



Haittakustannusmalli - taustaa

Väinö Nurmi
Vaino.Nurmi@fmi.fi
Finnish Meteorological Institute



Ilmansaasteiden haittakustannukset

- Tavoitteena on laskea haittakustannus yhdelle yksikölle päästöä *tietyntyyppisestä* päästölähteestä *tietyssä paikassa*
- Mitä korkeammalla (matalammalla) päästölähde on, sitä vähemmän (enemmän) siihen vaikuttaa lähellä oleva altistuva populaatio
- Käytännössä päästölähteet lajitellaan eri tutkimuksessa usein eri tavoin: yksi tapa esimerkiksi liikenne, aluepäästöt, teollisuus, voimalaitokset
- Käytännössä siis esimerkiksi Suomessa voimalaitoksille voi riittää vain yksi arvio, kun liikenteelle tulisi laskea tarkempi arvio kaupungeittain tai ainakin erikseen kaupunkialueille ja maaseudulle

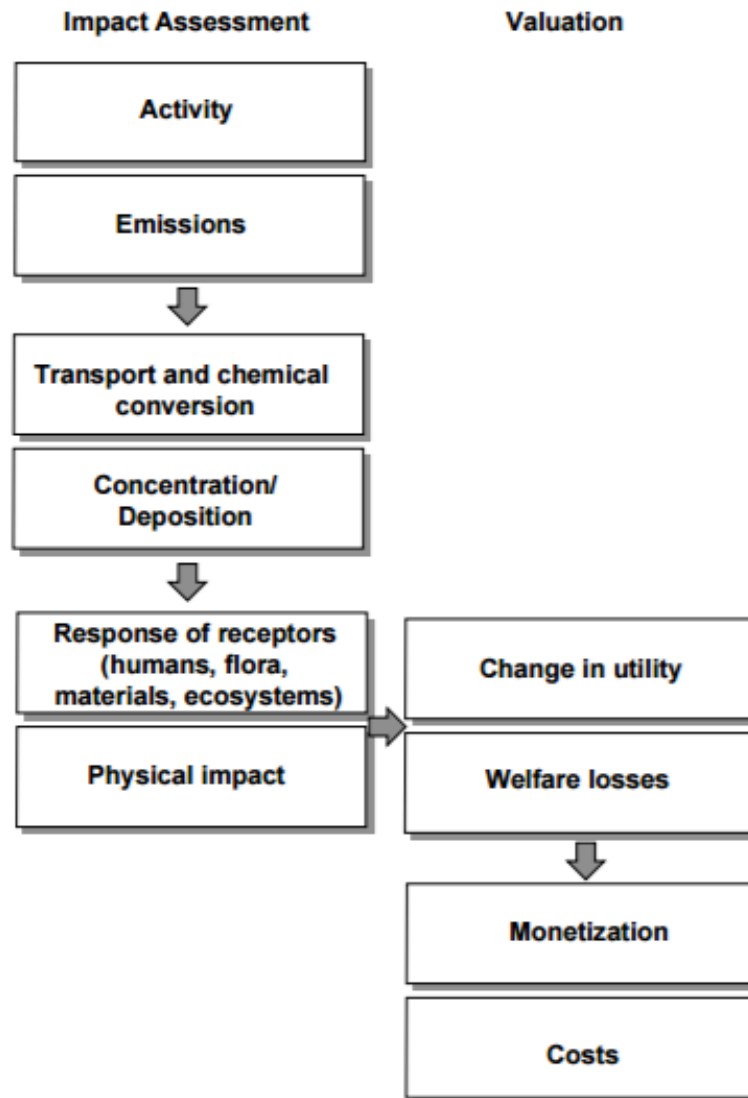


Impact Pathway – yleisin tapa #1

- Impact Pathway –menetelmä seuraa ilmansaasteita aina päästölähteestä sen aiheuttamiin vaikutuksiin asti
- Ensin kerätään tieto päästölähteistä, sitten käytetään valittua leviämismallia laskemaan päästöstä seuranneet ilmansaastepitoisuudet eri alueilla
- Seuraavaksi sairastumis- ja kuolemistapaukset lasketaan mallinnetuille pitoisuuksille käyttäen apuna tuoreinta (lääke)tieteellistä tutkimusta
- Lopuksi nämä tapahtumat muutetaan rahassa mitattaviksi -> elämän tilastollinen arvo (VOSL)/elinvuoden rahallinen arvo (VOLY), sairastumisesta aiheutuva haitta, sairaalapäivät jne.



#2





Pitoisuus-vaikutus funktiot ja epävarmuudet

- Suurimmat epävarmuudet mallissa on pitoisuuksista aiheutuneiden haittojen arvioinnissa (lyhyt vs. pitkäaikaiset vaikutukset) ja rahayksiköiksi muuntamisessa
- Usein käytetään suoria pitoisuus-vaikutus funktioita laskemaan pitoisuusmuutoksen aiheuttama rahassamitattu kustannus
- Mitä oletuksia funktion sisällä? Esimerkiksi VOSL ja VOLY antavat usein eri tuloksia -> VOSL usein korkeampia, sillä keskimäärin saasteet tappavat enemmän vanhoja kuin nuoria ihmisiä
- Toisaalta, molempien arvojen määrittäminen on vaikeaa -> esimerkiksi VOLY on Suomessa noin 2 miljoonaa euroa, EPA suosittelee Yhdysvalloissa käytettäväksi 8 miljoonaa dollaria
- Myös VOLY vaihtelee paljon samoin kuin esim. käytetyt sairaalakustannukset



Esimerkkejä Impact Pathway ja pitoisuus-vaikutus funktio

#1

- Joskus pitoisuus-vaikutus funktiot jätetään raportoimatta, sillä ne on jo valmiiksi sisällä erilaisissa työkaluissa kuten Ecosense (EU), BeTA (UK) ja BenMap (EPA)
- Käytännössä kuitenkin hyödyllistä katsoa niiden sisään, sillä niissä käytettyihin oletuksiin sisältyy suurimmat epävarmuudet
- Myös eri tapoja arvioida päästöjen leviämistä: kulkeutumismallit, leviämismallit



#2 Ulkomaalaisia malleja vertailussa

	chemical transport models	reduced-form models derived from		EASIUR
		dispersion models (e.g., CRDM)	chemical transport models	
air quality modeling	state-of-the-art	simplified	similar to state-of-the-art	similar to state-of-the-art
computational cost	very high	low	low	low
spatial resolution	detailed, flexible (typically 4–36 km)	county-level	subject to underlying CTM simulations; typically, limited	36 km resolution; similar to or finer than county-level
temporal resolution	detailed, flexible (typically ≤ 15 min)	annual	subject to underlying CTM simulations; typically, annual	seasonal
user interface	FORTRAN/UNIX environment, additional work needed for exposure/valuation analysis	graphical user interface, county-based lookup tables, regression equations	regression equations, lookup tables	spatial lookup tables
examples	CAMx (ENVIRON, 2012), CMAQ (Byun and Schere, 2006), WRF/Chem (Grell et al., 2005), GATOR-GCMOM (Jacobson, 2001)	COBRA (U.S. EPA, 2011), APEEP/AP2 (Muller and Mendelsohn, 2007; Muller, 2011), Levy et al. (2009)	RSM (U.S. EPA, 2006), Fann et al. (2009), Fann et al. (2012), Buonocore et al. (2014)	

- IHKU:ssa käytetään kemiallista kulkeutumismallia SILAM, sen spatiaalinen resoluutio on 1km ja pitoisuuksien aikaresoluutio 1 tunti, state-of-art malli (Sofiev et al. 2015)



#3 Pitoisuus-vaikutus funktiot – esimerkkejä PM2.5

Table 1. CRFs recommended by the HRAPIE project

PM, long-term exposure							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM _{2.5} , annual mean	Mortality, all-cause (natural), age 30+ years	A*	1.062 (1.040–1.083)	All	European mortality database (MDB) (WHO, 2013c), rates for deaths from all natural causes (International Classification of Diseases, tenth revision (ICD-10) chapters I–XVIII, codes A–R) in each of the 53 countries of the WHO European Region, latest available data	Meta-analysis of 13 cohort studies with results: Hoek et al. (2013)	

Core Endpoints											
	Pollutant	Risk group (RG)	RGF value	Age Groupe (AG)	AGF value	CRF [1/(µg/m ³)]	phys. Impact per person per µg per m ³ [1/(µg/m ³)]	unit	Monet Val per case or per YOLL [Euro]	External costs per person per µg per m ³ [1/(µg/m ³)]	
primary and SIA < 2.5, i.e. Particle < 2.5µm											
Life expectancy reduction - YOLL netto Restricted activity days (netRADs) Work loss days (WLD) Minor restricted activity days (MRAD)	PM2.5	all	1.000	Total	1	6.51E-04	6.51E-04	YOLL	40,000	2.60E+01	
	PM2.5	all	1.000	MIX	1	9.59E-03	9.59E-03	days	130	1.25E+00	
	PM2.5	all	1.000	Adults_15_to_64_years	0.672	2.07E-02	1.39E-02	days	295	4.10E+00	
	PM2.5	all	1.000	Adults_18_to_64_years	0.64	5.77E-02	3.69E-02	days	38	1.40E+00	



Joitain arvioita – PM2.5 yksikkökustannukset

- Saksassa lajiteltu kustannukset 8 eri lajiin: päästökorkeuden mukaan ja onko päästölähde kaupungissa vai maaseudulla
- Korkeimmat yksikkökustannukset liikenteiden päästöille kaupungissa: lähes 400,000€
- Korkeilla päästölähteillä kustannukset samat kaupungissa ja maaseudulla: noin 30,000€
- Joissain maissa myös kaupungeittain (Australia) tai jopa kaupunkialueittain (Yhdysvallat)



Joitain alustavia tuloksia kirjallisuuskatsauksesta

- Liikenteen PM2.5 primääripäästöjen yksikkökustannusten keskiarvo kaupunkialueilla: noin 600,000€ per tonni
 - Voi toimia approksimaationa myös sille, mikä on hyöty vähentää tietty määrä ilmansaastetta kaupunkialueilla esimerkiksi viheralueen ansiosta
- Alueellisten päästölähteiden yksikkökustannusten keskiarvo kaupunkialueilla: noin 250,000€ per tonni
- Korkeampien päästölähteiden lajittelu on yleensä maan perusteella: EU keskiarvokustannus primääri PM2.5 päästöille teollisuudesta ja voimalaitoksista 20,000-60,000€ - suurin epävarmuus liittyy elämän tilastolliseen hintaan.



Muita tapoja arvottaa –vastaus yleensä eri kysymykseen

- Muita tapoja arvottaa ilmansaasteita on esimerkiksi contingent valuation, hedonic pricing, life satisfaction approach
- Näissä tavoissa ei yleensä suoraan arvoteta päästöjä, vaan eri pitoisuustasojen taloudellisia vaikutuksia
- Esimerkiksi voidaan mitata miten yksi pitoisuusyksikkö vaikuttaa asuntojen hintoihin tai yleiseen elämänlaatuun tietyllä alueella
- Jos halutaan käyttää päästöjen arvottamiseen, joudutaan liikkumaan päinvastaiseen suuntaan – pitoisuuksista päästöihin



Seuraavia askelia

- Teemme kirjallisuuskatsauksen loppuun, nyt olemme keränneet estimaatit (noin 500 estimaattia) 10 eri raportista tai artikkelista
- Teemme regressioanalyysin alueiden eri ominaisuuksien, tutkimuksissa käytettävien oletusten ja kustannusten välillä
- Kokeilemme hedonistista hinnoittelumallia Helsingin alueella