

# Procjena utjecaja planiranih termoelektrana, Tuzla blok 7 i Banovići, na kvalitetu zraka, zagađenje i zdravlje stanovništva

Lauri Myllyvirta, glavni analitičar, Greenpeace Odjeljenja za zagađenje zraka

## Sažetak

Bosna i Hercegovina ("BiH") je među zemljama u Europi koje su najviše pogođene onečišćenjima iz termoelektrana na uglj. Ipak, jedna je od rijetkih zemalja gdje se i dalje planira izgradnja novih termoelektrana, koje bi mogle negativno utjecati na kvalitetu zraka i javno zdravlje desetljećima nakon izgradnje.

Ova studija procjenjuje utjecaj dvije predložene termoelektrane, Tuzla blok 7 i Banovići. Ukoliko bi došlo do njihove izgradnje i rada, emisije iz ovih postrojenja bi nanijele značajnu štetu javnom zdravlju, uključujući procijenjenih 30 preuranjenih smrti godišnje (95% uz interval pouzdanosti: od 20 do 47), kao i 7,600 dana bolovanja, 470 astmatičnih napada kod djece i 25 hospitalizacija godišnje, i 40. djece koja bi bolovala od bronhitisa. Ukoliko ova postrojenja budu radila 30 godina, procijenjeni kumulirani zdravstveni utjecaj, za taj period, bi bio 960 preuranjenih smrti.

Ovi projekti će imati značajan prekogranični utjecaj, s obzirom na to da će se 810 od 960 preuranjenih smrti, koje se pripisuju zagađenju iz ovih postrojenja tijekom 30 godina njihovog rada, dogoditi izvan granica BiH. Zemlje koje će biti najviše pogođene su Srbija, Italija, Rumunjska, Mađarska i Hrvatska.

## Rezultati: kvaliteta zraka

Utjecaji emisija iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići na kvalitetu zraka su modelirane uporabom CALPUFF modela raspršivanja, koji koristi detaljne satne podatke o stanju vjetera i ostalih atmosferskih uvjeta kako bi se pratio prijenos, kemijska transformacija i taloženje onečišćujućih tvari. CALPUFF model se također u velikoj mjeri koristi kod procjene kratkoročnih i dugoročnih utjecaja raspona emisija od strane industrijskih izvora onečišćenja. Model predviđa povećanje satne, dnevne i godišnje koncentracije onečišćujućih tvari emisijama iz ispitivanih izvora.

Emisije iz termoelektrane doprinose okolišnim koncentracijama PM2.5, NO2 i SO2 (*Slika 2*), koje dovode do povećanja rizika za kako akutne, tako i za kronične bolesti i simptome. Utjecaji se šire nekoliko stotina kilometara od termoelektrana i utječu na kvalitetu zraka, posebice u Hrvatskoj, Srbiji, Crnoj Gori, Albaniji, Sloveniji i Italiji.

## Rezultati: javno zdravlje

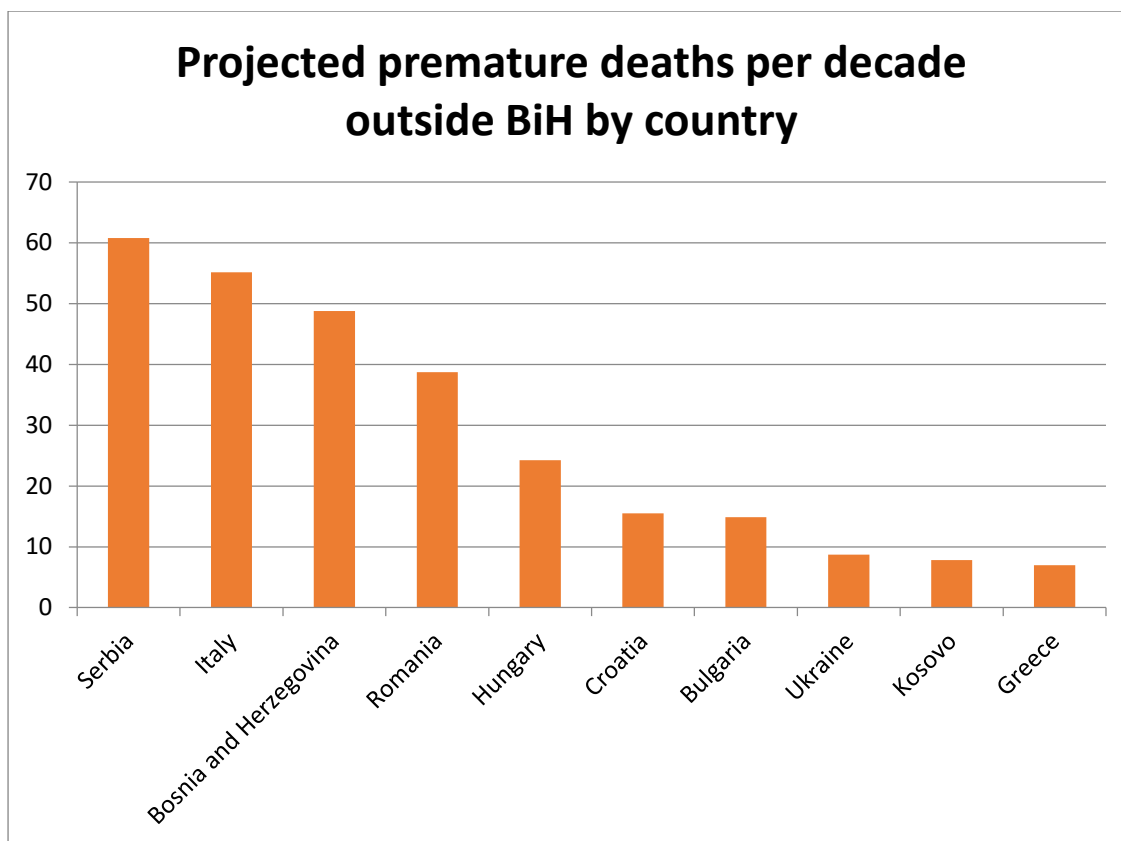
Učinci povećanja koncentracije onečišćujućih tvari na javno zdravlje su kvalificirani prema preporukama Svjetske Zdravstvene Organizacije za zdravstvenu procjenu utjecaja onečišćenja zraka u Europi. Rezultati pokazuju da će, ukoliko se izgrade i počnu sa radom kako je planirano, ove termoelektrane biti odgovorne za oko 30 preuranjenih smrti godišnje. Pored toga, utvrđeno je da će njihovo onečišćenje godišnje uzrokovati 470 astmatičnih napada kod djece, 13 novih slučajeva kroničnog bronhitisa, 25 hospitalizacija i 7,600 dana bolovanja (*Tabela 1*).

Kao rezultat toga, ukoliko bi postrojenja radila za relativno kratko vrijeme od 30 godina, zdravstveni utjecaji bi doveli do procijenjenih 960 preuranjenih smrti. Većina utjecaja na javno zdravlje su prekogranični, s 810 preuranjenih smrti godišnje izvan BiH (Slika 1).

Tabela 1. Predviđeni zdravstveni utjecaji povezani s emisijama iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići

Djelovanja	Tvari	Iznos	Mjera
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 djece	PM10	469 (102 - 845)	broj slučajeva godišnje
kronični bronhitis kod odraslih	PM10	13 (5 - 20)	broj novih slučajeva godišnje
bronhitis kod djece	PM10	44 (-12 - 100)	broj slučajeva godišnje
hospitalizacija	NO2	7 (5 - 10)	broj slučajeva godišnje
hospitalizacija	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 desetljeću

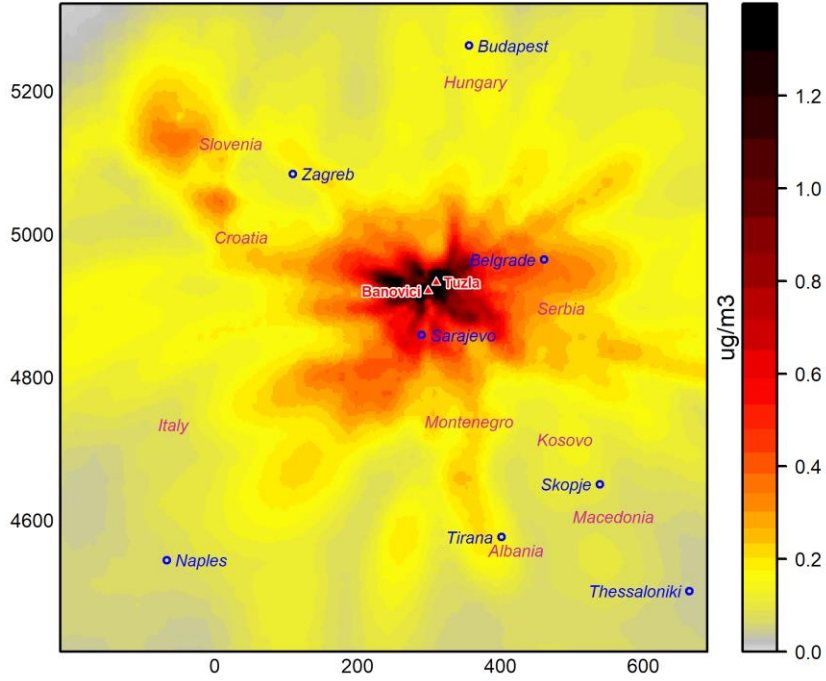


*Tabela 2. Predviđeni zdravstveni utjecaji u vezi s emisijama iz termoelektrana Tuzla 7 i Banovići po desetljeću, po državama. Prikazane su samo središnje procjene; relativne granice pogrešaka su prikazane kao u Tabeli 1.*

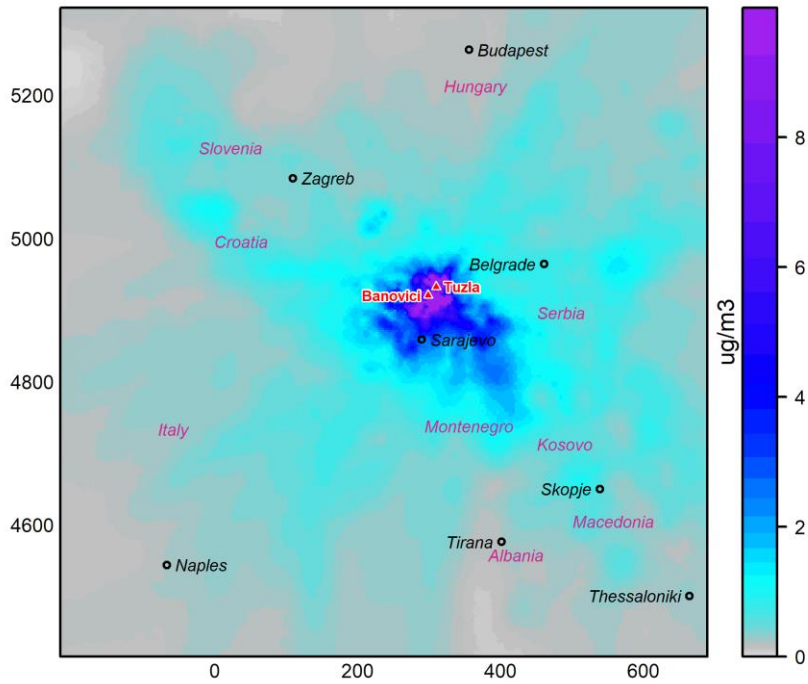
Djelovanja i tvari	Ukupno	Srbija	Italija	BiH	Rumunjska	Mađarska	Hrvatska	Bugarska	Druge
dugoročna smrtnost, svi uzroci, PM2.5	259	49	41	41	34	20	13	12	49
dugoročna smrtnost, svi uzroci, NO2	89	18	21	12	7	7	4	4	17
ukupna smrtnost	318	61	55	49	39	24	15	15	60
kardiovaskularna hospitalizacija, PM2.5	91	18	14	15	10	8	4	3	18
respiratorna hospitalizacija, 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 djece, PM10	441	91	70	79	54	26	21	13	88
astmatični simptomi kod astmatične djece, PM10	4693	929	905	819	519	278	205	125	914
slučajevi kroničnog bronhitisa kod odraslih, PM10	129	26	24	23	15	8	6	4	23
bronhijalni simptomi kod astmatične djece, NO2	16	2	5	3	1	1	0	0	4
respiratorne hospitalizacije, NO2	73	12	8	16	7	6	3	2	18

Slika 2. Predviđeni doprinosi elektrana na okolišne razine zagađenja zraka

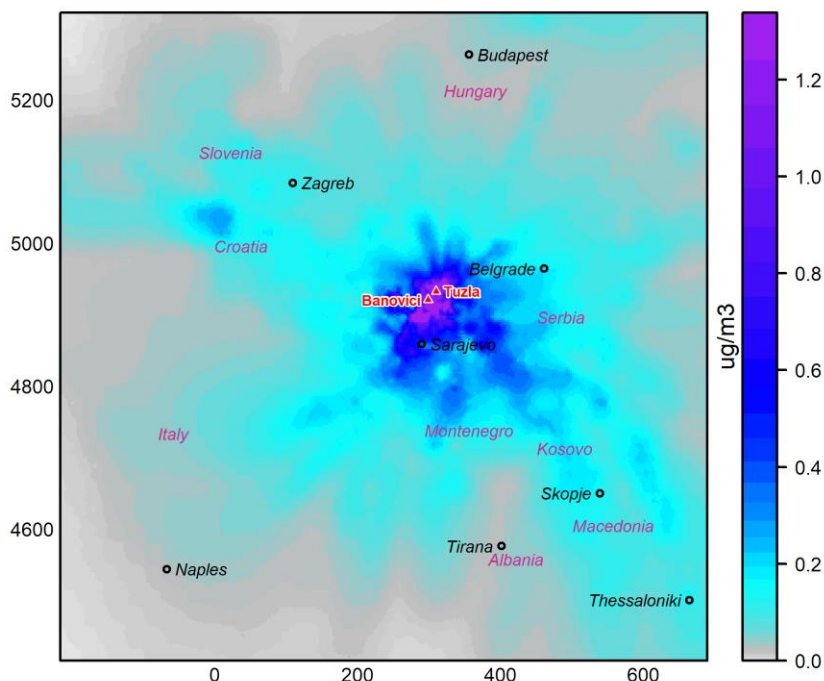
### Maximum 24-hour PM2.5 concentration from new units at Tuzla&Banovici



### Maximum 1-hour NO2 concentration from new units at Tuzla&Banovici



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

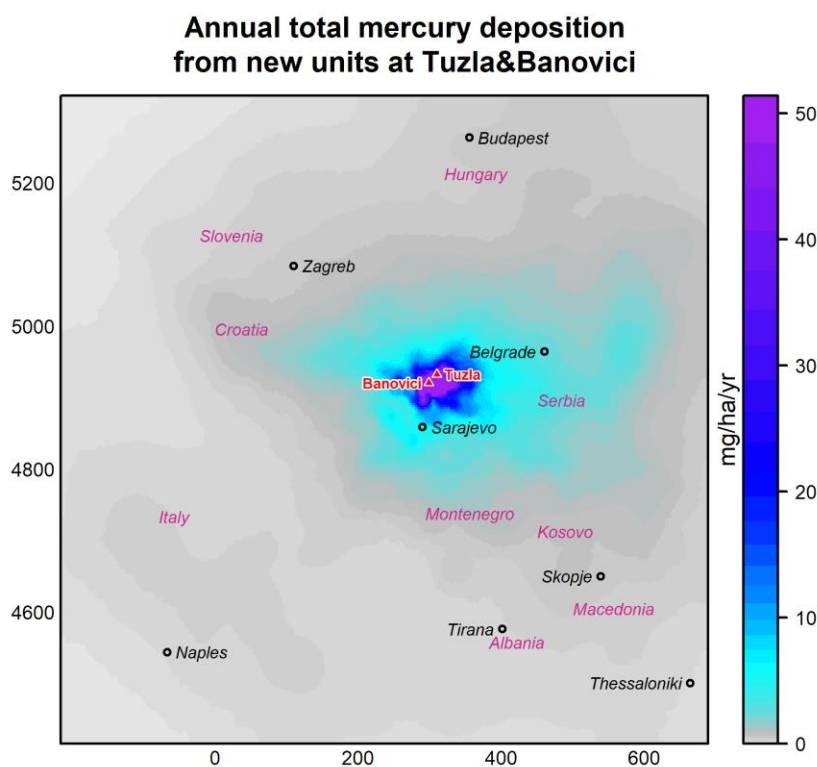


### Rezultati: taloženje žive

Zbog niske kvalitete uglja koji će se koristiti u ovim termoelektranama, emisije žive bi mogle biti velike u odnosu na njihov kapacitet. S obzirom na to da nema preciznih podataka, koristeći UNEP standardne emisijske faktore, procijenjeno je da bi emisije žive iz ovih termoelektrana mogle da budu 270kg/godišnje. Od toga, procijenjeno 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*). Procijenjeno 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 elektrana, gdje je naseljeno oko 60,000 stanovništva (*Slika 3*). Približno 60% projektiranog taloženja ili 50kg godišnje, je izvan BiH.

Dok stvarni unos žive i biomagnifikacija ovisi u velikoj mjeri o lokalnom kemijskom, hidrološkom i biološkom sastavu, 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 dobivene iz projektne dokumentacije, što uključuje i okolišne dozvole i Studiju procjene utjecaja na okoliš („PUO“) za termoelektranu Banovići.<sup>1</sup> Za termoelektranu Banovići, očekivane stope emisija su date u kilogramima po satu, a očekivana godišnja iskorištenost od 6500 časova je uzeta za računanje godišnjih emisija. Za termoelektranu Tuzla blok 7, koncentracija zagađujućih dimnih plinova (FGC) je dana u mg/Nm<sup>3</sup>, dok je protok dimnih plinova morao biti procijenjen kako bi se dobila stopa masenih emisija:

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

gdje je CAP proizvodni kapacitet elektrane, EFF toplinska učinkovitost postrojenja, a SFGV specifični normaliziran volumen dimnih plinova po utrošenom gorivu (Nm<sup>3</sup>/GJ). SFGV je procijenjen na osnovu kemijske analize i neto kalorične vrijednosti lignita koji se koristi u postojećim blokovima termoelektrane Tuzla, koje su date u *Smajević et al* (2012), korištenjem formule stehiometrijskog volumena dimnih plinova u EN12952-15 (Formula 8.3-60, st. 42).

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

Zbunjujuće je da nisu date emisije žive u zrak iz postrojenja. Emisije su izračunate na osnovu godišnje potrošnje uglja, s pretpostavljenim sadržajem žive od 0.11ppm i učinkovitošću prikupljanja od 20%

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

prema UNEP (2017) Toolkit žive. Za Banoviće je data satna potrošnja uglja; dok je za Tuzlu izvršena procjena na osnovu kalorijske vrijednosti uglja i očekivanog korištenja uglja.

Atmosfersko modeliranje raspršivanja je rađeno korištenjem verzije 7 (lipanj 2015) CALPUFF sistema modeliranja. Meteorološki i geofizički podaci za simulaciju su prikupljeni uz pomoć TAPM modela, razvijenog od strane nacionalne australijske agencije za znanost CSIRO. Skup ugniježdenih mreža veličine 50x50 i 30km, 10km, 3km i 1km horizontalne razlučivosti i 12 vertikalnih nivoa je korišten, centrirajući ga na elektranu.

Za emisija iz glavnog bojlera elektrane, pretpostavlja se da 30% emitiranog lebdećeg pepela predstavljaju PM2.5 i 37.5% PM10, u skladu sa U.S. EPA AP-42 zadanim vrijednostima elektrostatskih taloženja. Kemijska transformacija sumpornih i dušikovih vrsta je modelirana korištenjem ISORROPIA II kemijskog modela, unutar CALPUFF-a, a neophodni podaci o okolišnim nivoima ozona su obrađeni iz mjerenja prijavljenih od strane rumunjske vlade Europskoj agenciji za okoliš. Ostali neophodni atmosferski kemijski parametri (prosječni mjesečni iznosi amonijaka i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) za domenu modeliranja, su uneseni u model iz početnih simulacija korištenjem MSC-W atmosferskog modela (*Huscher et al 2017*). CALPUFF rezultati su prerađeni korištenjem POSTUTIL sredstva za raspodjelu različitih vrsta dušika (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> i HNO<sub>3</sub>), na osnovu pozadinske koncentracije amonijaka.

Zdravstveni utjecaji proizišli iz povećane koncentracije PM2.5 su procijenjeni na osnovu rezultata izloženosti stanovništva, na temelju umreženih podataka visoke rezolucije o populaciji iz 2015. godine iz CIESIN (2017), na koje su potom primijenjene preporuke zdravstvene procjene utjecaja Svjetske Zdravstvene Organizacije HRAPIE (2013) kao što su provedene u *Huescher et al (2017)*. Polazna učestalost i podaci o raširenosti za Rumunjsku i susjedne države su dobiveni iz rezultata Globalnog tereta bolesti (IHME 2018).

Tabela 3. Podaci o izvoru emisija za atmosfersko modeliranje

Parametri		TE Banovići	TE Tuzla 7	Mjera
Lokacija	Zemlj. duž.	18.47016	18.60611	stupanj
	Zemlj. šir.	44.41007	44.52	stupanj
Korištenje		74%	76%	
Ispuštanje dimnih plinova	Visina rashladnog tornja, m	125	135	m
	promjer	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 Luftschadstoffemissionen 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)