



UTICAJ POSTOJEĆIH I PLANIRANIH TERMoeLEKTRANA U TUZLANSKOM REGIONU NA ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA

**UTICAJ POSTOJEĆIH I PLANIRANIH
TERMoeLEKTRANA U TUZLANSKOM REGIONU
NA ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA**

Tuzla, novembar 2013.

IZDAVAČ:**Centar za ekologiju i energiju**

M. i Ž. Crnogorčevića 8, 75000 Tuzla, BiH
Tel: +387 35 249 310, fax: +387 35 249 311
www.ekologija.ba

Autori:

Mike Holland , mike.holland@emrc.co.uk
Nurka Pranjić, pranjicnurka@hotmail.com

Centar za ekologiju i energiju

Denis Žiško

Štampa:

OFF-SET Štamparija Tuzla

Publikacija je realizirana u okviru projekta "Čist zrak za Tuzlu"



SAŽETAK	4
1 UVOD	5
1.1 Zagađenje zraka i zdravlje	5
1.2 Ciljevi izvještaja	6
2 TUZLA I OKOLNO PODRUČJE	6
2.1 Regija	6
2.2 Kvalitet zraka u Tuzli i oko Tuzle	7
3 METODE	9
3.1 Scenarija	9
3.2 Pristup toka uticaja	9
3.3 Procjena uticaja na zdravlje	10
3.4 Procjena izloženosti	11
3.5 Početni podaci učestalosti uticaja na zdravlje	12
3.6 Monetizacija uticaja	12
4 REZULTATI	12
4.1 Scenario 1: Ukupan uticaj elektrana na ugalj na Evropskoj ljestvici	12
4.1.1 Uticaji na zdravlje	12
4.1.2 Monetizirane vrijednosti	16
4.2 Scenario 2: Ukupan uticaj povezan sa izloženošću zagađenom zraku u tuzlanskoj regiji (bez obzira na izvor)	17
4.2.1 Uticaji na zdravlje	17
4.2.2 Monetizirane vrijednosti	18
5 RASPRAVA	18
6 LITERATURA	19
Dodatak 1: Dodatne informacije o uticajima na zdravlje	21
Dodatak 2: Godišnje emisije zagađivača zraka po pogonu	22

SAŽETAK

Ovo istraživanje procjenjuje uticaje postojeće termoelektrane u Tuzli, planiranog Bloka 7 i termoelektrane u Banovićima na zdravlje stanovništva. Prilikom proizvodne energije u termoelektrani dolazi do emisija polutanata koje prelaze dozvoljene granične vrijednosti prema smjernicama SZO. To se posebno odnosi za fine čestice $PM_{2.5}$, koji se smatraju ključnim pokazateljima kvalitete zraka i determinantama zdravlja. Primjećeno je da su koncentracije i drugih zagađujućih materija, a posebno SO_2 , također prekoračene. Visoka izloženost SO_2 je sada prilično rijetka za veći dio Evrope. Uglavnom su prisutne samo male koncentracije SO_2 , koje predstavljaju tek djelić u odnosu na koncentraciju u Tuzli.

Istraživanja Europske agencija za zdravstvene rizike (HRAPIE) i Svjetske zdravstvene organizacije su ujednačena i potvrđuju da zagađenje zraka ima značajan negativan uticaj na zdravlje i razvoj karcinoma. Međunarodna agencija za istraživanje o karcinomima (IARC) je potvrdila da zagađenje zraka priprada kancerogenicima Grupe 1. Ovi uticaji uključuju skraćenje životnog vijeka, povećan broj hospitaliziranih pacijenata koji boluju od respiratornih i srčanih problema, nastanak bronhitisa i različite manje probleme, npr. gubitak radnih dana. Preporuke iz HRAPIE-a su se koristile za analize koje su prezentirane u ovom radu.

Analiza je provedena sa aspekta dviju perspektiva. Prva podrazumijeva uticaj zagađivača zraka iz tuzlanskog regiona na globalno dalekosežno aerozagađenje u Europi. Druga razmatra uticaj trenutne izloženosti aerozagađenju na zdravlje stanovnika tuzlanske regije. Prema evropskoj metodologiji utvrđeno je da termoelektrana Tuzli u 2013. godine **uzrokuje gubitak oko 4.900 godina života, 131.000 izgubljenih radnih dana i preko 170 hospitalizacija** zbog srčanih i respiratornih bolesti. Iako se predviđa da će emisije novog pogona biti niže, ipak će aerozagađenje u regionu imati dugo trajanje. Zato analiza u ovom istraživanju obuhvata period od 2015. do 2030. godine. Očekuje se da će nivo **ekonomske štete iznositi od 810 miliona EUR, te gubitak od 39.000 godina života**. Pored toga, često oboljevanje od hroničnog bronhitisa, hospitalizacije i značajan broj izgubljenih radnih dana.

Tabela koja slijedi pokazuje uticaj izloženosti stanovnika aerozagađenju na zdravlje u tuzlanskoj regiji, na godišnjem nivou. Polazi se od činjenice da rezultati monitoringa zraka u općini Tuzla i Banovići predstavljaju pouzdane pokazatelje. Analiza se zasniva samo na izloženosti malim česticama ($PM_{2.5}$), ne isključujući dodatni učinak ostalih zagađivača. Na godišnjem nivou **procjenjuje se gubitak od 61 milion EUR** (cijene su prilagođene situaciji u Bosni i Hercegovini). Nije bilo moguće procijeniti specifični učinak termoelektrana na lokalno stanovništvo, obzirom da bi to zahtijevalo dodatno, detaljno modeliranje disperzije.

Tabela 1. Godišnji uticaji $PM_{2.5}$ na zdravlje stanovništva u tuzlanskoj regiji

Tuzla i Banovići		Uticaj
Izgubljene godine života zbog smrti izazvane hroničnim oboljenjima (sve starosne dobi)	izgubljene godine života	2 875
Smrtnost djece (0-1 god.)	broj smrtnih slučajeva	3
Hronični bronhitis (stariji od 27 god.)	slučajevi	187
Bronhitis kod djece u dobi 6-12 god.	novi slučajevi	361
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	slučajevi	113
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim problemima (stariji od 18 god.)	slučajevi	81
Smanjen broj aktivnih dana (sve starosne dobi)	dani	272 914
Dani sa prisustvom simptoma astme (djeca u dobi 5-19 god.)	dani	5 355
Izgubljeni radni dani (osobe u dobi 15-64 god.)	dani	69 924

Da zaključimo, kvalitet zraka u tuzlanskoj regiji je loš i ovdje se procjenjuje da ima značajan uticaj na zdravlje stanovništva. Jedan od uzroka ovakvog zagađenja zraka je oslanjanje na proizvodnju energije iz pogona na ugalj, za koji se, po trenutnoj situaciji, pretpostavlja da će se nastaviti još mnogo godina. Učinci razvoja novih pogona trebaju biti sagledavani u odnosu na ovu informaciju.

Zagađenje zraka se sve više smatra značajnim rizikom po zdravlje stanovništva. Nedavno je IARC (International Agency for Research on Cancer) donio odluku da zagađenost zraka na otvorenom klasificira kao uzročnika karcinoma kod ljudi (Grupa 1), a u vezi sa karcinomom pluća (IARC, 2013). Klasifikacija u Grupi 1 se koristi kada se smatra da su jasni dokazi o uzročnoj posljedičnoj vezi između polutanata u zraku i učinka na zdravlje. Utvrđena je pozitivna povezanost i povećan rizik za razvoj karcinoma mokraćnog mjehura. Iako sastav zagađenja zraka i nivoi izloženosti imaju značajnu razliku između različitih lokacija, zaključci radne grupe IARC-a se odnose na sve regione svijeta. Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) i HRAPIE su utvrdili da se uticaji zagađivača zraka na zdravlje ne ograničavaju samo na karcinome, nego se odnose i na smrtnost od srčanih problema, bronhitis, hospitalizaciju i druge učinke.

Tabela 2. pruža dodatne informacije o rizicima po zdravlje, koji dolaze od zagađivača: sumpor-dioksid (SO_2), azotni-dioksid (NO_2) i čvrste čestice. U njoj su sadržane reference na smjernice WHO-a i granične vrijednosti EU za kvalitet zraka za tri zagađivača, izražene u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogrami po kubnom metru okolnog zraka), i granične vrijednosti EU za emisije iz industrijskih pogona, izražene u mg/m^3 (miligrami po kubnom metru otpuštenog plina). Informacije su zasnovane kako na preporukama od WHO (pogledati Krzyzanowski i Cohen, 2008), tako i na uputama Evropske unije. Ove granične vrijednosti se mogu uporediti sa informacijama za tuzlansku regiju i sa podacima povezanih termoelektrana, koji su navedeni u dijelovima koji slijede.

Dalje informacije o rizicima zagađivača zraka po zdravlje su date u Dodatku 1.

Tabela 2. Rizici po zdravlje koji dolaze od različitih zagađivača, smjernice vrijednosti za okolni zrak i granične vrijednosti (preporuke WHO, 2013)

Zagađivač	Povezani zdravstveni rizici (WHO)	Smjernice za kvalitet zraka i granične vrijednosti
Sumpor-dioksid (SO_2)	Može uticati na respiratorni sistem i plućnu disfunkciju, pogoršavanje astme i hroničnog bronhitisa, ljude čini podložnima na infekcije respiratornog trakta; stvara iritaciju očiju; pogoršanje srčanih oboljenja; rizik ishemičnog udara.	<p><i>Smjernice WHO:</i></p> <p>20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dnevno)</p> <p>500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 minuta)</p> <p><i>Uputa EU 2008/50/EC:</i></p> <p>125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 sata), ne smije se prekoračiti više od 3 puta godišnje</p> <p>350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 sat), ne smije se prekoračiti više od 24 puta godišnje</p>
Azotni-oksidi (NO_x)	<p>Pojava astme (očekivana), pogoršavanje astme, hronična opstruktivna plućna bolest, razvoj zakržljalih pluća; srčana aritmija, ishemični udar.</p> <p>Reakcija sa VOCs na sunčevom svjetlu u smislu stvaranja ozona u liniji tla, koji, također, predstavlja opasnost po zdravlje.</p>	<p><i>Smjernice WHO o kvaliteti zraka i Uputa EU 2008/50/EC:</i></p> <p>NO_2: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (godišnje)</p> <p>NO_2: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 sat)</p>

<p>Krute čestice:</p> <p>Grube čestice (PM₁₀)</p> <p>Sitne čestice (PM_{2.5})</p>	<p>Respiratorni sistem: pojava astme (očekivana), pogoršanje astme, hronična opstruktivna plućna oboljenja, razvoj zakržljalih pluća (PM_{2.5}); karcinom pluća</p> <p>Kardiovaskularni sistem: srčana aritmija, akutni miokardijalni infarkt, kongestivno zatajenje srca (PM_{2.5})</p> <p>Nervni sistem: ishemični udar.</p>	<p><i>Smjernice WHO:</i></p> <p>PM_{2.5}: 10 µg/m³ (godišnje)</p> <p>PM₁₀: 20 µg/m³ (godišnje)</p> <p><i>Uputa EU 2008/50/EC:</i></p> <p>PM_{2.5}: 25 µg/m³ ciljano (godišnje)</p> <p>PM₁₀: 40 µg/m³ (godišnje) ograničenje</p> <p>PM₁₀: 50 µg/m³ (dnevno) ograničenje, ne smije se prekoračiti više od 35 dana godišnje</p>
--	--	--

Razlike su uočljive između smjernica SZO i EU graničnih vrijednosti za koncentraciju zagađivača u okolnom zraku. Ove razlike oslikavaju gledište na izvodljivost postizanja smjernica SZO-a u EU na vremenskoj ljestvici prema uputi 2008/50/EC. Dalje će se pokazati u tekstu da smjernice i granične vrijednosti ne oslikavaju granične vrijednosti za učinke po zdravlje; uticaji se pojavljuju kod osjetljivih osoba čak i pri nižim koncentracijama.

1.2 Ciljevi izvještaja

Velika nalazišta uglja i lignita oko Tuzle su dovela do oslanjanja na ova goriva za proizvodnju energije i rasprostranjeno korištenje u industriji. Navedene elektrane se ili koriste u ovom području, ili se planiraju:

- Termoelektrana Tuzla (TE Tuzla), blokovi G3 do G6, sa ukupnim instaliranim kapacitetom od 730 MW, na mrki ugalj i lignit;
- Zamjenski Blok 7 TE Tuzla, sa instaliranim kapacitetom od 450 MW (Tais, 2010, Krstović, 2010; Merić, 2011);
- Nova termoelektrana od 300 MW u Općini Banovići.

Svrha ovog istraživanja je da procijeni uticaje aerozagađenja postojeće termoelektrane i dva nova pogona koja se planiraju izgraditi u narednim godinama na zdravlje stanovništva. Analiza je urađena prema dvostrukim evropskom pristupu problemu. Prvi uzima u obzir uticaj termoelektrana u tuzlanskom regionu na globalno prekogranično aerozagađenje u Evropi, zbog toga što se zagađenje u zraku može prenositi na udaljenosti veće od 1000 km. Drugi nastoji opisati lokalne uticaje zagađenja na zdravlje stanovništva. Metode koje su korištene u svrhu ove kvantifikacije odražavaju posljednje preporuke date od strane SZO i projekta HRAPIE (engl. Health risks of air pollution in Europe), koji je proveden za Evropsku komisiju. On odražava mišljenja evropskih i sjevero-američkih zdravstvenih stručnjaka.

2 TUZLA I OKOLNO PODRUČJE

2.1 Regija

Općina Tuzla je jedna od 13 općina Tuzlanskog kantona i obuhvata područje od 294 km², sa 132.000 stanovnika. Grad Tuzla predstavlja administrativni centar Kantona i najveći je privredni centar sjeveroistočne Bosne i Hercegovine. Oko 75% stanovništva ove općine živi u urbanom području, a preostalo stanovništvo je locirano u ruralnim područjima.

Općina Banovići se nalazi jugozapadno od Tuzle i udaljena je oko 15 km, a ima 32.140 stanovnika. Uz urbano područje, općini Banovići pripadaju i slijedeća sela: Omazići, Turija, Čubrić, Breštica, Seona, Grivice, Banovići Selo, Tulovići, Pribitak, Treštenica i Hrvati. Na ovom se području nalaze površinski kopovi uglja, a u Turiji i Grivicama i podzemni rudnici (Pranjić and Salihović, 2003).

Tuzlanska regija ima značajne rezerve uglja za koje se smatra da bi mogle potrajati 200 do 250 godina. Ove rezerve se procjenjuju na 316 miliona tona mrkog uglja i 2,66 milijardi tona lignita, što iznosi 24% ukupnih zaliha mrkog uglja i 66% ukupnih zaliha lignita u Bosni i Hercegovini. Rudnici su suočeni sa tehničkim i ekonomskim problemima, koji odražavaju konkurentsku borbu proizvodnje električne energije u termoelektranama (Merić, 2011; Kazagić et al., 2012).

2.2 Kvalitet zraka u Tuzli i oko Tuzle

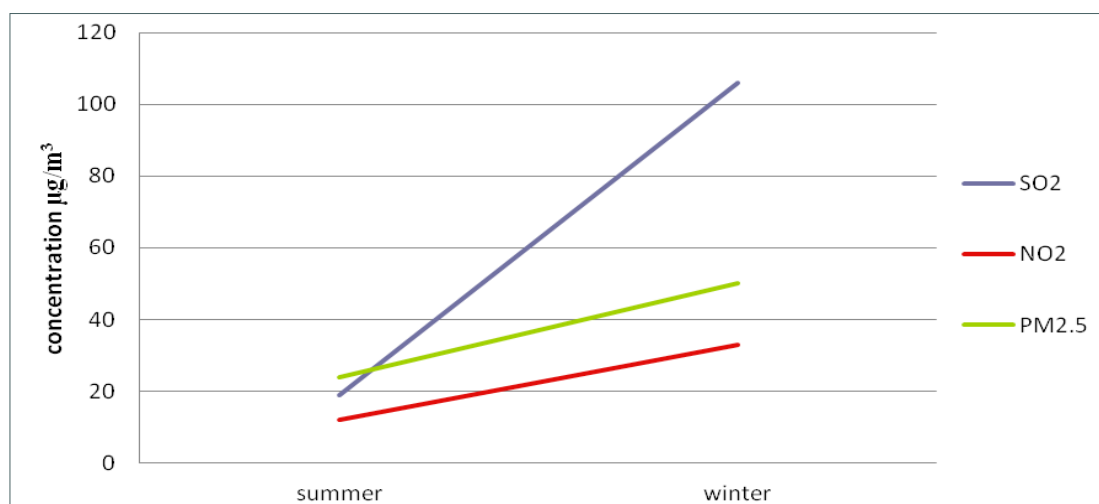
Na Slici 1. su prikazane lokacije stanica za praćenje zagađenja zraka u tuzlanskoj regiji u odnosu na termoelektrane (TE).

Podaci o kvalitetu zraka dobiveni sa ovih mjernih stanica pokazuju značajan broj prekoračenja alarmantnih nivoa (Musemić et al, 2012). Kvalitet zraka tokom sezone grijanja u urbanom području Tuzle doseže II ili III kategoriju na državnom nivou (zagađen ili veoma zagađen zrak), sa prekoračenjem dozvoljenih nivoa SO_2 od $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 do 4 puta iznad najveće dozvoljene koncentracije). Nivoi $\text{PM}_{2.5}$ su također značajno viši u Tuzli tokom zime (Hadžić et al, 2009). Isto se odnosi i na Banoviće Slika 2.

Svake godine koncentracija $\text{PM}_{2.5}$ premašuje dozvoljene granice u Tuzli (od $+39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2004. god. u 4 navrata), do $+52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2009. god. (više od 5 puta). Indeks kvaliteta zraka (AQI – Air Quality Index), koji je računat tokom perioda od 2003. do 2006. god. je premašio postavljenih $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 174 dana godišnje, a nivo od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je premašen do 32 puta godišnje (Musemić et al. 2012).



Slika 1. Lokacije TE Tuzla, TE Banovići i stanica za praćenje zagađenja

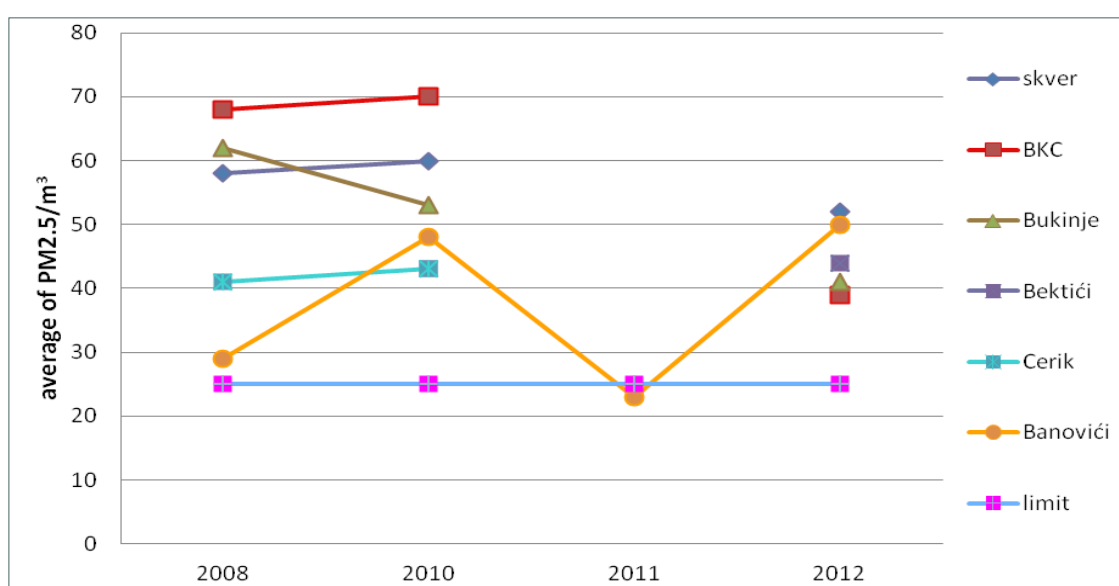


Slika 2. Varijacije u koncentracijama SO₂, NO₂ i PM_{2.5} tokom 2012. god., u Banovićima

Sažeti podaci o kvaliteti zraka, u smislu godišnjih prosječnih vrijednosti koncentracije za 2012. god., su prikazani u Tabeli 3. Godišnje prosječne koncentracije zagađujućih polutanata u zraku u tuzlanskoj regiji za 2012. god. (µg/m³). Trendovi koncentracije PM_{2.5} od 2008. do 2012. god. su prikazani u Slici 3. Srednja vrijednost PM_{2.5} µg/m³ godišnje za stanice za praćenje kvaliteta zraka u Tuzli i Banovićima od 2008. do 2012. god. prikazuju stalna i značajna prekoračenja u odnosu na vrijednosti po EU za godišnje prosjeke koncentracije od 25 µg/m³ i smjernice WHO-a od 10 µg/m³.

Tabela 3. Godišnje prosječne koncentracije zagađujućih polutanata u zraku u tuzlanskoj regiji za 2012. god. (µg/m³)

Stanica za praćenje	SO ₂	PM _{2.5}	NO ₂
Skver	55	52	38
BKC	56	40	35
Bukinje	58	41	23
Bektići	No data	44	No data
Cerik	43	No data	40
Banovići	61	38	21
Prosjeak za sve lokacije	55	43	31



Slika 3. Srednja vrijednost PM_{2.5} µg/m³ godišnje za stanice za praćenje kvaliteta zraka u Tuzli i Banovićima od 2008. do 2012. god.

Rezultati pokazuju da je kvalitet zraka u tuzlanskoj regiji loš, a samim tim veća je vjerovatnost da ima značajan uticaj po zdravlje lokalnog stanovništva. Dodatni kapaciteti za proizvodnju energije iz uglja se moraju razmatrati u odnosu na navedeno.

3. METODE

3.1. Scenarija

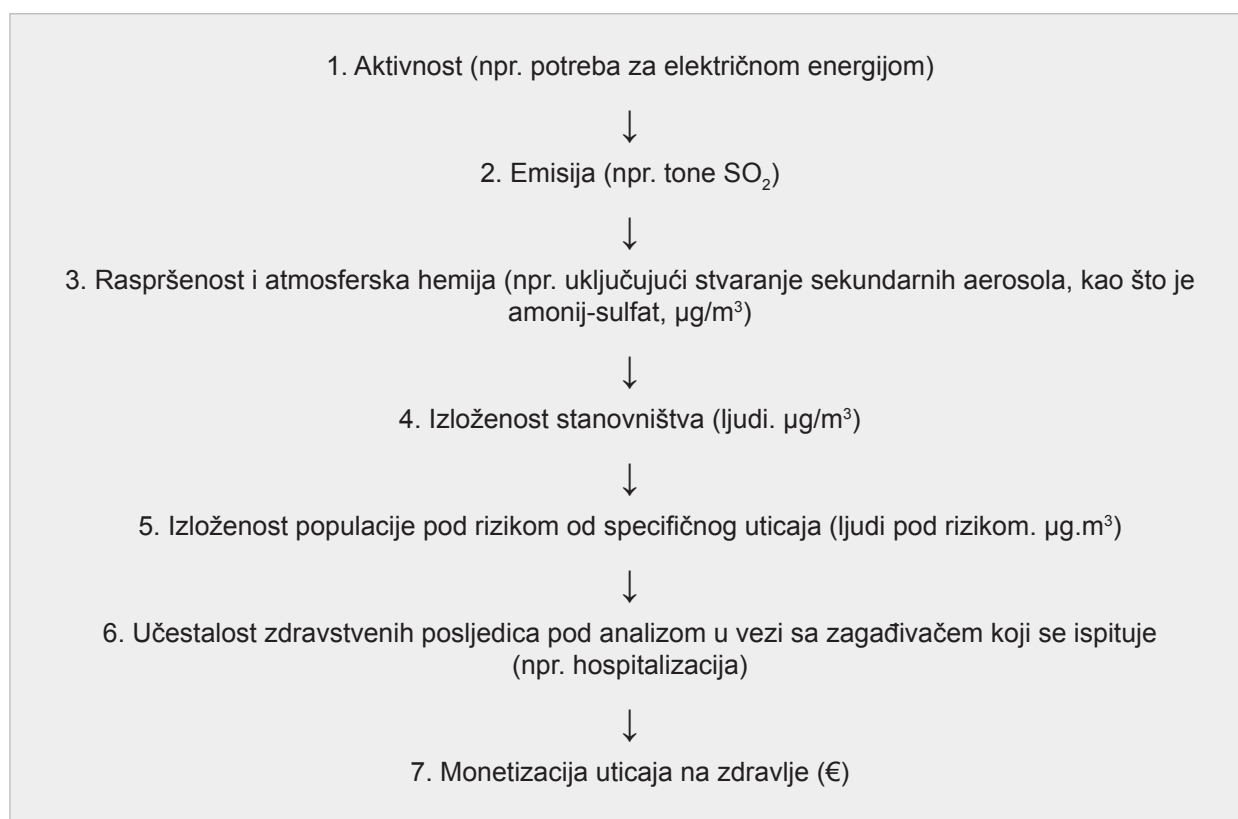
Uticaji zagađenja zraka na zdravlje se posmatraju u slijedećim situacijama:

Scenarij 1: Ukupni godišnji uticaj povezan sa emisijom iz tri elektrane prema Evropskoj ljestvici;

Scenarij 2: Ukupan uticaj povezan sa izloženošću zagađenom zraku u tuzlanskoj regiji, bez obzira na izvor;

3.2. Pristup toka uticaja

Analiza koristi pristup toka uticaja (Impact Pathway Approach), koji je razvijen unutar ExternE Project, kojeg je finansirala Evropska komisija 90-tih godina. IPA opisuje logički tok od emisije, putem izloženosti stanovništva zagađenju, do procjene uticaja i, na kraju, monetizacije.



Slika 4. Pristup toka uticaja (ExternE, 1995; 1998; 2005)

Primjer koji je pokazan u Slici 4. se bavi procjenom uticaja emisije sumpor-dioksida (SO₂) po zdravlje, posredovanom kroz stvaranje "sekundarnog" aerosola amonij-sulfata u atmosferi¹. No, isti opći pristup se koristi za bilo koji drugi zagađivač zraka.

¹ "Primarne" čestice, za razliku od navedenog, su one koje se emitiraju direktno iz izvora izgaranja, kao i brojnih drugih aktivnosti.

3.3. Procjena uticaja na zdravlje

Osnovna referenca za procjenu uticaja na zdravlje je HRAPIE (Health Response to Air Pollutants in Europe), po projektu kojeg je WHO proveo za Evropsku komisiju, u kojem je učestvovao veliki broj stručnjaka iz Evrope i Sjeverne Amerike, koji se bave uticajem zagađenja zraka na zdravlje (WHO-Europe, 2013; i Holland, 2013, za opis praktične provedbe preporučenih funkcija odgovora). Ovo je najpriznatiji, trenutno dostupan, naučni pregled. U svrhu analize za Evropsku komisiju, ovaj pregled je zamijenio raniji rad Hurley et al (2005), koji je urađen u okviru programa Clean Air For Europe (CAFE²).

HRAPIE pruža funkciju odgovora na za izloženost trima zagađivačima, sitnim česticama (PM_{2.5} ili PM₁₀), NO₂ i ozonu. U obzir nisu uzeti specifični uticaji SO₂, većinom na zemlji gdje je koncentracija SO₂ u gradovima EU veoma niska (za razliku od situacije u Tuzli). Izostavljanje uticaja SO₂ može dovesti do potcjenjivanja uticaja zagađenosti zraka na zdravlje u tuzlanskoj regiji. Razmotrene su slijedeće zdravstvene posljedice (Tabela 4):

Tabela 4. Sažetak informacije iz HRAPIE-a, koja pokazuje krajnje tačke za procjenu uticaja na zdravlje

Posljedica	Zagađivač	Period izloženosti	Relativan rizik od promjene u izloženosti na 10µg/m ³
Smrtnost svih uzroka, starosna dob od 30+	PM	Duga	1.062
Smrtnost svih uzroka, starosna dob od 30+	NO ₂	Duga	1.055
Smrtnost svih uzroka	O ₃	Kratka	1.0029
Smrtnost od respiratornih problema	O ₃	Duga	1.014
Post-neonatalna smrtnost dojenčadi	PM	Duga	1.04
Hospitalizacija po osnovu respiratornih problema	PM	Kratka	1.019
Hospitalizacija po osnovu respiratornih problema	NO ₂	Kratka	1.018
Hospitalizacija po osnovu respiratornih problema	O ₃	Kratka	1.0044
Hospitalizacija po osnovu kardio-vaskularnih bolesti	PM	Kratka	1.0091
Hospitalizacija po osnovu kardio-vaskularnih bolesti	O ₃	Kratka	1.0089
Simptomi bronhitisa kod djece sa astmom	NO ₂	Duga	1.021
Prevalencija bronhitisa kod djece	PM	Duga	1.08
Pojava hroničnog bronhitisa kod odraslih	PM	Duga	1.117
Ograničenje aktivnih dana	PM	Kratka	1.047
Gubitak radnih dana	PM	Kratka	1.046
Simptomi astme kod djece sa astmom	PM	Kratka	1.028
Ograničenje aktivnih dana kod maloljetnika	O ₃	Kratka	1.0154

Pokazane funkcije odgovora nisu potpuno iscrpljene. Ovo se posebno odnosi na uticaje dugoročne izloženosti PM, NO₂ and O₃ na smrtnost, te uticaj PM na ograničenje aktivnih dana (RAD), gubitak radnih dana i astmu kod djece. Trenutno se predlaže provođenje samo kvantifikacija za PM, za uticaj dugotrajne izloženosti na smrtnost. Za uticaje PM na RAD (itd.), preporučuje se oduzimanje rezultata za gubitak radnih dana i astme kod djece od rezultata za RAD, kako bi se izbjeglo duplo obračunavanje.

Preporuke HRAPIE u procjeni rizika po zdravlje ne predlažu korištenje graničnih vrijednosti za druge polutante osim za ozon. Zato je ozon bio uključen u faktorsku analizu samo kada su njegove vrijednosti prelazile granične od preko 35 ppb (35 dijelova na milijardu). Ovo se navodi kao analitička "tačka presjeka" iznad koje kvantifikacija uticaja može biti urađena sa većom sigurnošću u odnosu na onu ispod. Autori su, ipak, prilično jasni u tome da ovo ne predstavlja prag. Uzimajući u obzir relativnu magnitudu uticaja, veoma je važno viđenje da nema praga za uticaje izloženosti česticama. Ovo je ojačano objavom kanadskog istraživanja koje je došlo do dokaza za prag uticaja u područjima gdje je koncentracija čestica zaista

² Čisti zrak za Evropu

veoma niska (manja od 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Crouse et al, 2012). Ovaj zaključak je važan sam po sebi jer pokazuje da zakonska ograničenja za zagađenje zraka koje je objavio WHO, koje su niže od toga, ne dovode do potpune zaštite stanovništva.

Uzimajući u obzir procjenu smrtnosti, koriste se dva dostupna pokazatelja. Prvi, što ne predstavlja iznenađenje, je broj smrti koje se dovode u vezu sa izloženosti zagađenju zraka. Drugi je smanjenje očekivanog životnog vijeka. Za procjenu dugotrajnih uticaja, drugi indikator se smatra snažnijim. Ovo nas vodi do pitanja koje se na početku čini čudnim: Kada, zapravo, dolazi do smanjenja očekivanog životnog vijeka? Da li se, jednostavno, skraćuju posljednji dani ili mjeseci života, kada je kvalitet života veoma loš, ili se smanjuje očekivani životni vijek u zdravlju? Među zdravstvenim stručnjacima postoji opće razumijevanje da je to smanjenje očekivanog životnog vijeka u zdravlju.

3.4. Procjena izloženosti

Procjena izloženosti se provodi drugačije za svaki od scenarija koji su ranije definirani.

Scenario 1: Ukupan uticaj povezan sa emisijama SO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ i NO_x iz tri elektrane, u skladu sa Evropskom ljestvicom;
U ovom scenariju, analiza se bazira na rezultatima modela Unified EMEP³, raspršenosti i atmosferskom hemijom, ovaj model podupire većinu evropskih analiza kvalitete zraka. EMEP Model se koristi za generiranje matrice prenosa, na osnovu velikog broja proba modela. Svaka proba opisuje uticaj od ispuštanja određene količine nekog zagađivača (amonijak [NH_3], NO_x , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 i isparivi organski spojevi (VOC)) iz neke države u ukupnu klimu zagađenosti Evrope u cjelini. Matrica prenosa se koristi da obezbijedi nivo oštećenja po toni emisije, uz procjenu koju koristi European Environment Agency⁴ u procjeni eksternih troškova industrijskih pogona u Evropi (EEA, 2011; 2013). Učinci se kvantificiraju u odnosu na izloženost primarnom $\text{PM}_{2.5}$, sekundarnom $\text{PM}_{2.5}$ u vezi sa emisijama SO_2 i NO_x i ozonom koji se obrazuje kao posljedica emisija NO_x .

Scenario 2: Procjena ukupnog uticaja od izloženosti zagađenom zraku u tuzlanskoj regiji, bez obzira na izvor;
Za ovaj scenario su korišteni rezultati sa stanica za praćenje, pod pretpostavkom da daju približnu procjenu izloženosti stanovništva zagađenju zraka. Analiza je zasnovana samo na izloženosti $\text{PM}_{2.5}$. Ovo bi moglo stvoriti pristrasne rezultate i obezvrijediti posljedice, ali se ne može izbjeći uzimajući u obzir ograničenja u vezi podataka.

Ovaj dio analize se koristi slijedećim podacima za postojeće i predložene elektrane (Tabela 5). Ukupna godišnja emisija iz pogona je prikazana u Dodatku 2.

Tabela 5. Proizvodne karakteristike i emisije zagađivača za TE Tuzla (blokovi G3-G6) i predloženi novi, zamjenski Blok 7 i TE Banovići

Parametar	Blok TE Tuzla G3-G6 (za 2013.g.)	Blok TE Tuzla G7 (također G8)	TE Banovići
Kapacitet	730 MW	450 MW	300 MW
Gorivo	Lignit Mrki ugalj	Lignit / Hd=9.500 KJ/kg	Mrki ugalj Hd=14.050 KJ/kg
Sumporni sadržaj goriva **	0,39 do 2,3%	0,51 do 0,6%	1,46%
Pepeo u sadržaju goriva **	10 do 26%	7 do 28%	21%
Emisija SO_2	51.661 t/godišnje	877 t/godišnje* <200 $\text{mg}/\mu\text{m}^3$	1.050 t/godišnje* <200 $\text{mg}/\mu\text{m}^3$

3 http://emep.int/mscw/index_mscw.html

4 Evropska agencija za okoliš

Emisija NOx	9.843 t/godišnje	1.316 t/godišnje* <200 mg/μm ³	590 t/godišnje*** <200 mg/μm ³
Smisija PM ₁₀	1.990 t/godišnje	132 t/godišnje* <30 mg/μm ³	60 t/godišnje*** <30 mg/μm ³

Izvori: FIPA energetski sektor, 2012: *Merić, 2011 (i Dodatak 1): Sadržaj sumpora i pepela: **Studija energetskog sektora u BiH – Modul 8 – Rudnici uglja. *** Izračunato iz razlike za gustoće goriva za energiju i rezultata pogona za proizvodnju, kao i sadržaja sumpora / pepela (gdje se na to odnosi).

3.5. Početni podaci učestalosti uticaja na zdravlje

Ovi podaci (stopa smrtnosti, hospitalizacija, itd.) su specifični za dati region ili za Bosnu i Hercegovinu. Za neke od posljedica (ograničeni dani aktivnosti, prevalencija bronhitisa), neophodno je koristiti podatke iz originalnih epidemioloških studija.

3.6. Monetizacija uticaja

Monetizacija uticaja je korisna u kontekstu *cost-benefit* analize, kojom se ispituje do kojeg je nivoa društvo spremno da plati za (u ovom slučaju) poboljšanje kvaliteta zraka. Novčana vrijednost oslikava "spremnost plaćanja" (WTP) koju stanovništvo ima u svrhu smanjenja zdravstvenih rizika. WTP varira od države do države, čime se odražavaju razlike u prihodu i ostali faktori (moguće i kolektivno definiranje u smislu odnosa prema riziku). Ova varijacija u vrijednosti zdravlja ne znači da je neka grupa ljudi vrednija od druge. Ona jednostavno odražava činjenicu da spremnost na trošenje varira u svijetu u kojem resursi i novac nisu jednako raspoređeni. Analiza Evropske komisije koristi procjenu prosječne spremnosti za plaćanje za EU u cjelini, bez obzira na lokaciju uticaja. U ovom slučaju, ipak, smatramo situaciju iz perspektive Bosne i Hercegovine, te tražimo način prilagođavanja procjene WTP-a u svrhu izbjegavanja zdravstvenih rizika u skladu sa bosanskim prosjekom. U tu svrhu, multiplicirali smo rezultate koji su obračunati po EU prosjeku, koristeći omjer bosanskog bruto društvenog proizvoda po glavi stanovnika (BTP po glavi stanovnika), spram EU BDP po glavi stanovnika (procjena oba BRD-a po glavi stanovnika se prilagođava u odnosu na paritet kupovne moći (PPP⁵), dakle faktor od 0,28 (\$US9.235/\$US33.527, na osnovu podataka Svjetske banke za 2012. god.). Korištena je prilagodljivost od 1, na osnovu pretpostavke da će prihod i WTP za zdravstvenu zaštitu zajedno varirati (npr. 50% promjene u prihodu će dovesti do 50% promjene u WTP). Pitanje o tome koju prilagodljivost odabrati u ovoj situaciji su diskutovali Hammitt and Robinson (2011). Prilagodljivost od 1 je naširoko prisutna u podacima koji su korišteni u različitim izvorima literature.

4 REZULTATI

4.1 Scenario 1: Ukupan uticaj elektrana na ugalj na Evropskoj ljestvici

4.1.1 Uticaji na zdravlje

Ovaj dio analize modelira uticaje tri elektrane u Evropi, prepoznavajući prekograničnu prirodu emisije zagađujućih polutanata u zraka. Podaci za emisije su uzeti iz Tabele 5. Proizvodne karakteristike i emisije zagađivača za TE Tuzla (blokovi G3-G6) i predloženi novi, zamjenski Blok 7 i TE Banovići, navedene ranije u tekstu, sa emisijama PM_{2,5} koje se obračunavaju množenjem emisija PM₁₀ sa faktorom 0,65 koji se obično koristi. Modeliranje raspršavanja se zasniva na EMEP matrici prenosa. Funkcije odgovora dolaze iz HRAPIE projekta pod vođstvom WHO-a. Rezultati za svaku elektranu su opisani u tabelama koje slijede, najprije se baveći godišnjim uticajima tuzlanskih blokova G3 do G6 (Tabela 6: Godišnje emisije i povezani zdravstveni uticaji prema Evropskoj ljestvici za tuzlansku elektranu, blokove G3 – G6, tokom 2013. god.), Tuzla Blok 7 (Tabela 7. Godišnje emisije i povezani uticaji na zdravlje po Evropskoj ljestvici za tuzlansku elektranu, predloženi Blok 7) i Banovići (Tabela 8. Godišnje emisije i povezani zdravstveni uticaji prema Evropskoj ljestvici za predloženu elektranu u Banovićima)

5 Engl: Purchasing power parity

Tabela 6. Godišnje emisije i povezani zdravstveni uticaji prema Evropskoj ljestvici za tuzlansku elektranu, blokove G3 – G6, tokom 2013. god.

TET blokovi G3-G6	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
Emisije (tone / godišnje)	9.843	1.990	51.661	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	755	327	3.835	4.918
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	1	1
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina, slučajevi	35	15	180	231
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	3	1	13	17
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	24	10	122	157
Dani ograničene aktivnosti (RAD), radna dob	76.571	33.154	388.748	498.473
Gubitak radnih dana	20.124	8.713	102.171	131.008
Astma kod djece	1.895	820	9.620	12.335
Bronhitis kod djece	176	76	892	1.143

Za TE Tuzla blokove G3-G6, štetom dominira visoka emisija SO₂, koja se modelira kroz dugotrajan spektar formacija sulfatnih aerosola u PM_{2.5} te veličine. Posljedice NOx (kroz formiranje sekundarnih azotnih aerosola) i iz direktnih emisija PM_{2.5} stvaraju oko 20% ukupnih uticaja ovog pogona na zdravlje.

Tabela 7. Godišnje emisije i povezani uticaji na zdravlje po evropskoj ljestvici za tuzlansku elektranu, predloženi Blok 7

TET Blok 7	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	1.316	86	877	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	101	14	65	180
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	0	0
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina, slučajevi	5	1	3	8
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	0	0	0	1
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	3	0	2	6
Dani ograničene aktivnosti (RAD), radna dob	10.237	1.429	6.599	18.266
Gubitak radnih dana	2.691	376	1,734	4.801
Astma kod djece	253	35	163	452
Bronhitis kod djece	23	3	15	42

Za predloženi Blok 7, dodatak tuzlanskoj elektrani predstavlja emisija NOx za koju se smatra da će biti dominantna, sa uticajem na zdravlje od 56%.

Tabela 8. Godišnje emisije i povezani zdravstveni uticaji prema Evropskoj ljestvici za predloženu elektranu u Banovićima

TE Banovići	NOx	PM _{2,5}	SO ₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	590	39	1.050	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	45	6	78	130
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	0	0
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina, slučajevi	2	0	4	6
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	0	0	0	0
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	1	0	2	4
Dani ograničene aktivnosti (RAD), radna dob	4.590	650	7.901	13.141
Gubitak radnih dana	1.206	171	2.077	3.454
Astma kod djece	114	16	196	325
Bronhitis kod djece	11	1	18	30

Emisija SO₂ je, ponovno, dominantna za predloženi pogon u Banovićima. Ovi rezultati zavise od procjene emisija koje su date ranije u ovom izvještaju (Tabela 6. Proizvodne karakteristike i emisije zagađivača za TE Tuzla (blokovi G3-G6) i predloženi novi, zamjenski Blok 7 i TE Banovići), i odražavaju faktor 3 većeg sadržaja sumpora između Banovića i tuzlanskog Bloka7.

Rezultati za sve radne i predložene blokove u tuzlanskoj elektrani se pružaju za godine 2013, 2015, 2020, 2025. i 2030. u Tabeli 9. Godišnja oštećenja prema Evropskoj ljestvici za elektrane u Tuzli i Banovićima 2013. i od 2015. do 2030. god. po petogodišnjim intervalima, na osnovu podataka o emisiji datih u Dodatku 2, uz gašenje starih pogona i uvođenje novih pogona u skladu sa sljedećim rasporedom.

- G3: do 2016. godine
- G4: do 2019. godine
- G5: do 2023. godine
- G6: do 2025. godine
- G7 i Banovići: 2017. godine
- G8: od 2024. do 2030. godine

Tabela 9. Godišnja oštećenja prema Evropskoj ljestvici za elektrane u Tuzli i Banovićima 2013. i od 2015. do 2030. god. po petogodišnjim intervalima

2013	NOx	PM _{2,5}	SO ₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	9.843	1.294	51.661	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	755	213	3.835	4.803
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	1	1
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	35	10	180	226
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	3	1	13	17
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	24	7	122	153
Dani ograničene aktivnosti (RAD), sve dobi	76.571	21.550	388.748	486.869
Gubitak radnih dana	20.124	5.664	102.171	127.959
Astma kod djece, dani	1.895	533	9.620	12.048
Bronhitis kod djece, slučajevi	176	49	892	1.117

2015	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	9.588	1.278	50.799	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	736	210	3.771	4.717
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	1	1
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	35	10	177	222
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	3	1	13	16
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	23	7	120	151
Dani ograničene aktivnosti (RAD), sve dobi	74.587	21.290	382.262	478.139
Gubitak radnih dana	19.603	5.595	100.466	125.664
Astma kod djece, dani	1.846	527	9.459	11.832
Bronhitis kod djece, slučajevi	171	49	877	1.097
2020	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	8.234	1.051	32.723	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	632	173	2.429	3.234
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	0	1
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	30	8	114	152
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	2	1	8	11
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	20	6	78	103
Dani ograničene aktivnosti (RAD), sve dobi	64.054	17.511	246.240	327.805
Gubitak radnih dana	16.835	4.602	64.717	86.153
Astma kod djece, dani	1.585	433	6.093	8.112
Bronhitis kod djece, slučajevi	147	40	565	752
2025	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	5.606	529	16.938	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	430	87	1.257	1.775
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	0	0
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	20	4	59	83
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	1	0	4	6
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	14	3	40	57
Dani ograničene aktivnosti (RAD), sve dobi	43.610	8.815	127.458	179.883
Gubitak radnih dana	11.462	2.317	33.498	47.277
Astma kod djece, dani	1.079	218	3.154	4.451
Bronhitis kod djece, slučajevi	100	20	292	413

2030	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone / godišnje)</i>	3.222	197	2.804	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	247	32	208	488
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	0	0	0	0
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	12	2	10	23
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	1	0	1	2
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	8	1	7	16
Dani ograničene aktivnosti (RAD), sve dobi	25.065	3.281	21.100	49.446
Gubitak radnih dana	6.587	862	5.546	12.995
Astma kod djece, dani	620	81	522	1.224
Bronhitis kod djece, slučajevi	57	8	48	113

Tabela 10 pokazuje ukupni uticaj koji se procjenjuje za emisijski profil iz Dodatka 2, ponovno uključujući emisije iz Banovića, od 2017. do 2030. god.

Tabela 10. Ukupni uticaj svih pogona, Evropska ljestvica, 2015-2030

Ukupni uticaji 2015-2030	NOx	PM_{2.5}	SO₂	Ukupno
<i>Emisije (tone/godišnje)</i>	104 444	12 080	394 143	
Hronična smrtnost (izgubljene godine života)	8 015	1 985	29 259	39 260
Smrtnost dojenčadi (1-11 mjeseci, slučajevi)	1	0	5	6
Hronični bronhitis kod stanovništva u dobi iznad 27 godina	377	93	1 375	1 845
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	28	7	101	136
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim bolestima (sve starosne dobi)	256	63	934	1 253
Dani ograničene radne aktivnosti (RAD), sve dobi	812 495	201 259	2 965 919	3 979 673
Gubitak radnih dana	213 539	52 895	779 501	1 045 935
Astma kod djece, dani	20 106	4 980	73 393	98 479
Bronhitis kod djece, slučajevi	1 864	462	6 803	9 128

4.1.2 Monetizirane vrijednosti

Pretvaranje uticaja na zdravlje iz Tabele 6, Tabele 7 i Tabele 8 u monetarni ekvivalent, dovodi do slijedećih rezultata (koji su ocijenjeni koristeći podatke za EU prosjek, prilagođene po bosanskom PPP, usklađenom sa BDP po glavi stanovnika)⁶:

⁶ Uzimajući u obzir pretpostavku elastičnosti od 1 u troškovima između prosjeka u EU i spremnosti u Bosni da se plati, kao i širokog spectra koji se razmatra u radu Hammita i Robinsona, ove podatke treba smatrati promjenjivim, no prilična sigurnost postoji u smislu javne spremnosti za plaćanje u svrhu izbjegavanja uticaja, tj. da bi na ovom nivou bila u datom redu veličine.

- Blokovi G3 do G6, Tuzla: **99 miliona EUR/godišnje**
- Blok 7, Tuzla: **3,7 miliona EUR/godišnje**
- Banovići: **2,7 miliona EUR/godišnje**

Jasno je da tuzlanski blokovi G3 do G6 generiraju značajno veći nivo štete u poređenju sa vije predložene elektrane. No, dva nova pogona će zajedno generirati **godišnji eksternalitet po zdravlje od 6,4 miliona EUR/godišnje**. Također, u slučaju da bude izgrađen Blok G8 u Tuzli, dodatne emisije i štete će biti jednake onima koje su izračunate za Blok G7 u Tuzli, čime će **ukupna šteta novih pogona biti 10 miliona EUR/godišnje**.

Uzimajući u obzir rezultate vremenskih serija od 2013. do 2030. god., monetizirani ekvivalenti, prilagođeni za bosanske uslove, su slijedeći:

- **2013: 99 miliona EUR**
- **2015: 97 miliona EUR**
- **2020: 67 miliona EUR**
- **2025: 37 miliona EUR**
- **2030: 10 miliona EUR**

Ukupno 2015. do 2030.: 810 miliona EUR

4.2 Scenarij 2: Ukupan uticaj povezan sa izloženošću zagađenom zraku u tuzlanskoj regiji (bez obzira na izvor)

4.2.1 Uticaji na zdravlje

Uzimajući u obzir nizak nivo varijacije koncentracije $PM_{2.5}$ prema izvještajima sa stanica za praćenje (dato u Tabeli 3, u prosjeku $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u rasponu od 38 do $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$), pretpostavlja se da će ukupno stanovništvo regije (132.000 u Tuzli, 32.140 u Banovićima) biti izloženo uticaju od oko $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ovo, naravno, pretpostavlja da stanice za praćenje pokazuju prikaz izloženosti stanovništva, a ne samo najviše koncentracije ("hot-spot"). Funkcije odgovora koje se ovdje koriste su ponovno uzete iz HRAPIE projekta, kojeg je proveo WHO-Evropa.

Tabela 11. Uticaji na zdravlje povezani sa izloženošću zagađenju zraka u Tuzli i Banovićima

Tuzla i Banovići		Uticaj
Hronična smrtnost (sve starosne dobi) LYL srednja vrijednost VOLY	izgubljene godine života	2,875
Smrtnost djece (0-1 god.) srednja vrijednost VSL	Smrti	3
Hronični bronhitis (stariji od 27 god.)	Slučajevi	187
Bronhitis kod djece u dobi 6-12 god.	novi slučajevi	361
Hospitalizacija pacijenata sa respiratornim bolestima (sve starosne dobi)	Slučajevi	113
Hospitalizacija pacijenata sa srčanim problemima (stariji od 18 god.)	Slučajevi	81
Smanjen broj aktivnih dana (sve starosne dobi)	Dani	272,914
Dani sa prisustvom simptoma astme (djeca u dobi 5-19 god.)	Dani	5,355
Izgubljeni radni dani (osobe u dobi 15-64 god.)	Dani	69,924

Primjenjujući EU procjene, prilagođene po PPP po glavi stanovnika za BDP, dobiva se **ukupna šteta povezana sa ovim uticajima u iznosu od 61 milion EUR/godišnje**. Smrtnost, koja se nalazi na vrhu tabele, treba biti stavljena u kontekst broja smrti iz kojih je pokazatelj dobiven. Podjelom broja smrti, koje se očekuju u ovoj regiji, daje **procjenu gubitka očekivanog trajanja životnog vijeka za 3,2 godine**. Slične procjene su dobivene za gradove u Kini i Indiji (IIASA, 2011), iako se postavljaju pitanja vezana za linearnost funkcije odgovora po višem nivou koncentracije. Iako bi ovo moglo dati pristrasnost u precjenjivanju uticaja, treba imati na umu da ovi rezultati isključuju pokazatelje za izloženost SO₂, NO₂ i ozonu.

5 RASPRAVA

Ovaj izvještaj sažima dokaze o lošoj kvaliteti zraka, koja se bilježi na stanicama za praćenje zagađenja u tuzlanskoj regiji. Često dolazi do prekoračenja alarmantnog praga u ovom području, čime se naglašavaju postojeći problemi.

Ovo dovodi do prilične zabrinutosti uzevši u obzir da se zagađenje zraka povezuje sa širokim spektrom problema, od smanjenja broja dana aktivnosti, pa do smrtnosti (WHO, 2013). U vrijeme pisanja ovog izvještaja, International Agency for Research on Cancer (IARC) je objavio nove rezultate, zaključujući da zagađenje zraka ima kancerogena dejstva. Primjetno je da se posljedice dešavaju čak i kada dolazi do pridržavanja graničnim vrijednostima kvaliteta zraka, uzimajući u obzir da ne postoji prag za posljedice nekih od najznačajnijih zagađivača, uključujući i sitne čestice (PM_{2,5}, za primjer pogledati, Crouse, 2012).

Postojeća elektrana u Tuzli ima visoku stopu emisije NO_x, SO₂ i PM_{2,5}. Procjenjuje se da je **ovaj pogon povezan sa gubitkom 4.918 godina očekivanog životnog vijeka** (izraz za dugovječnost) širom Evrope **svake godine**, a također i za različite smrtne posljedice. Ukupno, uz prilagođavanje procjene bosanskim uslovima, **ovi i drugi uticaji na zdravlje se procjenjuju na 99 miliona EUR/godišnje**, na osnovu trenutnih vrijednosti radnog dana. **Dvije dodatne elektrane** su predložene, **u Tuzli i u Banovićima**. Obzirom da su to moderniji pogoni, one će emitirati manju količinu zagađenja po jedinici proizvedene električne energije, ali se i dalje predviđa da **će biti povezane sa 310 godina gubitka životnog vijeka godišnje**, kao i **štetu u iznosu od 6.4 miliona EUR/godišnje** (što će se povećati na 10 miliona EUR/godišnje, ako se u to uključi i Blok G8). Šteta će se nastaviti sve dok radi svaki od pogona, a govorimo o potencijalno 40 i više godina rada predloženih pogona i 10 ili više godina postojećih pogona. **U periodu od 2015. do 2030. god. se procjenjuje da će pogoni u Tuzli i Banovićima izazvati kumulativni uticaj od 39.260 godina gubitka očekivanog životnog vijeka, brojne smrtne slučajeve i ukupnu štetu u iznosu od 810 miliona EUR.**

Također je urađena analiza uticaja lokalnog zagađenja zraka na zdravlje stanovnika Tuzle i Banovića, sa **procjenom gubitka očekivanog životnog vijeka za 2.875 godina**, te drugih brojnih uticaja na zdravlje, **koji zajedno iznose 61 milion EUR/godišnje**.

Analiza nije nastojala da razdijeli uticaje lošeg kvaliteta zraka između pojedinačnih elektrana i ostalih izvora zagađenja (npr. loženje u kućama), obzirom da bi to zahtijevalo dodatne podatke i modeliranje. U svakom slučaju, pogoni će nastaviti da doprinose lošoj kvaliteti zraka u regionu pa i šire.

1. Begić H, Tahirović FH, Dinarević S, Ferković V, Pranjić N (2002). Učešće riziko-faktora u nastanku urođenih anomalija srca u djece na području Tuzlanskog kantona. *Medicinski Arhiv*. 56(2): 73-77.
2. Brunekreef B, Annesi-Maesano I, Ayres JG, et al (2012) Ten principles for clean air (Deset principa za čisti zrak). *European Respiratory Journal*. 39 (3): 525-8.
3. Crouse, DL et al (2012) Risk of Non accidental and Cardiovascular Mortality in Relation to Long-term Exposure to Low Concentrations of Fine Particulate Matter: A Canadian National-Level Cohort Study (Rizici od smrtnosti od kardiovaskularnih i slučajeva koji nisu posljedica nezgoda u odnosu na dugotrajnu izloženost niskim koncentracijama sitnih čestica: Cohort studija na državnom nivou u Kanadi). *Environmental Health Perspectives*, 120.
<http://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/120/5/ehp.1104049.pdf>
4. Dadvand P, Parker J, Bell ML, et al (2013) Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity (Izloženost trudnica određenom zagađenju zraka i težina po rođenju: procjena uticaja na heterogenost na nivou više zemalja).
5. EEA (2010): The European Environment State and Outlook 2010: Air pollution (Stanje i perspektiva evropskog okoliša 2010: zagađenje zraka). European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
6. EEA (2011, 2013) Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe (2013 report in preparation) (Utvrdjivanje troškova zagađenja zraka iz industrijskih pogona u Evropi (2013 – izvještaj u pripremi). European Environment Agency, Copenhagen, Denmark. <http://www.eea.europa.eu/publications/cost-of-air-pollution>.
7. ExternE (1995; 1998; 2005) Methodology report, and updates (Metodološki izvještaj i nadogradnja).
8. ExternE (Externalities of Energy) Project for European Commission DG XII. http://www.externe.info/externe_d7/?q=node/4.
9. FIPA Energy sector (2012) B&H Investment projects: B&H energy sector (FIPA energetski sektor (2012), investicijski projekti u BiH: energetski sektor BiH). FIPA 13.11.2012; pp 1-61.
10. Hadžić D, Mladina N, Ljuca F, Bazardžanović M (2009) Air pollution and Hospital Admission Trends of children with Bronchial Obstruction in Tuzla Canton (Zagađenje zraka i trendovi hospitaliziranja djece sa bronhijalnom opstrukcijom u Tuzlanskom kantonu). *Med Arh*. 63 (3): 146-150.
11. Hammitt, JK and Robinson, LA (2011) The Income Elasticity of the Value per Statistical Life: Transferring Estimates between High and Low Income Populations. *Journal of Cost-Benefit Analysis*
12. Elastičnost prihoda vrijednosti po statističkom životu: prijenos procjene između stanovništva sa niskim i visokim prihodom), 2, 1-27.
<http://www.regulatory-analysis.com/hammitt-robinson-VSL-income-elasticity.pdf>.
13. Holland, M (2013) Implementation of the recommendations of the HRAPIE Project for cost-benefit analysis (in preparation) (Provedba preporuka za projekt HRAPIE za *cost-benefit* analizu (u pripremi).
14. Hurley, JF et al (2005) Methodology for the cost-benefit analysis of the Clean Air For Europe Programme. Report to European Commission DG Environment. (Metodologija *cost-benefit* analize programa Čisti zrak za Evropu, izvještaj za Evropsku komisiju, Generalni direktorat za okoliš) http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/pdf/cba_methodology_vol2.pdf.
15. IARC (2013) <http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/index.php>
16. IIASA (2013) Co-benefits of post-2012 global GHG-mitigation policies (Zajedničke koristi globalnih politika ublažavanja GHG nakon 2012. god.). International Institute for Applied Systems Analysis. http://www.iiasa.ac.at/publication/more_XO-11-070.php.
17. Kazagić A, Musić M, Aganović E (2012) Energetska efikasnost u EP BiH – aktuelna situacija, aktivnosti i projekcije do 2030. (Energy efficiency in the B&H Electro Economy: the current situation, activities and projections to 2030) ENERGA, međunarodna konferencija (International Conference), Tuzla 7-8 juni, 2012.

18. Krstović G (2010) Environmental Assessment for the project Reduction of Air Pollution through Connecting Clinical Medical Center Tuzla on District Heating Network (Procjena okoliša u svrhu projekta Smanjenje zagađenja zraka kroz priključenje Kliničkog medicinskog centra Tuzla na mrežu gradskog sistema centralnog grijanja). HVAC expert, United Nations Development Programme UNDP B&H, ongoing 2019.
19. Krzyzanowski, M and Cohen, A (2008) Update of WHO Air Quality Guidelines (Ažuriranje Smjernica WHO za kvalitet zraka). *Air Qual Atmos Health* (2008) 1:7–13.
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/78681/E91399.pdf.
20. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al (2012) A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990—2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 (Komparativna analiza rizika opterećenja bolestima i povredama koje se mogu pripisati na 67 riziko faktora i grupa riziko faktora u 21 region, 1990-2010: sistematska analiza Studije o globalnom opterećenju bolestima 2010). *The Lancet*. 380(9859):2224-2260.
21. Mehinović N, Pranjić N, Ferković V, Aščerić M (2004) Urban-rural differences in cancer incidence in the Tuzla canton, Bosnia and Herzegovina in 2002. Boock of abstracts of Second International conference on rural health & First International conference on occupational and environmental health in Mediterranean (Razlike u pojavi karcinoma između ruralnog i urbanog stanovništva u Tuzlanskom kantonu, Bosna i Hercegovina 2002. Knjiga sažetaka sa Druge međunarodne konferencije o ruralnom zdravlju i Prve međunarodne konferencije o okupacionom i okolišnom zdravlju na Mediteranu), South East and Central European Countries, Belgrade. pp 128-129.
22. Merić J (2011) Novi investicioni ciklus u JP EP BiH sa posebnim osvrtom na izgradnju zamjenskog bloka 7- 450 MW (New investment cycles in JP EP B&H with special emphasis on the construction of a replacement block 7-450 MV). *JP Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (Electricity Company of Bosnia and Herzegovina)*; 2011; p 1-32.
23. Musemić R, Šahman- Salihbegović S, Ahmetović N (2012) Simulation of pollutant transport and assessment of impacts on human health. *Journal of Trends in development of machinery and Associated Technology (Simulacija prevoza zagađivača i procjena uticaja na zdravlje ljudi)*. 16 (1):159-62.
24. Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, et al (2002) Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution (Karcinom pluća, kardio-pulmonarna smrtnost i dugotrajna izloženost zagađenju zraka sitnim česticama). *JAMA*.287:1132–41.
25. Pranjić N (2006) *Zdravstvena ekologija (Environmental Health)*. University book, University of Tuzla.
26. Pranjić N, Begić H (1998) Lead poisoning of children in Bosnia and Herzegovina (Trovanje djece olovom u Bosni i Hercegovini). *Med Arh* 1998; 53/3 (2): 59-61.
27. Pranjić N, Salihović H (2003) Urbane i ruralne razlike u pojavi karcinoma pluća u općini Banovići. *Zbornik I kongresa Medicine rada Bosne i Hercegovine s međunarodnim učešćem "Medicina rada u Evropi"*, Tuzla 2003; 207-208.
28. Tais M (2012) Analysis of effects of emission reduction from Gradina and Slavinovici hospitals, and Dragodol community, after connection on the district heating network in Tuzla (Analiza posljedica smanjenja emisije za bolnica Gradina i Slavinovići i mjesne zajednice Dragodol, nakon priključena na mrežu gradskog sistema centralnog grijanja u Tuzli). *Bosnia and Herzegovina Contact for Air Quality and Emission Inventory to the European Environment Agency, for UNDP Bosnia and Herzegovina*; 2010.
29. WHO (2013) Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP: First results (Pregled dokaza zdravstvenih aspekata zagađenja zraka: Prvi rezultati). World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf
[accessed 19 February 2013].
30. WHO (2013) HRAPIE Project, Health Response to Air Pollution in Europe (in preparation) (HRAPIE projekt, zdravstvene reakcije na zagađenje zraka u Evropi (u pripremi). World Health Organization Regional Office for Europe, Bonn. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/health-aspects-of-air-pollution-and-review-of-eu-policies-the-revihaap-and-hrapie-projects>

Sitne čestice u PM_{10} veličine klase⁷ se već udišu, a zbog male veličine one se ne filtriraju i prolaze duboko u kardio-vaskularni sistem, gdje uzrokuju oštećenja. One koje su manje od $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$) ulaze dublje od onih koje su bliže veličini od $10 \mu m$. Ove čestice su duboko povezane sa većinom vrsta respiratornih bolesti i smrtnosti. One imaju i značajnu vezu sa cirkulacijskim bolestima i smrtnošću (bolesti srca i udari). Čestice prenose brojne hemikalije, koje su štetne po zdravlje ljudi, u interne organe, čime izazivaju široki spektar bolesti i smrtnost od karcinoma, a posebno karcinoma pluća, oštećenja na mozgu i povrede nerođenoj djeci (EEA, 2010; Lim et al, 2012; WHO, 2013; Mehinović et al, 2004).

Prilično sličan spisak posljedica po zdravlje povećane koncentracije čestica je napravila US Environmental Protection Agency (EPA)⁸:

- povećan ukupni nivo smrtnosti, uključujući one uzrokovane respiratornim problemima, kardio-vaskularnim bolestima, karcinomima;
- povećan rizik od prijevremenog rođenja i smrtnosti dojenčadi;
- povećan rizik od upale pluća;
- povećan broj hospitaliziranih pacijenata i posjeta hitnoj pomoći;
- pogoršanje astmatičkih napada;
- povećano korištenje bronhodilatatora;
- povećan broj respiratornih simptoma u nižem i višem respiratornom traktu;
- smanjena plućna funkcija;
- povećana pojava rinitisa;
- povećan apsentizam / broj dana smanjene aktivnosti

Starije osobe, djeca i pacijenti sa hroničnim respiratornim ili kardio-vaskularnim bolestima su izloženi većoj opasnosti po zdravlje pod uticajem zagađenja zraka (Pranjić, 2006; EEA, 2010; Brunekreef et al., 2012), obzirom da su podložniji oštećenjima koja izazivaju zagađivači zraka. Djeca, čak i prije rođenja, su posebno podložna zagađivačima zraka (Dadvand et al, 2013; Pranjić and Begić, 1998; Begić et al, 2002). Skorašnje studije su utvrdile povezanost izloženosti zagađenom zraku na otvorenom tokom trudnoće i nižoj težini novorođenčeta po rođenju, kao i višu stopu prijevremenog rođenja i pred-eklampsije. Širom Evrope se procjenjuje da je zagađenje zraka odgovorno za prosječno smanjenje očekivanog životnog vijeka za 8.6 mjeseci ili, drugim riječima, za 492.000 umrlih prije vremena svake godine.

Uz izuzetak u nekoliko država, kardiovaskularne bolesti predstavljaju vodeći uzrok smrti u Evropi i njima se pripisuje oko 40% smrti ili 2 miliona umrlih svake godine. Troškovi javnog zdravstva, koji se povezuju uz kardio-vaskularne bolesti se procjenjuju na 196 milijardi EUR godišnje u EU, a ista procjena za hronične respiratorne bolesti, koju su uradile European Lung Foundation⁹ (ELF) i European Respiratory Society¹⁰ (ERS), iznosi 102 milijardi EUR godišnje.

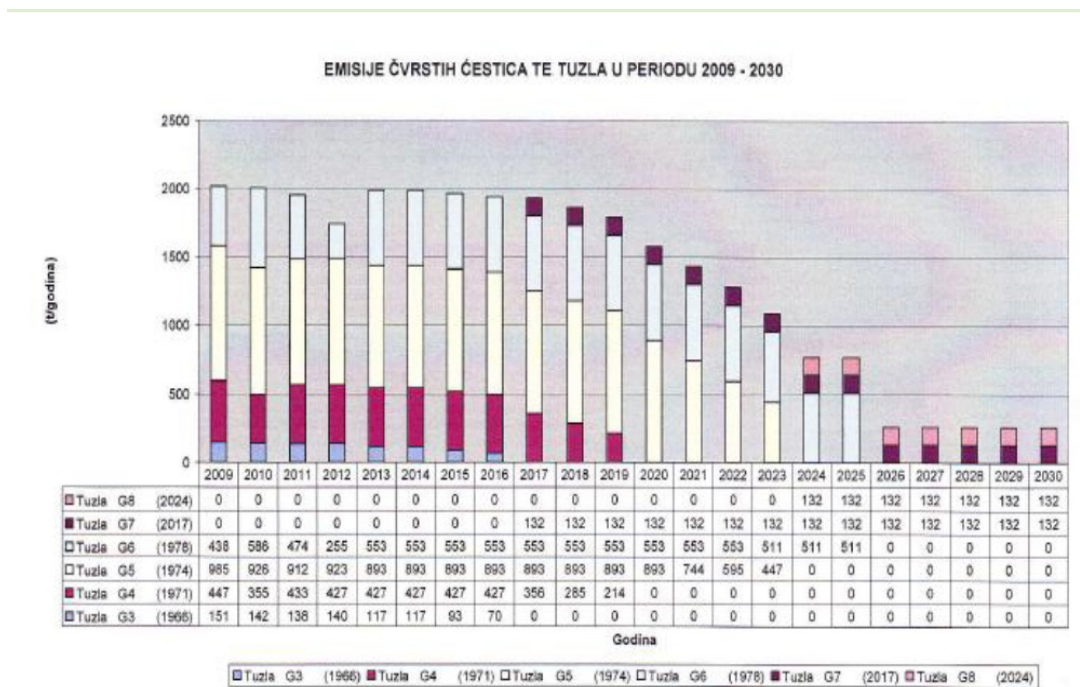
7 PM_{10} = sitne čestice sa aerodinamičkim dijametrom manjim od 10 mikrona. $PM_{2.5}$ = sitne čestice sa aerodinamičkim dijametrom manjim od 2.5 mikrona.

8 Agencija za zaštitu okoliša SAD-a.

9 Evropska plućna fondacija

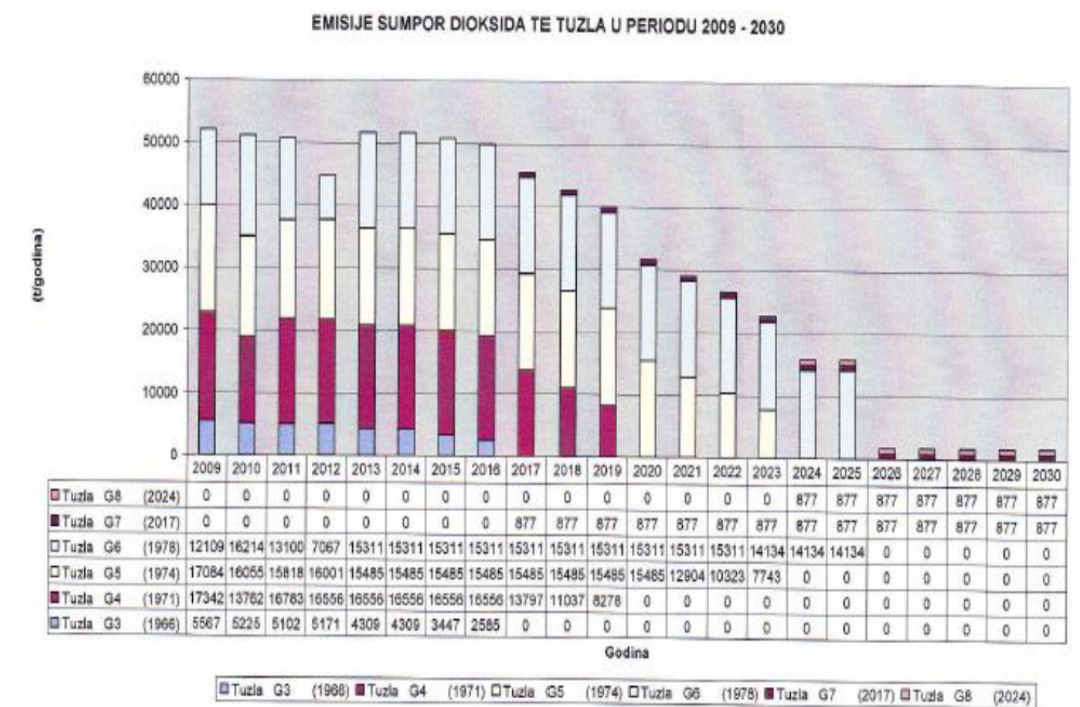
10 Evropsko respiratorno društvo

Sitne čestice



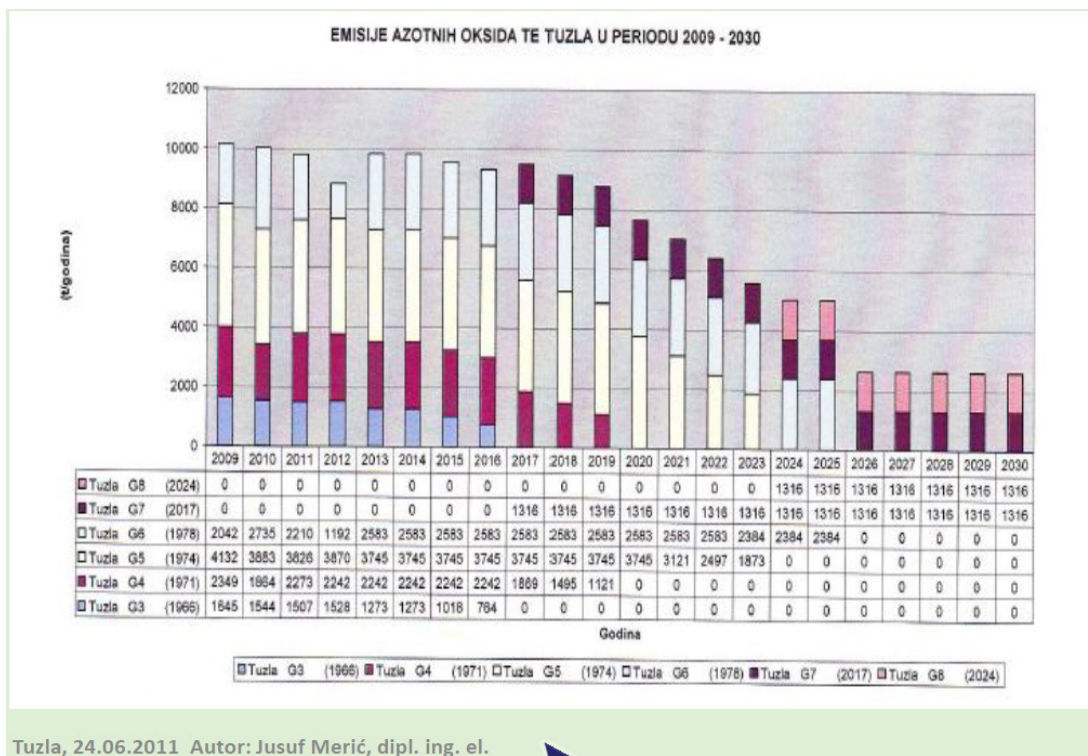
Tuzla, 24.06.2011 Autor: Jusuf Merić, dipl. ing. el.

Sumpor-dioksid



Tuzla, 24.06.2011 Autor: Jusuf Merić, dipl. ing. el.

Azotni oksidi (NOx)





Centar za ekologiju i energiju

M. i Ž. Crnogorčevića 8, 75000 Tuzla, BiH
Tel: +387 35 249 310, fax: +387 35 249 311
www.ekologija.ba



ČUVAJMO OKOLIŠ!