
Opis metodologije EEA za oceno vplivov onesnaževanja zraka iz industrijskih virov na zdravje

Lauri Myllyvirta, zastopnik za energetiko, Greenpeace International: +31 6535 04711, ime.priimek@greenpeace.org

Metodologijo, ki jo je Greenpeace uporabil, da je kvantitativno ocenil vplive onesnaževanja zraka iz elektrarn na premog v EU na zdravje, je za Evropsko agencijo za okolje (EEA) razvil konzorcij pod vodstvom britanske podjetja za svetovanje AEA. EEA jo je nato (2011) uporabila pri oceni vplivov na gospodarstvo, ki jih ima onesnaževanje iz industrijskih obratov. Ta pristop so v popolnosti opisali Holland s sodelavci (2005) in EEA (2011).

Ocene vplivov na zdravje vsebujejo pet ločenih poti: Izpusti trdnih delcev (PM) prispevajo k primarnim koncentracijam le-teh. Izpusti SO₂ in NO_x vplivajo na koncentracije sekundarnih trdnih delcev in ozona (pri tleh). Povišane koncentracije trdnih delcev in ozona predstavljajo paleto tveganj za zdravje. V Greenpeaceove ocene so vključeni le vplivi na zdravje treh zgoraj omenjenih skupin, trdnih delcev, SO₂ in NO_x. Če bi vključili še težke kovine in organske toksine, bi to povečalo izračunane vplive na zdravje.

Prvi korak pri izvedbi metodologije je pridobitev podatkov o izpustih onesnaževal zraka. Za obratujoče industrijske obrate so ti podatki dostopni v bazi podatkov E-PRTR, ki jo vzdržuje EEA (DG ENV 2011). Za načrtovane elektrarne pa se je Greenpeace poslužil javnih virov.

Drugi korak je ocena kako izpusti vplivajo na koncentracije trdnih delcev in ozona v okolju, katerim je prebivalstvo izpostavljeno. To je izvedeno s pomočjo atmosferskega modeliranja, ki ga izvede program EMEP (Program sodelovanja za spremljanje in oceno onesnaževanja zraka na velike razdalje v Evropi; angl. Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe). Modeli vključujejo podatke o gostoti prebivalstva in vremenskih vzorcih v danem letu. Izhodni podatki modeliranja so v obliki matrik vir-receptor (angl. source-receptor), ki prikažejo povečanje izpostavljenosti trdnim delcem PM_{2,5} in ozonu (v µg/m³/osebo) iz okolja kot posledico izpusta ene tone SO₂, NO_x oziroma trdnih delcev PM_{2,5}. Te matrike se izračunajo za vsako evropsko državo posebej. EMEP matrike predstavi takole:

Matrike vir-receptor prikažejo spremembe v stopnjah različnih onesnaževal v vsaki državi (receptorju) oz. polju matrike, do katerih pride zaradi sprememb v antropogenih izpustih iz vsakega onesnaževalca. Take matrike izdelane tako, da se za vsakega onesnaževalca zmanjšajo količine izpustov enega ali več predhodnikov za določen odstotek (v tem primeru za 15 %). Nato se model EMEP izvede s temi zmanjšanimi količinami izpustov, te izhodni podatke pa se potem primerja z rezultati osnovne simulacije, tj. simulacije brez kakršnega koli zmanjšanja količin izpustov. Razlog za takšen postopek je v tem, da se zagotovi, da ostanejo kemijski pogoji kolikor je mogoče blizu originalnim.

Greenpeace uporablja nove matrike, ki so bile izdelane za poročilo EEA (2011) „Razkrivanje stroškov onesnaževanja zraka iz industrijskih objektov v Evropi“. Te matrike niso bile objavljene, ampak so bile pridobljene od avtorjev in so vključene v prilogi.

Ker je razpršitev izpustov iz različnih industrijskih virov odvisna od dejavnikov, kot so na primer višine dimnikov ter hitrosti in temperature dimnih plinov, so matrike vir-receptor prilagojene z uporabo sektorskih faktorjev prilagoditve, da odsevajo vplive iz energetskega sektorja.

Zadnji korak je uporaba dejavnikov tveganja, ki temeljijo na epidemioloških študijah, da se ocenijo vplivi na zdravje, ki izvirajo iz povečanja koncentracij trdnih delcev PM_{2,5} in ozona v okolju. Ocenjeno je bilo na primer, da, če bi se koncentracija trdnih delcev PM_{2,5} v okolju za eno leto povečala za 10 µg/m³ bi to povzročilo približno 6 smrti na 10.000 ljudi.

Vključeni vplivi na zdravje in z njimi povezani dejavniki tveganja

Vplivi trdnih delcev PM_{2,5} na zdravje v številkah in uporabljeni dejavniki tveganja (Holland in sodelavci 2005, 9)

Health end-point	Cases per $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{person}/\text{year}$ exposure
Chronic mortality (deaths)	6.07E-05
Chronic mortality (life years lost)	6.51E-04
Infant mortality (1 – 11 months)	1.05E-07
Chronic bronchitis, population aged over 27 years	2.85E-05
Respiratory hospital admissions, all ages	1.08E-05
Cardiac hospital admissions, all ages	6.68E-06
Restricted activity days (RADs) working age population	6.06E-02
Respiratory medication use by adults	5.14E-03
Respiratory medication use by children	6.21E-04
Lower respiratory syndromes (LRS), including cough, among adults with chronic symptoms	4.91E-02
LRS (including cough) among children	3.19E-02
Consultations for asthma, ages 0-14	3.08E-05
Consultations for asthma, ages 15-64	5.29E-05
Consultations for asthma, ages over 65	2.31E-05
Consultations for upper respiratory symptoms (excluding allergic rhinitis) ages 0-14	1.05E-04
Consultations for upper respiratory symptoms (excluding allergic rhinitis) ages 15-64	3.35E-04
Consultations for upper respiratory symptoms (excluding allergic rhinitis) ages over 65	1.13E-04
Restricted activity days, non-working age population	2.96E-02

Vplivi ozona pri tleh na zdravje v številkah in uporabljeni dejavniki tveganja (Holland in sodelavci 2005, 10)

Health end-point	Cases per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{person}/\text{year}$ increase in 8 hour daily average ozone ¹
Acute mortality (life years lost) ²	1.80E-08
Respiratory hospital admissions, ages over 65	1.02E-08
Minor restricted activity days, ages 18-64	4.06E-05
Respiratory medication use by adults	1.48E-05
Minor restricted activity days, ages over 65	1.00E-05
Respiratory symptoms among adults	1.89E-04

¹ Ker epidemiološke študije direktno ne dokazujejo vplivov ozona na zdravje pri koncentracijah nižjih od 35 delcev na milijardo, je EEA uporabila koncentracije ozona SOMO35 (vsota povprečnega ozona nad 35 delci na milijardo (ppb))

² An average loss of life expectancy amongst those affected of 1 year is estimated.

Vzorčni izračuni

Opombe iz vira za vse podatke in uporabljene dejavnike v teh izračunih so predstavljene spodaj.

PM2.5 deaths from the Šoštanj lignite-fired power plant in Slovenia	PM10	NOx	SO2
Emissions, tonnes per year	100	7816	4039
			TIMES
PM10 to PM2.5 conversion factor	0.649351	1	1
			TIMES
Emissions-to-concentration factors for Slovenia	431.889	185.574	157.797
			TIMES
Power sector adjustment factors		0.5	0.78
			0.87
			EQUALS
Increase in population-weighted concentrations, $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{person}$			1,699,858
			TIMES
Risk factor for chronic deaths			6.0665×10^{-5}
			EQUALS
Amount of deaths caused per year			103
			TIMES
Value of statistical life, M€			2.00
			EQUALS
Economic losses due to deaths, M€			206

Smrti zaradi ozona iz Termoelektrarne Šoštanj v Sloveniji, ki za gorivo uporablja lignit

	PM10	NOx	SO2
Emissions, tonnes per year	100	7816	4039
			TIMES
Emissions-to-concentration factors for Slovenia	0	86406	-11862
			TIMES
Power sector adjustment factors	0.5	0.78	0.87
			EQUALS
Increase in population-weighted concentrations, $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{person}$			485,087,631
			TIMES
Risk factor for chronic deaths			1.7985×10^{-8}
			EQUALS
Amount of deaths caused per year			8.7
			TIMES
Value of statistical life, M€			€0.12
			EQUALS
Economic losses due to deaths, M€			17.4

Isti izračuni se ponovijo za vsak dejavnik, ki vpliva na zdravje in je predstavljen v številkah.

Viri za uporabljene vrednosti

Data	Reference
Emissions, tonnes per year	DG ENV (2011)
PM10 to PM2.5 conversion factor	EEA (2011, 19)
Emissions-to-concentration factors	Holland et al (2005, 23-24)
Power sector adjustment factors	EEA (2011, 68-69)
Risk factor for chronic deaths	Holland et al (2005, 9-10)
Value of statistical life, M€	Holland et al (2005, 9)
Emisijske vrednosti 2010 za TEŠ	ARSO (maj 2012) in BilTES 2010
Emisijske vrednosti za TEŠ6	NIP 4

Reference

GD okolje (2011) (DG ENV). Evropski register izpustov in prenosov onesnaževal (Evropski RIPO; angl. E-PRTR) – Pregledne tabele. Generalni direktorat Evropske komisije za okolje, Bruselj. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/member-states-reporting-art-7-under-the-european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr-regulation-4> (v angleščini).

EEA (2011). Razkrivanje stroškov onesnaževanja zraka iz industrijskih objektov v Evropi. Tehnično poročilo EEA št. 15/2011. Evropska agencija za okolje, København.

Holland, Pye, Watkins, Droste-Franke in Bickel (2005) Damages per tonne emission of PM2.5, NH₃, SO₂, NO_x and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas. AEA Technology Environment, Didcot, VB (Škoda zaradi ene tone izpustov trdnih delcev PM2,5, NH₃, SO₂, NO_x in HOS iz vsake izmed držav članic EU-25 (razen Cipra) in obdajajočih morij – HOS je kratica za hlapne organske snovi, op.p.).

Priloga: Razmerja vir-receptor, izračunana za poročilo EEA „Razkrivanje stroškov onesnaževanja zraka iz industrijskih objektov v Evropi“

Učinek 1 tone izpusta posameznega onesnaževala iz vsake izmed držav na koncentracijo trdnih delcev PM_{2,5} po Evropi, uteženo s faktorjem prebivalstva.

Country	PM2.5	NOx	SO2
Albania	3.9151E+02	5.8082E+01	8.2488E+01
Austria	5.8772E+02	2.2591E+02	1.8662E+02
Bosnia and Herzegovina	3.5199E+02	1.1425E+02	9.9051E+01
Belgium	8.5339E+02	1.6853E+02	2.1207E+02
Bulgaria	3.8085E+02	1.0154E+02	7.9346E+01
Belarus	2.2580E+02	9.7429E+01	1.1698E+02
Switzerland	7.3239E+02	3.5889E+02	2.6298E+02
Cyprus	2.5548E+02	9.8007E+00	2.7207E+01
Czech Republic	4.1200E+02	1.6107E+02	1.6297E+02
Germany	8.8171E+02	2.6561E+02	2.3820E+02
Denmark	2.1593E+02	7.1436E+01	9.0450E+01
Estonia	1.4089E+02	3.2905E+01	8.2895E+01
Spain	3.8324E+02	5.5669E+01	1.0219E+02
Finland	1.4099E+02	2.4983E+01	5.7584E+01
France	6.0059E+02	1.8773E+02	1.8401E+02
United Kingdom	4.8684E+02	1.0308E+02	1.5082E+02
Greece	3.5998E+02	2.2957E+01	5.8540E+01
Croatia	5.3045E+02	1.5928E+02	1.3954E+02
Hungary	5.8052E+02	2.1239E+02	1.5878E+02
Ireland	3.0100E+02	7.1488E+01	1.1304E+02
Italy	7.0369E+02	1.5666E+02	1.5384E+02
Lithuania	1.9183E+02	8.1914E+01	9.7355E+01
Luxembourg	6.3598E+02	2.3283E+02	1.9175E+02
Latvia	1.9150E+02	5.2563E+01	8.7021E+01
Moldova	4.2904E+02	1.3034E+02	1.2050E+02
Macedonia	2.3254E+02	5.9562E+01	6.3020E+01
Malta	3.1282E+02	7.0875E+00	
Netherlands	7.8787E+02	1.5920E+02	2.4723E+02
Norway	1.5740E+02	3.2299E+01	4.7047E+01
Poland	4.0410E+02	1.2328E+02	1.4186E+02
Portugal	4.7380E+02	2.2621E+01	6.8326E+01
Romania	4.1235E+02	1.6450E+02	1.1866E+02
Sweden	2.2151E+02	3.9651E+01	6.0636E+01
Slovenia	4.3189E+02	1.8557E+02	1.5780E+02
Slovakia	4.0689E+02	1.8749E+02	1.5482E+02
Turkey	3.7775E+02	2.7340E+01	5.9347E+01
Ukraine	4.1453E+02	1.0216E+02	1.3098E+02

Učinek 1 tone izpusta posameznega onesnaževala iz vsake izmed držav na koncentracijo ozona (SOMO 35) po Evropi, uteženo s faktorjem prebivalstva.

	NOx	SO2
Albania	8.8167E+04	-3.4164E+03
Austria	7.8029E+04	-1.2443E+04
Bosnia and Herzegovina	1.0376E+05	-3.5514E+03
Belgium	-6.6578E+04	-5.6995E+03
Bulgaria	9.2314E+04	-7.0708E+02
Belarus	4.8965E+04	-4.4867E+03
Switzerland	9.0287E+04	-1.8906E+04
Cyprus	5.5981E+04	-1.4830E+03
Czech Republic	5.5582E+04	-7.9477E+03
Germany	3.4242E+04	-1.2346E+04
Denmark	6.9511E+03	-1.0464E+04
Estonia	3.0064E+04	-4.2567E+03
Spain	5.9470E+04	-1.0853E+04
Finland	1.7214E+04	-6.2519E+03
France	9.2518E+04	-1.1662E+04
United Kingdom	-3.4462E+04	-9.9640E+03
Greece	4.3628E+04	-1.6494E+03
Croatia	1.1231E+05	-7.5827E+03
Hungary	1.1316E+05	-4.4170E+03
Ireland	4.8069E+04	-1.5386E+04
Italy	5.4142E+04	-9.4963E+03
Lithuania	6.6340E+04	-6.2456E+03
Luxembourg	1.5503E+04	-9.0853E+03
Latvia	4.5998E+04	-5.8752E+03
Moldova	9.0858E+04	-3.1587E+03
Macedonia	6.4754E+04	-2.0287E+03
Malta	1.2860E+04	
Netherlands	-7.0151E+04	-5.4803E+03
Norway	5.2553E+04	-1.4571E+04
Poland	3.9462E+04	-3.6812E+03
Portugal	6.3186E+03	-5.6914E+03
Romania	1.0215E+05	-2.0537E+03
Sweden	3.1619E+04	-1.1205E+04
Slovenia	8.6406E+04	-1.1863E+04
Slovakia	1.0862E+05	-5.3033E+03
Turkey	6.1512E+04	-8.7392E+02
Ukraine	4.5440E+04	-3.0269E+03