

HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

# Ympäristötilastotiede kevät 2012

Dosentti

Jukka Hoffrén

Helsingin yliopisto, Tilastokeskus

Sosiaalitieteiden laitos (Tilastotiede), Valtiotieteellinen  
tiedekunta

# Kurssin tavoitteet

- 78101 Ympäristötilastotiede (aineopintojen valinnainen erikoiskurssi / syventävien opintojen valinnainen erikoiskurssi)
- Tiiviskurssi, jonka tavoitteena on opettaa opiskelijoille ympäristön kuvaamiseen soveltuvia teorioita, metodeja ja käytännön laskentamenetelmiä.
- 3 op. + vapaaehtoinen harjoitustyö 1 op
- Kotisivu:  
<https://wiki.helsinki.fi/pages/viewpage.action?pageId=84299553>

# Kurssin tentti

- Kurssin tentti yleisenä tenttipäivänä 15.5.2012 klo 12-16. Ilmoittautuminen Weboodin kautta.
- Uusintamahdollisuus 14.6.2012.

# Harjoitustyö 1 op.

- Essee, jossa sovelletaan kurssilla käytyjä menetelmiä omaa tutkimusaiheeseen.
- Esseiden laajuus 4-6 sivua (tekstiä, taulukoita ja kuvioita).
- Sovella omaan tutkimusaiheeseesi kvantitatiiviseen aineistoon jotain kurssilla esitettyä tai jotain muuta ympäristötilasto-tieteen menetelmää. Esim. ekotehokkuutta, skenaariomallintamista jne.
- Palautus 2.5.2012 Harjoitusten yhteydessä. Jos esittää työnsä (10-15 min) saa 1 op lisää

# Harjoitustyön sisältö

- Aiheen ja aineisto esittely
- Käytetyn menetelmän esittely
- Analyysi
- Tulosten esittely
- Tulosten analysointi

# Luento 16.4.2012

- Ympäristötilastotieteen soveltaminen yritystasolla: yritysten ympäristö- ja vastuullisen toiminnan raporttien menetelmät
- Ympäristötilastotieteen menetelmiä: valtakunnan metsien inventoinnin menetelmät, ympäristönsuojelumenoilastojen menetelmiä, ilmastomuutoksen seurannan menetelmiä.



# Morfologinen kenttä

PARAMETER \ VALUE			
PARAMETER A			
PARAMETER B			
PARAMETER C			
PARAMETER D			

# Case: rannekello

Key Parameters \ Alternates		Alternates			
		1	2	3	4
Energy Source	A	Manual Winding	Vibration	Battery	Solar
Energy Store	B	Weight Store	Spring Store	Bimetallic Coil	No Store
Motor	C	Spring Motor	Electric Motor		
Regulator	D	Balance Wheel	Pendulum	Tuning Fork	Quartz
Gearing	E	Pinion Drive	Chain Drive	Worm Drive	
Indicator Device	F	Dial Hands	Slide Marks	Liquid Quartz	Light Indicators

Figure 13: A morphological matrix for clocks.

The analysis is usually initiated by starting with a well-known or existing solution (A1-B1-C1-D1-E1-F1), and changing one element at a time. Alternate methods (e.g., A2-B2-C1-D1-E1-F1) are analyzed to find potential improvements in current technology. The solutions can be examined for efficiency, and estimates then made of the time when the alternative technologies might be available.





# Esimerkki

<b>Effect &gt; Cause V</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Factor 5</b>	<b>Factor 6</b>	<b>Factor 7</b>	<b>Factor 8</b>	<b>Factor 9</b>	<b>Factor 10</b>	<b>Active Sum</b>
<b>Factor 1</b>	X	1	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>Factor 2</b>	1	X	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>Factor 3</b>	0	0	X	0	1	0	1	0	0	1	<b>3</b>
<b>Factor 4</b>	1	1	0	X	1	0	0	1	0	1	<b>5</b>
<b>Factor 5</b>	1	1	0	0	X	0	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>Factor 6</b>	0	0	1	1	0	X	0	1	1	1	<b>5</b>
<b>Factor 7</b>	0	0	1	0	1	0	X	0	0	0	<b>2</b>
<b>Factor 8</b>	1	0	0	0	1	0	0	X	0	0	<b>2</b>
<b>Factor 9</b>	0	1	0	1	0	1	0	0	X	0	<b>3</b>
<b>Factor 10</b>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	X	<b>3</b>
<b>Passive Sum</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	

# Ristikkäisvaikutusanalyysimatriisi

Case	Scenario	Groups and events																									
A1		G1					G3																				
		O6 A6 R6 L6 W1						O5 R5 A5 L5 O3 R3 A3 L3																			
	A1-1	1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub>					0 1 1 1 0 0 0 0 (0.16)								1 1 1 1 1 1 1 1 (0.33)												
		1 0 0 0 0 (0.25)					1 0 1 1 0 0 0 0 (0.14)								1 1 1 1 1 1 1 1 (0.33)												
A1-2						0 0 0 0 0 0 0 0 (0.23)																					
A2		G1				G2					G3							G4					G5				
		O8 R8 A8 L8	O6 R6 A6 L6 W1	O4 O7 R4 R7 A4 A7 L4 L7	O5 R5 A5 L5 O3 R3 A3 L3	O2 R2 A2 L2																					
	A2-1	1 1 1 1				1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 0 (0.41)					1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 1 1 1 1 1							0 0 0 0 0 1 1 1 (0.16)					0 1 0 0 (0.31)				
	A2-2	1 1 1 1 (0.27)									1 1 1 1 1 1 1 1 (0.40)							1 1 1 1 0 0 0 0 (0.15)					0 0 0 0 (0.37)				
	A2-3																	0 0 0 0 1 1 1 1 (0.14)					0 1 0 0 (0.31)				
	A2-4																	0 0 0 0 0 1 1 1 (0.17)					0 1 0 0 (0.32)				
A2-5	0 0 0 0 (0.20)				1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub>					1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 1 1 1 1 1 (0.49)							0 0 0 0 1 1 1 1 (0.16)					0 1 0 0 (0.28)					
A2-6																	0 0 0 0 0 0 1 0 (0.14)					0 0 0 0 (0.31)					
B1		G1					G3								G2				G4				G5				
		O6 A6 R6 L6 W1						O7 O4 R7 R4 A7 A4 L7 L4	L5 A5 R5 O5	O2 O3 R2 R3 A2 A3 L2 L3																	
	B1-1	1 1 1 1 (0.36)					1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 <sub>p</sub> 1 1 (0.59)								1 0 0 0 (0.27)				0 0 1 1 0 0 0 0 (0.17)								
B1-2						1 1 1 1 1 1												0 0 1 1 1 1 0 0 (0.15)									
B2		G1				G2					G3							G4				G5					
		O8 R8 A8 L8	O6 R6 A6 L6 W1	A7 L7 O7 R7 O4 R4 A4 L4	O5 R5 A5 L5	O2 R2 A2 L2 O3 R3 A3 L3																					
	B2-1	1 <sub>p</sub> 1 1 1 1 (0.33)				1 1 1 1 1 1 1 1					0 0 0 0 (0.37)				0 0 0 0 0 0 0 0 (0.20)												
	B2-2	0 0 0 0 (0.33)									1 1 1 1 1 1 1 1 (0.36)											1 0 0 0 0 0 0 0 (0.17)					
B2-3																					0 0 0 0 0 0 0 0 (0.21)						
B2-4					1 <sub>p</sub> 1 1 0 0 (0.20)					1 1 1 1 1 1 1 1 (0.32)							0 0 0 0 (0.37)				1 0 0 0 0 0 0 0 (0.18)						

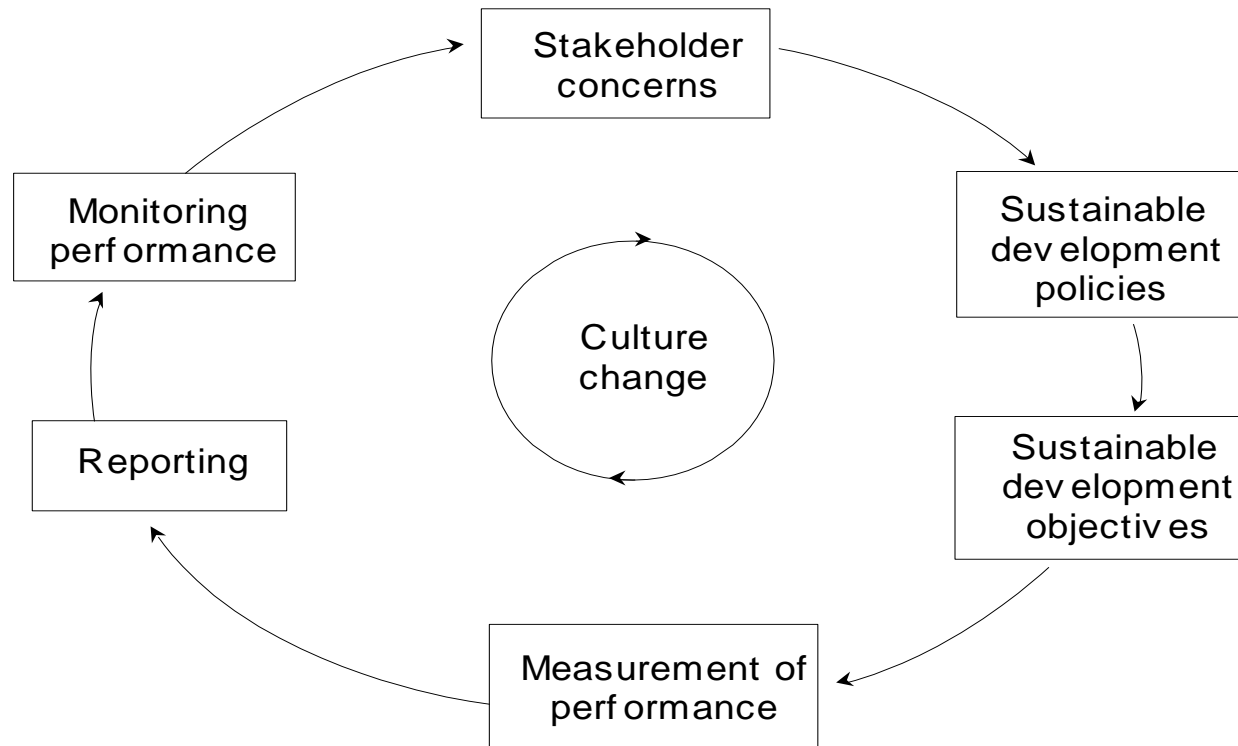
# Yritysten ympäristöraportointi

- Ympäristöraportin pitäisi kuvata rehellisesti niitä toimia, joita yritys tai organisaatio on tehnyt ja joilla on välitön tai välillinen kytkös ympäristönäkökohtiin. Välittömät ympäristönäkökohdat ovat tärkeitä teollisissa toiminnoissa ja välilliset vaikutukset korostuvat erityisesti muilla kuin teollisilla toimialoilla.
- Ympäristöraportteja vertailtaessa ei oteta kantaa ympäristönsuojelun tasoon. Silti hyvässä raportissa näkyy ympäristönsuojelun tason jatkuva parantuminen.
- Suomessa ainakin 700 yrityksellä on järjestelmä, joka tuottaa tiedot ympäristöraporttia varten. Kuitenkin vain noin 200 yritystä raportoi eli kertoo sidosryhmilleen ympäristö- ja yhteiskuntavastuuasioistaan.

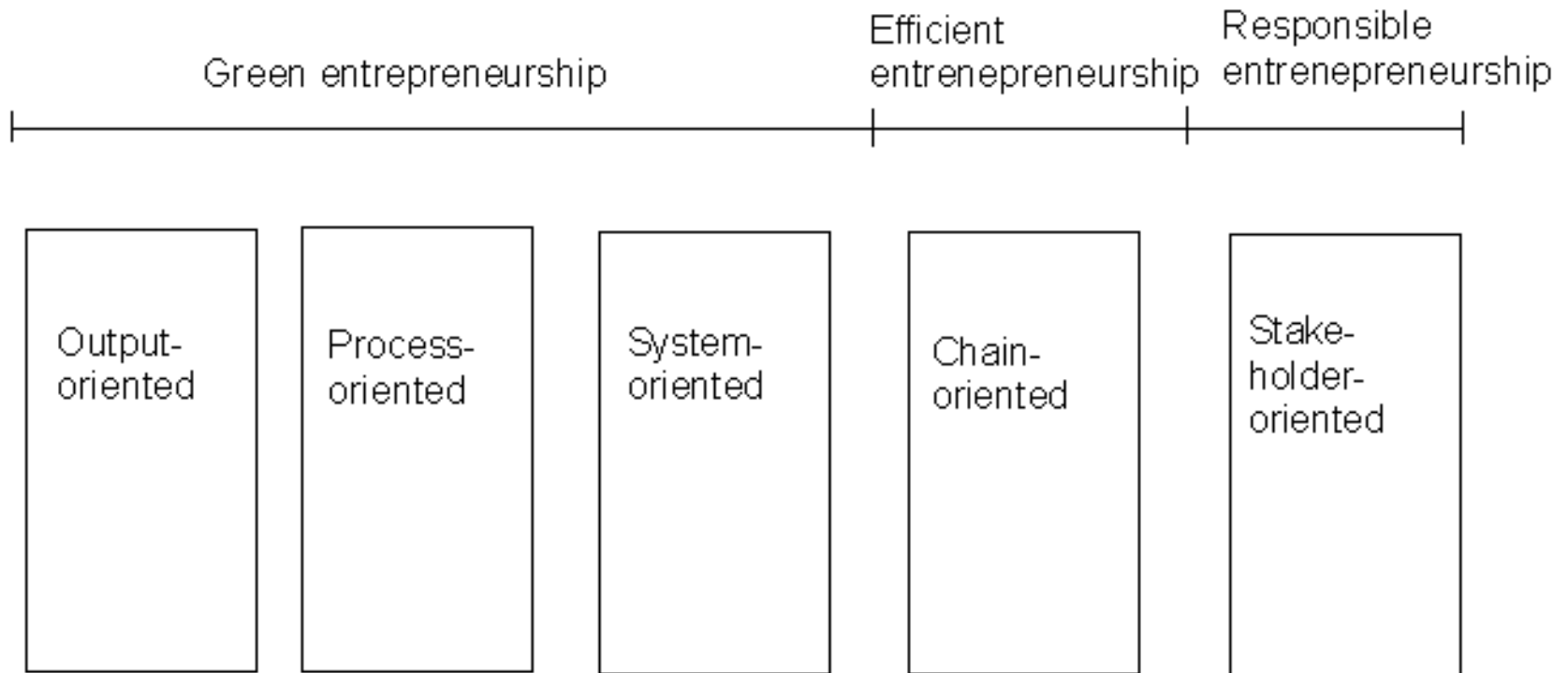
# Jälkiteollisen talouden haasteita Suomelle

- Suomen talouden perusta on ollut huomattavan luonnonvaraintensiivinen. Vasta viime vuosina on tapahtunut talouden ja materiaalien irtikytkentää. Tätä ekotehokkuuden paranemista pitäisi vahvistaa.
- Ympäristöasioiden hallinta pitää integroida muuhun päätöksentekoon.
- Suomen päästöjen väheneminen perustuu lähes pelkästään teknisiin ratkaisuihin. Taloudellisia ohjauskeinoja ei ole vielä hyödynnetty vaikka ne olisivat tehokkaita teknisten innovaatioiden lisäämiseksi.

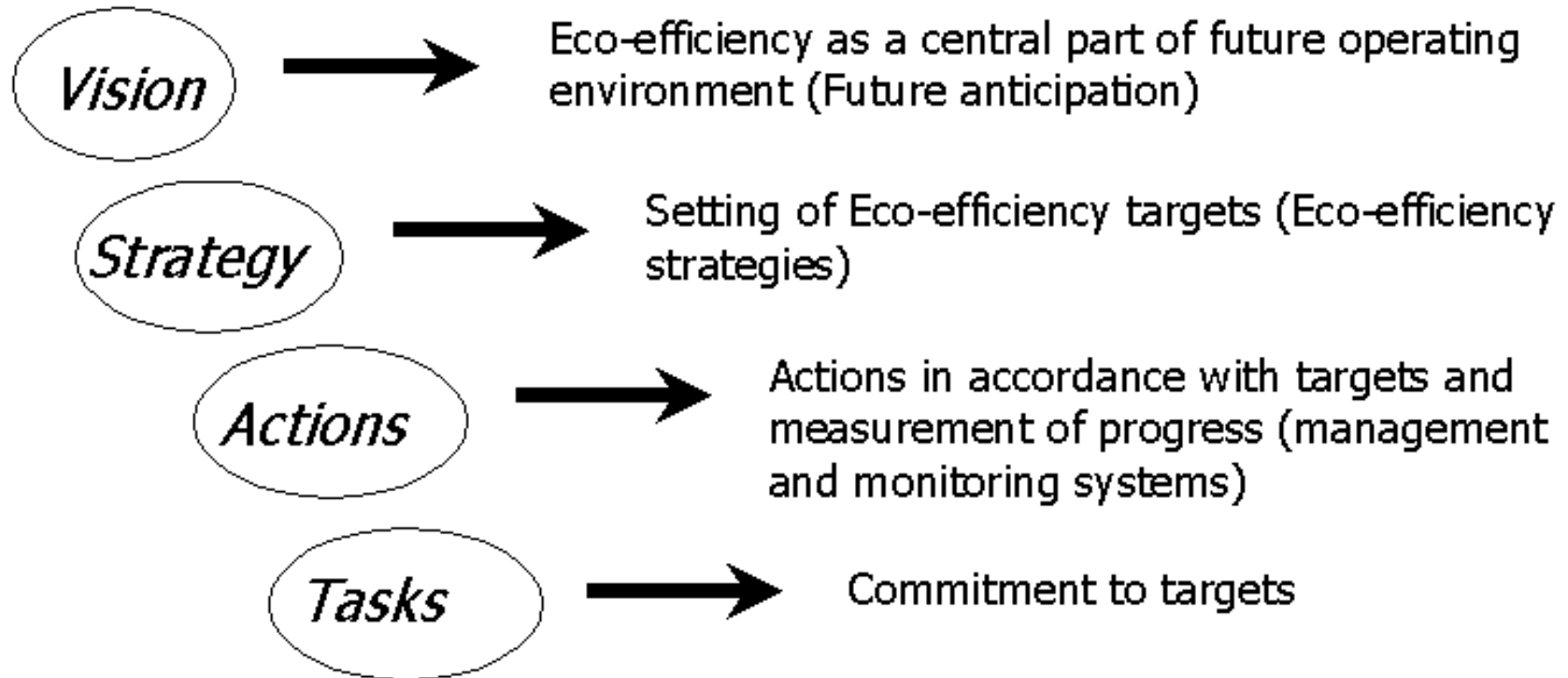
# Managing sustainable development in business



# Different phases for sustainable business development



# Managing sustainable development in business





# Environmental reporting and use of eco-efficiency approach at Helsinki Stock Exchange in August 2007

Branch	No. of companies <sup>1</sup>	Environmental/CSR report <sup>2</sup>	Environmental monitoring <sup>3</sup>	Eco-efficiency mentioned <sup>4</sup>	Eco-efficiency as a target <sup>5</sup>	Eco-efficiency in numbers <sup>6</sup>
Energy	1	1	1	0	0	0
Basic Industry	10	7	9	0	0	0
Industrial products and services	23	9	9	3	2	0
Consumer goods and services	11	3	3	1	0	0
Daily consumer goods	5	4	5	2	2	1
Health care	3	1	1	0	0	0
Finance	11	2	2	0	0	0
Information technology	9	3	4	1	1	0
Telecommunication service	2	1	1	1	0	0
Community services	1	1	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

1 Number of large and medium size companies listed at the Helsinki Stock Exchange.

2 Number of companies with separate environmental reports, Corporate Sustainability Reports (CSR) or environmental sections in their annual reports by which the company has monitored its environmental impacts.

3 Number of companies having monitored and reported environmental impacts as comparable figures between years.

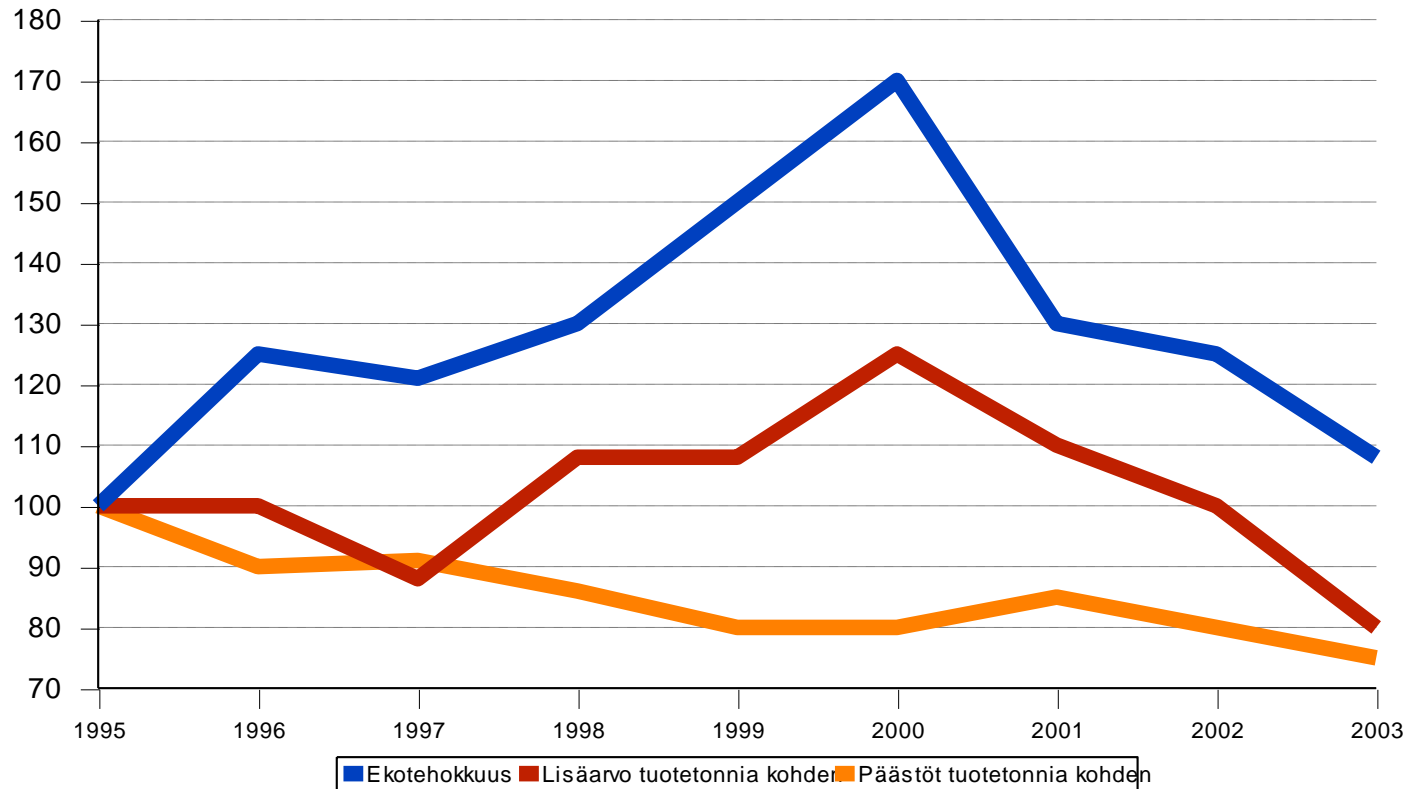
4 Number of companies having mentioned eco-efficiency in their report.

5 Number of companies regarding eco-efficiency as an environmental target

6 Number of companies with eco-efficiency calculations in their report.

# CASE: M-Realin ekotehokkuusmittari 1997-2003

$$\text{Ekotehokkuus} = \frac{\text{lisäarvo}}{\text{ympäristöhaitta}} = \frac{\text{palkkakulut + voitto}}{\text{kokonaishaitta (painotetut päästöt)}}$$

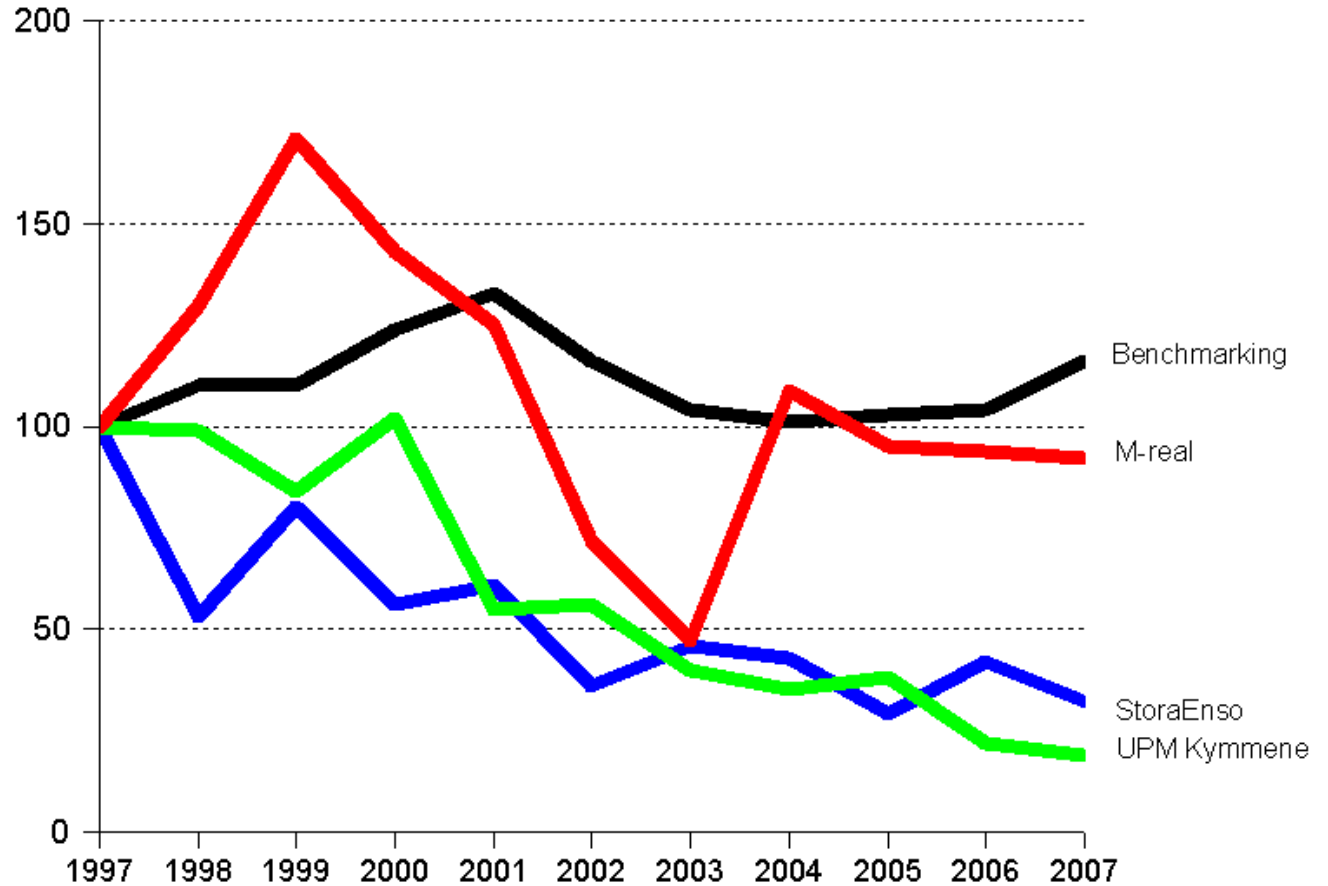


# Metsäteollisuusyritysten ekotehokkuuden kehitys (1997=100)

Liikevaihto

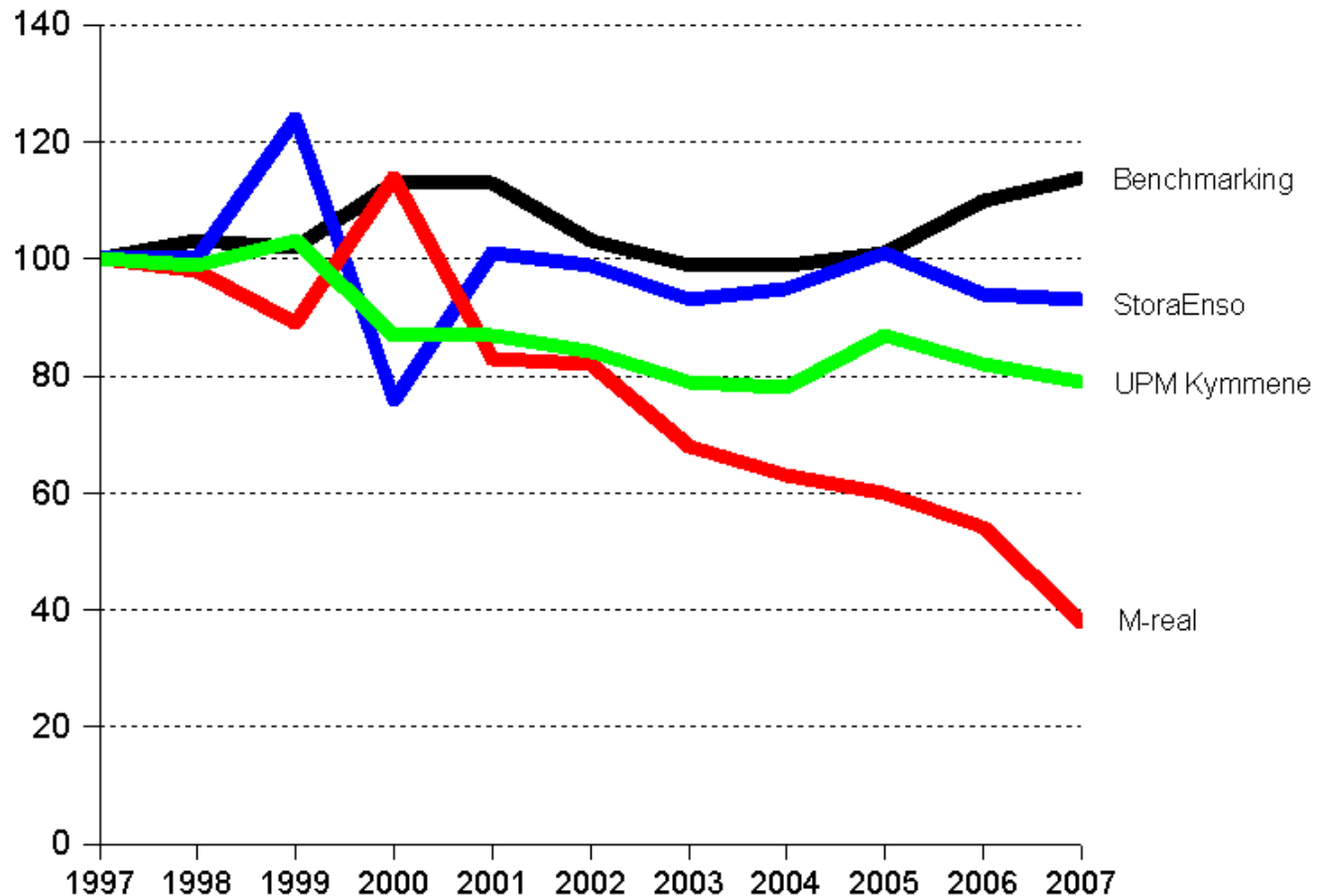
CEE1 =

-----  
 Materiaalien kulutus



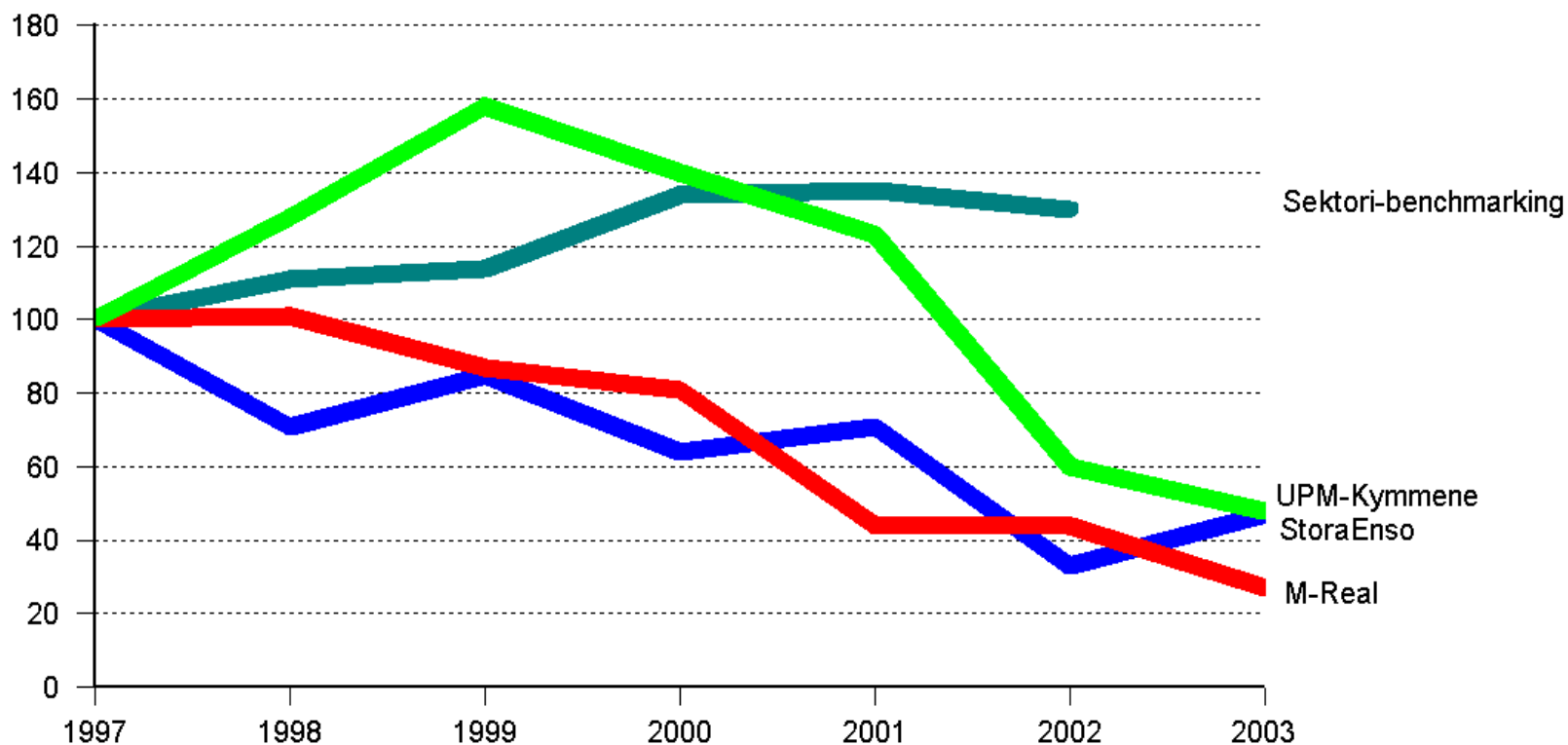
# Metsäteollisuusyritysten ekotehokkuuden kehitys (1997=100)

Maksetut palkat + voitto  
CEE2 = -----  
Materiaalien kulutus



# Metsäteollisuusyritysten ekotehokkuuden kehitys (1997=100)

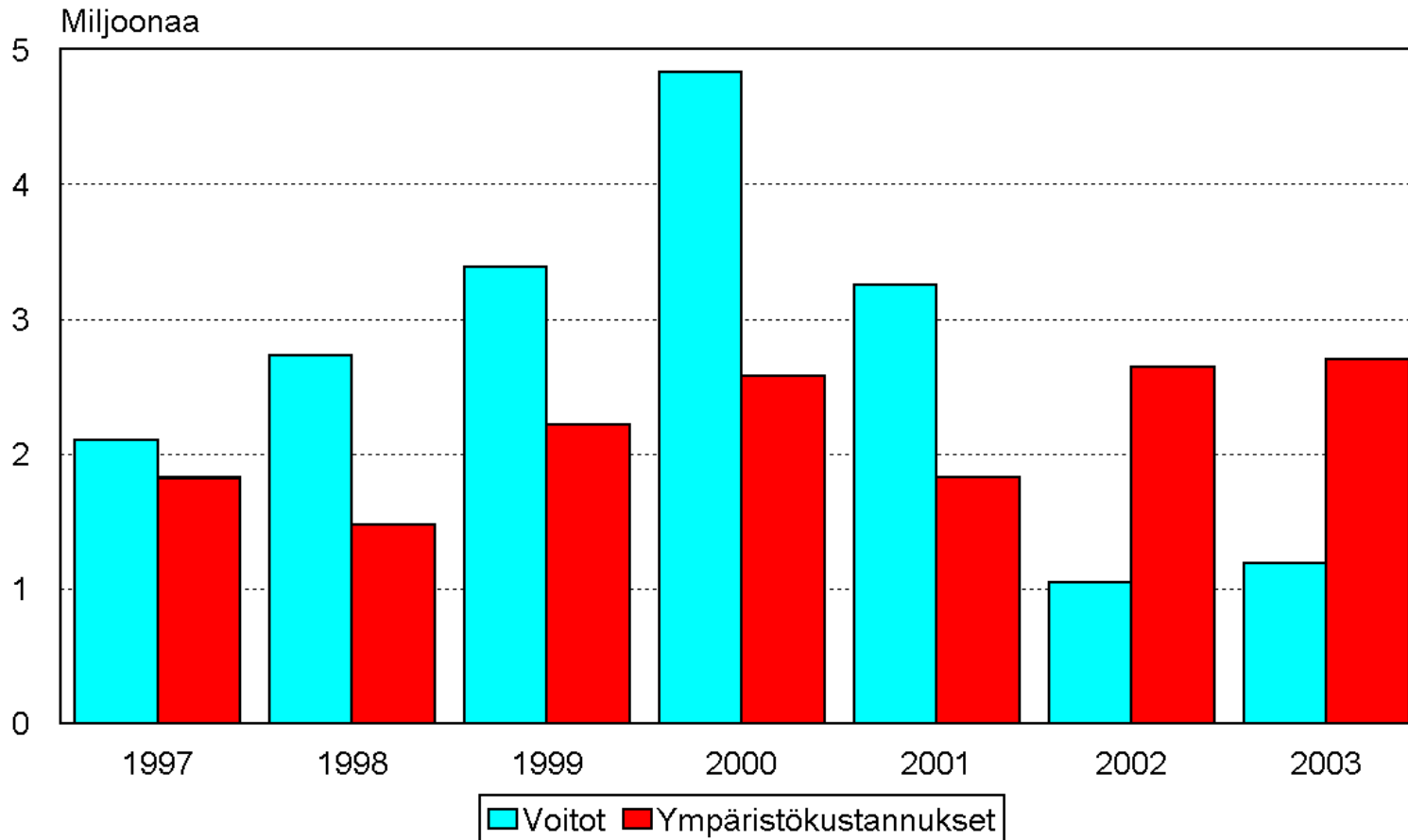
$$CEE3 = \frac{\text{Maksetut palkat} + \text{Liikevoitto} - \text{Päästökustannukset}}{\text{Materiaalien kulutus}}$$



# Ekotehokkuuden haasteita

- Ekotehokkuuden popularisointi on vaikeaa; insinöörimäinen ajattelutapa, asteikko suhteellinen, tarvitsee muita mittareita tuekseen... Jää helposti asiantuntijoiden työkaluksi.
- Muut indikaattorit, kuten ekologinen jalanjälki ja selkäreppu, havainnollisempia. Maapallon kantokykyäkökulmaa vaikea soveltaa yksittäisiin prosesseihin.
- Erialaisten yhteen summattujen materiaalien käyttö ympäristövaikutusten approksimaationa ongelmallista.
- Toiminnan tuottaman hyödyn arviointia vaikeuttavat hintojen vaihtelut; suuria vaihteluita ekotehokkuuden kehityksessä.

# Metsäteollisuusyritysten ympäristökustannukset ja voitot



# Ilmapäästöjen yksikköhintoja

	Tielaitos (1998)	YM (1991)	YM (1991)
	Euroa / tonni 1997	Euroa / tonni 1995	Euroa / tonni 2000
Hiilivedyt (HC)	1 760	–	–
Typen oksidit (NOx)	890	1 681	3 361
Hiukkaset	16 050	–	–
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	1000	1 681	3 361
Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> )	31	25	25



# Case: Fortumin Kestävän kehityksen raportti

- Fortum on markkina-arvolla ja liikevaihdoltaan mitattuna Suomen suurin yritys.
- Kaiken toiminnan päämääränä on kestävän kehityksen periaatteet.
- Fortumin johto vastaa Kestävän kehityksen raportin laatimisesta Global Reporting Initiativen Sustainability Reporting Guidelines G3.1 –ohjeistuksen sekä AA1000 AccountAbility Principles Standard -periaatteiden (sidosryhmien osallistaminen, olennaisten yhteiskuntavastuun näkökohtien määrittäminen ja sidosryhmien odotuksiin vastaaminen) mukaisesti.
- Raportti netissä:  
[http://apps.fortum.fi/gallery/fortum\\_kestavankehityksenraportti\\_2011\\_final.pdf](http://apps.fortum.fi/gallery/fortum_kestavankehityksenraportti_2011_final.pdf)

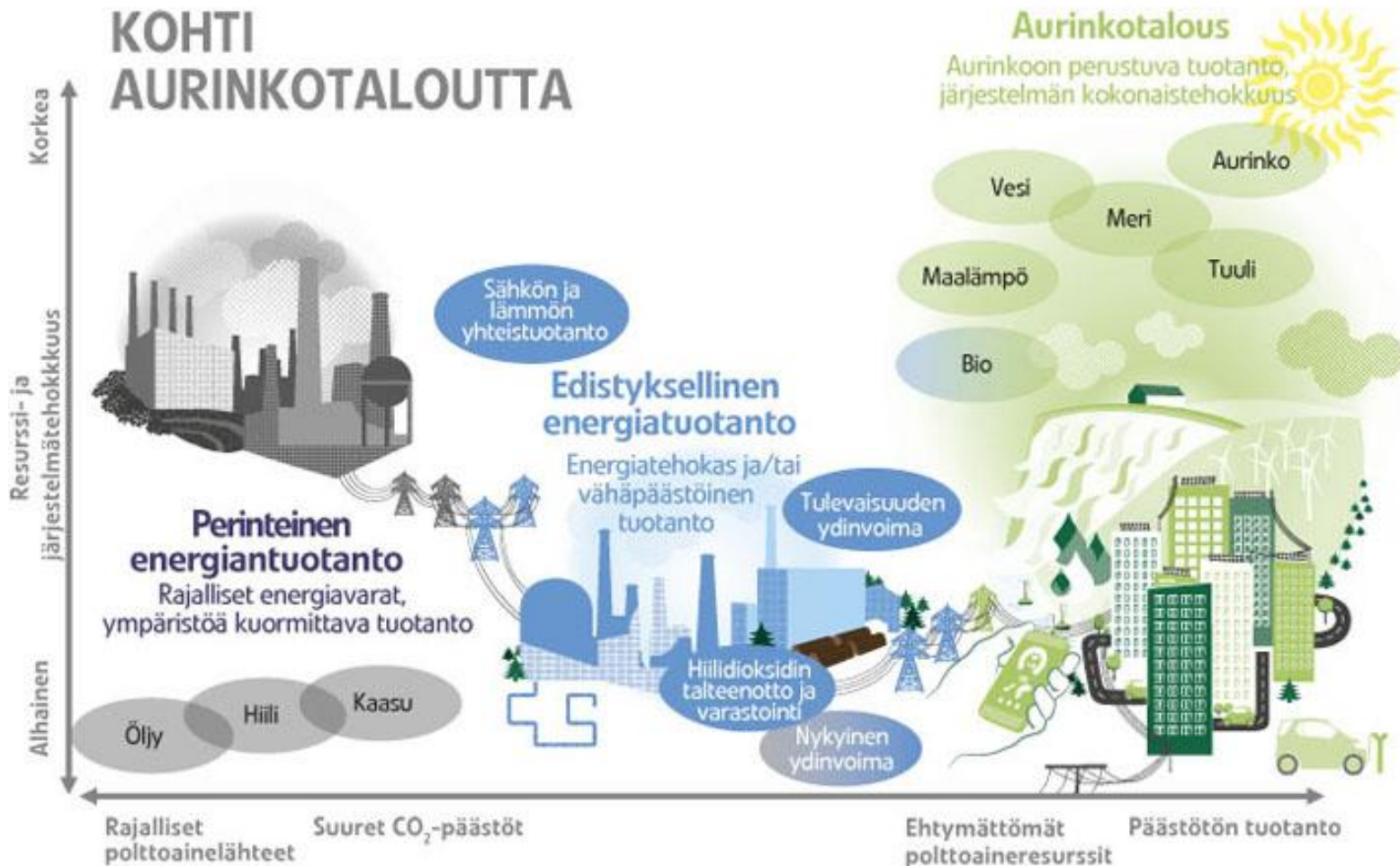
# Vihreä kasvu

- Finanssi- ja talouskriisin seurauksena huomattiin että tarvitsemme uudenlaista taloudellista kasvua.
- OECD Towards Green Growth: 25.5.2011: puhtaampi, vähähiilinen talous voidaan sovittaa yhteen talouskasvun kanssa.
- Vihreä kasvu tarkoittaa talouskasvun suuntaamista niin että varmistetaan hyvinvointimme perustan muodostavien luonnonvarojen ja ympäristöpalvelujen saanti myös jatkossa.
- EEA 25.11.2011: Euroopan unionissa 10 000 suurinta ilmansaastuttajaa aiheutti kansalaisille jopa 169 miljardin euron kustannukset vuonna 2009, josta hiilidioksidipäästöjen osuus oli 63 miljardia euroa. "We cannot afford to ignore these issues".
- Tavoitteena on entistä korostuneemmin nykyisen hyvinvointimme turvaaminen myös tulevaisuudessa.

# Fortumin visio ja strategia

- Fortumin näkemyksen mukaan tulevaisuuden energiajärjestelmä perustuu aurinkotalouteen.
- Fortumin pitkän aikavälin tavoitteena on olla hiilidioksidipäästötön sähkö- ja lämpöyhtiö.
- Fortumin strategia: Fortumin toiminnan tarkoitus on tuottaa energiaa, joka edesauttaa nykyisten ja tulevien sukupolvien elämää. Tarjoamme kestäviä ratkaisuja, jotka auttavat vähentämään päästöjä, tehostamaan resurssien käyttöä ja varmistamaan energian saatavuuden – samalla tuotamme merkittävää lisäarvoa osakkeenomistajillemme. Fortum haluaa olla edelläkävijänä kehittämässä tulevaisuuden energiajärjestelmää – aurinkotaloutta.

# Kohti aurinkotaloutta



# Tavoitteita ja toteutumisia

- Sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-ominaispäästö EU:ssa kilowattituntia kohden viiden vuoden keskiarvona <80 g/kWh; Toteutuminen 67 g/kWh.
- Energian kokonaistuotannon (sähkö ja lämpö) CO<sub>2</sub>-ominaispäästö kilowattituntia kohden viiden vuoden keskiarvona <200 g/kWh; Toteutuminen 169 g/kWh.
- Kokonaishyötysuhde polttoaineiden käytössä viiden vuoden keskiarvona >70 %: Toteutuminen 68,3 %.

Lisähuomiot vuodelle 2011: (1) Päästöt vuonna 2011 olivat 88g/kWh. Liukuva 5 vuoden keskiarvo on hieman alle vuoden 2010 keskiarvon 69 g/kWh. (2) Päästöt vuonna 2011 olivat 192 g/kWh Q1:n korkeiden päästöjen seurauksena. Liukuva 5 vuoden keskiarvo ylittää vuoden 2010 keskiarvon 157 g/kWh. (3) Hyötysuhde vuonna 2011 oli 67,1 %. Liukuva 5 vuoden keskiarvo on alle vuoden 2010 keskiarvon 69,4 %.

# Fortumin ympäristövastuun tunnuslukuja

	2011	2010	2009
Hiilidioksidipäästöt, miljoonaa tonnia CO <sub>2</sub>	23,5	25,3	21,8
Rikkidioksidipäästöt, tonnia SO <sub>2</sub>	24 900	20 700	14 600
Typenoksidien päästöt, tonnia NO <sub>x</sub>	36 000	36 700	31 400
Hiukkaspäästöt, tonnia	16 600	16 800	10 600
ISO 14001 -sertifioidut toiminnot, %	95	86	87
Sähköntuotannon CO <sub>2</sub> -ominaispäästöt, g/kWh	192	189	155
5 vuoden keskiarvo EU:n alueella, g/kWh	67	69	59
Lämmöntuotannon CO <sub>2</sub> -ominaispäästöt, g/kWh	191	213	205
Energian tuotannon CO <sub>2</sub> -ominaispäästöt, g/kWh	192	196	172
CO <sub>2</sub> -päästöttömän sähköntuotannon osuus, %	65	66	69
Uusiutuvan energian osuus sähköntuotannossa, %	31	35	36
Uusiutuvan energian osuus lämmöntuotannossa, %	16	18	17
Primäärienergian kulutus, TWh	157	166	152
Kipsin hyötykäyttö, %	89	92	91
Tuhkan hyötykäyttö, %	52	59	65
Ympäristöluparikkomukset	20	21	17
Vedenkäyttö, miljoonaa m <sup>3</sup>	3 850	3 860	2 460
Lämpökuorma vesistöön, TWh	21	23	20

# Kohti hiiliniukkaa yhteiskuntaa

- Fortumin sähköntuotantokapasiteetista 65 % oli CO<sub>2</sub>-päästötöntä vuonna 2011. CO<sub>2</sub>-päästötön sähkö tuotetaan vesivoimalaitoksissa, ydinvoimalaitoksissa, tuulivoimaloissa sekä bioenergiaan perustuvissa sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa (Combined Heat and Power, CHP).
- Tavoitteena on CO<sub>2</sub>-päästöttömän energiantuotannon lisääminen. EU:n alueella CO<sub>2</sub>-päästöttömän sähköntuotannon osuus on 85 %. Venäjällä sähköntuotanto perustuu kokonaan fossiilisiin polttoaineisiin.
- CHP:llä saavutetaan jopa 90 % kokonaishyötysuhde. CHP:n osuus Fortumin sähköntuotannossa oli 29 % ja lämmöntuotannossa 71 % vuonna 2011 .

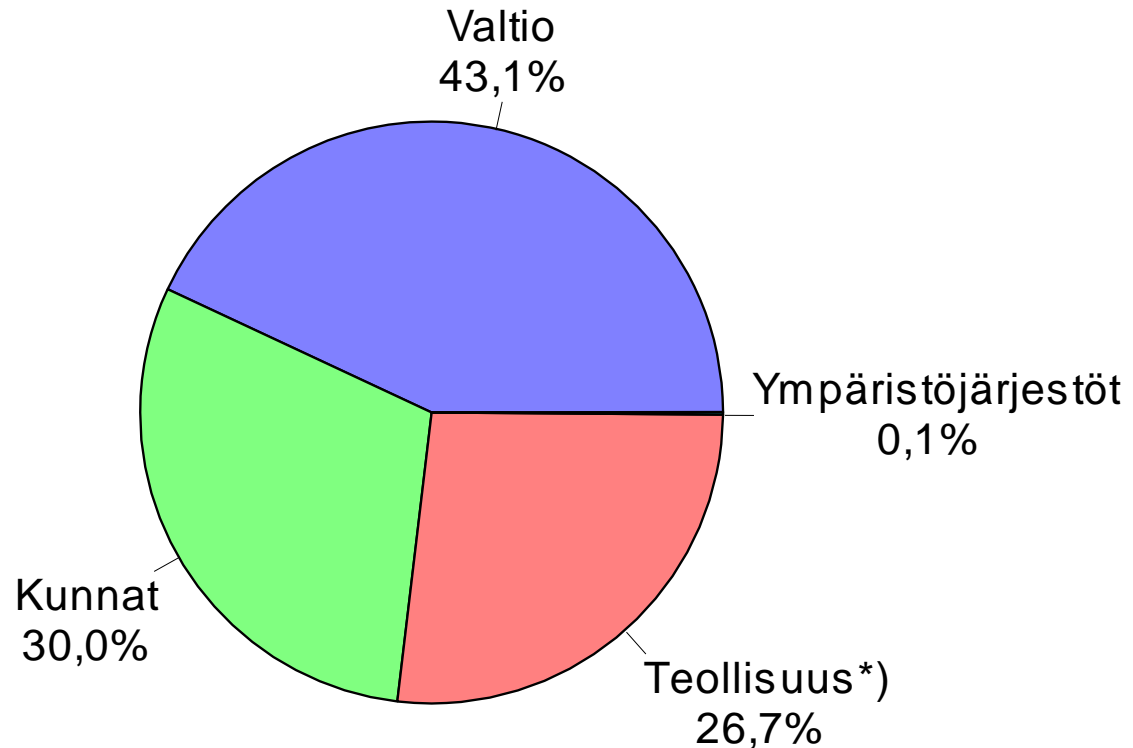
# Aurinkotalous

- Aurinkotaloudessa hyödynnetään useita energianlähteitä ja teknologioita. Auringon energiaa hyödynnetään joko suoraan aurinkosähköinä tai -lämpönä tai epäsuorasti vesi-, valtameri-, tuuli- ja bioenergiana tai maalämpönä.
- Fortum uskoo tulevaisuuden energiajärjestelmän perustuvan CO<sub>2</sub>-päästöttömään sähköntuotantoon ja energiatehokkuuteen. Fortum on viime vuosina syventänyt näkemystään tulevaisuuden energiajärjestelmästä - aurinkotaloudesta.
- Aurinkotalouteen siirtyminen muuttaa tulevaisuudessa energiantuotantoa ja -kulutusta sekä koko energiajärjestelmää. Fortumin näkemyksen mukaan aurinkotalouteen siirrytään vähitellen teknologian ja yhteiskunnan kehittyessä.



Tauko

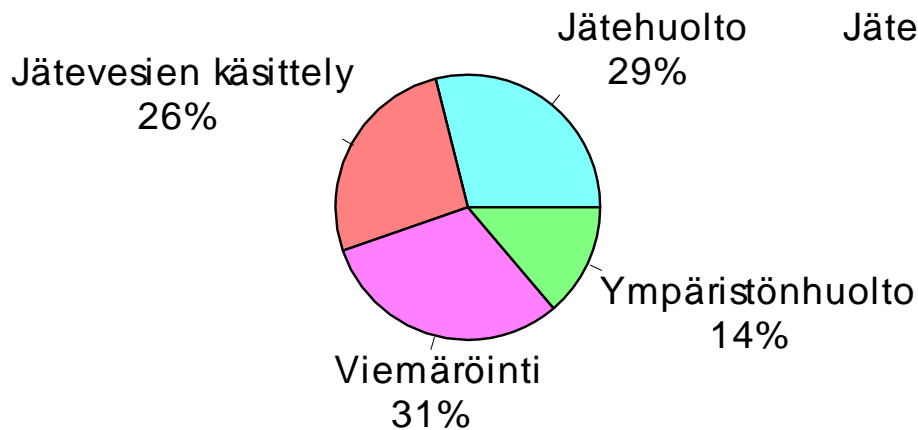
# Suomen ympäristömenojen jakaantuminen 2006



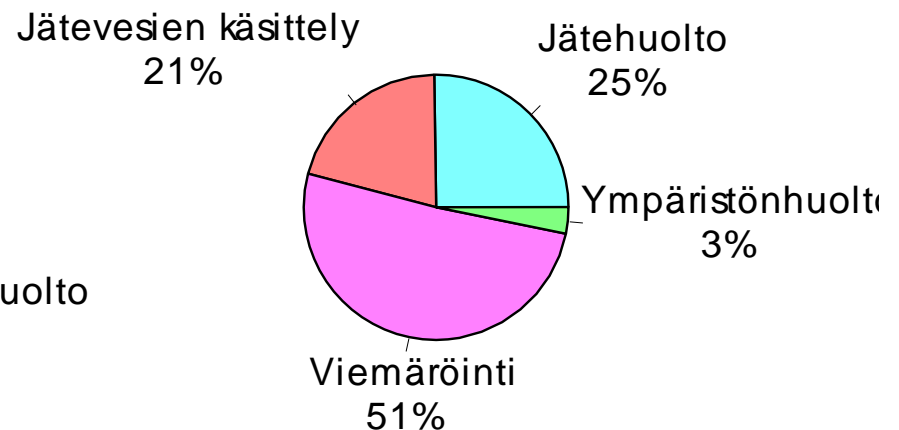
\*) = tiedot v uodelta 2004

# Kuntien ympäristömenojen jakautuminen vuonna 2006 (prosenttia)

Toimintamenot



Investoinnit



# Teollisuuden ympäristömenot

- Teollisuuden ympäristönsuojelumenu -tilastoa varten tarvittavat tiedot kerätään vuosittaisella, noin 2000 teollisuuden toimipaikalle lähetettävällä kyselyllä. Kysely koskee edellisenä vuonna toteutuneita ympäristönsuojelumenuja ja siihen on mahdollisuus vastata joko paperilomakkeella tai internetissä sähköisellä lomakkeella.
- Tilaston peruskehikon muodostavat Tilastokeskuksen yritys- ja toimipaikkarekisteriin perustuvassa tietokannassa vähintään yhden henkilön yritykset, joiden toimialana on kaivos- ja kaivannaistoiminta, teollinen valmistus, energiahuolto tai veden puhdistus ja jakelu.

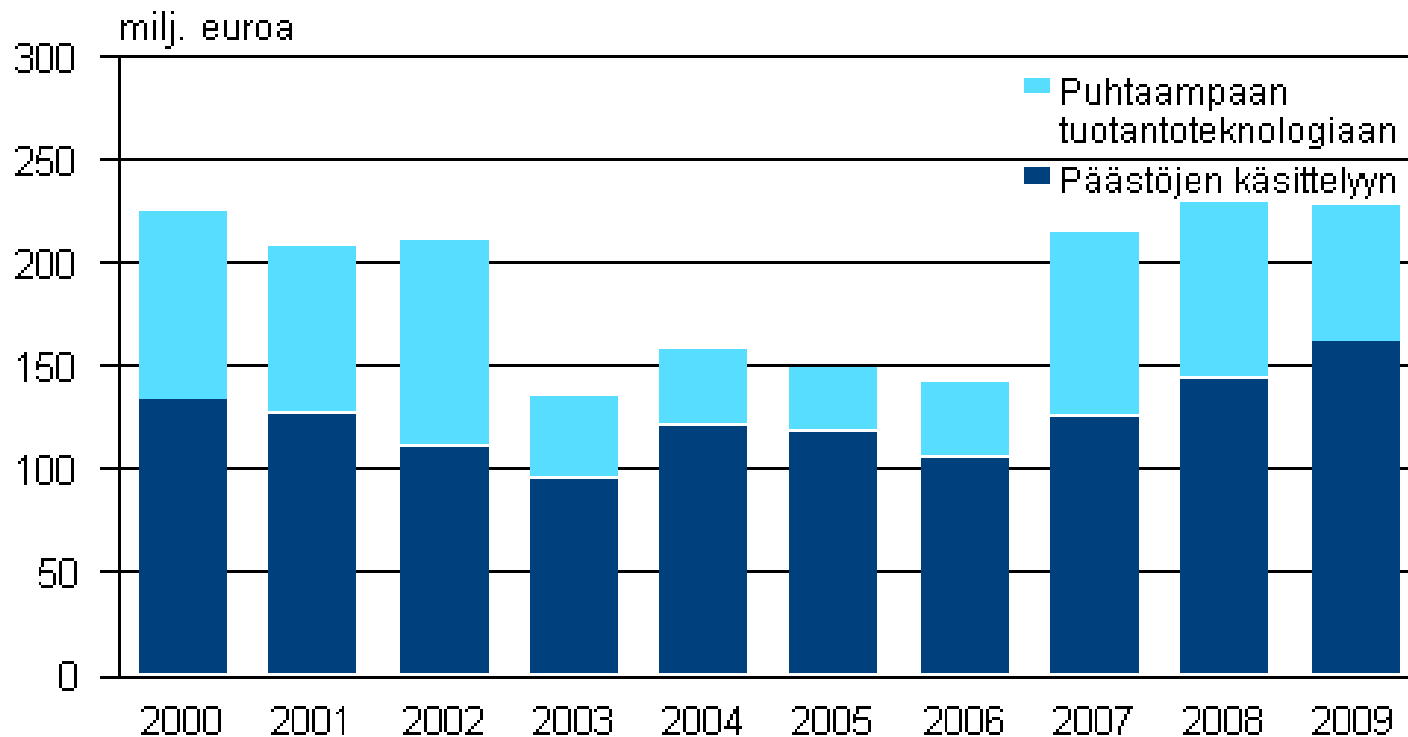
# Otanta-asetelma

- Otantakehikosta sisällytetään kyselyyn kaikki vähintään 250 henkilöä työllistävät yritykset. Alle 250 henkilön yrityksistä tehdään ositettu otanta (ryväсотanta PPS-poiminnalla), jossa apumuuttujana käytetään bruttoarvoa. Kyselyssä saatu vastausaineisto korotetaan koskemaan koko teollista toimintaa Suomessa ottamalla huomioon käytetty otanta-asetelma sekä vastauskato.
- Otantapohjaisuudesta johtuen tuloksiin liittyy aina tilastollisia epävarmuustekijöitä. Käytetyllä otanta-asetelmalla kuitenkin pyritään siihen, että suurten teollisuusyritysten ympäristönsuojelumenot, jotka ovat merkittävimpiä, saadaan kattavasti ja luotettavammin tilastointiin.
- Noin 2000 toimipaikalle lähetetyn kyselyn vastausprosentti on viime vuosina ollut 80-90 %. Vastaukset tarkistetaan Tilastokeskuksessa mittausvirheiden minimoimiseksi. Vastauskato otetaan huomioon korotettaessa aineisto koskemaan koko teollista toimintaa Suomessa.

# Tulokset – ympäristö- investoinnit teollisuuden aloittain

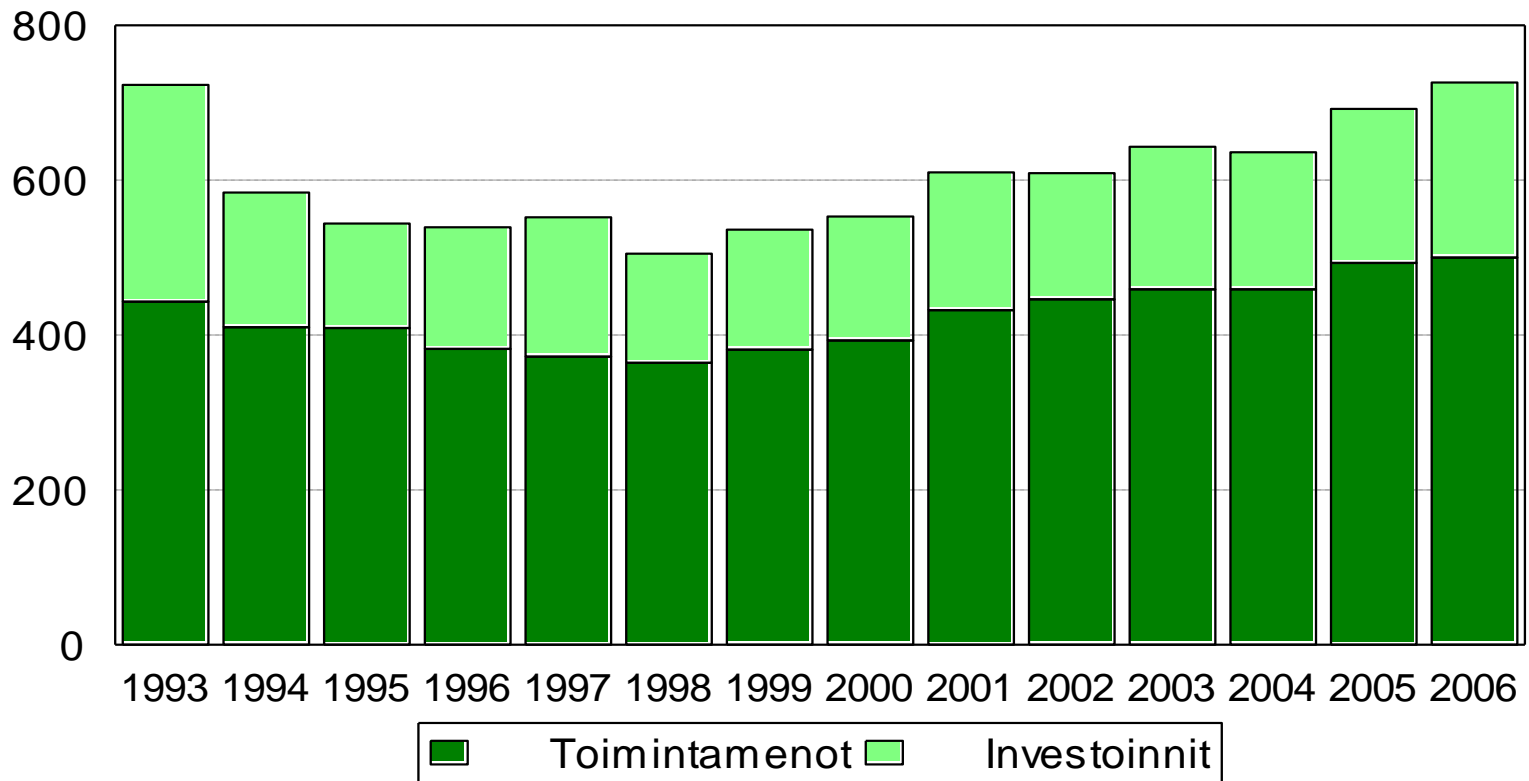
	2008	2009
	1000 €	
Energia- ja vesihuolto	38 692	28 841
Metsäteollisuus	67 505	26 934
Kemian- ja mineraaliteollisuus	59 724	39 165
Metalliteollisuus	36 880	60 637
Muu teollisuus <sup>1)</sup>	26 255	72 057
Yhteensä	229 059	227 635

# Teollisuuden ympäristönsuojelu- investoinnit 2000-2009



Lähde: Teollisuuden ympäristönsuojelumenot 2009, Tilastokeskus

# Kuntien ja kuntayhtymien ympäristömenojen kehitys 1993-2006 (miljoonaa euroa)

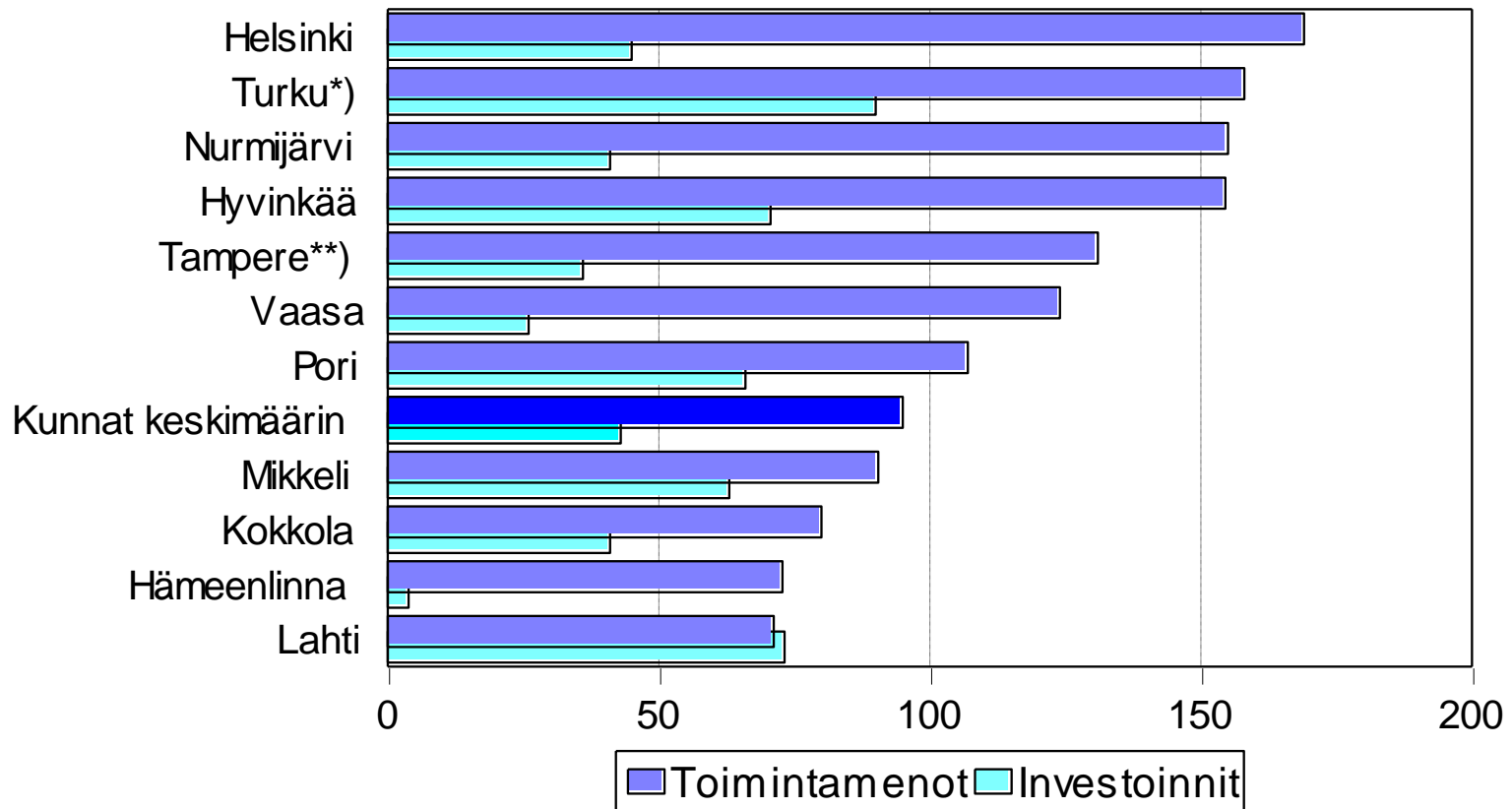




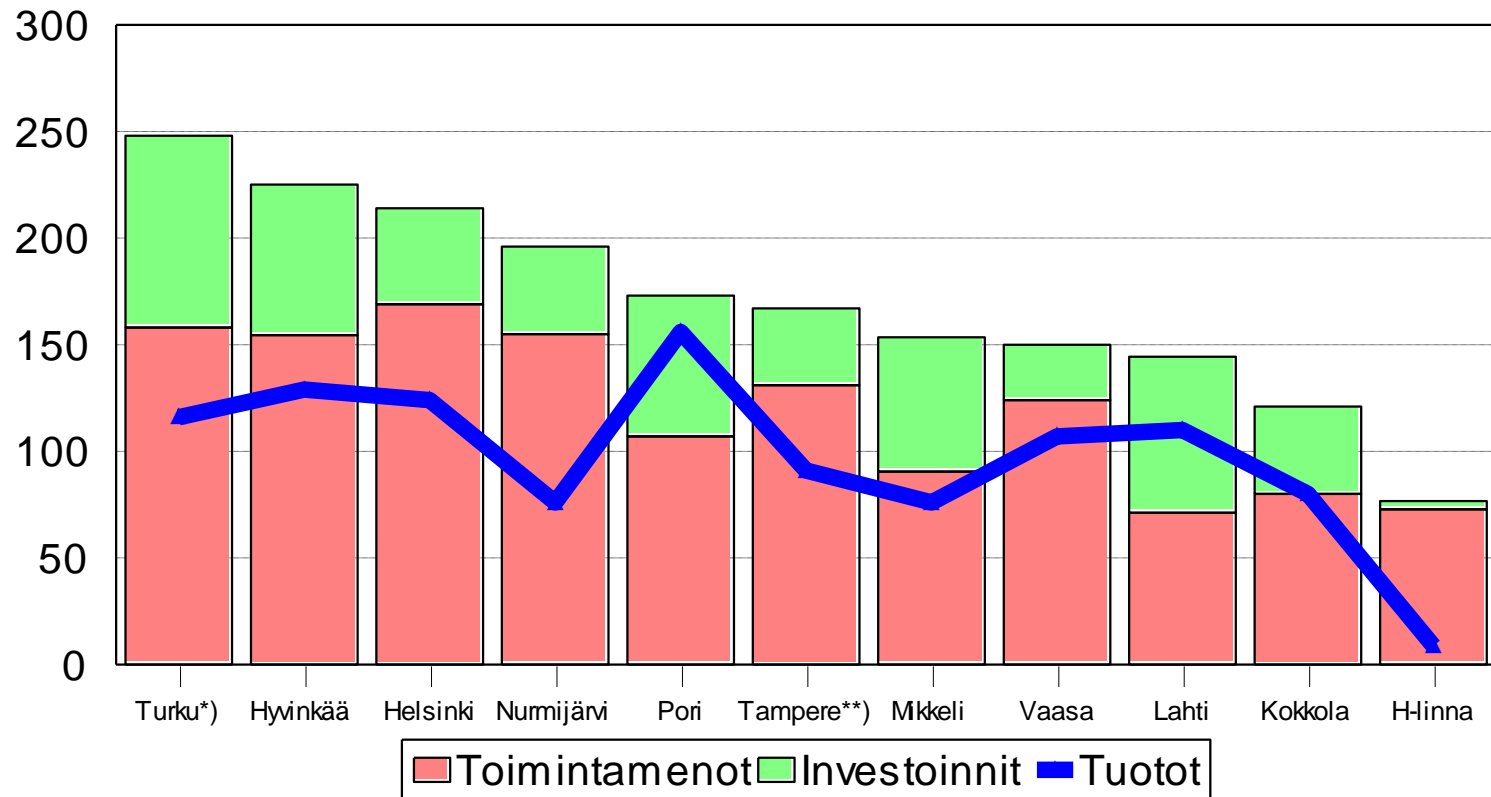
# Kuntien ja kuntayhtymien ympäristön- suojelumenoja (miljoonaa euroa)

	2003	2004	2005	2006*)
Jätehuolto				
Investoinnit	21	26	42	57
Toimintamenot	129	125	144	144
Jätevesien käsittely				
Investoinnit	46	43	44	47
Toimintamenot	125	128	131	132
Viemäröinti				
Investoinnit	111	104	107	115
Toimintamenot	147	149	153	155
Ympäristönhuolto				
Investoinnit	6	4	6	7
Toimintamenot	58	57	65	69
<b>Yhteensä</b>	<b>643</b>	<b>636</b>	<b>689</b>	<b>726</b>
<b><i>Investoinnit</i></b>	<b><i>184</i></b>	<b><i>177</i></b>	<b><i>196</i></b>	<b><i>226</i></b>
<b><i>Toimintamenot</i></b>	<b><i>459</i></b>	<b><i>459</i></b>	<b><i>493</i></b>	<b><i>500</i></b>

# Eräiden kuntien ympäristön- suojelun toimintamenot ja -investoinnit 2006 (euroa/asukas)



# Ympäristömenot ja -tuotot eräissä kunnissa 2006 (euroa/asukas)



# Kuntasektorin ympäristömenojen tilastointi

- Tavoitteena laatia luotettavia tilastoja julkisen sektorin ympäristömenoista hyödyntäen mahdollisuuksien mukaan nykyisiä tietojärjestelmiä
- Tähän asti kuntasektorin ympäristömenot on tuotettu kuntien taloustilastoaineistosta
- Luokittelu on karkea ja osa menoista jää huomioimatta
- Tarve tarkentaa tilastoinnin tarkkuutta ja luotettavuutta

# Valtakunnan metsien inventoinnit (VMI)

VMI on metsien ja metsävarojen seurantajärjestelmä, joka tuottaa tietoa alueittaisista ja koko maan :

- metsävaroista - puuston määrästä, kasvusta ja laadusta, maankäytöstä ja metsien omistussuhteista,
- metsien terveydentilasta,
- metsien monimuotoisuudesta ja
- metsien hiilivaroista ja niiden muutoksista.

Suomen metsien inventoinnit muodostavat aikasarjan metsien kehityksestä: ensimmäinen valtakunnan metsien inventointi tehtiin jo 1920-luvulla (VMI1 1921-1924). Tämä inventointi oli ensimmäisiä tilastolliseen otantaan pohjautuvia inventointeja maailmassa. Inventoinnit ovat toistuneet säännöllisin, noin 5-10 vuoden välein. Parhaillaan on menossa VMI (2009-2013).

# VMI

VMI:n tuottamat metsävaratiedot perustuvat monipuolisiin maastomittauksiin. Ensimmäisissä inventoinneissa käytettiin linja-arviointia mutta myöhemmissä inventoinneissa siirryttiin systemaattiseen koealaotantaan. Mittaukset tehdään ryppäinä sijaitsevilla maastokoealoilla, ja koealarypäistä muodostuva säännöllinen verkko kattaa koko Suomen.

VMI:n maastomittausten perusteella tulokset saadaan luotettavasti koko maalle ja suuralueille (yli 200 000 ha), mm. metsäkeskuksille.

Pienempiä alueita varten 80-luvun lopussa alettiin kehittää satelliitti-kuvapohjaista monilähdeinventointia. Kun maastomittauksiin yhdistetään satelliittikuva ja muuta numeerista tietoa, tuloksia voidaan laskea entistä pienemmille alueille kuten kunnille tai muille pienalueille.

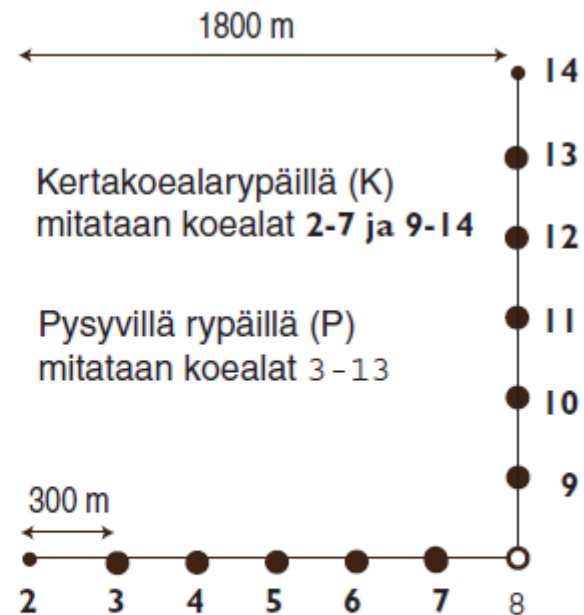
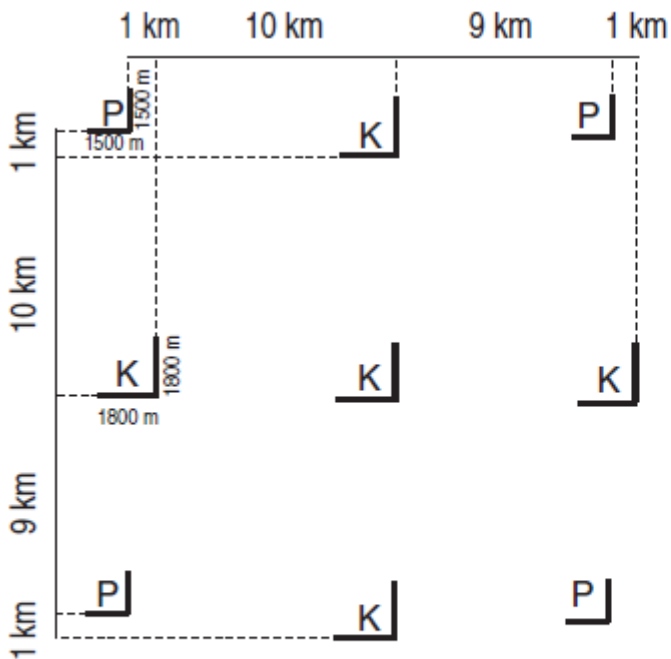
# Otanta-asetelmat

Alue	Kertarypäiden etäisyys	Rypään muoto	Koealojen etäisyys rypäessä	Koealojen lkm kertarypäessä (pysyvässä)
Ahvenanmaa	Ei päätetty	-	-	- (10)
<a href="#">Etelä-Suomi</a>	6 x 6 km	L	300m (250 m)	9 (10)
<a href="#">Väli-Suomi</a>	7 x 7 km		300 m	11 (14)
<a href="#">Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa</a>	7 x 7 km	L	300 m	9 (11)
<a href="#">Lappi ja Kuusamo</a>	10 x 10 km	L	300 m	12 (11)
Pohjois-Lappi	Ei päätetty	-	-	- (9)

VMI11:n otannassa koealat sijaitsevat systemaattisesti sijoitetuissa rypäissä. Ryväotannan asettelu – koealarypäiden etäisyys toisistaan, rypään muoto, koealojen määrä ja etäisyys yhdessä rypäessä – vaihtelee eri osissa maata metsien rakenteellisen vaihtelun ja tieverkoston tiheyden mukaan.

# Koealarypäiden sijoittelu

## – Lappi ja Kainuu



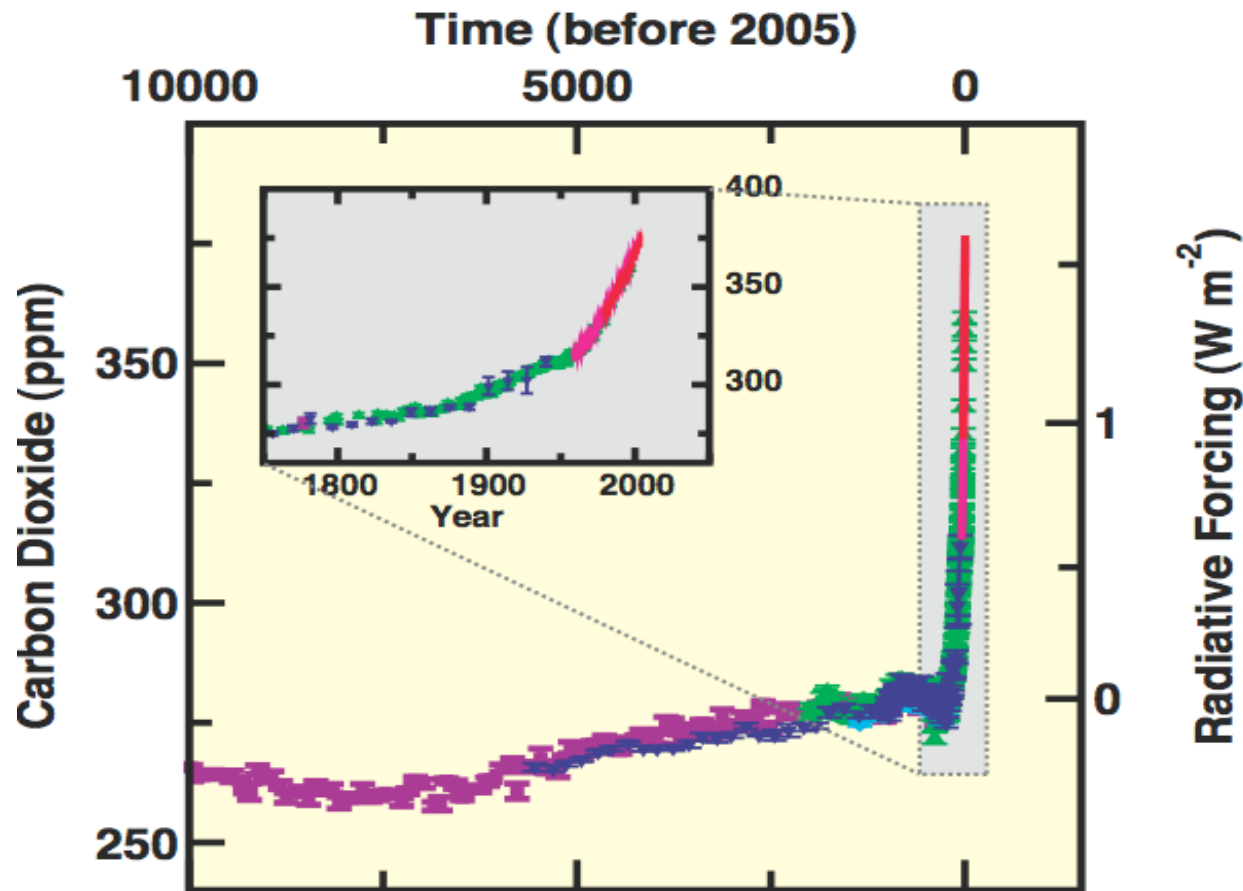
- Pysyvä ja kertakoeala
- Pysyvä koeala
- Kertakoeala



# Tilastoinnin kehittämishaasteet

- Kaikkien ympäristönsuojelusta aiheutuvien toimenpiteiden ja vastaavien menojen tunnistaminen
- Luotettavuuden lisääntyminen; kunnat voivat hyödyntää jatkossa ympäristöraportoinnin tietoja toimittaessaan tietoja kuntien taloustilastokeruuseen
- Kustannusvastaavuuden parempi tarkasteleminen; aiheuttaja maksaa periaate
- Kuntaliiton KUTU ja KUVA –projektit ovat auttaneet osaltaan tilastoinnin tarkentamisessa tulevaisuudessa

# Hiilidioksidin määrä ilmakehässä



Lähde: Ilmatieteen laitos.

Hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä viimeisten 10000 vuoden aikana (iso kuva) ja vuodesta 1750 (pieni kuva).

Jääkairauksiin perustuvat mittaukset värillisillä symboleilla ja ilmakehämittaukset punaisella viivalla.

# Ruudukkojen varianssien mukautus

$$(1) \quad SE^2 = \frac{\overline{s_i^2 r (1 - r)}}{1 + (n - 1)r} \quad (2) \quad \hat{S}^2 = \overline{s_i^2} \left[ \frac{1 + (n - 1)r}{n} \right] \quad (n \geq 1).$$

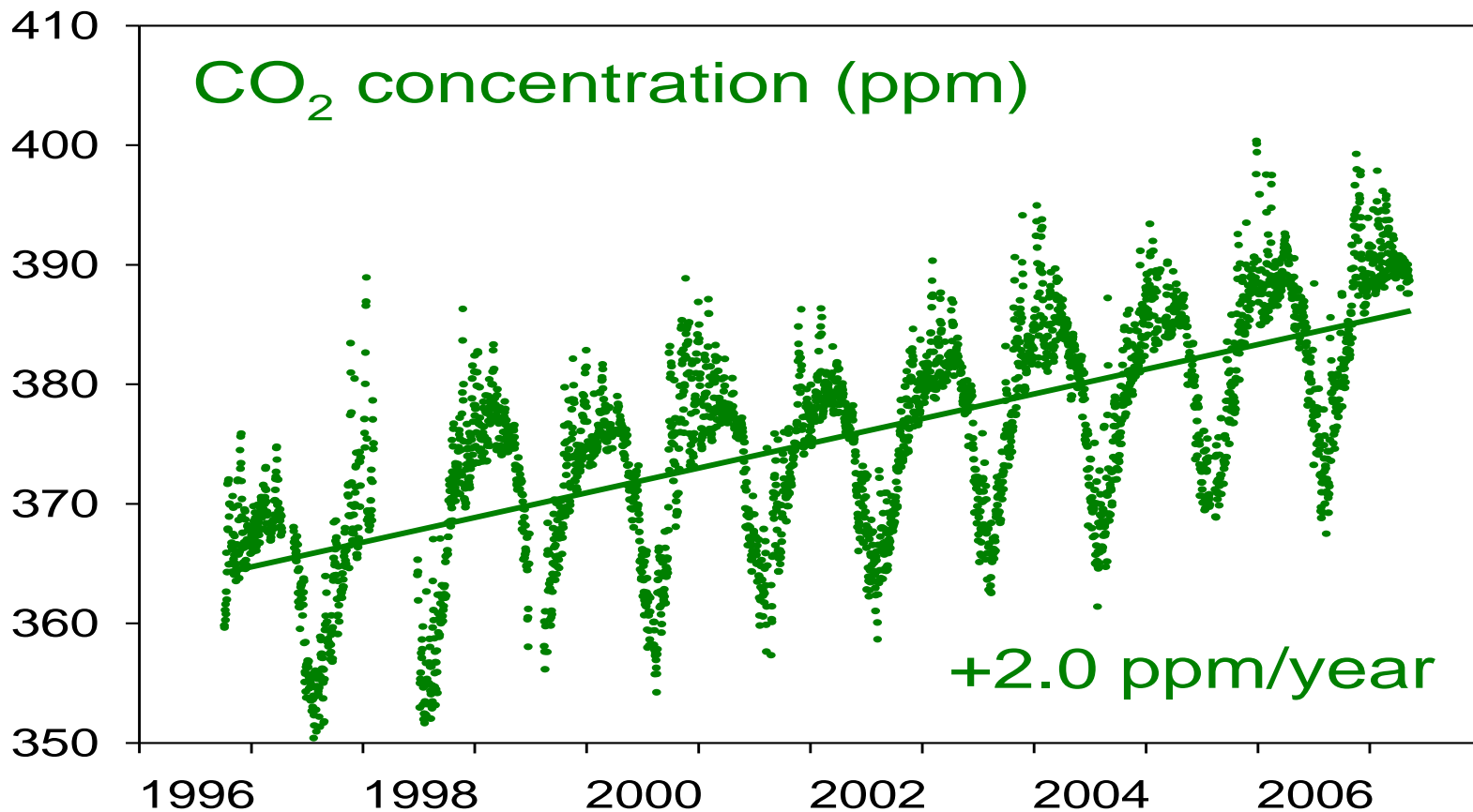
Tarkoituksena voittaa mittausasemien alueellinen hajautuminen ja mittausten epäsäännöllisyys.

Varianssin mukauttaminen on olennaisen tärkeää jos halutaan tarkastella kuukausittaisia ääriarvoja. Varianssia mukautetaan käyttäen 30-vuotisen Gaussin suotimen jäännöstermejä.

Yhtälö (1) yhdistää alueen keskimääräisen keskivirheen mittausasemien keskimääräiseen keskijakautumaan, keskimääräinen korrelaatio mittausasemien aika-sarjojen ja asemien lukumäärän välillä. Yhtälö (2) esittää alueellisen keskiarvon ja yksittäisten asemien välisen suhteen.

# CO<sub>2</sub>-pitoisuus Suomen Lapissa

Pallas GAW station



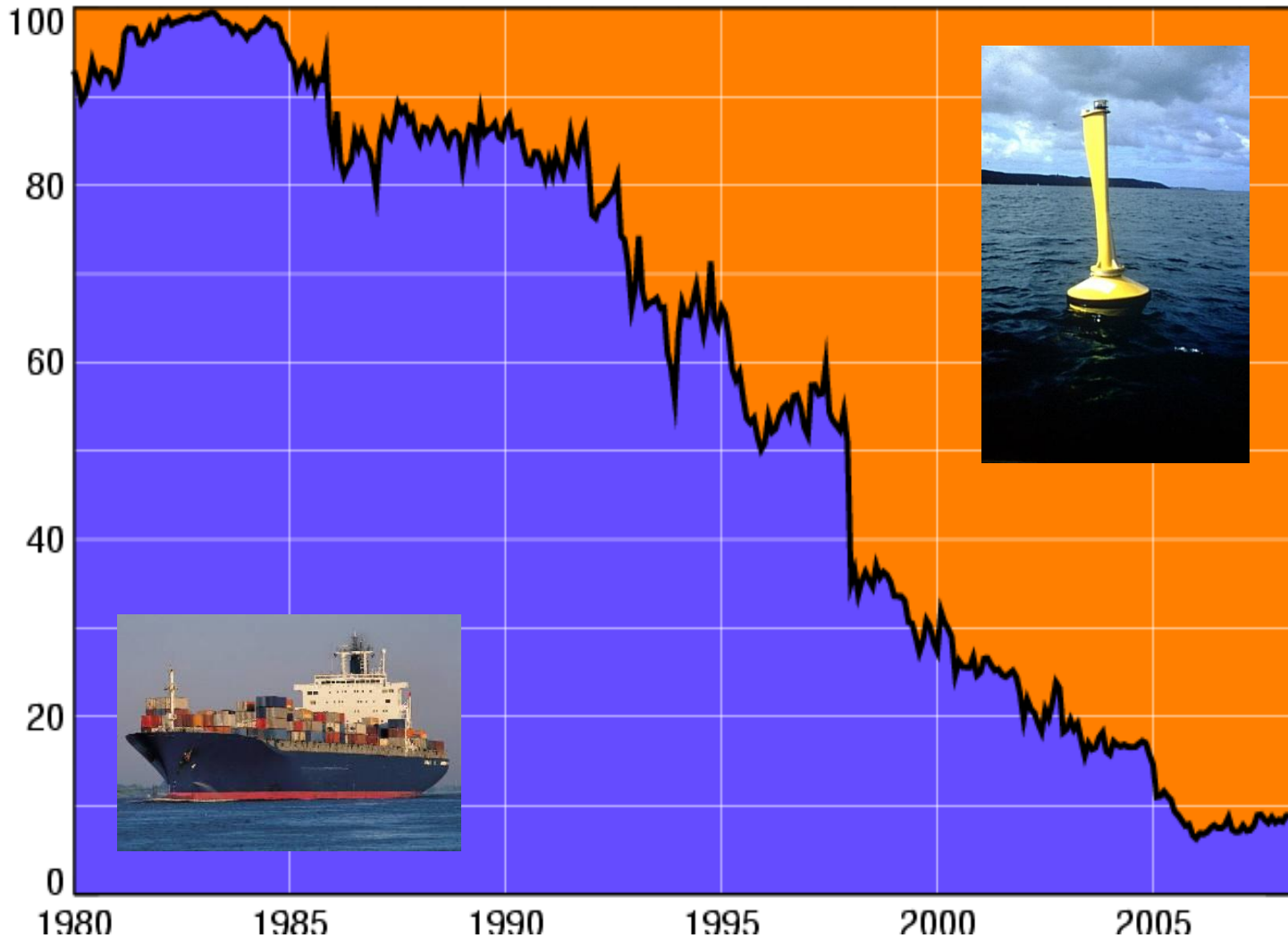
# Epävarmuuden lähteet

Homogeenisuus - yksittäisten paikkojen vaikutukset. Homogeenisuus on tarpeellinen oletus, jotta muutosten voidaan sanoa johtuvan ilmaston ja sään muutoksista.

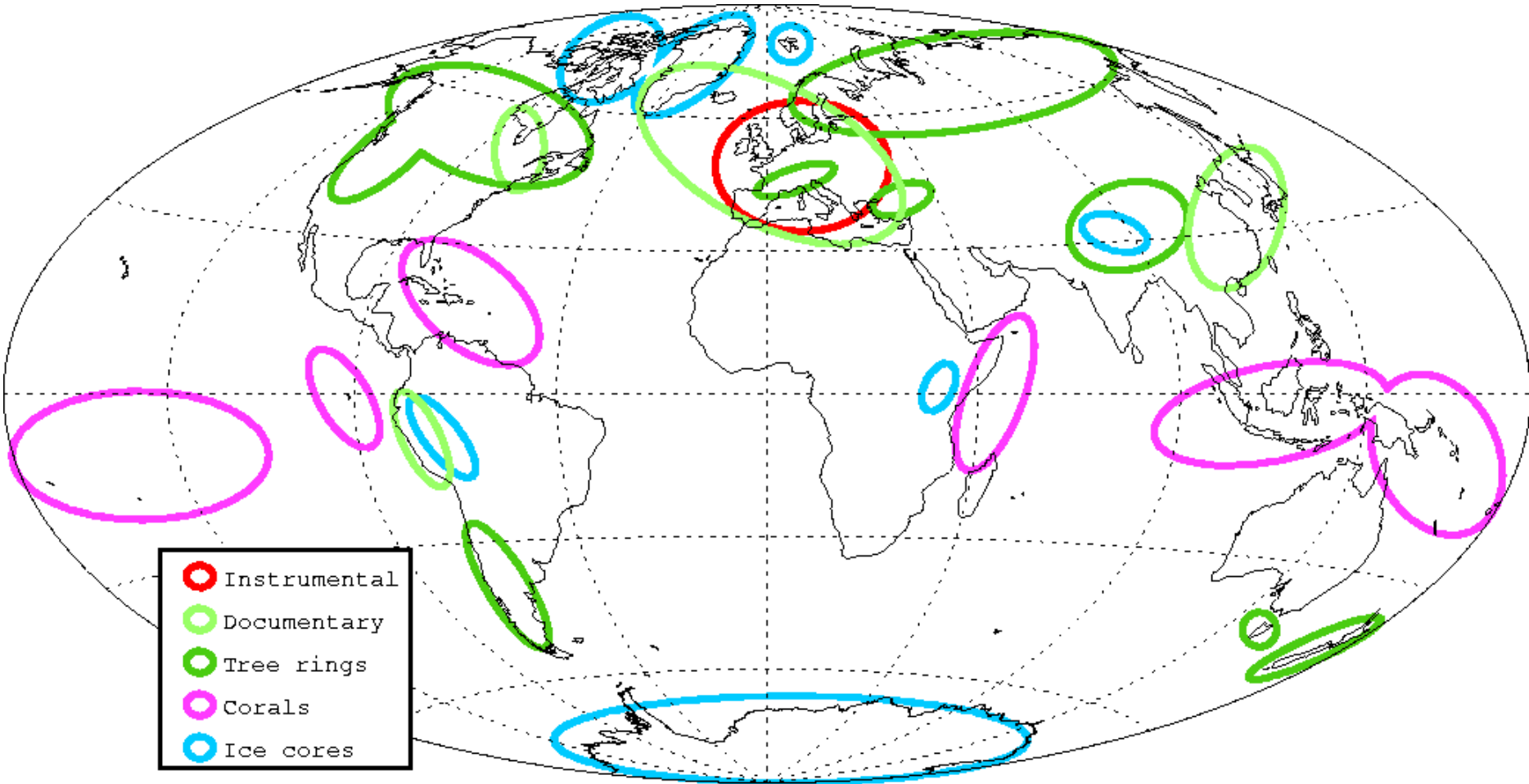
Harhaisuus - esim. Kaupungistuminen, mittauspisteiden muutokset, ämpäreiden muutokset.

Otanta - Puutteet otannan peittävydessä historiallisissa aikasarjoissa.

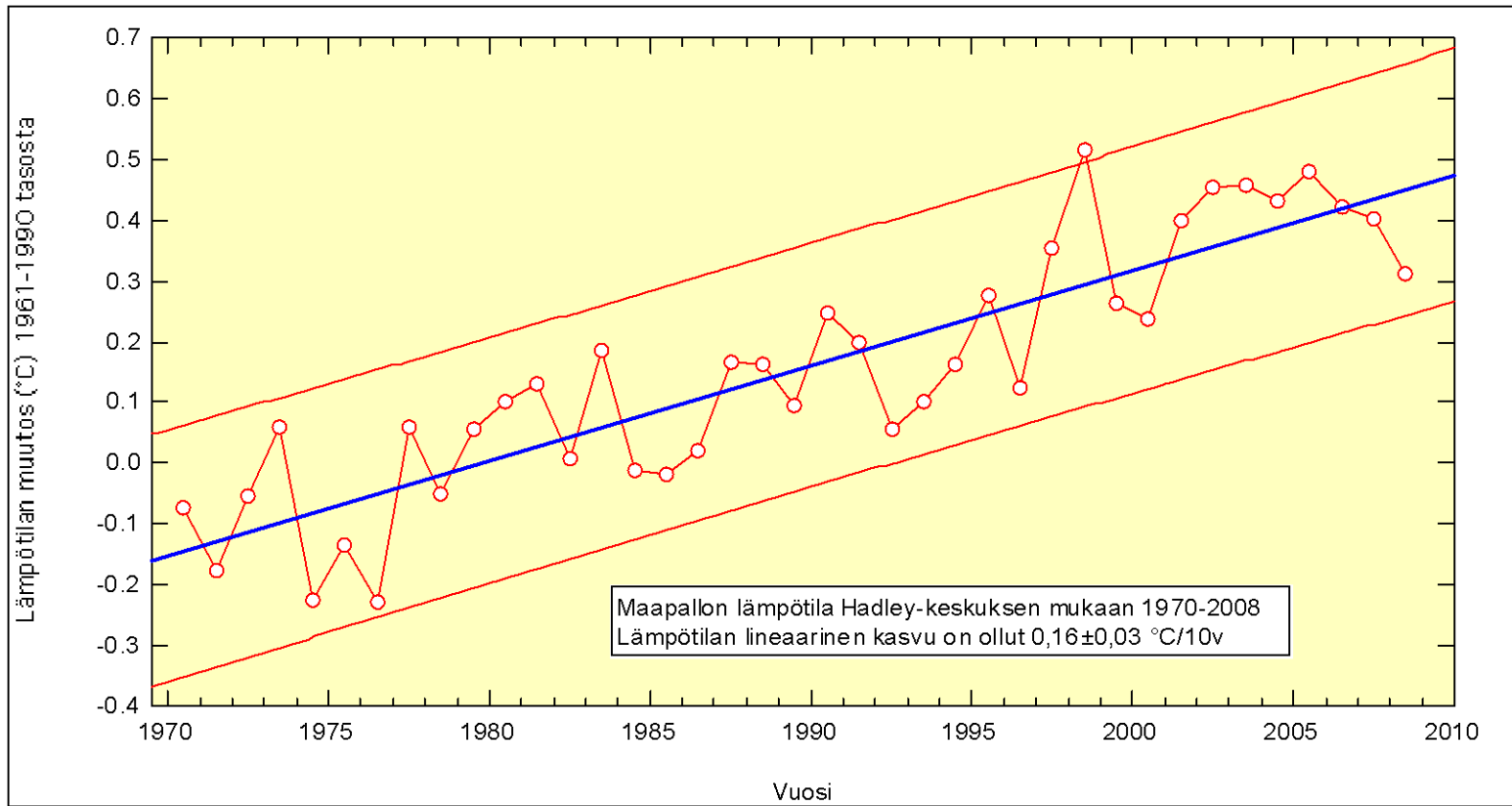
# Meriveden lämpötilan mittaustapojen muutos



# Tietolähteet ennen 1800-lukua

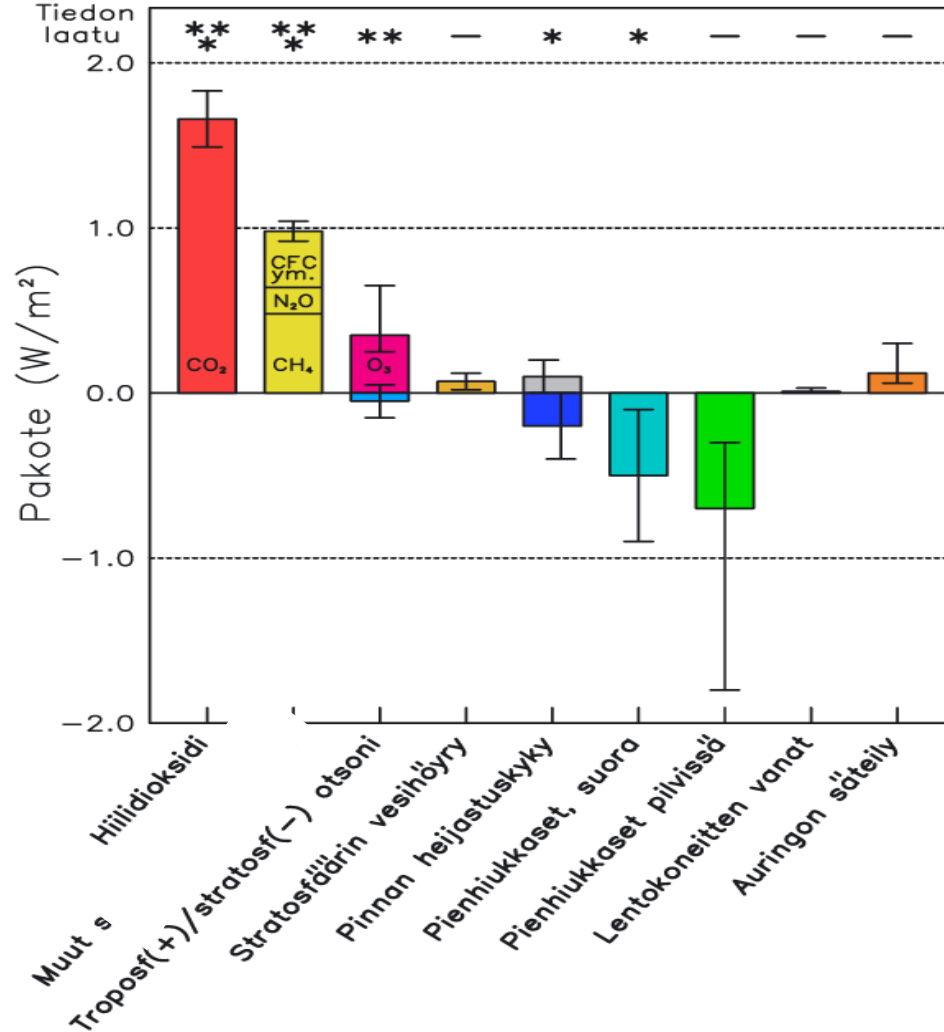


# Maapallon lämpötilan kehitys 1970-2008



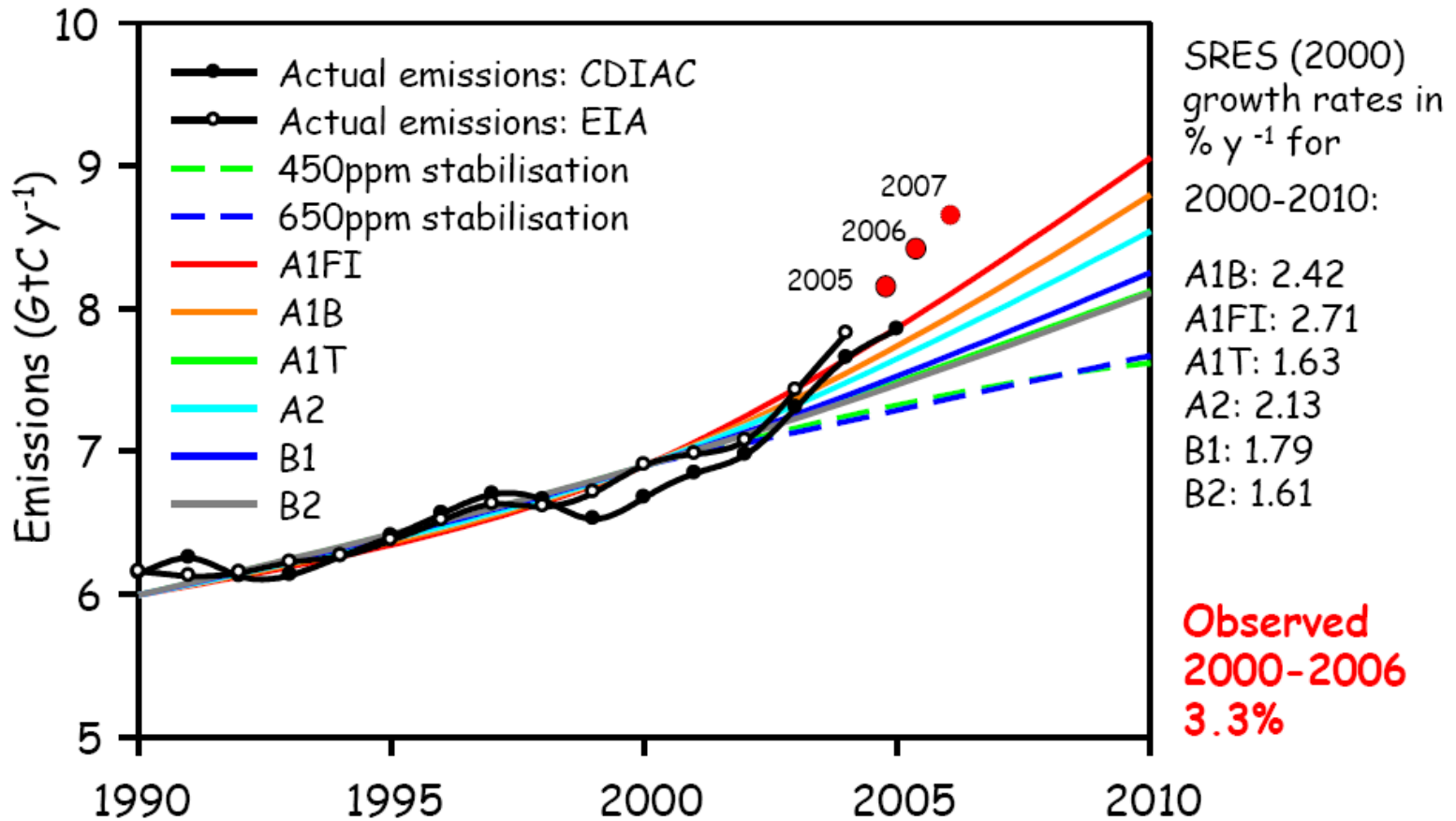


# Ilmasto muuttavat tekijät = säteilypakote



Lähde: Ilmatieteen laitos.

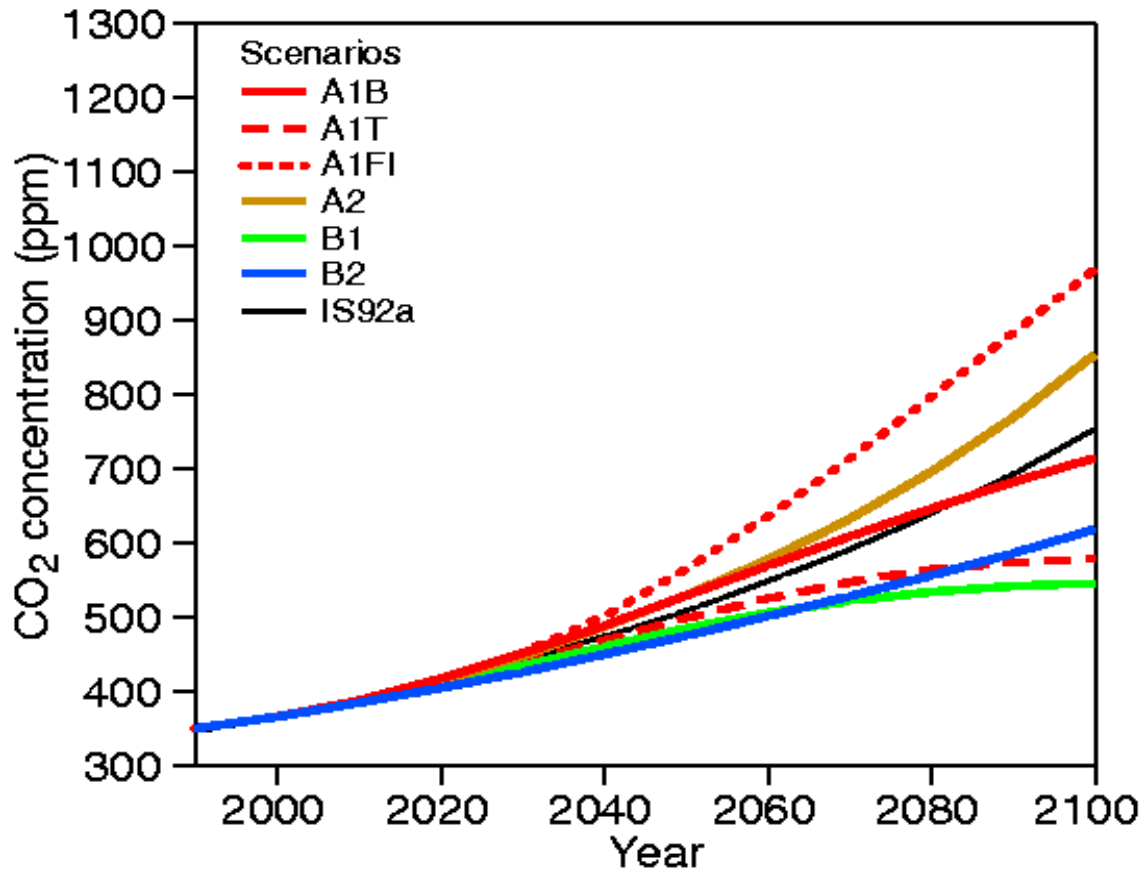
# Eri päästöskenaariot



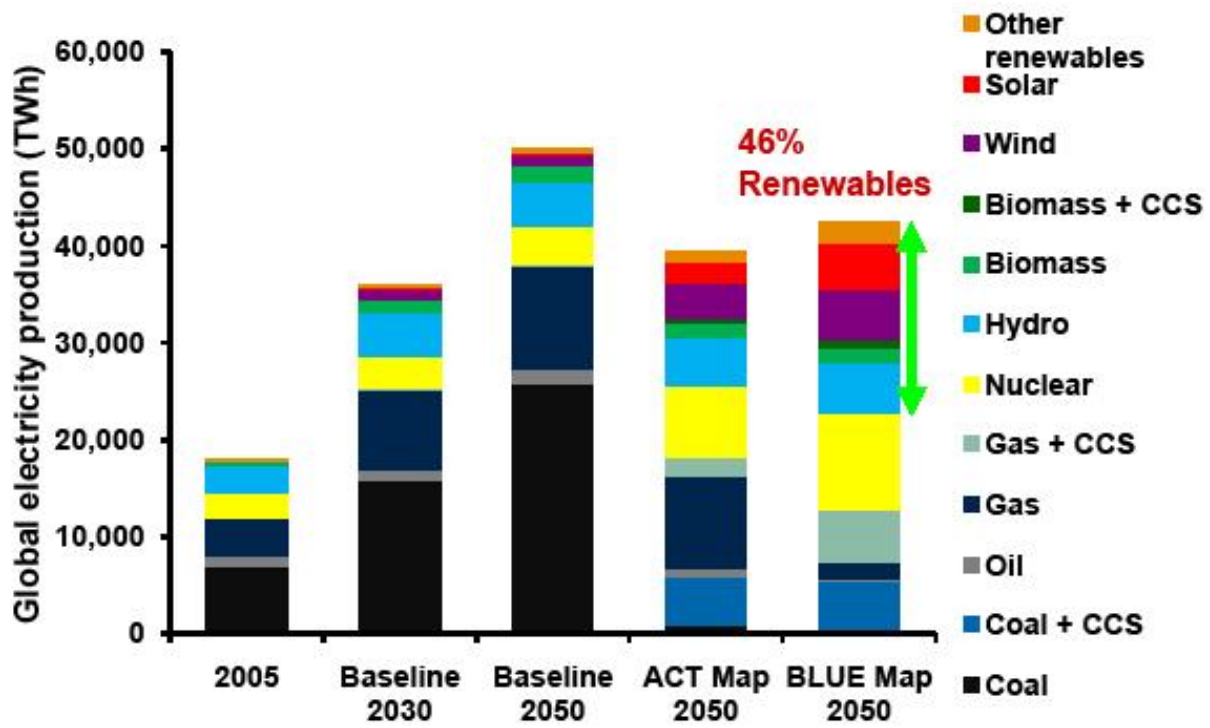
B2 on EU:n tavoite. 2000-2007 päästöt ylittäneet kaikki aiemmat arviot. Jos kehitys jatkuu edelleen, ilmastonmuutos etenee aiemmin arvioitua nopeammin.

Lähde: Ilmatieteen laitos.

# CO2 pitoisuudet

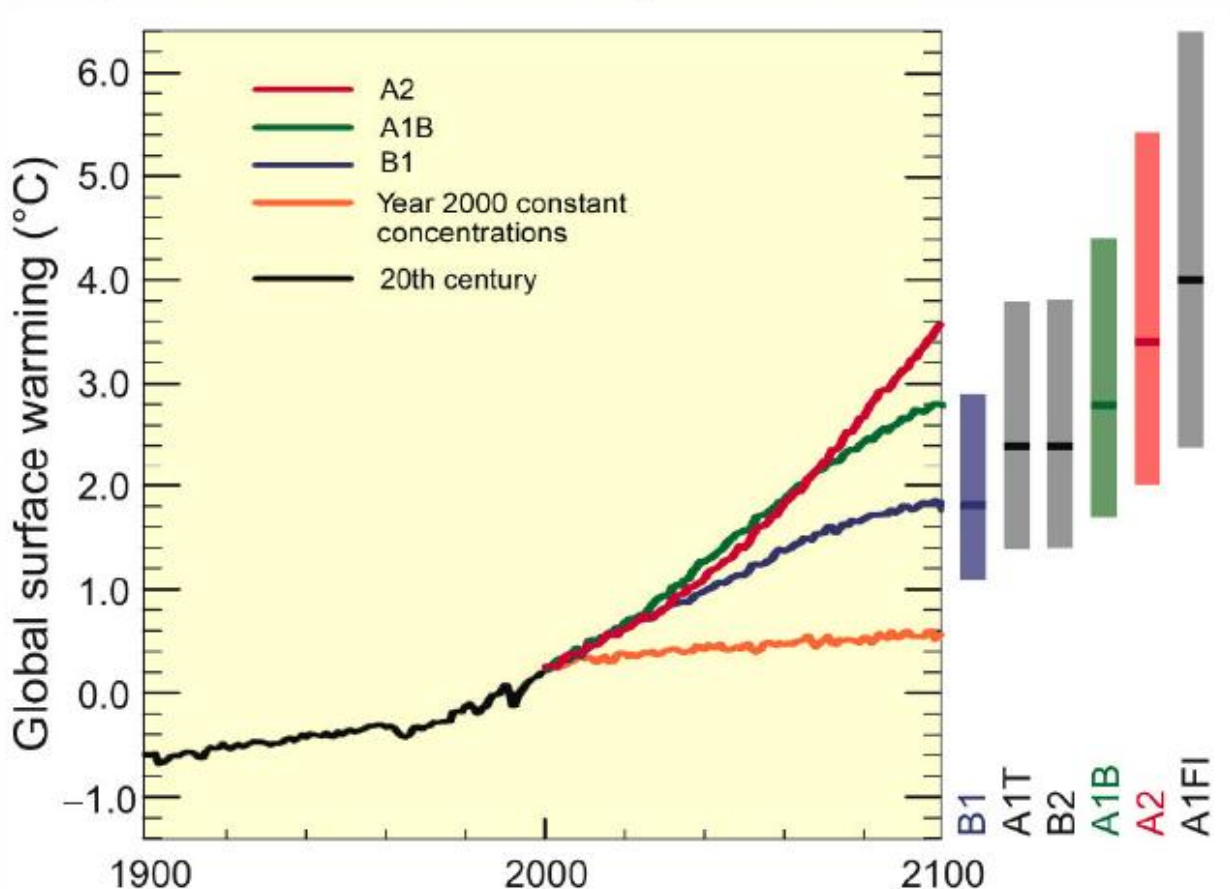


# Power Generation Mix



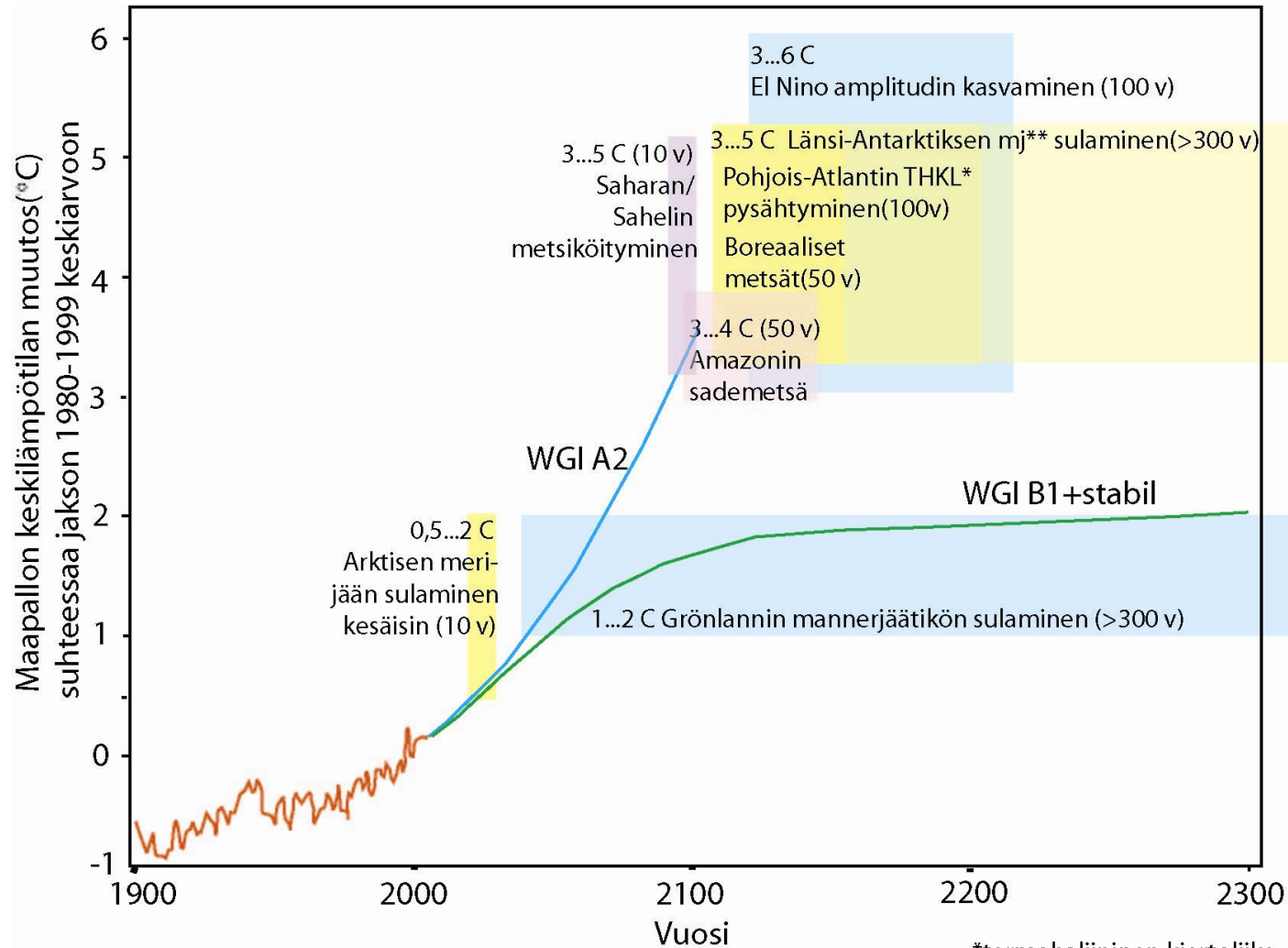
# Lämpötilan muutos eri skenaarioissa 1990-2095

Projections of surface temperatures



Lähde: Ilmatieteen laitos.

# Uhkakuvien mahdollisia raja-arvoja



\*termohaliininen kiertoliike

\*\*mannerjäätikkö

Lähde: Ilmatieteen laitos.

Seuraava luento 23.4. klo 15 !

Kiitos!

[Jukka.hoffren@helsinki.fi](mailto:Jukka.hoffren@helsinki.fi)