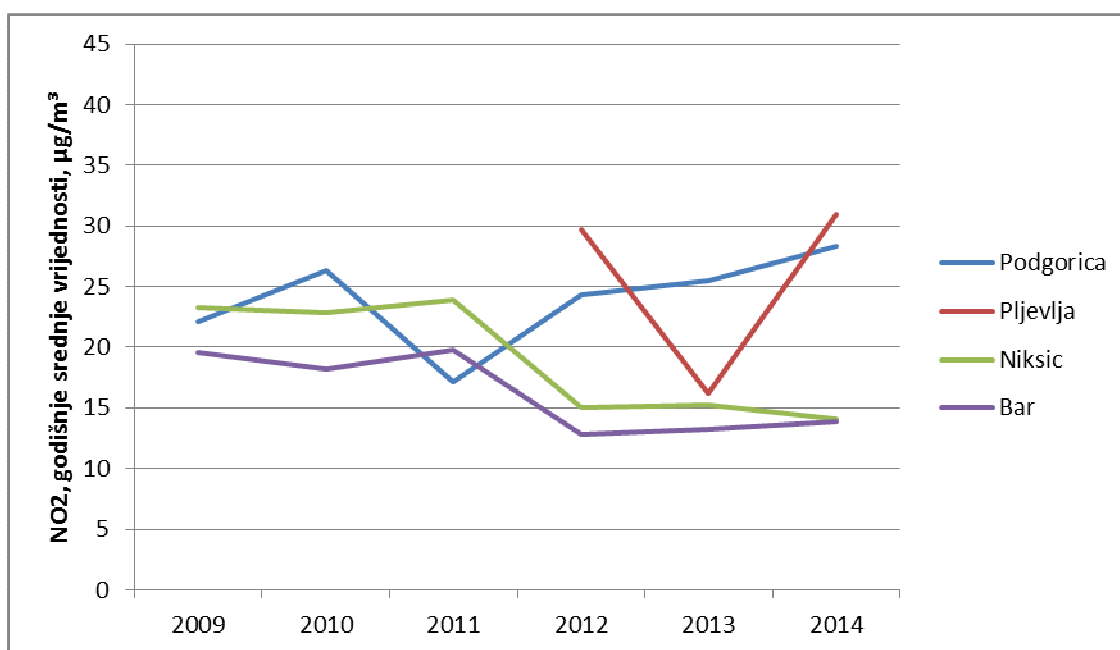
28. jul, 2016.

Slika 8. Dnevne prosječne vrijednosti PM10 u Nikšiću, 2010-2013. Crvena linija: Vrijednosti iz Smjernica SZO o AQ (ne smiju prekoračiti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom više od 3 dana godišnje). Podaci za 2012. nisu potpuni i ne koriste se u analizi uticaja na zdravlje



Srednje godišnje vrijednosti koncentracija NO₂ bile su manje od vrijednosti iz SZO SKV i Graničnih vrijednosti EU (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na svim mjernim mjestima (Slika 9).

Slika 9. Godišnje srednje vrijednosti NO₂ na osnovu podataka iz nacionalne mreže za mjerenje AQ, 2009-2014 (napomena: za 2009-2011, podaci su bili dostupni za manje od 274 dana/godišnje na većini lokacija)



28. jul, 2016.

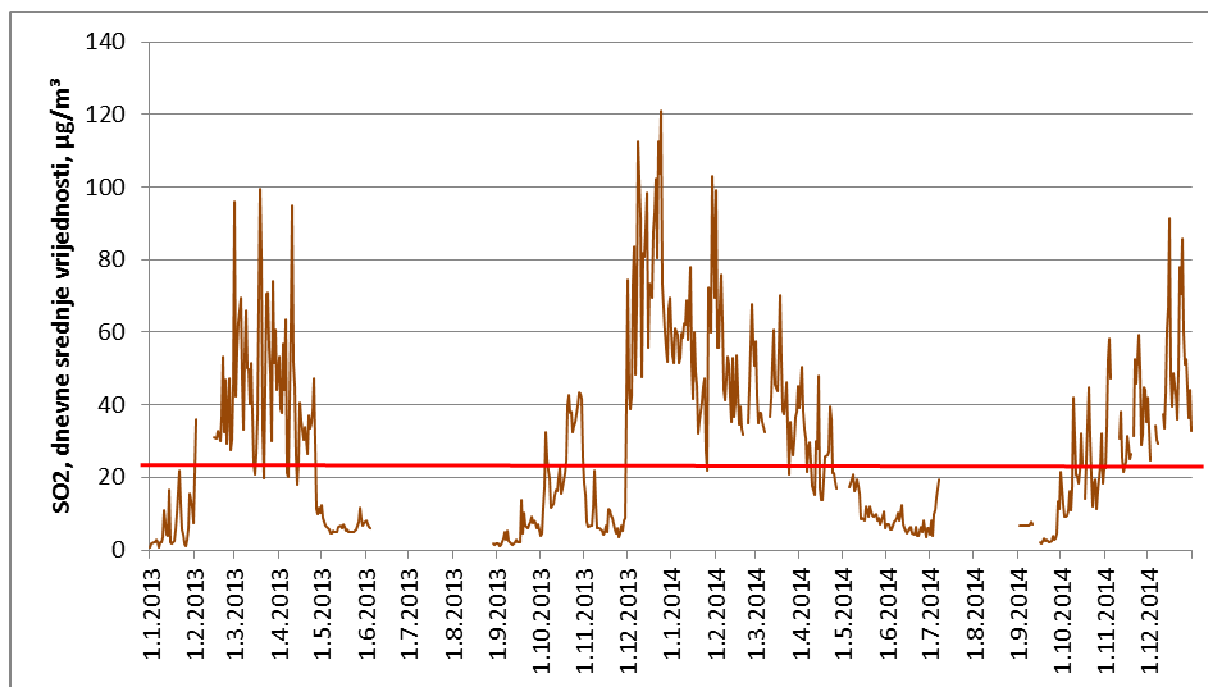
Koncentracije sumpor dioksida nijesu prekoračile dnevne srednje vrijednosti od $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nivo iz AQG SZO) tokom više od par dana u Podgorici, Nikšiću i Baru tokom cijelog perioda praćenja. Međutim, u Pljevljima su vrijednosti iz AQG i Srednjih ciljnih vrijednosti br. 2 SZO od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prekoračene tokom većeg broja dana u svim godinama kada su bili dostupni podaci o SO_2 (Tabela 2). SZO-ve Privremene ciljne vrijednosti br. 1 SZO-a i Granična vrijednosti EU ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nijesu prekoračene.

Tabela 2. Koncentracije sumpor dioksida u Pljevljima

	2011	2013	2014
Godišnje srednja koncentracije ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13,76	26,9	29,9
Dana $>20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	77	122	168
Dana $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11	50	54
Dana $>125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0

Visoke koncentracije SO_2 primijećene su uglavnom tokom zimske sezone (Slika 10). Moguće je da se radi o uticaju sagorijevanja uglja u termoelektrani, komunalnim i industrijskim parnim kotlovima, kao i domaćinstvima, uz dodatni uticaj vremenskih prilika kojima se smanjuje ventiliranje gradskog područja tokom zimskih mjeseci. Postojala je visoka korelacija između dnevnih srednjih koncentracija SO_2 i dnevnih vrijednosti $\text{PM}_{2,5}$ ($R=0,67$ tokom 2013-2014).

Slika 10. Dnevne srednje koncentracije SO_2 mjerene na mjernom mjestu u Pljevljima, 2013-2014. Crvena linija: Vrijednosti AQG SZO-a za 24h-srednju vrijednost ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

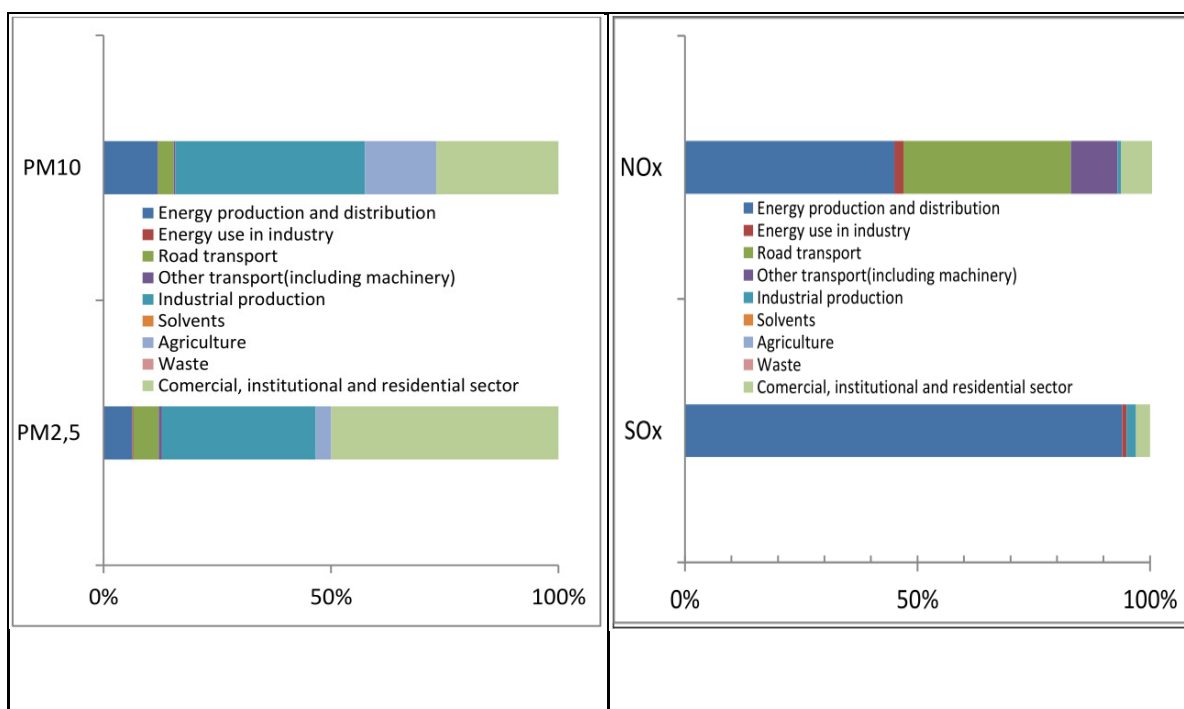


Koncentracije olova i kadmijuma u uzorcima PM_{10} uzetim u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću bile su ispod vrijednosti iz AQG SZO-a. Godišnje srednje koncentracije BaP (indikator policikličnih aromatskih ugljovodonika) kretale su se u rasponu $1-4 \text{ ng}/\text{m}^3$. Takva izloženost tokom cijelog života stvara rizik od kancera pluća koji je veći od jedan na 10 000.

Glavni izvori zagađenja

Komercijalni, institucionalni i stambeni sektor odgovorni su za emisije oko 50% primarnog PM_{2,5} i oko 20% PM₁₀ u Crnoj Gori (Slika 11).¹³ Prema podacima Zavoda za statistiku Crne Gore, oko 68% svih domaćinstava u Crnoj Gori koristi čvrsta goriva za grijanje¹⁴. Od tog broja domaćinstava, 79% koristi drvo, 6,4% kombinaciju drveta i struje, 6,1% drvo i ugalj i 0,5% ugalj ili ugalj i struju. Imajući na umu to da peći koje se koriste u domaćinstvima nemaju uređaje za kontrolu emisije, za većinu primarnih PM iz stambenog sektora odgovorno je sagorijevanje drveta i uglja i utiče uglavnom na lokalno stanovništvo. Industrijske emisije PM utiču uglavnom na stanovništvo iz zajednica u okolini industrijskih postrojenja. Dominantno učešće sektora proizvodnje energije u emisijama SO_x i NO_x, koje doprinose stvaranju sekundarnih PM u atmosferi, dovodi do toga da je izloženost rasprostranjena u stanovništvu generalno, ne samo kod lokalnog stanovništva. Emisije NO_x iz drumskog saobraćaja, pored toga što doprinose sekundarnom formiranju PM, direktno utiču na zdravlje lokalnog stanovništva.

Slika 11. Učešće u emisiji primarnih (a) i prekursora sekundarnih (b) čestica po sektorima u Crnoj Gori, 2010. Izvor: EPA.



Analiza sprovedena u okviru Programa saradnje za praćenje i ocjenjivanje dalekosežne transmisije zagađenja vazduha u Evropi, EMEP, ukazuje na to da emisije primarnih čestica i gasovitih prekursora čestica u Crnoj Gori čine oko 25% pozadinskih vrijednosti PM_{2,5} i oko 50% pozadinske grube frakcije PM₁₀ (čestice prečnika od 2,5 do 10 μm), dok ostalo zagađenje dolazi iz inostranstva (Slika 12)¹⁵. Prosječna vrijednost čestica PM_{2,5} po EMEP-ovim podacima za Crnu Goru kreće se od 6 do 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ovo pokazuje da je ogromna većina čestica mjerena na lokacijama u urbanom području lokalnog porijekla.

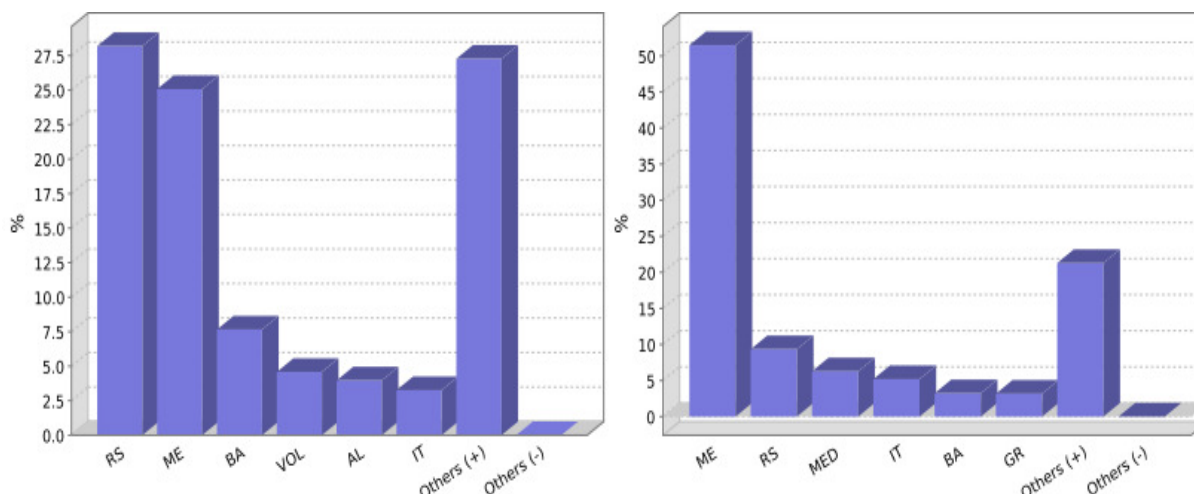
¹³ Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore. Izvještaj o stanju životne sredine na bazi indikatora. Podgorica, 2013.
<http://epa.org.me/images/dokumenti/Izvjestaj-final-engl.pdf>

¹⁴ Zavod za statistiku Crne Gore. Potrošnja drveta za ogrijev 2011. u Crnoj Gori. Podgorica 2013.

¹⁵ EMEP MSC-W. Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM in 2010. Montenegro (Prekogranično aerozagađenje glavnim zagađujućim materijama). MSC-W Data Note 1/2015
http://www.emep.int/publ/reports/2015/Country_Reports/report_ME.pdf

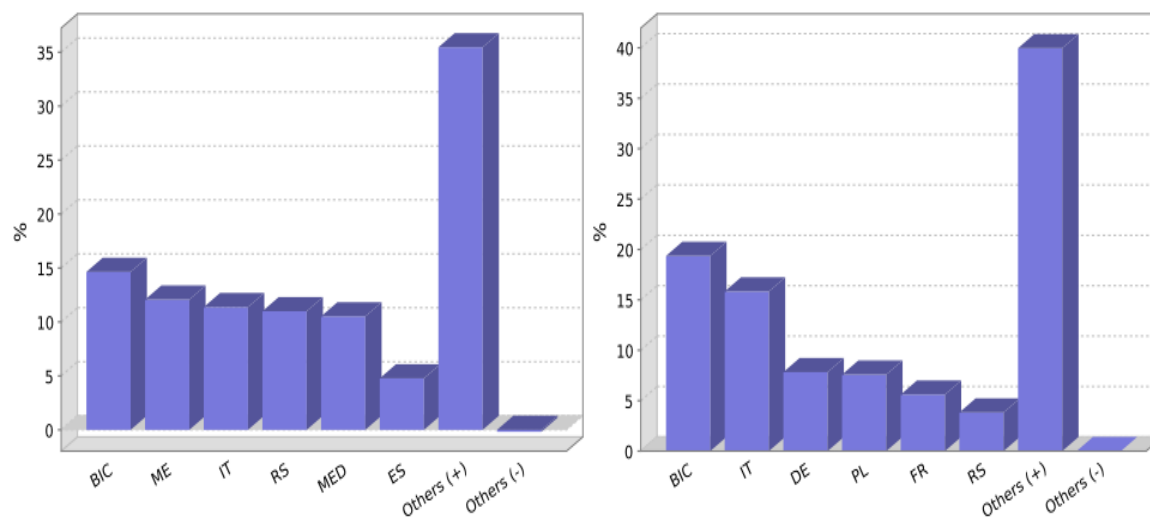
28. jul, 2016.

Sl. 12. Šest najvažnijih zemalja emitera, u odnosu na smanjenje PM 2,5 (lijevo) ili PM grubih (desno) u Crnoj Gori koje bi uslijedilo nakon smanjenja emisija za 15%. Izvor: EMEP 2015. (Crna Gora: ME)



Po ocjeni EMEP-a, učešće emisije prekursora ozona u Crnoj Gori u vrijednostima ozona iznad $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (SOMO35) u Crnoj Gori je malo (Slika 13)¹⁶. Da bi se smanjila izloženost ozonu u Crnoj Gori potrebno je da se smanje emisije uglavnom izvan područja Crne Gore.

Slika 13. Šest zemalja ili regiona emitera koji su najvažniji za smanjenje SOMO35 u Crnoj Gori koje bi nastupilo nakon smanjenja emisija NOx (lijevo) ili emisija NMVOC (desno) za 15%. Izvor: EMEP 2015. Crna Gora: ME



Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u Crnoj Gori

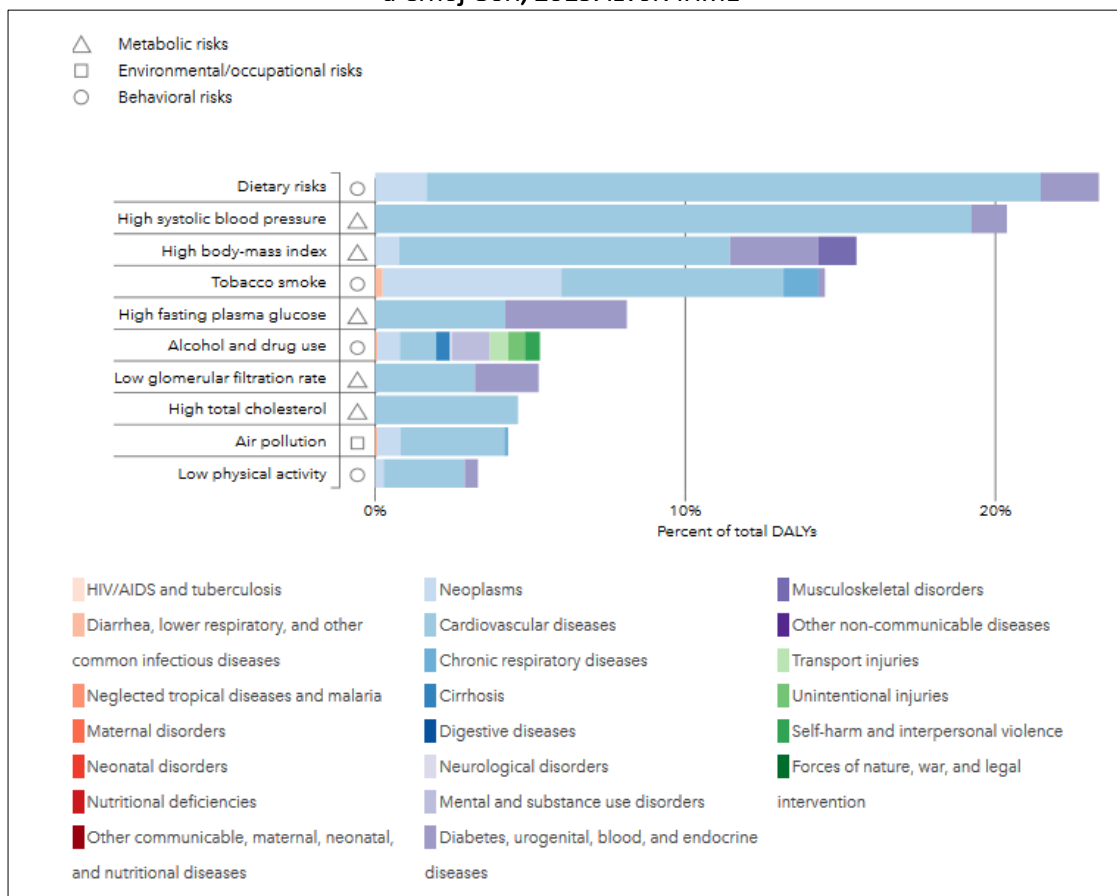
Objavljene procjene tereta bolesti koji se pripisuje zagađenju vazduha u Crnoj Gori

Nakon objavljivanja globalne analize tereta bolesti, u okviru saradnje na GDB objavljeni su profili tereta bolesti po pojedinim zemljama. Rezultati za Crnu Goru pokazuju da i u ovoj zemlji zagađenje ambijentalnog vazduha spada u deset vodećih faktora rizika, tj. determinante bolesti i invaliditeta koje se potencijalno mogu modifikovati (Slika 14). Ukoliko se na osnovu ove analize oko 4% smrtnosti može pripisati zagađenju ambijentalnog vazduha, broj prijevremenih smrti koji se vezuje za ovu izloženost iznosio bi nekih 235 slučajeva godišnje.

¹⁶ EMEP MSC-W. Transboundary air pollution by main pollutants (Prekogranično aeriozagađenje glavnim zagađujućim materijama) (S, N, O₃) and PM in 2010. Montenegro. MSC-W Data Note 1/2015
http://www.emep.int/publ/reports/2015/Country_Reports/report_ME.pdf

Globalne procjene dugoročne izloženosti stanovništva finim česticama korištene za procjene kako SZO-a tako i GDB-a bazirale su se na modelu koji je kombinovao podatke iz praćenja kvaliteta vazduha, modele atmosferskog prenosa i satelitska posmatranja, kao i podatke o gustini stanovništva¹⁷. Ovom ocjenom obuhvaćeno je kompletno stanovništvo, kako urbano, tako i ruralno. Rizik od zagađenja vazduha ocijenjen je korišćenjem Integrisane funkcije rizika koja pretpostavlja porast rizika iznad 5,9-8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ godišnje prosječne koncentracije PM_{2,5}.

Slika 14. Teret bolesti koji se može pripisati vodećim faktorima rizika u Crnoj Gori, 2013. Izvor: IHME¹⁸



Evropska agencija za životnu sredinu (EEA)¹⁹ koristila je drugačiji pristup koji se takođe bazira na postojećim podacima o mjeranju kvaliteta vazduha koji uključuje kompletno stanovništvo (urbano i ruralno). Procijenjene su godišnje prosječne koncentracije finih čestica (PM_{2,5}) u kompletnom području EEP metodama GIS i izračunat uticaj kompletne izloženosti uzimajući u obzir pretpostavljeni porast rizika od smrtnosti linearno od 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sa stopom od 6,2% (95% pouzdanosti sa intervalom od 4% do 8,3%) do 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ova analiza je procijenila da 482 (između 317 i 634, na osnovu nepouzdanosti procjene relativnog rizika) prijevremenih smrti može da se pripiše izloženosti PM_{2,5} u Crnoj Gori u 2011. Ova procjena se može porediti, na 100 000 stanovnika, ili manje, sa rezultatima za susjedne zemlje ili sa prosjekom za EU28 (Slika 15).

Analiza EEP takođe je pripisala 31 (opseg 15-45) prijevremenu smrt u Crnoj Gori izloženosti ozonu koja je veća od dnevnog 8-časovnog prosjeka od 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kako bi se uzeli u obzir kratkoročni efekti ozona, pošlo se od pretpostavke

¹⁷ Brauer et al, Ocjena izloženosti u svrhe procjene globalnog tereta bolesti koje se mogu pripisati spoljašnjem zagađenju vazduha (Exposure Assessment for Estimation of the Global Burden of Disease Attributable to Outdoor Air Pollution). Environmental Science and Technology 2012; 46: 652-660

¹⁸ Institut za zdravstvenu metriku i evaluaciju (Institute for Health Metrics and Evaluation) 2015. Prifil zemlje: Crna Gora.

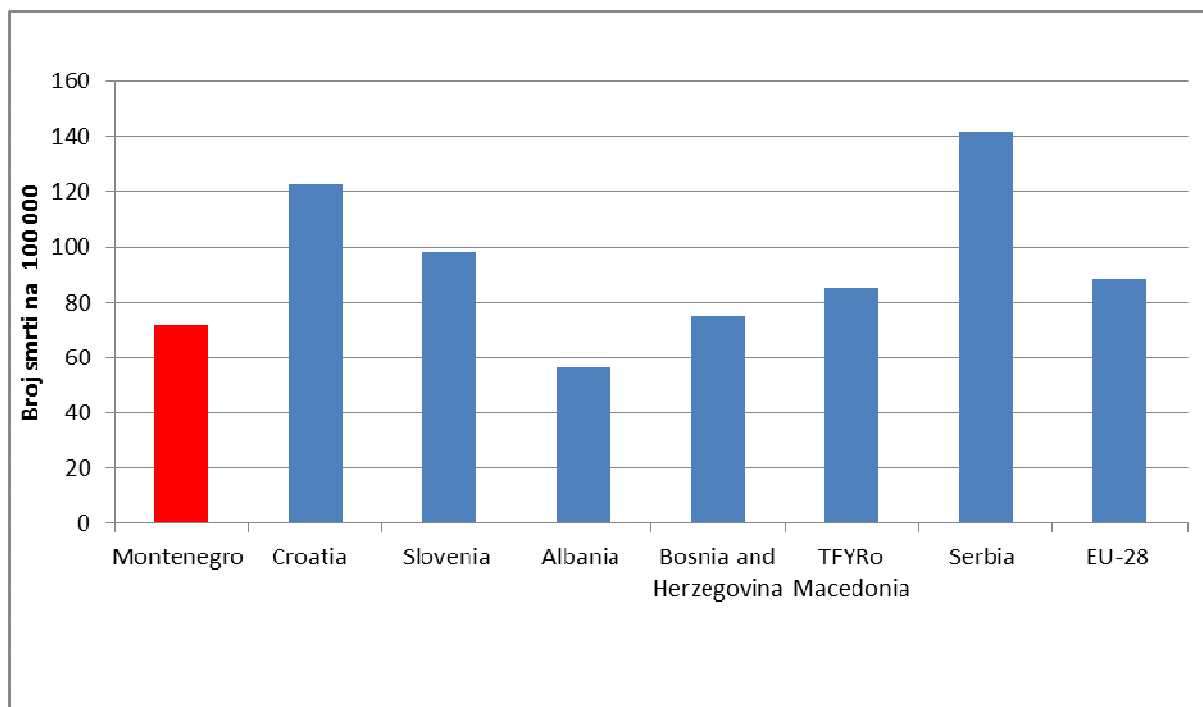
<http://www.healthdata.org/montenegro>

¹⁹ EEA 2014. Air Quality in Europe 2014 (Kvalitet vazduha u Evropi). <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014>

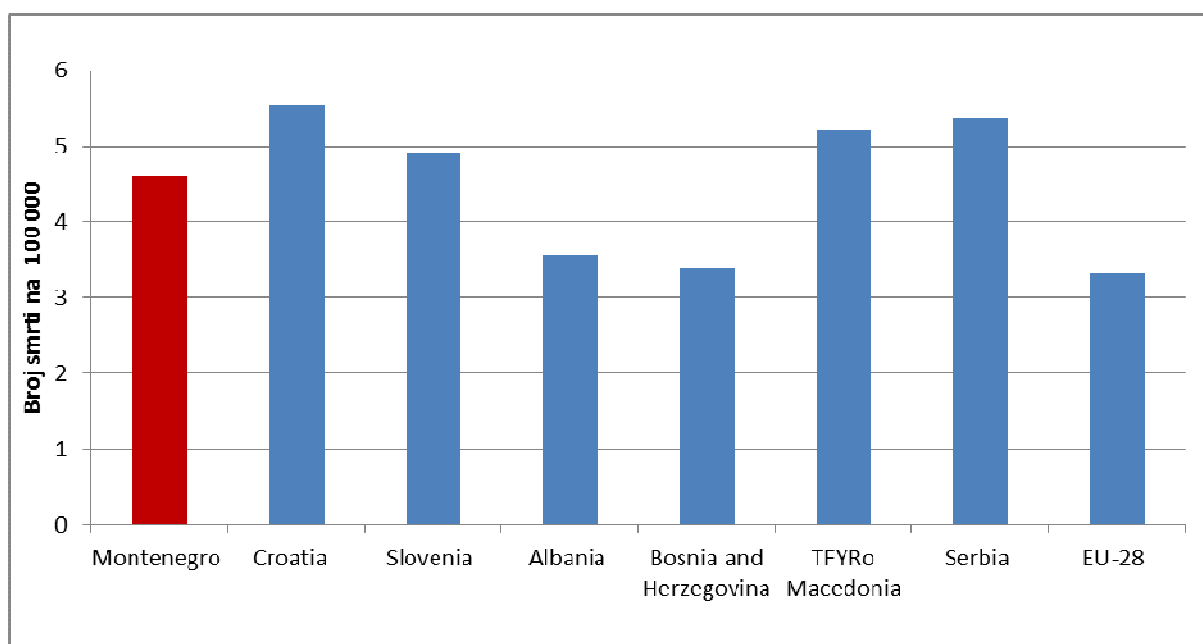
28. jul, 2016.

relativnog rizika od 0,3% (95% CI 0.1- 0.4) na porast od 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dnevne 8-časovne srednje koncentracije. Prijevremena smrtnost koja se pripisuje izloženosti ozonu u Crnoj Gori slična je onoj u susjednim zemljama, ali veća od prosjeka za EU28 (Slika 16).

Slika 15. Prijevremena smrtnost koja se može pripisati izloženosti PM_{2,5} u Crnoj Gori i izabranim zemljama u 2011. Izvor: EEA 2014.



Slika 16. Prijevremena smrtnost koja se može pripisati izloženosti ozonu u Crnoj Gori i izabranim zemljama 2011. Izvor: EEA 2014.



Ocjena uticaja zagađenja vazduha na zdravlje u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću

Analiza je izvršena metodologijom APHEKOM²⁰. Uticaj dugoročne izloženosti finim česticama na smrtnost izračunat je koristeći podatke o vrijednostima PM_{2,5} tokom 2010-2012. (procijenjeno na osnovu PM₁₀) budući da su najnoviji podaci o smrtnosti, po starosnim grupama, bili dostupni za te godine. Relativni rizik izračunat meta-analizom svih 14 studija kohorti dostupnih do aprila 2014. korišćen je u analizi pod pretpostavkom linearne funkcije koncentracije i odgovora (CRF)²¹. Za smrtnost od svih prirodnih uzroka (isključujući nesreće i povrede), RR je iznosio 1,07 (95% CI 1,04-1,09), a za kardiovaskularne bolesti (CVD) RR smrtnosti je iznosio 1,10 (95% CI 1,05-1,15) na 10 µg/m³ PM_{2,5}. Za smrtnost od kancera pluća, relativni rizik od 1,09 (95%CI 1,04-1,14) baziran je na meta-analizi 18 dostupnih studija²². Budući da su se studije fokusirale na lica starosti od 30 godina i više, u analizu je uključena ista starosna kategorija. Podaci o uzroku i starosno-specifičnoj smrtnosti za 2010-2012. dobijeni su od Instituta za javno zdravlje i nisu predstavljali "zvanične" podatke, tj. nijesu još verifikovani od strane ovlašćenih ustanova.

Uticaj izloženosti česticama PM na broj prijema u bolnicu izračunat je uz pomoć broja prijema u bolnicu tokom 2010-12. kako bi se obezbijedila konzistentnost u analizi mortaliteta i morbiditeta, iako su bili dostupni noviji podaci o broju prijema u bolnicu. Koeficijenti rizika baziraju se na projektu HRAPIE koji preporučuje RR =1,0091 (95% CI 1,0017-1,0166) na 10 µg/m³ PM_{2,5} za prijem u bolnicu za kardiovaskularne hospitalizacije i 1,0190 (1-1,0402) za respiratorne hospitalizacije.²³

Korišćenjem podataka o izloženosti PM, došlo se do sljedećih aproksimacija:

- Budući da podaci o PM_{2,5} nijesu bili dostupni tokom 2010-2012. u Podgorici i tokom 2010-2011. u Pljevljima i Nikšiću, procijenjeni su na osnovu dostupnih koncentracija PM₁₀ pod pretpostavkom da je PM_{2,5}=0,56*PM₁₀. Koeficijent 0,56 bazira se na odnosu PM_{2,5}/PM₁₀ u Pljevljima i Nikšiću, kada su obje zagađujuće materije mjerene istovremeno tokom 2012-2014.
- Podaci o PM₁₀ za Nikšić bili su nepotpuni 2012. (mjereno samo tokom 235 dana). Kako bi se izbjegla distorzija podataka o izloženosti, umjesto njih su korišćeni podaci iz 2013. godine (koji su rađeni tokom 336 dana).

U analizi su razmotrena dva različita pitanja. Prvo se ticalo tereta dugotrajne izloženosti koncentracijama čestica koje prekoračuju vrijednosti iz SZO smjernica o kvalitetu vazduha od 10 µg/m³ za PM_{2,5}. Za ostvarivanje ovakvih vrijednosti PM_{2,5} bilo bi neophodno da se smanji godišnja srednja koncentracija PM_{2,5} za 9,1µg/m³ u Podgorici, za 19,5 µg/m³ u Nikšiću i za 37,2µg/m³ u Pljevljima.

Proračuni pokazuju da nešto blizu 6% svih smrti izazvanih prirodnim putem u Podgorici, 12% takvih smrti u Nikšiću i 22% u Pljevljima može da se pripíše zagađenju vazduha koje prekoračuje vrijednosti iz AQG SZO-a (Tabela 3). Kao što se moglo očekivati na osnovu nivoa izloženosti, teret zagađenja po zdravlje izražen kroz broj izgubljenih godina životnog vijeka sa 30 godina života, broj prijevremenih smrti po glavi stanovnika i udio smrtnosti koja se pripisuje zagađenju, značajno je veći u Pljevljima nego u druga dva grada. Takođe, gubitak godina životnog vijeka u različitoj

²⁰ <http://www.aphekom.org/web/aphekom.org/publications>

²¹ Forastiere et al. Ažurirane funkcije izloženosti i odgovora dostupne za procjenu uticaja na mortalitet (Updated exposure-response functions available for estimating mortality impacts). In: WHO 2014. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2014/who-expert-meeting-methods-and-tools-for-assessing-the-health-risks-of-air-pollution-at-local-national-and-international-level>

²² Hamra et al. Environ Health Perspect 122:906–911

²³ SZO 2013. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-of-air-pollution-in-europe-hrapie-project.-recommendations-for-concentration-response-functions-for-cost-benefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide>

28. jul, 2016.

dobi (iznad 30 godina života) koji se vezuje sa izloženost, i koji je predstavljen u Aneksu 3, veći je u Pljevljima. Međutim, zbog većeg broja stanovnika, broj izgubljenih godina života zbog izloženosti sličan je u svim gradovima.

Kao što se vidi na osnovu rezultata iz Tabele 3, negdje između 68% (u Podgorici) i 80% (u Pljevljima) smrti koje se pripisuju zagađenju vazduha posljedica su kardiovaskularnih bolesti.

Druga analiza ocjenjivala je teret zimskog zagađenja na zdravlje. Urađena je tako što je izračunat uticaj koncentracija PM_{2,5} iznad prosječnih koncentracija PM_{2,5} evidentiranih u svakom od gradova u ljetnjem periodu 2010-2012. Ovaj nivo izračunat je za svaki grad zasebno na osnovu mjerenja nivoa PM₁₀ u periodu od 1. maja do 30. septembra tokom perioda 2010-2014, što je zatim pretvoreno u koncentracije čestica PM_{2,5} pomoću formule $PM_{2,5}=0,56*PM_{10}$. Ovaj proračun dao je ljetnje prosječne vrijednosti PM_{2,5} od 13,8 µg/m³ (niže od godišnjeg prosjeka za 5,3 µg/m³) u Podgorici, 16,5 µg/m³ u Nikšiću (niže od godišnjeg prosjeka za 11,7 µg/m³) i 21,9 µg/m³ (niže od godišnjeg prosjeka za 25,3 µg/m³) u Pljevljima. Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 4.

Ukoliko bi se godišnje prosječno zagađenje vazduha česticama smanjilo na vrijednosti evidentirane tokom ljetnjeg perioda (tako da godišnje srednje vrijednosti bude jednake trenutnim srednjim vrijednostima za ljetnji period), to bi dovelo do eliminisanja značajnog uticaja koje zagađenje ima na prosječni životni vijek ($4,5/7,7 = 58\%$ trenutno posmatranog uticaja PM koje prekoračuju nivo iz AQG može se pripisati prekomjernom zagađenju u zimskom periodu u Podgorici, 66% u Nikšiću i 67% u Pljevljima). Međutim, i dalje bi bio prisutan značajan uticaj na zdravlje, naročito u Pljevljima, sa oko 10 izgubljenih mjeseci od prosječnog životnog vijeka zbog zagađenja koje značajno premašuje vrijednosti iz AQG SZO-a i tokom ljetnjeg perioda. Ovo zagađenje vjerovatno nastaje zbog rada termoelektrane i djelatnosti vezanih za rudnik, uključujući i emisije iz mašina koje se koriste u rudarstvu i kamiona koji prevoze rudu.

Tabela 3. Procijenjeni teret na zdravlje usljed izloženosti česticama PM_{2,5} većoj od vrijednosti iz AQG SZO-a u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću, 2010-2012.

Posljedice po zdravlje koje se mogu pripisati izloženosti česticama PM _{2,5}	Podgorica		Pljevlja		Nikšić	
	Srednje	Raspon**	Srednje	Raspon**	Srednje	Raspon**
Smanjenje (u mjesecima) prosječnog životnog vijeka u 30. godini života	7,7	4,5-9,9	30,2	17,3-38,8	17,6	10,1-22,6
Broj prijevremenih smrti (svi uzroci)*	75	44-95	90	55-111	88	53-111
Prijevremene smrti / 100.000 pop.*	70,7	41,5-89,3	439,9	268,3-542,3	202,3	120,5-253,2
Udio u svim smrtnima (prirodni uzroci) koji se mogu pripisati izloženosti (%)	6,0	3,5-7,5	22,2	13,5-27,3	12,4	7,4-15,5
Broj prijevremenih smrti CVD*	51	26-73	76	42-104	69	39-97
Prijevremene smrti CVD/100.000 pop.*	47,5	24,8-68,2	371,9	206,7-505,3	157,4	84,2-221,4
Udio KVO koji se pripisuju izloženosti (%)	8,3	4,3-11,9	29,7	16,5-40,4	17,0	9,1-23,9
Broj prijevremenih smrti od kancera pluća*	1	0-1	3	1-4	6	3-8
Prijevremene smrti od kancera pluća/100.000 stanovnika.*	0,8	0,4-1,2	13,4	6,9-18,3	12,7	6,1-18,2
Udio kancera pluća koji se pripisuje izloženosti (%)	7	3-11	25	13-34	15	7-21
Hospitalizacije zbog CVD *	33	6-60	21	4-38	16	3-28

28. jul, 2016.

Respiratorne hospitalizacije*	24	0-50	21	0-43	28	0-58
-------------------------------	----	------	----	------	----	------

* godišnje

** Raspon procjena odgovara intervalu pouzdanosti relativnog rizika od 95%.

Pored uticaja na smrtnost odraslih, zagađenje vazduha utiče i na smrtnost beba i pojavu respiratornih i kardiovaskularnih bolesti kod djece i odraslih. U Tabeli 5 prikazuje se kako na te ishode utiču suspendovane čestice čije su koncentracije veće od vrijednosti iz SZO smjernica o kvalitetu vazduha za suspendovane čestice (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM10 ili 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM2,5). Relativni rizik svakog analiziranog ishoda preporučenog kroz projekat SZO HRAPIE koristi se za procjenu udjela onih slučajeva koji se mogu pripisati izloženosti. Proračuni su rađeni uz pomoć prosječne koncentracije suspendovanih čestica u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću za period 2010-2012: 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odnosno 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM10, i 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM2,5. Budući da nijesu dostupni raniji podaci o ovim zdravstvenim ishodima u Crnoj Gori, rezultati ocjene se prezentiraju u vidu proporcionalnog udjela onih slučajeva koji se mogu pripisati izloženosti (AP).

Tabela 4. Procijenjeni teret izloženosti zimskom zagađenju česticama PM2,5 u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću, 2010-2012.

Posljedice po zdravlje koje se mogu pripisati izloženosti česticama PM2,5	Podgorica		Pljevlja		Nikšić	
	Srednje	Raspon**	Srednje	Raspon**	Srednje	Raspon**
Smanjenje (u mjesecima) prosječnog životnog vijeka u 30. godini života	4,5	2,6-5,7	20,3	11,7-26,0	11,7	6,7-14,9
Broj prijevremenih smrti (svi uzroci)*	44	26-56	64	38-79	60	36-76
Prijevmrene smrti / 100,000 pop.*	41,7	24,4-52,9	310,4	186,3-386,5	137,9	81,4-173,6
Udio u svim smrtima (prirodni uzroci) koji se mogu pripisati izloženosti (%)	3,5	2,1-4,5	16,6	9,4-19,5	8,4	5,0-10,6
Broj prijevremenih smrti od CVD*	30	16-43	55	30-76	47	25-67
Prijevmrene smrti od CVD/100.000 stanovnika*	28,1	14,6-40,8	266,4	144,3-370,5	108,2	57,1-154,3
Udio CVD koji se pripisuju izloženosti (%)	4,9	2,6-7,1	21,3	11,5-29,6	11,7	6,2-16,6
Hospitalizacija CVD*	19	4-34	15	3-27	12	2-21
Respiratorne hospitalizacije*	14	0-29	14	0-28	16	0-33

* godišnje

** Raspon procjena odgovara intervalu pouzdanosti relativnog rizika od 95%.

Tabela 5. Udio (%) smrtnosti i razbolijevanja beba koji se mogu pripisati zagađenju od čestica većem od AQG SZO-a u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću

Posljedice po zdravlje	Zagađujuća materija	Podgorica		Pljevlja		Nikšić	
		AP(%)	Range (%)*	AP(%)	Range (%)*	AP(%)	Range (%)*
Post-neonatalna smrtnost beba	PM10	5	3-9	20	11-31	12	6-19
Prevalenca bronhitisa kod djece	PM10	10	0-21	34	0-55	21	0-38
Incidenca hroničnog bronhitisa kod odraslih	PM10	14	5-21	43	20-55	28	12-38
Incidenca astmatičnih simptoma kod djece sa astmom	PM10	4	1-7	15	4-25	8	2-14
Dani ograničene aktivnosti	PM2,5	4	4-5	15	13-16	8	8-9
Broj izgubljenih radnih dana	PM2,5	4	3-5	15	13-16	8	7-9

* Opseg procjena odgovara intervalu pouzdanosti relativnog rizika od 95%.

Diskusija

Analiza podataka o izloženosti stanovništva česticama u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću pokazuje da zagađenje vazduha stvara značajan teret bolesti u gradovima u Crnoj Gori. Ovi rezultati odgovaraju ranijim ocjenama rađenim na nivou zemlje u okviru evropskih ili globalnih projekata. Izražen po glavi stanovnika, teret zagađenja značajno je veći u Pljevljima nego u ostalim gradovima. Međutim, apsolutne vrijednosti uticaja, izražene kroz broj prijevremenih smrti, izgubljenih godina života i broj hospitalizacija koje se pripisuju izloženosti, slične su u sva tri analizirana grada.

Kako bi se ilustrovalo u kojoj mjeri zagađenje vazduha utiče na zdravlje, procjene ove analize mogu se uporediti sa indikatorima koji se obično koriste za ocjenu stanja zdravlja stanovništva, kao što je prosječni životni vijek. Prosječni životni vijek u 15. godini povećao se za oko 15 mjeseci u periodu između 2000. i 2009. u Crnoj Gori (po stopi koja se može porediti sa prosjekom za Evropski region SZO-a)²⁴. Izgubljenih 7,7 mjeseci od prosječnog životnog vijeka (sa oko 30 godina) zbog zagađenja u Podgorici iznosi oko polovinu porasta prosječnog životnog vijeka u toj deceniji. Za Pljevlja, gubitak u prosječnom životnom vijeku zbog zagađenja (30,2 mjeseca) potencijalno bi se mogao nadoknaditi kada bi se porast prosječnog životnog vijeka po stopi evidentiranoj 2000-2009. godine nastavio tokom perioda od više od dvije decenije. Može se napraviti još jedno poređenje sa smrtnošću zbog drugih uzroka. Godišnja prijevremena smrtnost vezana sa izloženost česticama bila je oko 10-60 puta veća od smrtnosti zbog nesreća u drumskom saobraćaju ili 2-20 puta veća od smrtnosti od digestivnih oboljenja u Crnoj Gori²⁴.

Sve je više dokaza koji pokazuju da do uticaja izloženosti finim česticama dolazi čak pri koncentracijama čestica PM_{2,5} manjim od sadašnjih vrijednosti iz AQG SZO-a koji su korišćeni kao referentni u ovoj analizi. Prema tome, procjene tereta koje se ovdje prezentiraju potcjenjuju teret zagađenja u ova tri grada Crne Gore.

Značajan dio tereta može se pripisati prekomjernom zagađenju vazduha tokom zimskih mjeseci. Ovako veliki stepen zagađenja može se pripisati kako sagorijevanju čvrstih goriva (drvetu i, uglavnom u Pljevljima, uglju) za grijanje domaćinstava i vremenskim uslovima koji smanjuju disperziju zagađenja. Sagorijevanje čvrstih goriva za kuvanje i grijanje takođe značajno povećava ukupnu izloženost zagađenju vazduha stanovnika kuća u kojima se čvrsta goriva koriste za kuvanje i grijanje zbog direktne emisije zagađenja u zatvoreni prostor. Ovo bi dovelo do dodatnih posljedica po zdravlje koje nisu kvantifikovane u ovoj analizi.

Čestice su najvažniji indikator zagađenja relevantnog po zdravlje u cijeloj Crnoj Gori. U Pljevljima, i SO₂ dostiže visoke vrijednosti i može da poveća respiratorne simptome. Ovi uticaji poklapaju se sa uticajem čestica budući da su oba tipa zagađenja koji se emituju sagorijevanjem uglja u međusobnom odnosu visoke korelacije. Štetni uticaji izloženosti ozonu su obima koji je manji od uticaja izloženosti česticama i dešavaju se uglavnom izvan urbanih područja. Direktni uticaji izloženosti NO₂ na kompletno stanovništvo nijesu značajni, ali bi mogli biti veći među ljudima koji žive na ulicama sa gustim saobraćajem. Ove posljedice nisu se mogle kvantifikovati dostupnim podacima, ali bi ih u buduću trebalo ocjenjivati.

Procjena OECD-a je da Vrijednost statističkog života za Crnu Goru iznosi 1,45 miliona američkih dolara²⁵. Na osnovu ove procjene, ekonomska vrijednost prijevremenih smrti koje se mogu pripisati zagađenju od čestica iznad vrijednosti AQG SZO-a iznosi oko 367 miliona dolara u tri analizirana grada na godišnjem nivou. Ova procjena troška ne uključuje troškove zdravstvenih usluga (hospitalizacija, liječenje simptoma) niti troškove vezane za ograničenu aktivnost ili broj izgubljenih radnih dana.

²⁴ Baza podataka SZO Zdravlje za sve <http://data.euro.who.int/hfad/>

²⁵ SZO 2015. Ekonomska cijena uticaja zagađenja vazduha na zdravlje u Evropi.

28. jul, 2016.

Za ocjenu uticaja zagađenja iz Termoelektrane Pljevlja bile bi neophodno uraditi detaljnu procjenu (sa visokom prostornom rezolucijom, manjom od 1x1km) o tome koliko emisije iz Termoelektrane doprinose koncentraciji PM_{2,5} u Pljevljima. Za takve procjene neophodno je primijeniti posebni model disperzije zagađenja uz korišćenje podataka o emisiji zagađujućih materija i uslova disperzije (meteorologija, topografija). Međutim, takve procjene nisu dostupne za potrebe ove analize zbog ograničenih resursa te se stoga nije mogla uraditi procjena doprinosa Termoelektrane Pljevlja nivoima zagađenja vazduha i njihovog uticaja na stanovništvo u Pljevljima. Izvjestan uvid u obim uticaja ovih emisija na zdravlje u Evropi pruža nedavno objavljena analiza uticaja termoelektrana na ugalj koje trenutno rade ili se planiraju u bliskoj budućnosti na Zapadnom Balkanu²⁶. Procjene se baziraju na modeliranju disperzije zagađujućih materija koje emituje svaka od elektrana u pet balkanskih zemalja (Bosna i Hercegovina, Kosovo, Makedonija, Crna Gora i Srbija) u Evropi. U ovoj analizi koriste se rezultati EMEP/MSC-W modela o hemijskom transportu, na osnovu mreže 50x50km. Prema tom modelu, postojeća elektrana u Pljevljima doprinosi sa 240 prijevremenih smrti godišnje u cijeloj Evropi, 101 od ovog broja odnosi se na pet zemalja na Zapadnom Balkanu. Samo jedan dio ovog posljednjeg navedenog broja odnosi se na smrti u Crnoj Gori i Pljevljima, na koje, s druge strane, utiču emisije iz elektrana koje rade u susjednim zemljama.

Izloženost stanovništva ambijentalnom zagađenju vazduha utvrđena je u ovoj analizi uz korišćenje podataka o koncentraciji čestica na samo jednoj lokaciji u svakom gradu. Takav pristup mogao bi potencijalno da bude izvor grešaka u procjeni uticaja na zdravlje. Njegov obim i smjer (u pravcu precjenjivanja ili potcjenjivanja) stvarnih uticaja može se procijeniti ocjenom prostorne varijabilnosti zagađenja u svakom gradu i njene veze sa distribucijom stanovništva. Kratka studija (rađena tokom samo 14 dana) sprovedena u Podgorici pokazuje da su vrijednosti čestica PM₁₀ mjerene na dvije lokacije koje su se poredile međusobno slične, te da je neophodna duža studija kako bi se ocijenila prostorna varijabilnost zagađenja u gradu i potvrdilo da mjerenja izvršena na jednoj lokaciji na odgovarajući način oslikavaju izloženost stanovništva. Takođe, valjalo bi razmotriti mogućnost stalnog rada drugog mjernog mjesta za PM₁₀ i PM_{2,5} u Podgorici, koje bi se nalazilo u "urbanoj sredini", kao i mjerenja PM_{2,5} na postojećem mjernom mjestu.

Preciznost informacija o zdravlju takođe predstavlja važan faktor koji utiče na grešku u procjenama tereta bolesti. Sve promjene u podacima do kojih se bude došlo tokom njihove verifikacije uticaće na prezentirane procjene. Nedostatak podataka o prevalenci respiratornih simptoma onemogućava procjenu broja slučajeva ovih oboljenja koja se mogu pripisati zagađenju u Crnoj Gori.

Smanjenje emisije zagađujućih materija, naročito od sagorijevanja čvrstih goriva za grijanje u stambenim objektima, trebalo bi da bude prioritetni pristup smanjenju izloženosti stanovništva zagađenju vazduha i njegovog uticaja na zdravlje. Povećanje energetske efikasnosti boljom izolacijom domova, prelazak na čistija goriva (plin, struja) za kuvanje i grijanje, i upotreba solarne energije za grijanje i proizvodnju struje povoljno bi se odrazilo na zdravlje i imalo bi dodatne pozitivne efekte po životnu sredinu u cijeloj Crnoj Gori.

Potrebni su posebni napor da se vazduh očisti u Pljevljima. Zamjena postojeće termoelektrane novim blokom mogla bi doprinijeti smanjenju emisije ukoliko se u novom bloku primijene sve sada dostupne tehnologije za kontrolu zagađenja. Po izvještaju HEAL, koji je ranije citiran u ovom izvještaju, očekuje se da će emisije iz planiranog novog bloka termoelektrane u Pljevljima vezivati za 15 prijevremenih smrti godišnje u cijeloj Evropi, uključujući 6 u zemljama Zapadnog Balkana. Jedna druga analiza o uticaju na zdravlje ovog novog bloka pokazuje da bi emisije iz njega mogle dovesti to dodatnih 16 smrti i 160 izgubljenih godina života godišnje (u izvještaju se ne navodi precizno u kojim zemljama bi došlo do tih smrti, ali metodologija koja se pominje ukazuje na to da su ovi efekti raspostranjeni u cijeloj

²⁶ Holland M, Tehnički izvještaj. Uticaj elektrana na ugalj na zdravlje na Zapadnom Balkanu. (Technical report. Health impacts of coal fired power plants in Western Balkans). Health and Environment Alliance (HEAL), Brussels 2016 http://env-health.org/IMG/pdf/technical_report_balkans_coal_en_lr.pdf

28. jul, 2016.

Evropi)²⁷. Ovo ukazuje na šesnaestostruko smanjenje (mada ne i eliminisanje) uticaja na zdravlje koji se vezuju za zamjenu postojeće elektrane novim blokom. Međutim, ovi benefiti će biti rasprostranjeni na velikoj teritoriji, tako da su u Pljevljima neophodne fokusirane lokalne aktivnosti kako bi se smanjio postojeći uticaj zagađenja na zdravlje. Upotreba toplote koju bi generisao novi blok za grijanje kuća u Pljevljima mogla bi eliminisati potrebu za sagorijevanjem uglja za grijanje ukoliko se stanovnicima centralno grijanje učini dostupnim i ekonomski prihvatljivim. Takođe se mora raditi na smanjenju zagađenja iz rudarske djelatnosti. Veliki troškovi zdravstvene zaštite koji nastaju zbog postojećeg zagađenja opravdavaju finansiranje ovih mjera iz javnih izvora.

Prethodno opisani uticaji zagađenja vazduha na zdravlje moraju uzeti u obzir kontekst ostalih determinanti zdravlja, naročito socio-ekonomske rizike i rizike vezane za stil života. Nezdrava prehrana, pušenje, konzumiranje alkohola i nedovoljna fizička aktivnost doprinose povećanoj prevalenci nezaraznih bolesti koje se dodatno uvećavaju zbog izloženosti zagađenju vazduha. Budući da se ovi faktori rizika akumuliraju u siromašnijim slojevima stanovništva, koje ima slabiji pristup medicinskim uslugama za liječenje hipertenzije i visokog holesterola (druge glavne determinante zdravlja u Crnoj Gori), i teret zagađenja vazduha po zdravlje je kod ove populacije najvidljiviji. Prema tome, aktivnosti i politike čiji je cilj smanjenje izloženosti stanovništva zagađenju vazduha mora biti sastavni dio jedne šire zdravstvene i socijalne politike koja tretira sve determinante nezaraznih bolesti.

Zaključci

Dostupni podaci omogućili su da se utvrdi koliki teret za zdravlje predstavlja zagađenje vazduha u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću. Više od 250 prijevremenih smrti i 140 hospitalizacija godišnje, kao i broj drugih uticaja na zdravlje povezani su sa izloženošću koncentracijama suspendovanih čestica većima od onih preporučenih u Smjernicama SZO o kvalitetu vazduha. Više od polovine ovih uticaja vezano je za uvećane nivoe zagađenja tokom zime uglavnom zbog sagorijevanja čvrstih goriva za grijanje. Uticaj zagađenja vazduha na zdravlje više je uobičajen u Pljevljima nego u ostalim gradovima, ali je apsolutni teret zagađenja na zdravlje u Podgorici i Nikšiću sličan onome u Pljevljima. Uticaji postojećeg zagađenja na zdravlje u Pljevljima pet puta su veći od onih koji bi se eventualno vezivali za emisije iz planiranog II bloka Termoelektrane. Kako bi se smanjio uticaj zagađenja vazduha na zdravlje u gradovima Crne Gore, neophodno je da se značajno smanji sagorijevanje čvrstih goriva za grijanje i kuvanje u domaćinstvima. Ovakve akcije moraju biti sastavni dio šireg skupa politika koje se bave determinantama nezaraznih bolesti i održivog razvoja i moraće da uzmu u obzir socio-ekonomske aspekte zdravlja. Neophodne su dodatne studije kako bi se procijenila izloženost stanovništva gradskih sredina zagađenju od saobraćaja i njegovi uticaji na zdravlje.

Preporuke

Opšte:

- **Energetski/ekonomski sector:** izvršiti reviziju energetske politike kako bi se promovisala čista i održiva energija i energetska efikasnost;
- **Lokalne vlasti:** pomoći prelazak na čiste izvore energije za grijanje;
- **Domaćinstva i zajednice:** eliminisati / smanjiti emisiju zagađujućih materija iz sagorijevanja čvrstih goriva (ugalj, drvo) za grijanje stambenih jedinica. Za ovo je neophodno sljedeće:
 - Veća energetska efikasnost zahvaljujući boljoj izolaciji domova;
 - Prelazak na čistija goriva (plin, struka) za grijanje i kuvanje;
 - Veća upotreba održivih izvora (solarna energija, energija vjetra) za grijanje i proizvodnju električne energije.

²⁷ NVO Green Home. Analiza uticaja Termoelektrane Pljevlja na stanovnike Pljevalja sa predikcijom uticaja drugog bloka Termoelektrane Pljevlja na zdravlje. Decembar 2013.

28. jul, 2016.

- **Javnost:** zamijeniti izvore energije koji zagađuju čistim opcijama, povećati energetske efikasnost kuća, podržavati čiste politike.
- **Javno zdravlje:**
 - Pratiti izloženost stanovništva zagađenju vazduha i uticaj zagađenja vazduha na zdravlje;
 - Komunicirati sa kreatorima politike i građanima o uticajima zagađenja vazduha na zdravlje;

Posebne preporuke za javno zdravlje: unaprijediti ocjenu uticaja zagađenja vazduha na zdravlje

- Obezbijediti kvalitetne podatke o izloženosti stanovništva materijama koje zagađuju vazduh, uključujući:
 - Reviziju praćenja kvaliteta vazduha u Podgorici (dodati "urbanu pozadinsku" stanicu, uključiti praćenje PM_{2,5}); evaluacija prostorne varijacije zagađenja u gradu;
 - Ocjena preciznosti izloženosti stanovništva česticama PM_{2,5} i PM₁₀ na osnovu postojećih podataka o praćenju u Pljevljima (i izvršiti reviziju lokacije za monitoring, ako je potrebno);
 - Razviti druge metode za ocjenu izloženosti stanovništva (uključujući senzore, modeliranje)
- Zadržati kvalitetno praćenje mortaliteta i bolničkog morbiditeta (raščlanjeni podaci po starosti i uzrocima);
- Razmotriti studiju (studije) vremenskih serija na posljedice zagađenja vazduha na dnevni mortalitet u svim većim gradovima Crne Gore.

Posebne preporuke za Pljevlja

- Radikalno smanjiti (ili eliminisati) emisije iz Termoelektrane Pljevlja. U najmanjoj mjeri, emisije iz TE Pljevlja uskladiti sa zahtjevima definisanim propisima EU (trenutno: Direktiva 2010/75/EU);
- Eliminirati sagorijevanje ugljena i drveta u domaćinstvima (obezbjedivanjem centralnog grijanja ili drugih izvora energije koje stanovništvo može da priušti);
- Smanjiti zagađenje od rudarstva (samozapaljenje uglja na otvorenim kopovima, transport).

28. jul, 2016.

Riječ zahvalnosti

Ova ocjena urađena je u okviru Dvogodišnjeg sporazuma o saradnji između Republike Crne Gore i Svjetske zdravstvene organizacije. Organizovala je Kancelarija SZO u Crnoj Gori u saradnji sa Ministarstvom zdravlja Crne Gore i Ministarstvom održivog razvoja i turizma Crne Gore. Dr Borko Bajić i mr Nataša Terzić iz Instituta za javno zdravlje Crne Gore pružili su pomoć i omogućili pristup podacima o zdravlju. Dr Danijela Šuković i Radomir Žujović iz Centra za ekotoksikološka istraživanja u Podgorici obezbijedili su podatke o kvalitetu vazduha i pomogli u razumijevanju praćenja kvaliteta vazduha u Crnoj Gori, Predstavnici Ministarstva zdravlja, Ministarstva održivog razvoja i turizma, Agencije za zaštitu životne sredine, Instituta za javno zdravlje, predsjednici opština Pljevlja i Nikšić, zaposleni u Kancelariji UNDP u Crnoj Gori i predstavnici nekoliko NVO obezbijedili su važne informacije o situaciji na terenu i tako omogućili izradu ocjene i ovog izvještaja. Preporuke su rezultat razgovora vođenih na Nacionalnoj radionici koju je Kancelarija SZO za Crnu Goru održala u Podgorici 15. Aprila 2016. godine.

Prilog 1. Odabrani indikatori vezani za uticaj ambijentalnog zagađenja vazduha na zdravlje koji su korišteni u analizi

Godišnje srednje vrijednosti finih čestica (PM_{2,5} i PM₁₀) u gradovima (ponderisano u odnosu na broj stanovnika)

Kratki opis: Indikator se direktno tiče rizika zagađenja vazduha po zdravlje stanovništva u urbanim sredinama. Bazira se na podacima o srednjim godišnjim koncentracijama PM_{2,5} i PM₁₀ u ambijentalnom vazduhu koje su ocijenjene rutinskim praćenjem ili modeliranjem zagađenja vazduha, kao i na podacima o broju stanovnika/prostornoj distribuciji stanovništva u gradovima za koje postoje dostupni podaci o kvalitetu vazduha (u praksi: stanovništvo gradova u kojima se radi monitoring AQ). Indikator predstavlja godišnju srednju koncentraciju za određenu populacionu grupu, ponderisano u odnosu na broj stanovnika.

Jedinica: µg/m³, kontinuirano.

Učestalost ažuriranja: 1 godina

Rezultati za Crnu Goru: Sl. 3 predstavlja vrijednosti PM₁₀ za četiri grada za godine 2009-14, dok Sl. 5 predstavlja vrijednosti za PM_{2,5} (za godine 2012-2014). Pošto u svakom od gradova radi samo jedno mjerno mjesto, indikatori odgovaraju godišnjim srednjim koncentracijama relevantne zagađujuće materije u datom gradu.

Relevantni indikator SDG²⁸: 11.6.2

Stopa smrtnosti koja se pripisuje ambijentalnoj zagađenosti vazduha

Kratki opis: Ovaj indikator pokazuje godišnji teret bolesti vezan za zagađenost vazduha. Izračunava se na osnovu podataka o izloženosti stanovništva PM_{2,5} i ozonu, odnosu koncentracije i odgovora na osnovu epidemioloških studija dostupnih na međunarodnom planu i ukupnih podataka o smrtnosti za stanovništvo koje je predmet interesovanja. Javno dostupne softverske alatke (uključujući APHEKOMili AirQ+) mogu se koristiti za proračune. Kontrafaktualni nivo zagađenja se može razlikovati u različitim ocjenama i trebalo bi ga definisati za svaku konkretnu analizu.

Jedinica: mortalitet/100 000 stanovnika, kontinuirano

Učestalost ažuriranja: 1 godina ili svakih nekoliko godina.

Rezultati za Crnu Goru: Slike 15 i 16 prikazuju nacionalne procjene indikatora (uticaji izloženosti PM_{2,5} odnosno ozonu), dok Tabela 3 (treći red) prikazuje uticaje PM_{2,5} u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću (prosjeck za period 2012-2014). Tabela 3 prikazuje takođe procjene vezane za pojedinačne uzroke smrti (mortalitet usljed kardiovaskularnih bolesti i kancera pluća).

Relevantni indikator SDG: 3.9.1

Udio stanovništva koji koristi čvrsta goriva za grijanje i kuvanje

Kratki opis: Indikator je direktno vezan za rizik od izloženosti uvećanim koncentracijama čestica, kao i drugih zagađujućih materija, koje se emituju prilikom sagorijevanja goriva za kuvanje, grijanje i rasvjetu u domaćinstvima.

²⁸ <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-SDGs-Rev1-E.pdf>

28. jul, 2016.

Vežan je za Indikator SDG 7.1.2 “Udio stanovništva koje se primarno oslanja na čista goriva i tehnologiju”. Definicija izraza “čisto” povezana je sa onim što se u smjernicama SZO definiše u odnosu na kvalitet vazduha u zatvorenom prostoru vežan za sagorijevanje goriva u domaćinstvima²⁹: (kombinacije goriva i tehnike treba da dostignu Ciljeve stope emisije, odnosno ERT; kerozin se ne smatra čistim). Budući da nema rasprostranjene upotrebe bilo kojih peći na čvrsta goriva koje ispunjavaju ERT koje se preporučuju Smjernicama, trenutno se pretpostavlja da su **domaćinstva koja koriste čvrsta goriva** (odnosno ona koja nemaju pristupa čistim gorivima i tehnologijama) izložena većim rizicima po zdravlje. SZO rukovodi procesom usklađivanja istraživanja sa različitim agencijama za istraživanja, Svjetskom bankom, Gobaonom alijansom za čiste šporete, istraživačima, zavodima za statistiku različitih zemalja, itd. kako bi se razvili kapaciteti za bolje praćenje ovog indikatora u budućim istraživanjima. Nekoliko grupa rade probno ispitivanje upitnika na različitim lokacijama. Jedan od upitnika (koji će se koristiti u UNICEF-ovom Istraživanju višestrukih pokazatelja (MICS) u drugoj polovini 2016) proslijeđen je Ministarstvu za zaštitu životne sredine.

Jedinica: udio, kontinuirano.

Učestalost ažuriranja: tek će se definisati

Rezultati za Crnu Goru: Podatke o udjelu domaćinstava koje koriste ugalj i drvo za ogrijev objavio je Zavod za statistiku Crne Gore 2013. Godine (referenca br. 14 u izvještaju).

Relevantni Indikator SDG³⁰: 7.1.2

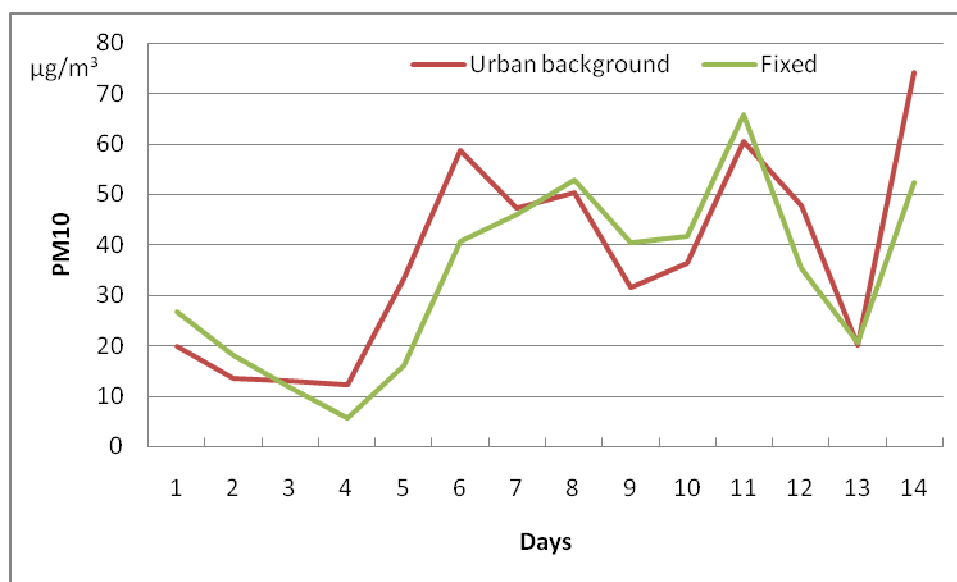
²⁹ <http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/en/>

³⁰ <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-SDGs-Rev1-E.pdf>

Prilog 2. Dodatna mjerenja čestica PM10 i PM2,5 u Podgorici

Kako bi se ocijenio potencijalni uticaj obližnjih prometnih ulica na mjerenje čestica PM10 koje se sprovodi na fiksnim lokacijama u centru Podgorice, CETI je prikupio dodatne podatke o česticama PM10 i PM2,5 na jednoj drugoj lokaciji u Podgorici na koju ne utiče ni jedan lokalni izvor zagađenja, a koji se nalazi usred stambenog područja. Podaci su prikupljeni tokom dvije nedjelje krajem oktobra 2015. Dnevne prosječne vrijednosti PM10 na obje lokacije bile su u visokom stepenu međusobne korelacije ($R=0,86$) (Slika A1). Srednje vrijednosti čestica PM10 bile su veće pri mjerenju pozadinskog zagađenja u gradskom području nego na fiksnom mjernom mjestu ($37,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naspram $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Koncentracija finih čestica sa mjerenja pozadinskog zagađenja u gradskom području, PM2,5, bila je 56,0% od vrijednosti PM10. Ovaj omjer veoma je sličan onom koji je dobijen kao srednja vrijednost odnosa PM2,5/PM10 sa tri paralelna mjerenja obje frakcije u Pljevljima, Nikšiću i Baru (55,9%). Ova dodatna mjerenja, iako su rađena u jako kratkom periodu, idu u prilog tome da se podaci o česticama PM10 sa fiksnih lokacija mogu koristiti za ocjenu izloženosti stanovništva u Podgorici.

Slika A1. Dnevne prosječne koncentracije čestica PM10 na mjernim mjestima za mjerenje pozadinskog zagađenja u gradskom području i na lokacijama fiksnih mjernih stanica u Podgorici, oktobar 2015.



Prilog 3. Smanjenje prosječnog životnog vijeka po godinama života

Prosječno smanjenje (u mjesecima) prosječnog životnog vijeka u različitoj životnoj dobi usljed izloženosti česticama PM_{2,5} koje prekoračuju vrijednosti iz SZO Smjernica o kvalitetu života u Podgorici, Pljevljima i Nikšiću, 2010-2012.

Starost	Podgorica		Pljevlja		Nikšić	
	Srednja vr.	Opseg	Srednja vr.	Opseg	Srednja vr.	Opseg
30	7,7	4,5-9,9	30,2	17,3-38,8	17,6	10,1-22,6
35	7,7	4,4-9,8	29,9	17,1-38,4	17,5	10,1-22,5
40	7,6	4,4-9,6	29,3	16,7-37,7	17,3	9,9-22,2
45	7,4	4,3-9,5	28,7	16,4-37,0	17,0	9,8-21,8
50	7,1	4,1-9,1	27,6	15,7-35,6	16,4	9,4-21,1
55	6,9	4,0-8,8	26,7	15,2-34,5	15,7	9,0-20,2
60	6,4	3,7-8,2	25,0	14,1-32,2	14,8	8,5-19,1
65	6,0	3,5-7,7	23,3	13,2-30,2	13,7	7,8-17,7
70	5,3	3,1-6,8	20,6	11,5-26,8	12,3	7,0-15,8
75	4,9	2,8-6,3	19,1	10,6-25,0	11,4	6,4-14,7
80	4,4	2,5-5,6	17,0	9,4-22,3	10,4	5,9-13,5
85+	4,1	3,4-5,3	15,8	8,7-20,9	9,9	5,6-12,9