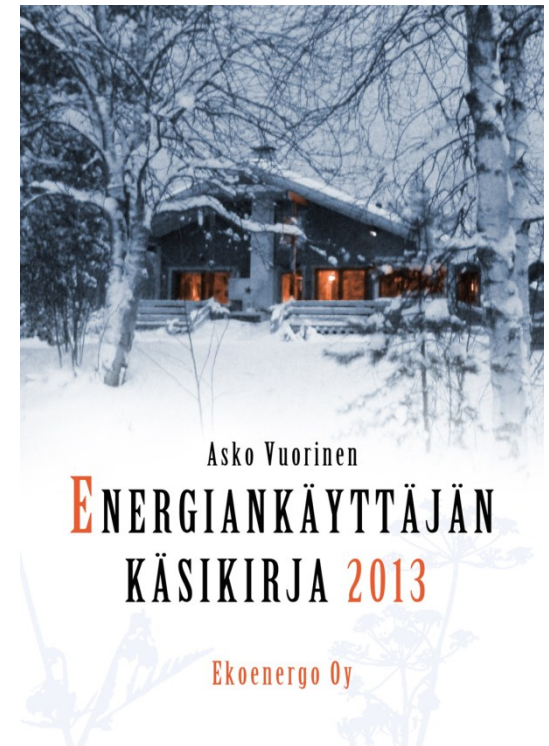


Luku 2

Sähköhuolto

Asko J. Vuorinen
Ekoenergo Oy

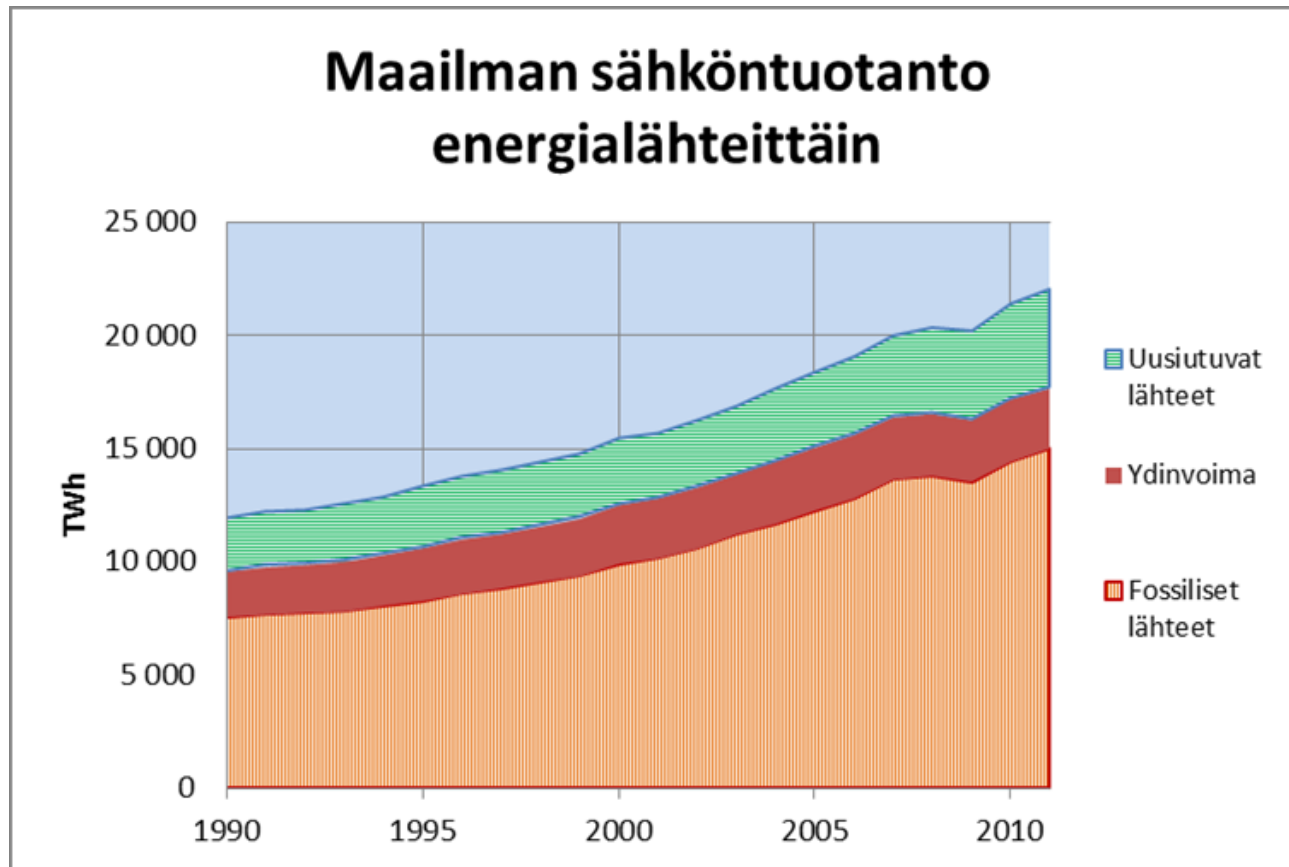
Pohjana:
Energiankäyttäjän käsikirja 2013



Sisältö

- Uusiutuvat lähteet
- Ydinvoima
- Fossiiliset sähköntuotantotavat
- Kustannukset
- Tulevaisuusnäkymät

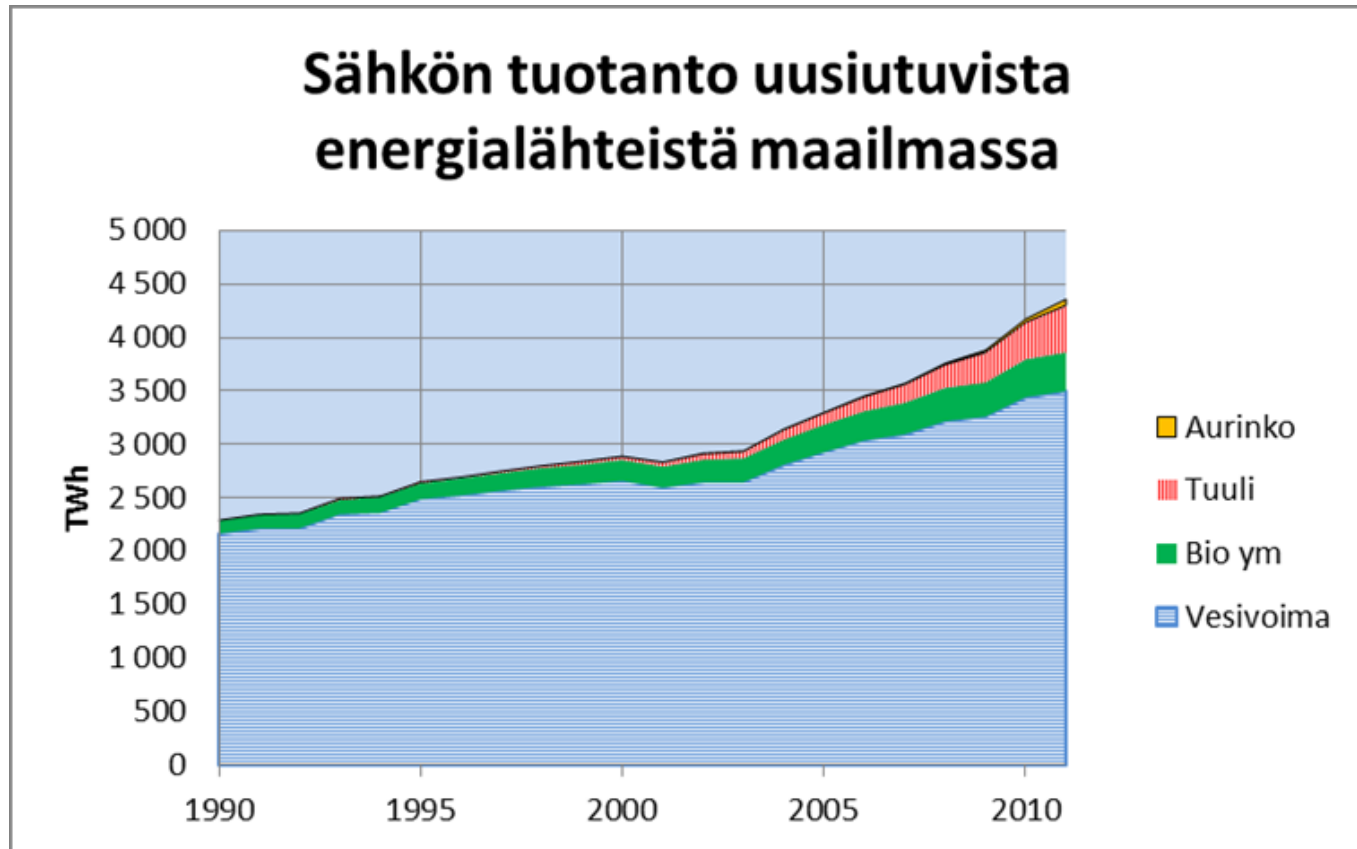
Maailman sähköntuotanto





SÄHKÖN TUOTANTO UUSITUVISTA ENERGIALÄHTEISTÄ

Sähkön tuotanto uusiutuvista lähteistä



Vesivoima



Vesivoiman tuotanto kasvaa tasaisesti

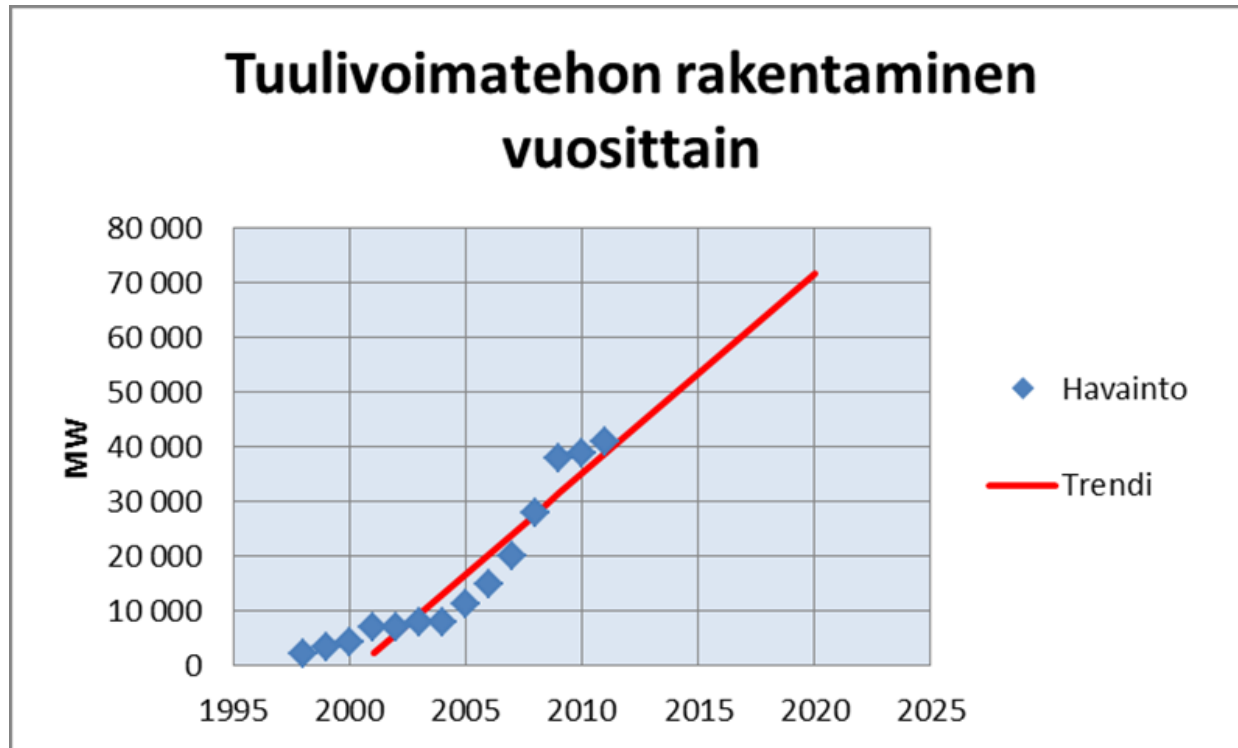


Tuulivoima



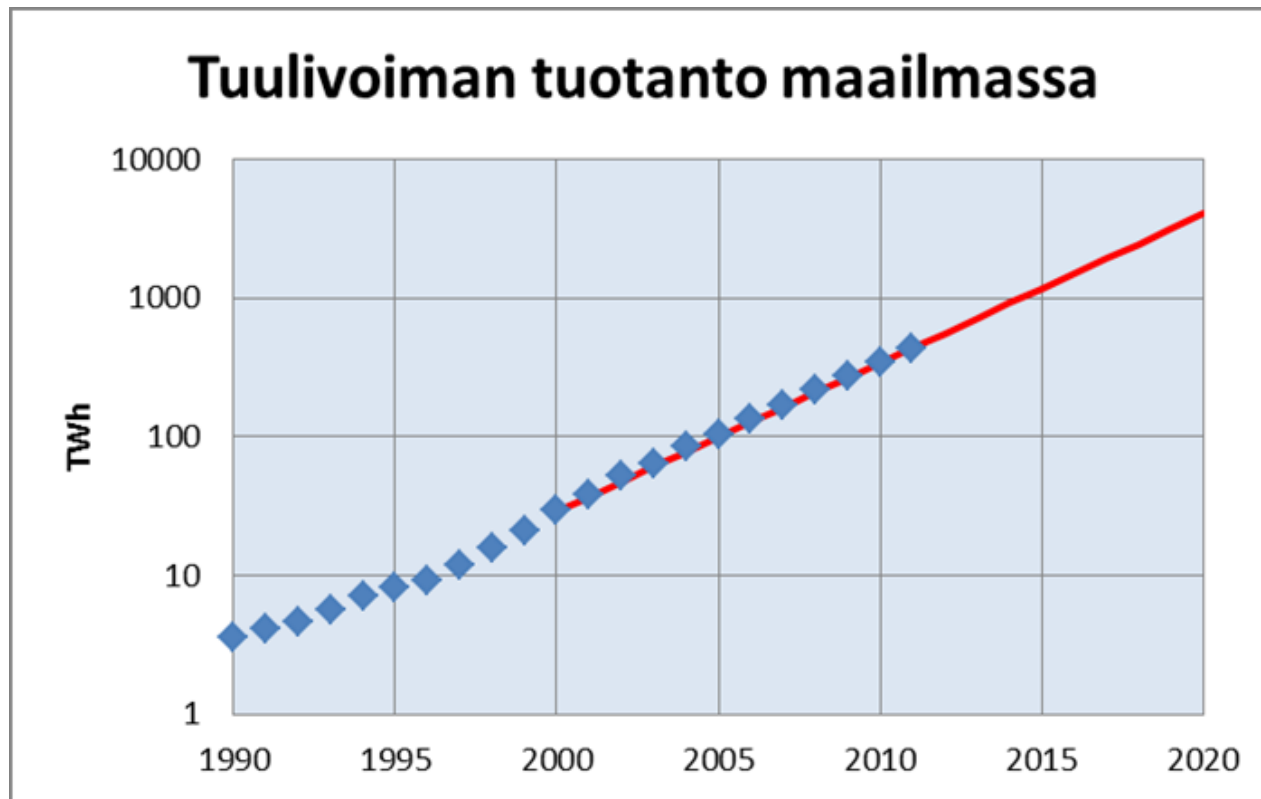
Meriporin tuulivoimala

Tuulivoiman rakentaminen



Uusia tuulivoimalaitoksia rakennetaan 40.000 MW vuodessa

Tuulisähkön tuotanto



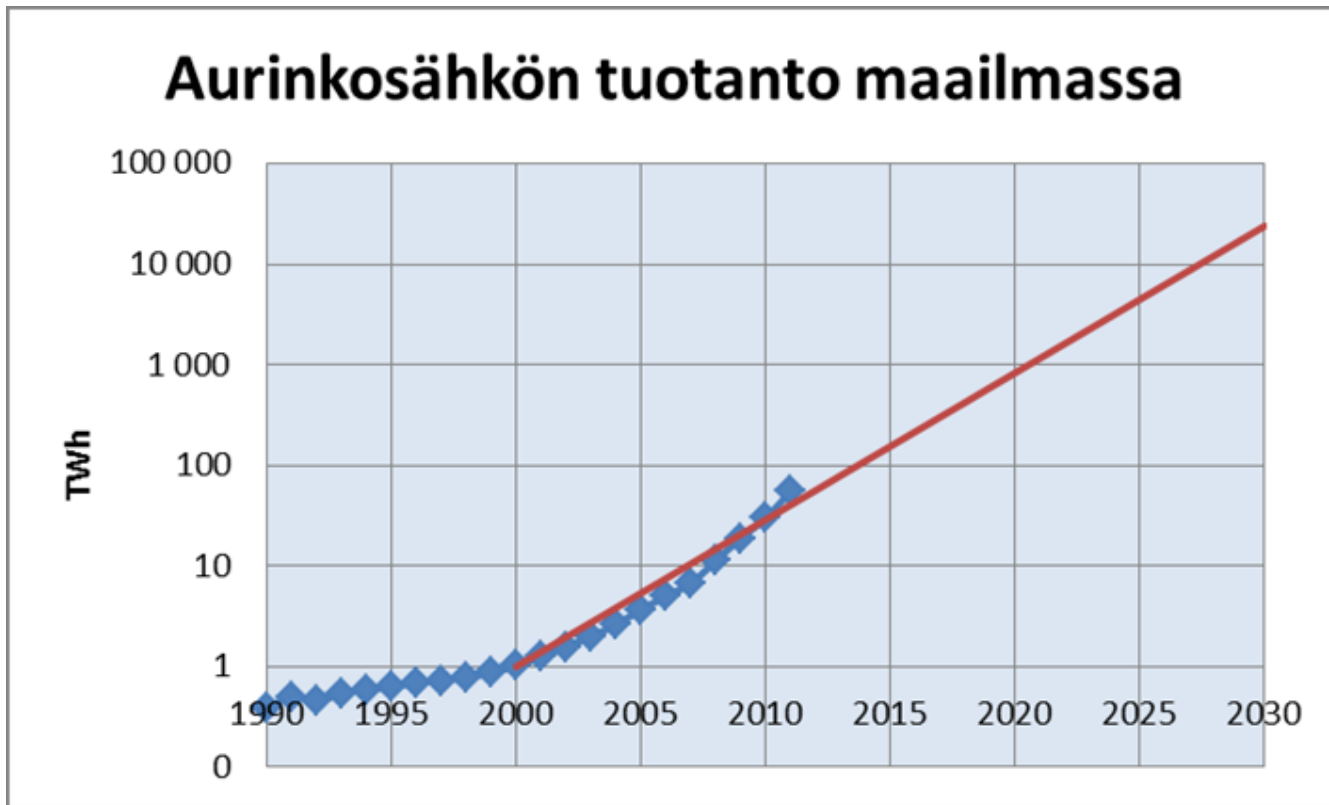
Tuulissähkön tuotanto ohittaa vesivoiman tuotannon vuoteen 2020 mennessä, jos tuotannon kasvutrendi jatkuu samanlaisena

Aurinkosähkö



Aqua Calienten 290 MW voimala tuottaa 626 GWh (626 MWh/ha)

Aurinkosähkön tuotanto



Aurinkosähkön tuotanto ohittaa vesivoiman vuonna 2025,
jos kehitys jatkuu samanlaisena

Biovoima

Metsäenergia Suomessa

- Metsät kasvavat 100 milj. m³ vuodessa
- Sitovat vuodessa 38 milj. t hiilidioksidia (IPCC)
- Polttamisen päästöt 30 milj. t vuodessa

Kiinteät biopolttoaineet Suomessa

- 22 % sähköstä 2011
- 22 % primäärienergiasta
- Sähkön saanti 8 MWh/hehtaari

Bioöljyvoimalat maailmalla

- Sähkön saanti 18 MWh/hehtaari

Polttokennovoimalat tulossa kotien energianlähteiksi



Voi tuottaa kotien sähkön ja lämmön.
Kuvassa PEM-polttokennovoimala, joita
on asennettu Japanissa jo yli 10.000
kappaletta.

Voimalan sähköteho on 1 kW ja
lämpöteho 1 kW



YDINVOIMA

Ydinvoima



Olkiluodon voimala voi tuottaa 26 TWh ydinsähköä vuonna 2016
eli neljänneksen Suomen sähköstä

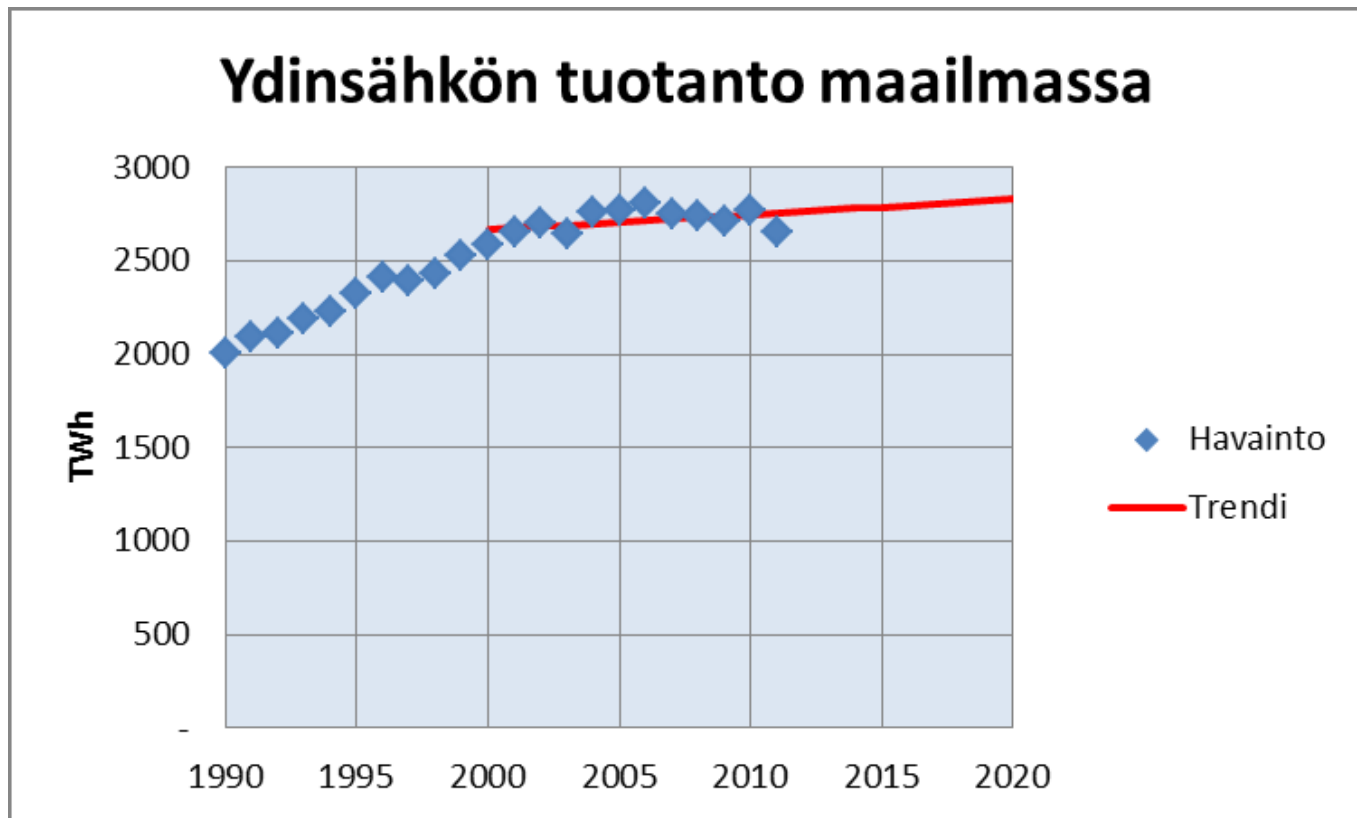
Energiankäyttäjän käsikirja 2013, helmikuu 2013

Ydinvoima



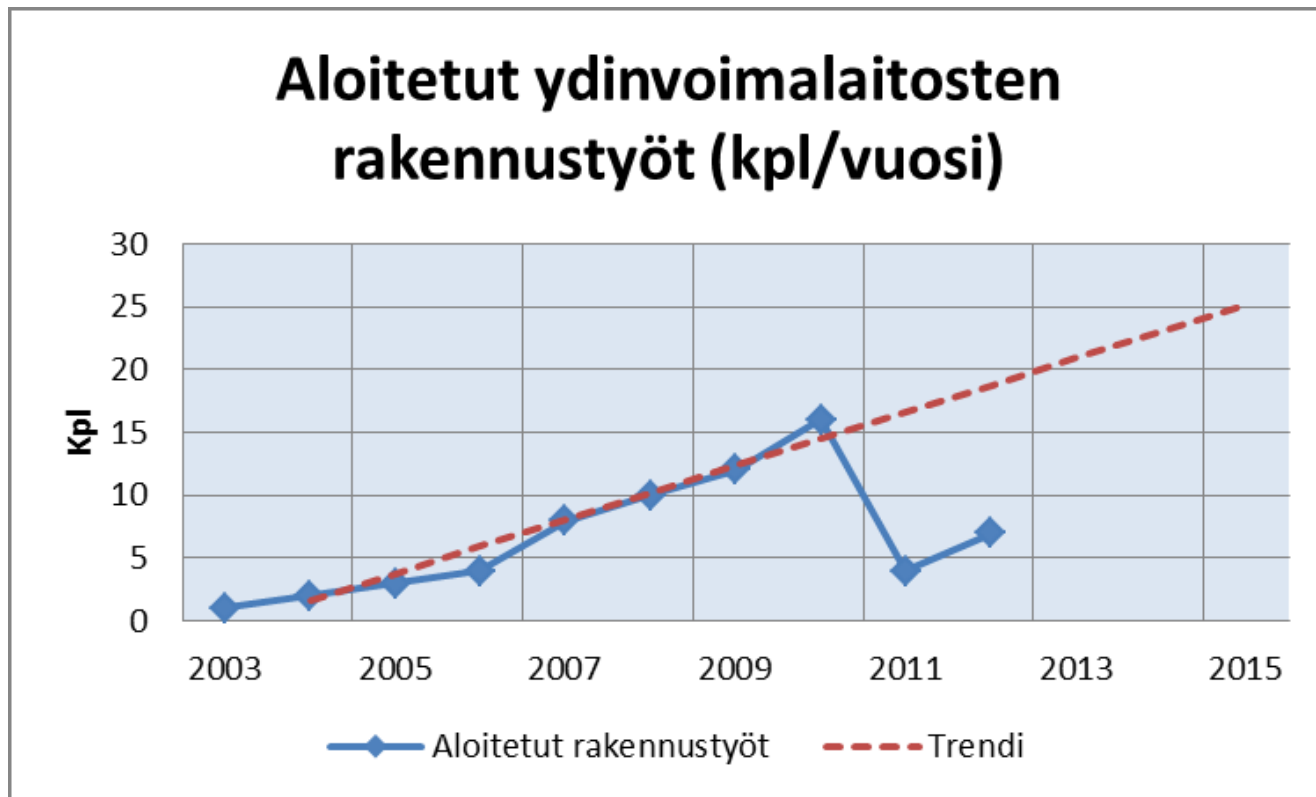
Tianwanin ydinvoimala Kiinassa perustuu Suomessa tehtyyn VVER91-konseptiin, jossa on ensimmäinen toiminnassa oleva sydänkaappari

Ydinvoima



Ydinvoiman tuotanto on säilynyt noin 2700 TWh tasolla

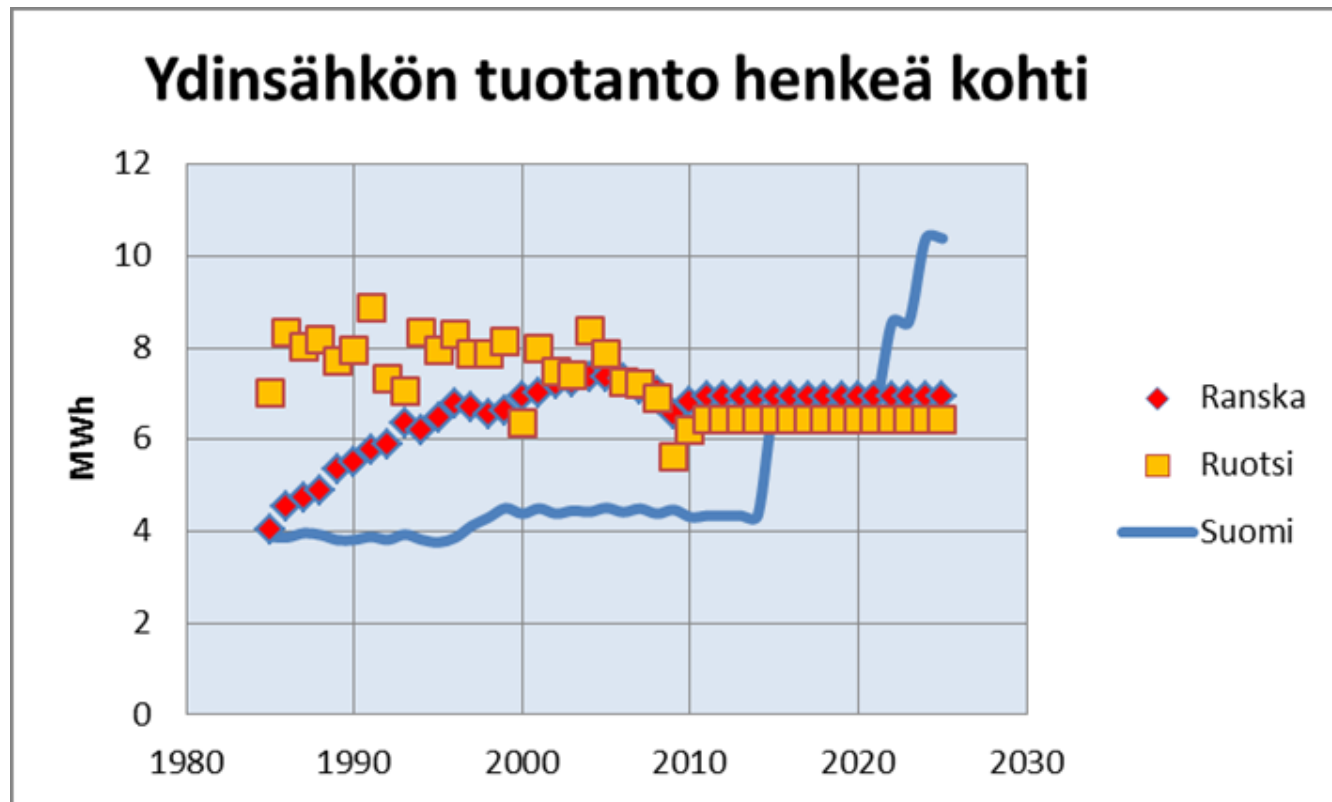
Ydinvoimalaitosten rakentamisen aloitukset maailmassa



Rakentamisen aloitukset putosivat 16 reaktorista seitsemään Fukushima Daiichin ydinvoimaonnettomuuden takia

Energiankäyttäjän käsikirja 2013, helmikuu 2013

Suomesta tulossa eniten ydinsähköä asukasta kohti tuottava maa





SÄHKÖNTUOTANTO FOSSIILISILLA POLTTOAINEILLA

Hiilivoima



Tahkoluodon hiilivoimala

Hiilivoima

Kiina rakentaa 60.000 MW hiilivoimaa vuodessa ja käyttää puolet maailman kivihiilestä

Hiilivoiman takia maailman CO₂-päästöt kasvavat

Muu maailma pyrkii eroon hiilivoimasta

- EU:ssa CO₂-päästöoikeuksien kauppa, joka nostaa hiilivoiman kustannuksia
- USA:ssa monissa osavaltioissa CO₂-päästöraja on 450 g/kWh, joka kieltää käytännössä hiilivoiman

Kaasu- ja öljyvoima



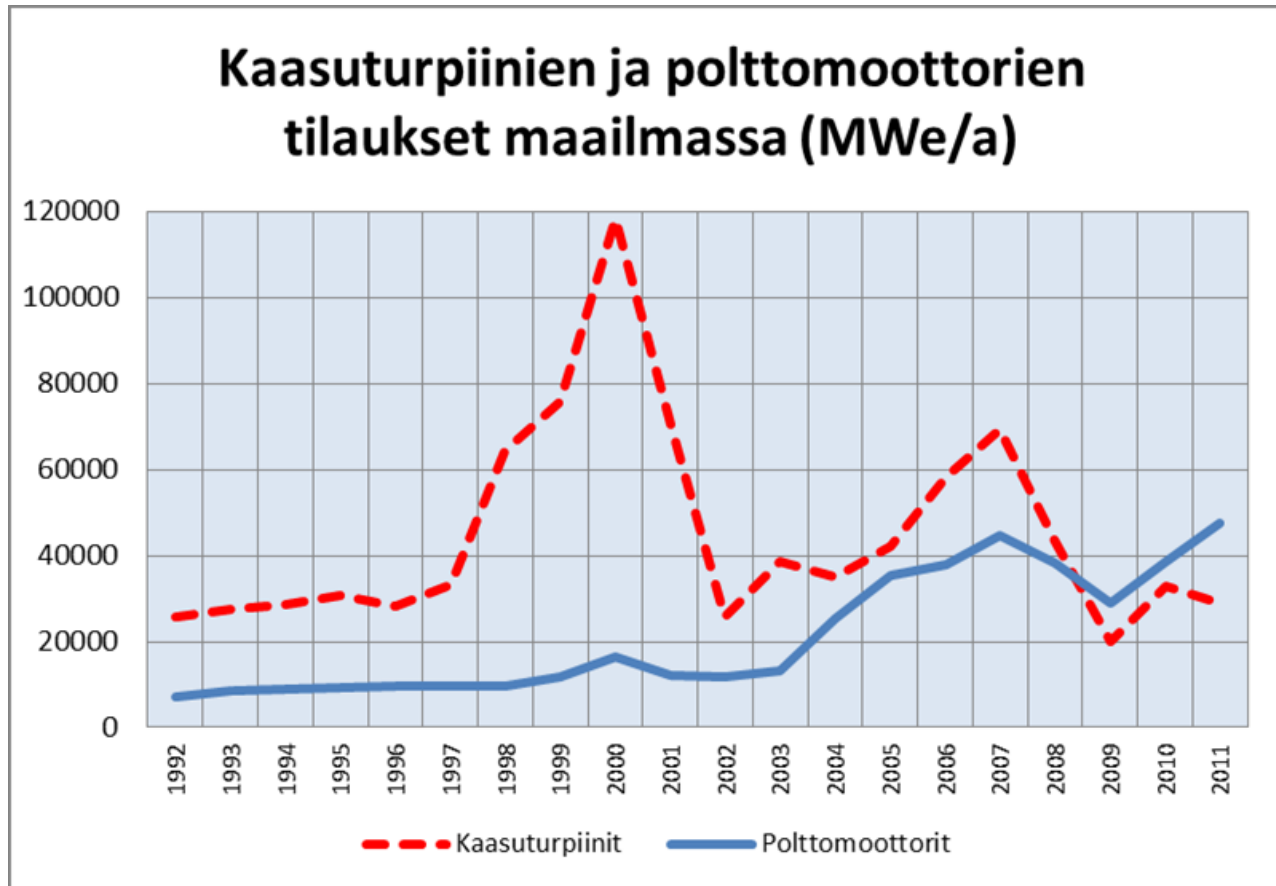
Suomenojan voimala tuottaa Espoon sähkön ja lämmön
Vasemmalla kahden kaasuvoimalan ja oikealla hiilivoimalan piiput

Kaasu/öljyvoimalat



Eleringin 250 MW:n varavoimala Tallinnan lähellä turvaa Viron sähköntuotannon, jos sähköntuotannossa on häiriöitä. Siinä on 25 Wärtsilän kaasu/öljymoottoria

Kaasu/öljyvoimalat



Polttomoottorien tilaukset ohittivat vuonna 2009 kaasuturpiinien tilaukset. Niitä tilattiin vuonna 2011 yhteensä 47.000 MW edestä

Kaasu- ja öljyvoimalaitosten käyttökohteet

Sähkön ja lämmön tuotanto

- Kombivoimalat (Suomenoja, Vuosaari)
- Kaasumoottorivoimalat (Sipoo, Valkeakoski)

Huippu- ja varavoimalaitokset

- Kaasumoottorivoimala käynnistyy alle 10 minuutissa
- Ydinvoimalan hätädieselit tuottaa sähköä 20 sekunnin kuluttua käskystä

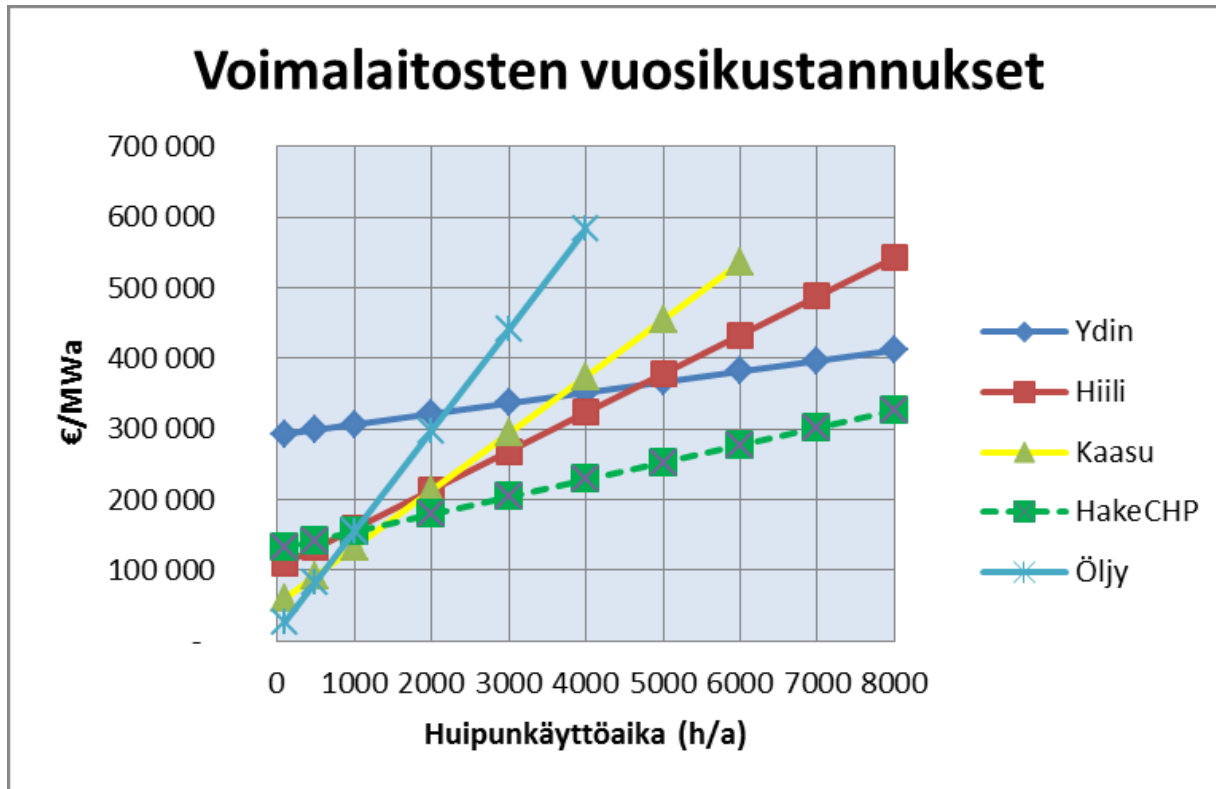


SÄHKÖNTUOTANNON KUSTANNUKSET

Voimalaitosten investointikustannukset

Ydinvoimala	5000 €/kW
Hakevoimala	2000 €/kW
Hiilivoimala	1600 €/kW
Kaasukombivoimala	800 €/kW
Kaasu/öljyvoimala	600 €/kW
Tuulivoimala	
- maalla	1500 €/kW
- merellä	2000 €/kW

Kustannussuorat



Hake CHP-voimala edullisin 1500 tunnin huipunkäyttöajalla
Alle 1500 tunnin käyttöajalla edullisin on kaasuvoimala
Alle 500 tunnin käyttöajalla öljyvoimala
Ydinvoima on edullisinta, jos CHP-voimaa ei lasketa

Sähkön omakustannushinta

Polttoaine	Ydinvoima €/MWh	Kivihiili €/MWh	Puuhake €/MWh	Maakaasu €/MWh	Tuulivoima €/MWh
Pelkkää sähköä - 7500 h/a	54	69		88	54
Sähkö ja lämpö - 5000 h/a		50	51	60	

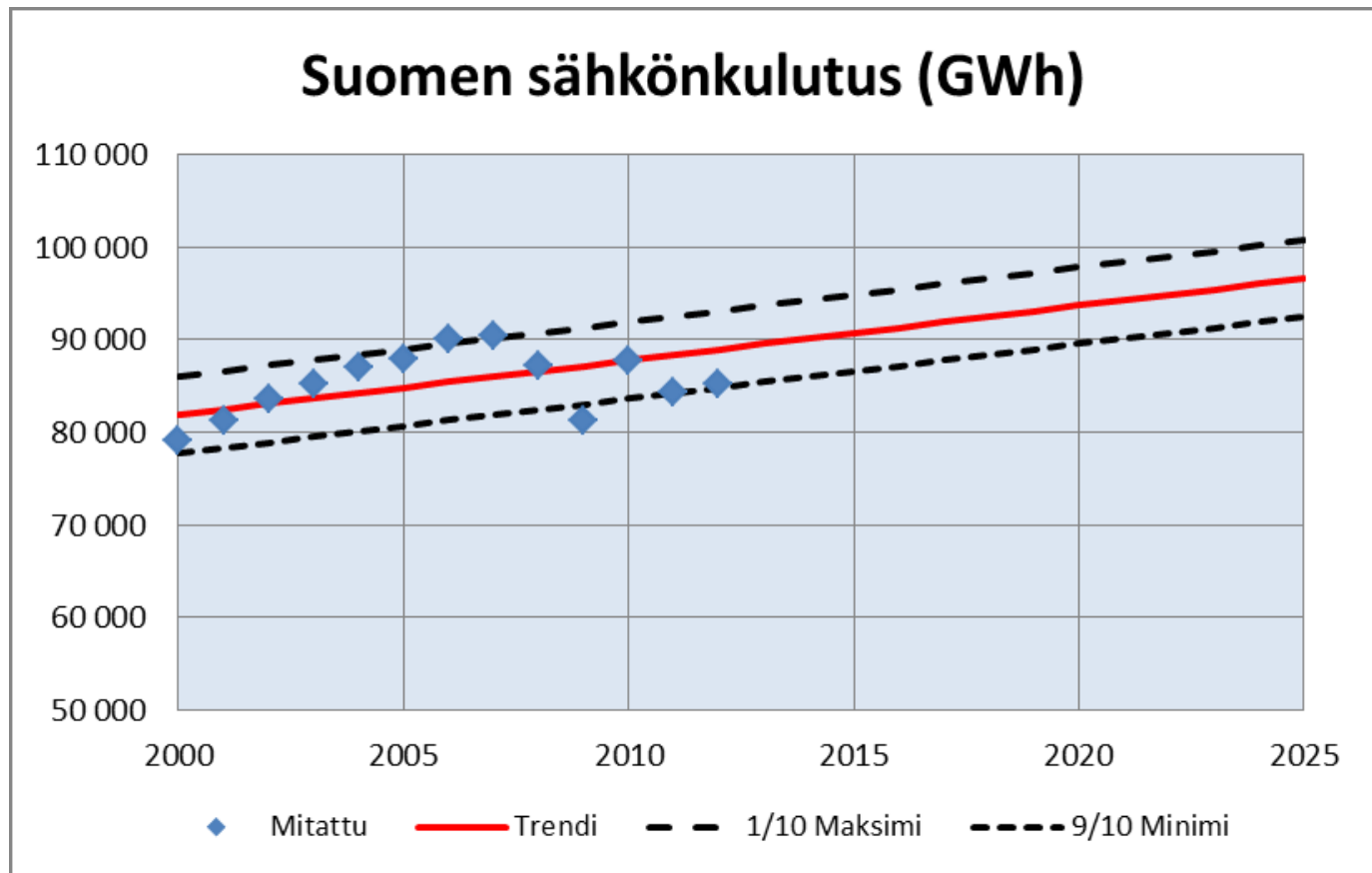
**Pohjasähkön tuotannossa tuulivoima
ja ydinvoimala yhtä edullisia!**



SÄHKÖHUOLLON TULEVAISUUSNÄKYMÄT

Energiankäyttäjän käsikirja 2013, helmikuu 2013

Sähkönkulutuksen kasvuennuste



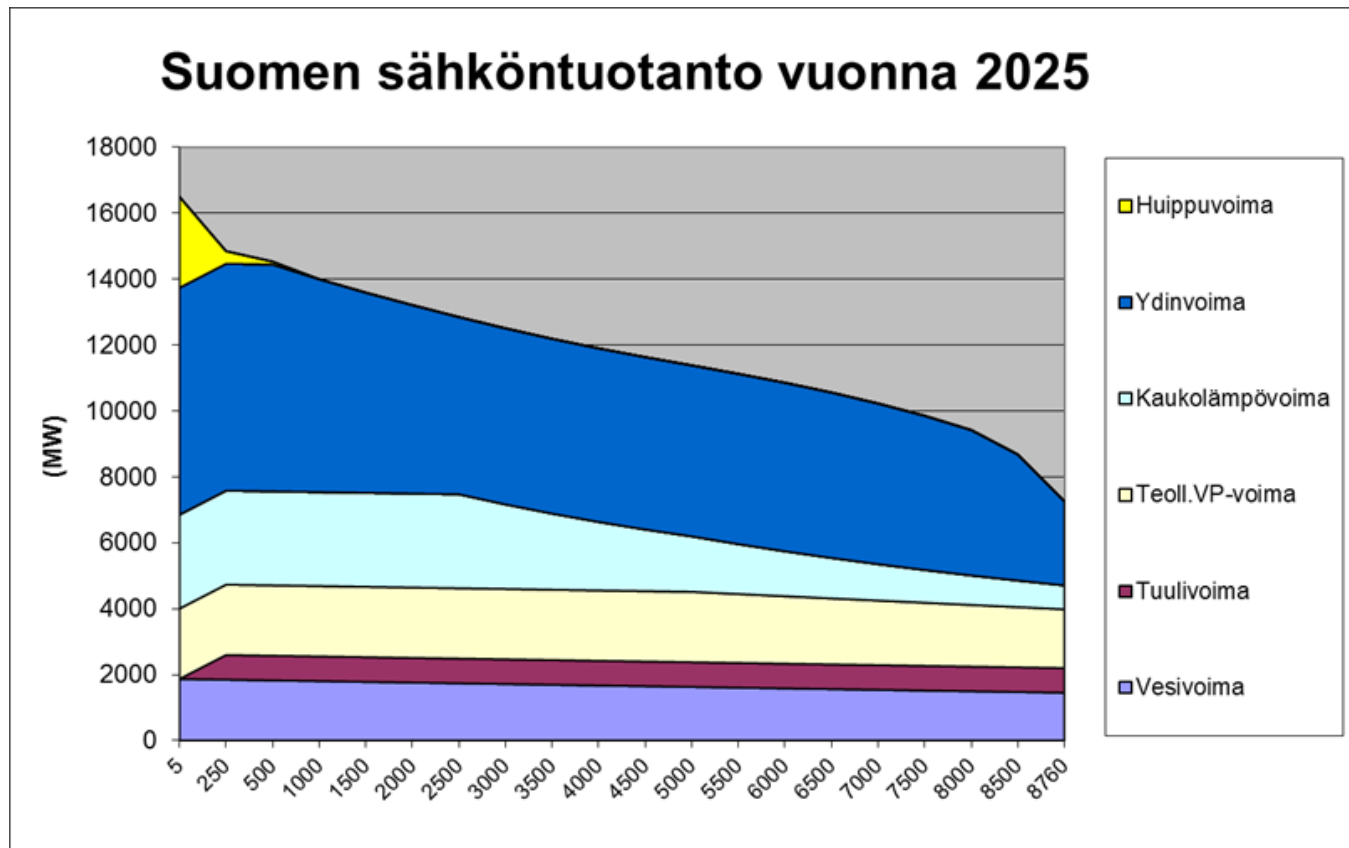
Sähköntuotanto 2025 asti

Vuosi	1990 TWh	2000 TWh	2010 TWh	2020 TWh	2025 TWh	2025 %
Vesi	10,8	14,5	12,7	13	13	13 %
Tuuli	0,0	0,0	0,3	4	7	7 %
Ydin	18,1	21,6	21,9	35	56	56 %
Bio	5,0	9,1	11,5	15	16	16 %
Yhteensä	33,9	45,2	46,4	67	92	91 %
	54 %	57 %	53 %	68 %	91 %	
Hiiili	9,0	8,0	13,6	12	2	2 %
Turve	2,8	3,7	5,9	5	2	2 %
Kaasu	4,4	9,9	11,0	10	5	5 %
Öljy	1,6	0,5	0,4	0	0	0 %
Yhteensä	17,8	22,1	30,9	27	9	9 %
	29 %	28 %	35 %	28 %	9 %	
Tuonti	10,7	11,9	10,5	3	0	0 %
Yhteensä	62,4	79,2	87,8	98	101	100 %
Indeksi	100,0	126,9	140,7	156,8	161,5	

Sähkön tuotannon CO₂-päästöt

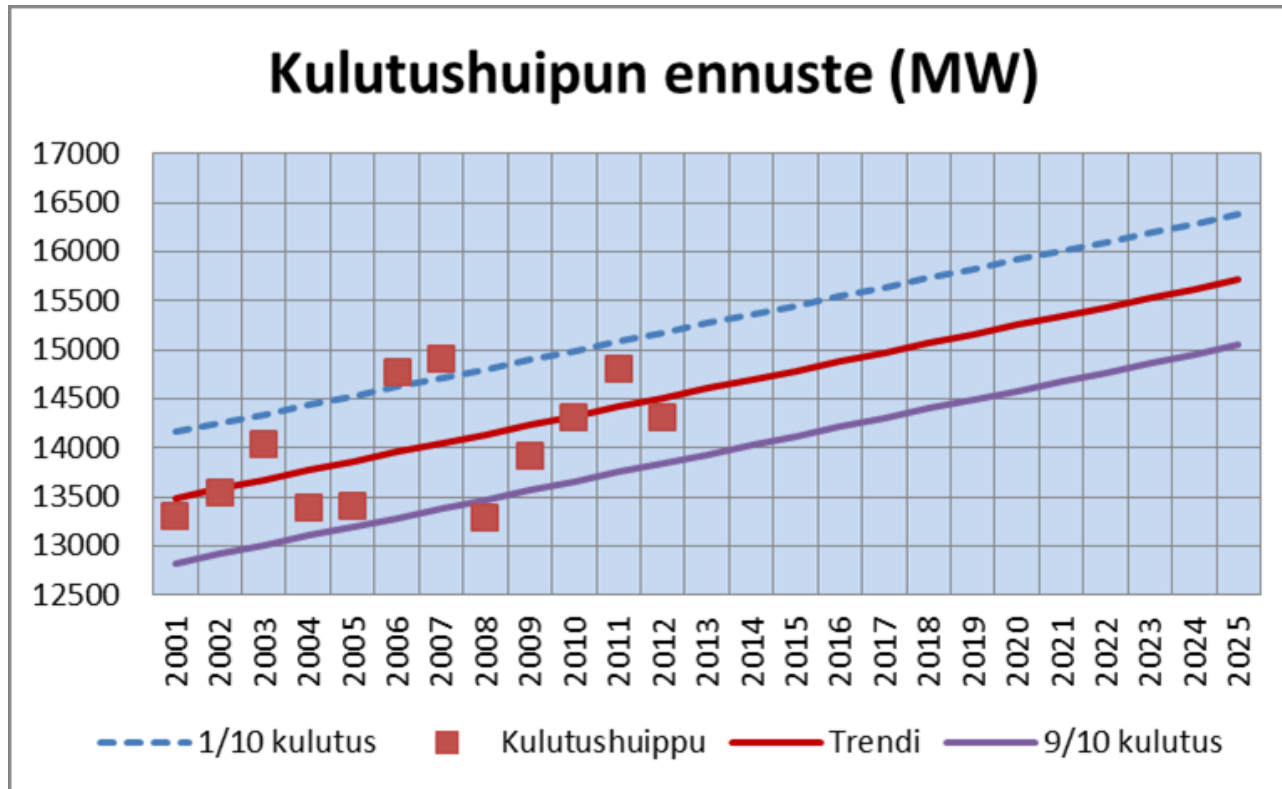
Vuosi	1990 Mt	2000 Mt	2010 Mt	2020 Mt	2025 Mt	2025 %
Hiili	6	6	10	8	1	33 %
Turve	2	3	4	4	1	33 %
Kaasu	1	3	3	3	2	35 %
Öljy	1	0	0	0	0	0 %
Yhteensä	11	12	17	15	4	100 %
Indeksi	100,0	107,6	161,0	141,9	40,2	
g/kWh	207	171	223	161	43	

Sähköntuotannon pysyvyyskäyrä vuonna 2025

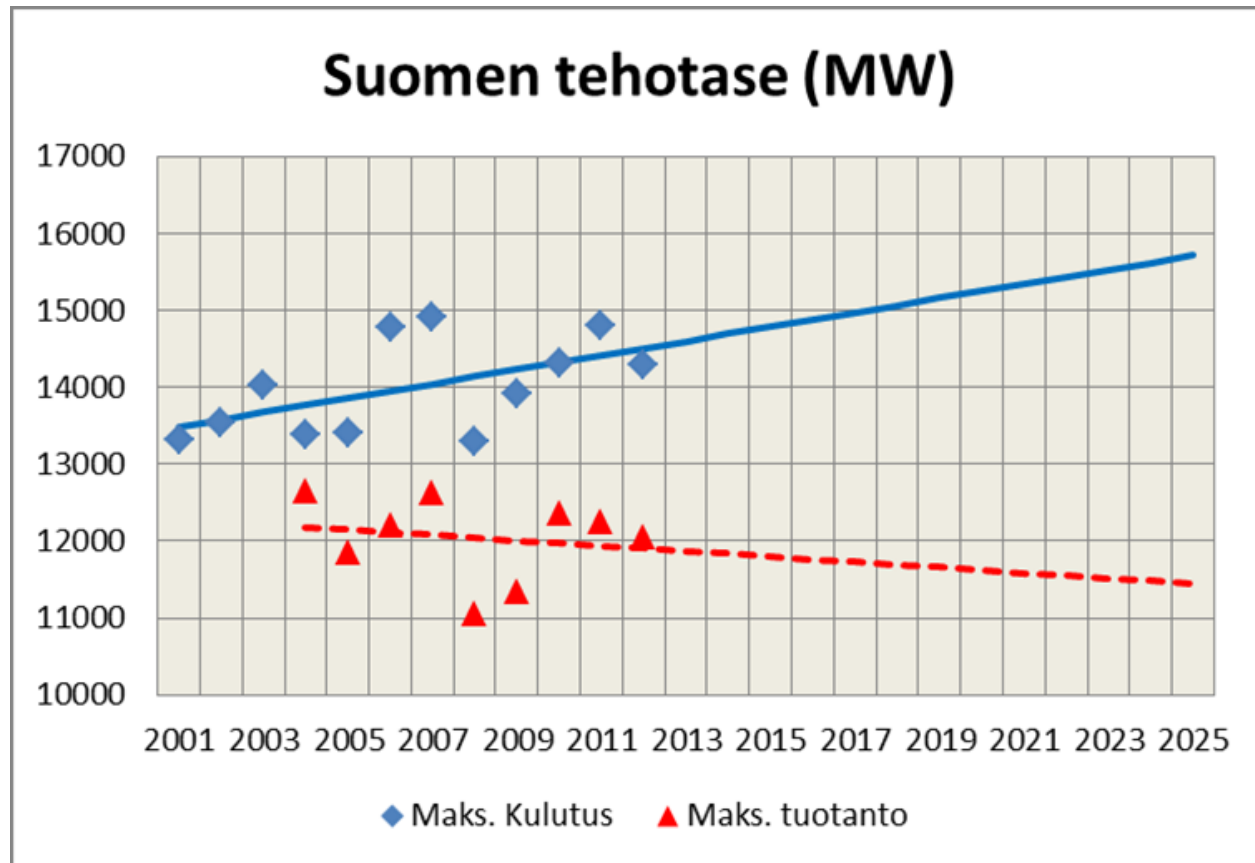


Hiilivoima korvattu huippuvoimalla eli nopeasti käynnistyvillä öljy/kaasulaitoksilla

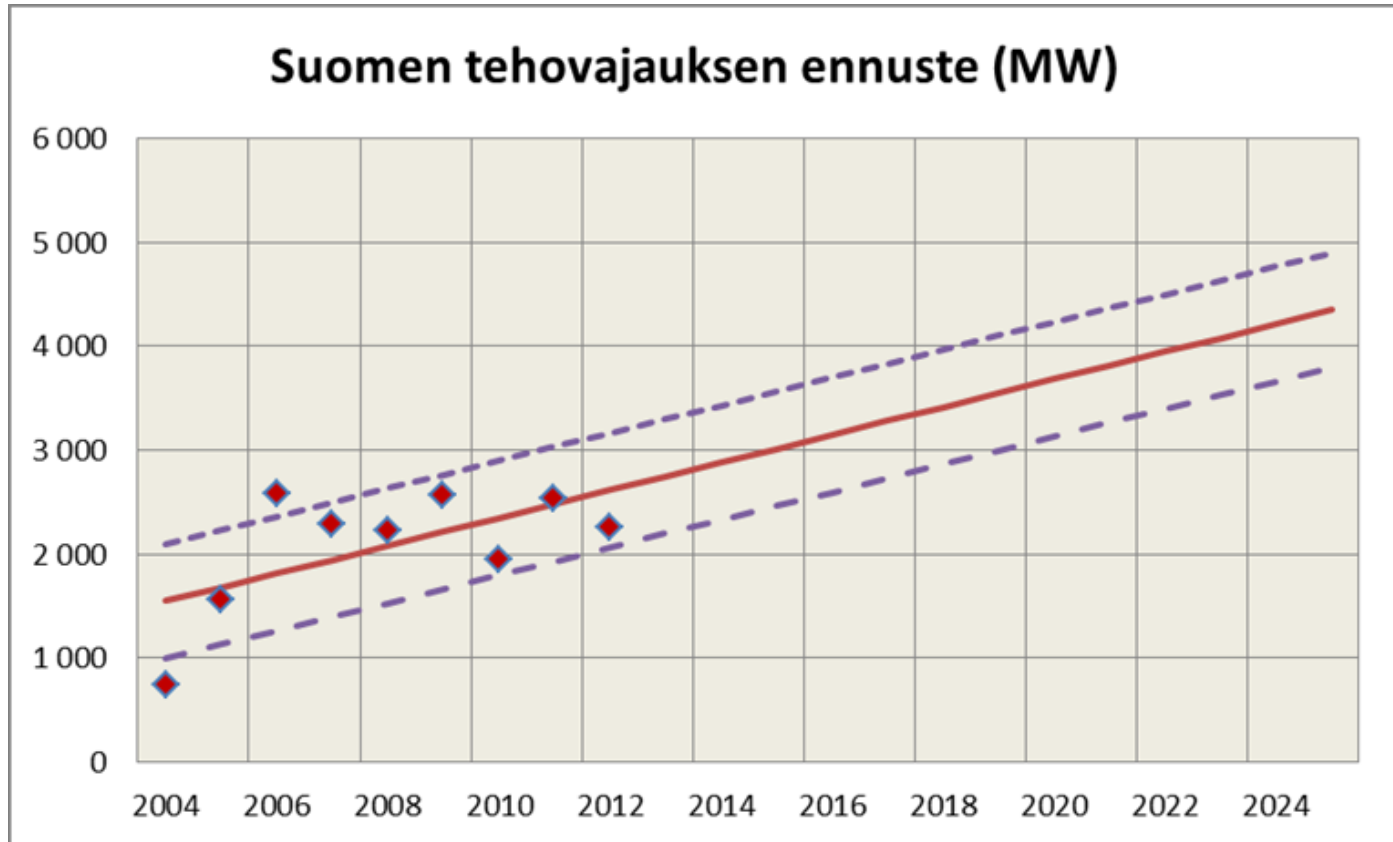
Sähkönkulutuksen huipputeho kasvaa 90 MW vuodessa



Sähköntehon tarve kasvaa ja tuotantokapasiteetti vähenee



Sähköntehon vajaus kasvaa koko ajan kunnes Olkiluoto 3 valmistuu



Sähköntuotantokapasiteetissa on vuonna 2020 noin 2300 MW vaje

Talvi		2005/6 A	2012/13 B	2020/21 C	2020/21 D	2025/26 E
Uutta ydinvoimaa				1 600	0	1 600
Uutta huippu- ja varavoimaa				0	2 500	0
Uutta CHP-kapasiteettia				300	0	0
Uutta vesivoimaa				200	0	0
Kapasiteetti	MW	13 600	13 600	15 700	18 200	19 800
Suurin yksikkö	MW	-865	-865	-1 600	-1 600	-1 600
Muiden epäkäytettävyys (3 %)	MW	-382	-382	-423	-498	-546
Käytettävissä oleva kapasit.	MW	12 353	12 353	13 677	16 102	17 654
Kulutuksen huipputeho (1/10)	MW	-14 620	-15 260	-16 000	-16 000	-16 517
Kapasiteetin vaje	MW	-2267	-2907	-2323	102	1137
Vaje/Huipputeho	%	-16 %	-19 %	-15 %	1 %	7 %

Vaje voidaan paikata rakentamalla 2500 MW huippuvoimaa esimerkiksi tehoreserveinä

Loppupäätelmät

- Sähkönhuollossa on vakava tehopula
 - Tehontarve on yli 15000 MW ja tehoa on noin 12000 MW. Vajaus on noin 3000 MW
- Sähköpulan ratkaisumallit
 - Energiamarkkinavirasto hankkii 2500 MW tehoreservejä
 - Otetaan käyttöön kapasiteettivelvoitteet

Lähdetietoja

Energiankäyttäjän käsikirja 2013

Kirjoittaja: Asko Vuorinen

Sivumäärä: 259

Julkaisija: Ekoenergo Oy

Hinta: 9,5 eur

Myynti: www.ellibs.fi

Kalvot: www.ekoenergo.fi

Yhteydenotot:

askovuorinen@gmail.com

