

# Procena uticaja planiranih termoelektrana, Tuzla blok 7 i Banovići, na kvalitet vazduha, zagađenje i zdravlje stanovništva

*Lauri Myllyvirta, glavni analitičar, Greenpeace Odeljenja za zagađenje vazduha*

## Sažetak

Bosna I Hercegovina ("BiH") je među zemljama u Evropi koje su najviše pogodjene zagađenjem iz termoelektrana na ugalj. Ipak, jedna je od retkih zemalja gde se i dalje planira izgradnja novih termoelektrana, koje bi mogle negativno da utiču na kvalitet vazduha i javno zdravlje decenijama nakon izgradnje.

Ova studija procenjuje uticaj dve predložene termoelektrane, Tuzla blok 7 i Banovići. Ukoliko bi došlo do njihove izgradnje i rada, emisije iz ovih postrojenja bi nanele značajnu štetu javnom zdravlju, uključujući procenjenih 30 preuranjenih smrti godišnje (95% uz interval pouzdanosti: od 20 do 47), kao i 7,600 dana bolovanja, 470 astmatičnih napada kod dece i 25 bolničkih lečenja godišnje i 40 dece koja bi bolovala od bronhitisa. Ukoliko ova postrojenja budu radila 30 godina, procenjeni kumulativni zdravstveni uticaj, za taj period, bi bio 960 preuranjenih smrti.

Ovi projekti imaju značajan prekogranični uticaj, s obzirom na to da će se 810 od 960 preuranjenih smrti, koje se pripisuju zagađenju iz ovih postrojenja tokom 30 godina rada, dogoditi izvan granica BiH. Zemlje koje će biti najviše pogodjene su Srbija, Italija, Rumunija, Mađarska i Hrvatska.

## Rezultati: kvalitet vazduha

Uticaji emisija iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići na kvalitet vazduha su modelovani upotrebom CALPUFF modela raspršivanja, koji koristi detaljne satne podatke o stanju vетра i ostalih atmosferskih uvjeta kako bi se pratio prenos, hemijska transformacija i taloženje zagađujućih tvari. CALPUFF model se takođe u velikoj meri koristi kod procene kratkoročnih i dugoročnih uticaja raspona emisija od strane industrijskih izvora zagađenja. Model predviđa povećanje satne, dnevne i godišnje koncentracije zagađujućih tvari emisijama iz ispitivanih izvora.

Emisije iz termoelektrane doprinose okolnim koncentracijama PM2.5, NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> (*Slika 2*), koje dovode do povećanja rizika za kako akutne, tako i za hronične bolesti i simptome. Uticaji se šire nekoliko stotina kilometara od termoelektrana i utiču na kvalitet vazduha, posebno u Hrvatskoj, Srbiji, Crnoj Gori, Albaniji, Sloveniji i Italiji.

## Rezultati: javno zdravlje

Učinci povećanja koncentracije zagađujućih tvari na javno zdravlje su kvalifikovani prema preporukama Svetske Zdravstvene Organizacije za zdravstvenu procenu uticaja zagađenja vazduha u Evropi. Rezultati pokazuju da će, ukoliko se izgrade i počnu sa radom kako je planirano, ove termoelektrane biti odgovorne za oko 30 preuranjenih smrti godišnje. Pored toga, utvrđeno je da će

njihovo zagađenje godišnje uzrokovati 470 astmatičnih napada kod dece, 13 novih slučajeva hroničnog bronhitisa, 25 bolničkih lečenja i 7,600 dana bolovanja (*Tabela 1*).

Kao rezultat toga, ukoliko bi postrojenja radila za relativno kratko vreme od 30 godina, zdravstveni uticaji bi doveli do procenjenih 960 preuranjenih smrti. Većina uticaja na javno zdravlje su prekogranični, sa 810 preuranjenih smrti godišnje izvan BiH (*Slika 1*).

*Tabela 1. Predviđeni zdravstveni uticaji povezani sa emisijama iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići*

Delovanja	Tvari	Iznos	Mera
preuranjena smrt	PM2.5	26 (17 - 34)	broj slučajeva godišnje
preuranjena smrt	NO2	9 (5 - 13)	broj slučajeva godišnje
preuranjena smrt	ukupno	32 (20 - 47)	broj slučajeva godišnje
astmatični i bronhijalni simptomi kod dece	PM10	469 (102 - 845)	broj slučajeva godišnje
hronični bronhitis kod odraslih	PM10	13 (5 - 20)	broj novih slučajeva godišnje
bronhitis kod dece	PM10	44 (-12 - 100)	broj slučajeva
bolničko lečenje	NO2	7 (5 - 10)	broj slučajeva godišnje
bolničko lečenje	PM2.5	18 (1 - 36)	broj slučajeva godišnje
broj izgubljenih radnih dana godišnje	PM2.5	7,579 (6,447 – 8,703)	broj slučajeva godišnje

Slika 1. Predviđene godišnje preuranjene smrti izvan BiH po državama, po decenijama

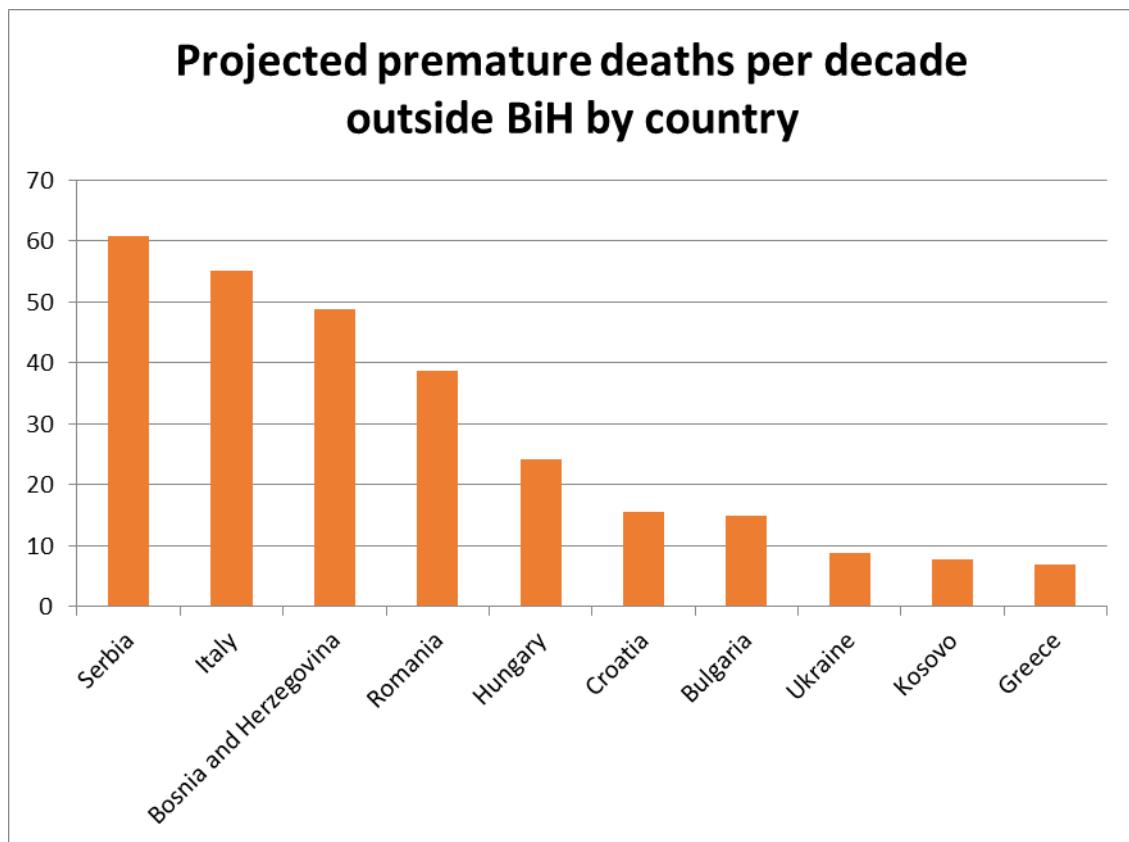


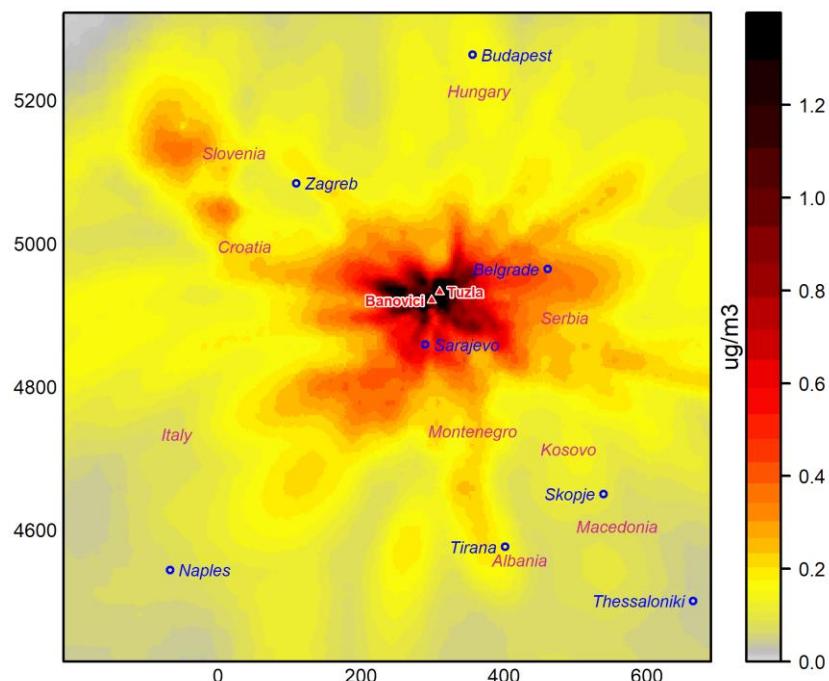
Tabela 2. Predviđeni zdravstveni uticaji u vezi s emisijama iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići po deceniji, po državama. Prikazane su samo srednje procene; relativne granice pogrešaka su prikazane kao u Tabeli 1.

Delovanja i tvari	Ukupno	Srbija	Italija	BiH	Rumunija	Mađarska	Hrvatska	Bugarska	Druge
dugoročna smrtnost, svi uzroci, PM2.5	259	49	41	41	34	20	13	12	49
dugoročna smrtnost, svi uzroci, NO2	89	18	21	12	7	7	4	4	17
ukupna smrtnost	318	61	55	49	39	24	15	15	60
kardio-vaskularno bolničko lečenje, PM2.5	91	18	14	15	10	8	4	3	18
respiratorno bolničko lečenje, PM2.5	92	19	11	16	11	8	4	3	19
dani ograničene aktivnosti, PM2.5	374220	76501	65663	64895	43664	23267	17072	12664	70494
broj izgubljenih radnih dana, PM2.5	75791	15751	13519	13361	6817	5061	4046	2607	14628
niska porođajna težina, PM2.5	39	17	4	3	4	2	1	1	7
bronhitis kod dece, PM10	441	91	70	79	54	26	21	13	88
astmatični simptomi kod astmatične dece, PM10	4693	929	905	819	519	278	205	125	914

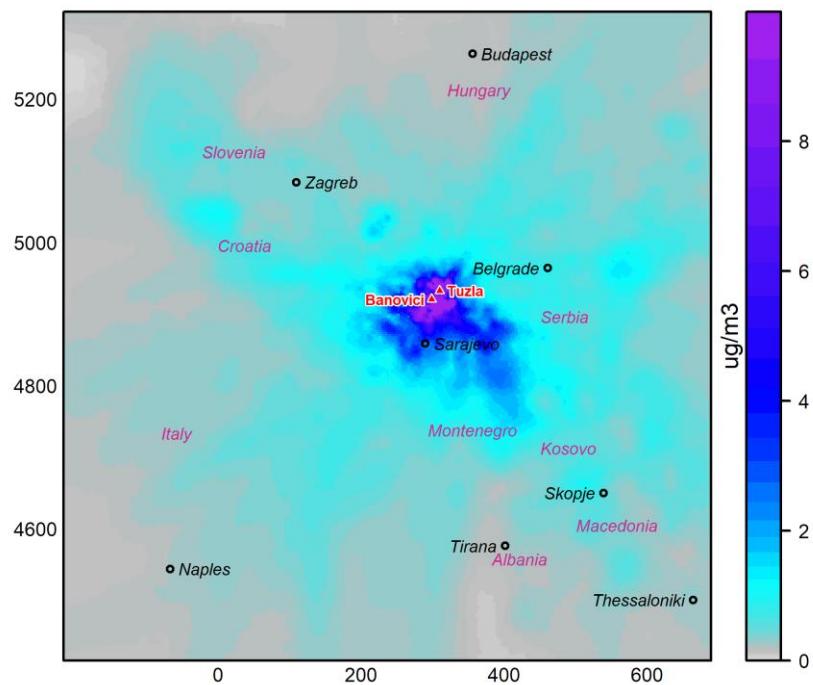
slučajevi hroničnog bronhitisa kod odraslih, PM10	129	26	24	23	15	8	6	4	23
bronhijalni simptomi kod astmatične dece, NO <sub>2</sub>	16	2	5	3	1	1	0	0	4
respiratorno bolničko lečenje, NO <sub>2</sub>	73	12	8	16	7	6	3	2	18

Slika 2. Predviđeni doprinosi predmetnih termoelektrana na ambijentalne nivoe zagađenja vazduha

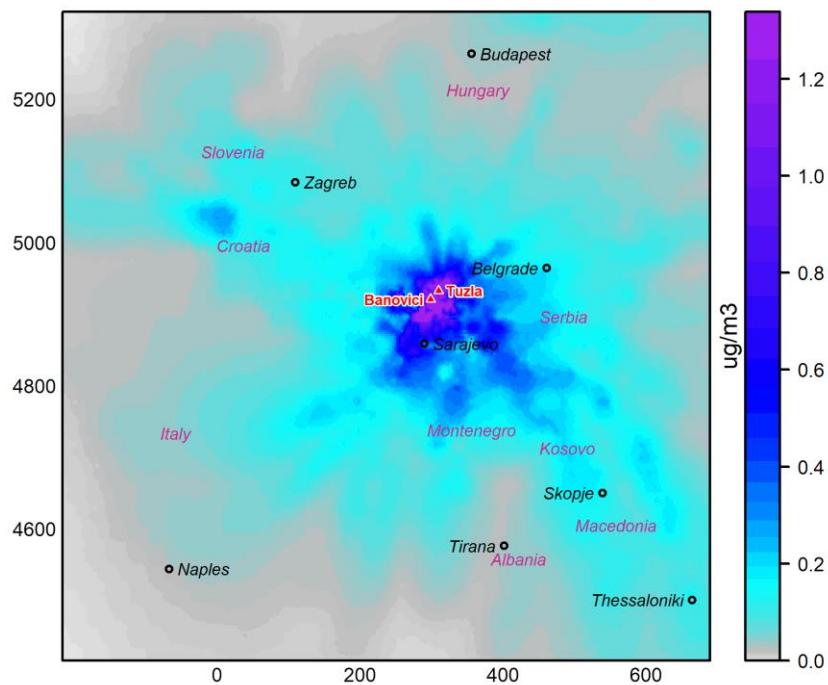
### Maximum 24-hour PM2.5 concentration from new units at Tuzla&Banovici



### Maximum 1-hour NO<sub>2</sub> concentration from new units at Tuzla&Banovici



### Maximum 24-hour SO<sub>2</sub> concentration from new units at Tuzla&Banovici



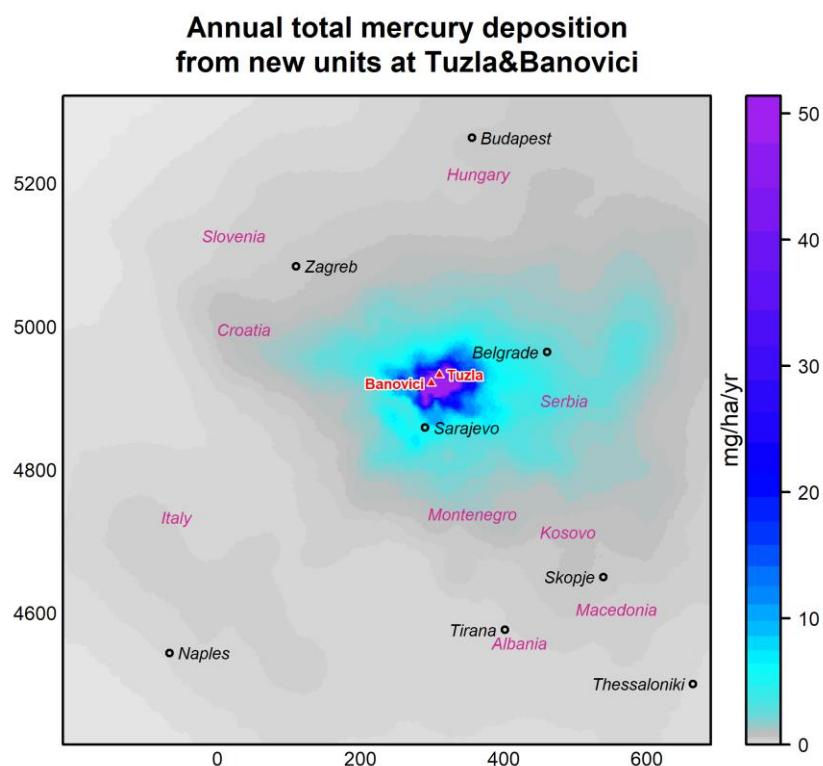
### Rezultati: taloženje žive

Zbog niske kvalitete uglja koji će se koristiti u ovim termoelektranama, emisije žive iz elektrana bi mogle biti velike u odnosu na njihov kapacitet. S obzirom na to da nema preciznih podataka, koristeći UNEP standardne emisijske faktore, procenjeno je da bi emisije žive iz ovih termoelektrana

mogle da budu 270kg/godišnje. Od toga, procenjeno je da bi približno 90kg ili 1/3 moglo biti taloženo u kopnene i slatkovodne ekosisteme. Čak i niske stope taložene žive od 125mg/ha/godišnje mogu dovesti do nakupljanja opasnih nivoa žive kod riba (*Swain et al 1992*). Procenjeno je da bi postrojenja mogla da prouzrokuju taloženje žive od 125mg/ha/godišnje na području od oko 350km<sup>2</sup>, južno i istočno od termoelektrana, gde je naseljeno oko 60,000 stanovništva (*Slika 3*). Približno 60% projektovanog taloženja, ili 50kg godišnje, je izvan BiH.

Dok stvarni unos žive i biomagnifikacija zavisi u velikoj meri od lokalnog hemijskog, hidrološkog i biološkog sastava, predviđene stope taloženja žive su svakako razlog za zabrinutost i potrebno ih je razmotriti u postupku izdavanja dozvola neophodnih za njihov rad.

*Slika 1. Predviđene stope taloženja žive iz predmetnih termoelektrana.*



## Materijali i metode

Satne i godišnje stope emisija iz termoelektrana su dobijene iz projektne dokumentacije, što uključuje i ekološke dozvole i Studiju procene uticaja na životnu sredinu („PUŽS“) za termoelektranu Banovići.<sup>1</sup> Za termoelektranu Banovići, očekivane stope emisija su date u kilogramima po satu, a očekivana godišnja iskorišćenost od 6500 časova je uzeta za računanje godišnjih emisija. Za termoelektranu Tuzla blok 7, koncentracija zagađujućih dimnih gasova (FGC) je data u mg/Nm<sup>3</sup>, dok je protok dimnih gasova morao biti procenjen kako bi se dobila stopa masenih emisija:

<sup>1</sup> PUŽS za termoelektranu Tuzla je vođena 2009/2010 godine, mnogo pre nego što su inženjerski ugovori, ugovori o javnim nabavkama i građevinski ugovori potpisani 2014. i 2016. godine. Stoga je malo verovatno da je PUŽS u skladu sa stvarnim specifikacijama projekta.

$$E = FGC * SFGV * CAP / EFF,$$

gde je CAP proizvodni kapacitet elektrane, EFF termalna efikasnost postrojenja, a SFGV specifični normalizovan volumen dimnih gasova po utrošenom gorivu (Nm<sup>3</sup>/GJ). SFGV je procenjen na osnovu hemijske analize i neto kalorične vrednosti lignita koji se koristi u postojećim blokovima termoelektrane Tuzla, koje su date u *Smajević et al* (2012), upotrebom formule stehiometrijskog volumena dimnih gasova u EN12952-15 (Formula 8.3-60, st. 42).

Visina i prečnik rashladnog tornja su pronađeni za oba projekta. Ispusna brzina od 3.4m/s je data za Banoviće; a tipični iznos od 4m/s je prepostavljen za Tuzlu. Tipična ispusna temperatura od 55°C je prepostavljena.

Zbunjujuće je da nisu date emisije žive u vazduh iz postrojenja. Emisije su izračunate na osnovu godišnje potrošnje uglja, s prepostavljenim sadržajem žive od 0.11ppm i efikasnošću prikupljanja od 20% prema UNEP (2017) Toolkit žive. Za Banoviće je data satna potrošnja uglja; dok je za Tuzlu izvršena procena na osnovu kalorijske vrednosti uglja i očekivane upotrebe uglja.

Atmosfersko modelovanje raspršivanja je rađeno upotrebom verzije 7 (jun 2015) CALPUFF sistema modelovanja. Meteorološki i geofizički podaci za simulaciju su prikupljeni uz pomoć TAPM modela, razvijenog od strane nacionalne australijske naučne agencije CSIRO. Skup ugnezdenih mreža veličine 50x50 i 30km, 10km, 3km i 1km horizontalne rezolucije i 12 vertikalnih nivoa je korišten, centrirajući ga na elektranu.

Za emisije iz glavnog bojlera elektrane, prepostavlja se da 30% emitovanog lebdećeg pepela predstavljaju PM2.5 i 37.5% PM10, u skladu sa U.S. EPA AP-42 zadanim vrednostima elektrostatičkih taloženja. Hemijska transformacija sumpornih i azotnih vrsta je modelovana upotrebom ISORROPIA II hemijskog modela, unutar CALPUFF-a, a neophodni podaci o okolnim nivoima ozona su obrađeni iz merenja prijavljenih od strane rumunske vlade Evropskoj agenciji za životnu sredinu. Ostali neophodni atmosferski hemijski parametri (prosečni mesečni iznosi amonijaka i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) za domen modelovanja, su uneseni u model iz početnih simulacija upotrebom MSC-W atmosferskog modela (*Huescher et al* 2017). CALPUFF rezultati su prerađeni upotrebom POSTUTIL sredstva za raspodelu različitih vrsta azota (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> i HNO<sub>3</sub>), na osnovu pozadinske koncentracije amonijaka.

Zdravstveni uticaji proizišli iz povećane koncentracije PM2.5 su procenjeni na osnovu rezultata izloženosti stanovništva, na temelju umreženih podataka visoke rezolucije o populaciji iz 2015. godine iz CIESIN (2017), na koje su potom primenjene preporuke zdravstvene procene uticaja Svetske Zdravstvene Organizacije HRAPIE (2013) kao što su provedene u *Huescher et al* (2017). Polazna učestalost i podaci o raširenosti za Rumuniju i susedne države su dobijeni iz rezultata Globalnog tereta bolesti (IHME 2018).

Tabela 3. Podaci o izvoru emisija za atmosfersko modelovanje

Parametri		TE	TE	Mera
		Banovići	Tuzla 7	
Lokacija	Geog. duž.	18.47016	18.60611	stepen
	Geog. šir.	44.41007	44.52	stepen
Upotreba		74%	76%	
Ispuštanje dimnih gasova	Visina rashladnog tornja, m	125	135	m
	prečnik	50.9	55	m
	Izlazna temp., K	328.15	328.15	K
	Izlazna brzina, m/s	3.4	4	m/s
Stope emisija	SO <sub>2</sub>	1221	1694	t/a
	NO <sub>x</sub>	1221	2259	t/a
	PM	659	113	t/a
	Hg	117	149	kg/a

## Literatura

Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University, 2017.

Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density, Revision 10.

Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

<https://doi.org/10.7927/H4DZ068D>.

European Environment Agency (EEA) 2008: Air pollution from electricity-generating large combustion plants. EEA Technical report No 4/2008.

[https://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2008\\_4](https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_4)

European Environment Agency (EEA) 2014: Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment. EEA Technical report No 20/2014.

<https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

Huscher, Myllyvirta, Gierens 2017: Modellbasiertes Health Impact Assessment zu grenzüberschreitenden Auswirkungen von Luftschatstoffemissionen europäischer Kohlekraftwerke. Umweltmedizin - Hygiene - Arbeitsmedizin Band 22, Nr. 2 (2017)  
<https://www.ecomed-umweltmedizin.de/leseproben/self/umweltmedizin--hygiene--arbeitsmedizin-band-22-nr-2-2017-.pdf>

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) 2018: Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Results. Seattle, United States. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>.

Smajevic, I, et al., 2012. Co-Firing Bosnian Coals with Woody Biomass: Experimental Studies on a Laboratory-Scale Furnace and 110MWe Power Unit. Thermal Science 16(3): 789-804.  
<https://doi.org/10.2298/TSCI120120122S>

Swain EB et al, 1992. Increasing Rates of Atmospheric Mercury Deposition in Midcontinental North America. Science 257:784-787.

UNEP, 2017. Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases. UN Environment Chemicals Branch, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (WHO), 2013. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project.  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/238956/Health\\_risks\\_air\\_pollution\\_HRAPIE\\_project.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1)