

Asko Vuorinen

ENERGIANKÄYTTÄJÄN KÄSIKIRJA 2024



Ekoenergo Oy

Asko Vuorinen

**ENERGIANKÄYTTÄJÄN
KÄSIKIRJA
2024**

Ekoenergo Oy

Energiankäyttäjän käsikirja. Painos 2024

ISBN 978-952-69825-5-7 (pehmeäkantinen)

ISBN 978-952-69825-6-4 (PDF)

Copyright © 2024

Ekoenergo Oy. Kaikki oikeudet pidätetään.

Kirjokansi 2 A 12, 02100 Espoo

Kirjapaino: Libri Plureos GmbH, Hampuri, Saksa

Ekoenergo Oy on vuonna 1979 perustettu energian säästöön erikoistunut yritys. Yhtiö julkaisee myös energia-alaan liittyviä kirjoja. Tunnetuimmat kirjat ovat "Planning of Optimal Power Systems" 2009 Energiankäyttäjän käsikirja" 2010, "Imatran Voimasta Fortumiksi 1932–2013" 2014 ja "Fundamentals of Global Warming" 2018. Kirjojen tiedot löytyvät ekoenergo.fi kotisivuilta.

Sisällysluettelo

ESIPUHE.....	9
KIITOKSET.....	10
1 MAAILMAN ENERGIANKULUTUS.....	11
1.1 Sähköenergia.....	11
1.2 Primäärienergia.....	12
1.3 Polttoaineiden muu käyttö.....	14
1.4 CO ₂ -päästöt ja nielut.....	15
2 SUOMEN ENERGIANKULUTUS.....	19
2.1 Sähkönhankinta.....	19
2.2 Primäärienergia.....	20
2.3 Lämmityksen energiankäyttö.....	23
2.4 Liikenteen energiankäyttö.....	24
2.5 Suomen CO ₂ -päästöt.....	24
3 SÄHKÖN TUOTANTO.....	31
3.1 Vesivoima.....	31
3.2 Tuulivoima.....	35
3.3 Aurinkovoima.....	41
3.4 Biovoima.....	45
3.5 Ydinvoima.....	51
3.6 Hiilivoima.....	67
3.7 Kaasuvoima.....	71
3.8 Öljyvoima.....	78

3.9 Akkuvoimalat.....	83
3.10 Vetyvoimalat.....	86
4. SÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU.....	87
4.1 Sähkönkulutus vuonna 2040.....	87
4.2 Suomen sähkönhankinta vuonna 2040.....	91
4.3 Voimalaitoskapasiteetti.....	92
4.4 Sähkömarkkinamallit.....	95
5. SÄHKÖN OSTOSTRATEGIA.....	101
5.1 Sähkön hintakehitys ja ostostrategia.....	101
5.2 Sähkön kulutuksen ajoitus.....	105
5.3 Sähkön hankinnan kokonaiskustannukset.....	107
5.4 Tyypikäyttäjän sähkönhankinnan kustannukset.....	109
5.5 Ympäristösähkö.....	109
6 LÄMPÖHUOLTO.....	113
6.1 Kiinteistön lämmöntarve.....	113
6.2 Lämmitystavat.....	117
6.3 Kaukolämpö.....	118
6.4 Sähkölämmitys.....	124
6.5 Lämpöpumppulämmitys.....	129
6.6 Lämmitystavan valinta.....	136
6.7 Yhteenvedo.....	140
7 LIIKENNE.....	143
7.1 Tieliikenteen energiankulutus.....	143

7.2 Henkilöautot.....	144
7.3 Joukkoliikenne.....	154
8 ENERGIANSÄÄSTÖ.....	165
8.1 Energiakustannukset ja CO ₂ -päästöt.....	165
8.2 Asuntojen lämmitys.....	170
8.3 Sähkön säästö.....	180
8.4 Henkilöautoilu.....	198
8.5 Matkailu.....	204
8.6 Ravinnon energia.....	206
8.7 Yhteenveto.....	208
9 ENERGIATULEVAISUUS.....	213
9.1 Maailman sähköntuotanto.....	213
9.2 Primäärienergia.....	215
9.3 Ilmakehän CO ₂ -pitoisuuden mallintaminen.....	218
10 ILMASTONMUUTOS.....	222
10.1 Lämpötilan nousu.....	222
10.2 Lämpötilan nousun mallinnus.....	228
10.4 Ilmaston lämpenemisen vaikutukset.....	240
11 ILMASTOPOLITIIKKA.....	244
11.1 Kansainvälinen ilmastopolitiikka.....	244
11.2 EU:n tavoitteet.....	246
11.3 Suomen energia- ja ilmastopolitiikka.....	248
VIIITTEET.....	268

LIITTEET.....	269
Liite 1 Sähkön tuotantokustannukset.....	269
1.1 Tuuli- ja ydinvoiman sähkön tuotantokustannukset.....	269
1.2 CHP-voimalaitosten sähkön tuotantokustannukset.....	270
1.3 Huippu- ja varavoimalaitosten sähkön tuotantokustannukset.	271
Liite 2 Kaukolämmön tuotantokustannukset.....	272
Liite 3 Omakotitalojen sähkönkulutus.....	273
3.1 Suora sähkölämmitys ja yksiaikamittaus.....	273
3.2 Suora sähkölämmitys ja yösähkömittaus.....	274
3.3 Varaava sähkölämmitys.....	275
3.4 Lämpöpumppulämmitys.....	276
3.5 Puulämmitys.....	277
3.6 Öljylämmitys.....	278
Liite 4 Rivitaloasuntojen sähkönkulutus.....	280
4.1 Suora sähkölämmitys.....	280
4.2 Kaukolämmitys.....	281
Liite 5 Muiden asuntojen sähkönkulutus.....	282
5.1 Kerrostaloasuntojen sähkönkulutus. Kaukolämmitys.....	282
5.2 Vapaa-ajan asuntojen sähkönkulutus. Sähkölämmitys.....	283
5.3 Maatilojen sähkönkulutus, Puulämmitys.....	284
Liite 6 Maailman energiaennusteet.....	285
6.1 Maailman sähkön tuotanto (PWh/a).....	285

6.2 Maailman primäärienergia.....	285
Liite 7 Suomen energiaennusteet.....	286
7.1 Suomen sähkönhankinta vuoteen 2050 mennessä (TWh/a) ..	286
7.2 Primäärienenergia.....	286
7.3 Sähkönhankinnan CO ₂ -päästöt.....	287
7.4 Suomen CO ₂ -päästöt (MtCO ₂ /a).....	287
Asko Vuorinen.....	289
Ekoenergo Oy.....	290

ESIPUHE

Kirjoitin vuonna 2009 ensimmäisen painoksen tästä ”*Energiankäyttäjän käsikirjasta*”, mutta en voinut silloin aavistaa, miten nopeasti maailma muuttuu. Uskoin, että ydinvoimasta tulee vähitellen tärkein sähköntuotantomuoto, mutta vuosi 2011 ja Fukushima ydinvoimalan onnettomuus pysäytti ydinvoiman rakentamisen melkein kokonaan. Tämän jälkeen rakentaminen siirtyi nopeasti tuuli- ja aurinkovoimalaitoksiin, joiden sähköntuotanto on kasvanut noin 15–25 % vuodessa.

Toinen asia, joka muuttui radikaalisesti, oli maailman hiilitaseen mallinnus. Huomasin kirjassani ”*Fundamentals of Global Warming*” (v. 2018), että ilmakehään jää vain puolet maailman CO₂-päästöistä. Tämän selvisi, kun laskin maailman CO₂:n massataseita. Havaitsin, että hiilinielut kasvavat samassa suhteessa, kun ilmakehän CO₂-pitoisuus nousee.

Ilmakehän CO₂-pitoisuuden kasvu puolestaan pysähtyy, kun CO₂-päästöt jäävät hiilinielujen alapuolelle. Tämä tapahtuu vuoteen 2050 mennessä, jolloin päästöt ovat noin 20 Gt eli noin 2 tonnia asukasta kohti. Samalla ilmakehän lämpeneminen pysähtyy noin 1,5 asteeseen (Luku 10).

Perheemme CO₂-päästöt ovat laskeneet vuoden 2008 noin 12 tonnista 1,4 tonniin vuodessa eli 88 %. Kerron tästä luvussa 8 (Energian säästö). Olen tänään hyvin toiveikas sille, että maailma saavuttaa ilmastotavoitteen ja toivon, että moni lukijani voi myös alittaa CO₂-päästöissä tason tonni per asukas.

Syyskuussa 2024

Asko Vuorinen

KIITOKSET

Suurimmat kiitokset tästä kirjasta annan vanhoille työkavereilleni Imatran Voimassa ja Wärtsilässä. Olen keskustellut näistä energia- ja ilmastokysymyksistä heidän kanssansa jopa yli 50 vuotta.

Tämän kirjan on tarkastanut pitkäaikaisin työkaverini, diplomi-insinööri **Tapani Kukkola**, jonka kanssa tein töitä Imatran Voimassa ollessamme molemmat aluksi ydinvoimalaitosten suunnittelijoita Loviisa 1- ja 2-projekteissa ja myöhemmin pääsuunnittelijoita Loviisa 3-projektissa. Hänestä tuli myös IVOn Kiinaan suunnitteleman Tianwanin ydinvoimala pääsuunnittelija. Tianwanista tulee vuoteen 2028 mennessä maailman suurin ydinvoimalaitos.

Suuren kiitoksen ansaitsee myös rakas vaimoni **Sinikka**, jonka antama tuki on mahdollistanut energia- ja ilmastoalan seuraamisen ja kirjojen kirjoituksen vapaa-ajallani. Kirjojen kirjoittamisen kautta olen voinut antaa samalla oman panokseni maailmaa uhkaaviin energia- ja ilmastokriiseihin.

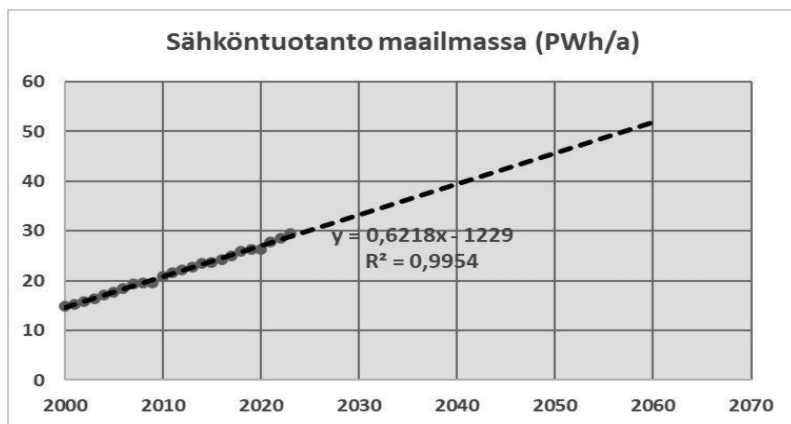
Niiden kirjoittamisen jälkeen uskon nyt, että lämpötilan nousu saadaan rajattua 1,5 asteeseen. Muutos tapahtuu, koska uudet hiilivapaat tekniikat mullistavat sähköntuotannon. Niistä nopeimmin kasvavat tuuli- ja aurinkovoima sekä uudet akkutekniikan sovellutukset.

Asko Vuorinen

1 MAAILMAN ENERGIANKULUTUS

1.1 Sähköenergia

Käytetystä energiasta yhä suurempi osa tuotetaan sähkön muodossa. Sähkön kulutus on kasvanut keskimäärin 2,8 % vuosittain ja oli vuonna 2023 noin 28,5 PWh (petawattituntia=1000 TWh) eli 3,6 MWh (3600 kWh) per asukas (Taulu 1.1.1). Tuotanto on kasvanut 0,62 PWh vuosittain ja tällä kasvunopeudella sähköä tuotetaan vuonna 2060 noin 52 PWh (Kuva 1.1.1).



Kuva 1.1.1 Sähköntuotanto maailmassa /1/ (PWh/a).

Sähkön tuotannosta suurin osa (63 %) perustui vuonna 2023 fossiilisiin energialähteisiin, joista kivihiili kattoi 37 % ja maakaasu 23 % (Taulu 1.1.1). Niiden kilpailijoiksi ovat nousseet vesi-, tuuli-, aurinko- ja biovoimavoima, jotka kattoivat sähkön tuotannosta vuonna 2023 noin 28 %. Ydinvoiman osuus jäi noin yhdeksään prosenttiin.

Taulu 1.1.1 Maailman sähköntuotanto /1/ (PWh/a, petawattituntia=1000 TWh).

Maailman sähkö	Sähköntuotanto (PWh)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Hiili	4,5	5,7	8,4	9,3	10,5	37 %	38 %	40 %	35 %	37 %
Kaasu	1,8	2,7	4,7	6,1	6,6	15 %	18 %	22 %	23 %	23 %
Öljy	1,4	1,2	1,0	0,7	0,8	11 %	8 %	5 %	3 %	3 %
Ydin	2,0	2,5	2,7	2,6	2,7	17 %	17 %	13 %	10 %	9 %
Vesi	2,2	2,6	3,4	4,3	4,2	18 %	18 %	16 %	17 %	15 %
Tuuli	0,0	0,0	0,3	1,6	2,3	0 %	0 %	2 %	6 %	8 %
Aurinko	0,0	0,0	0,0	0,9	1,6	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %
Bio	0,1	0,1	0,3	0,6	0,7	1 %	1 %	2 %	2 %	2 %
Muut	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Yhteensä	11,9	15,0	20,9	26,3	28,5	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Fossiiliset	7,6	9,6	14,1	16,2	17,9	64 %	64 %	67 %	62 %	63 %
Ydinvoima	2,0	2,5	2,7	2,6	2,7	17 %	17 %	13 %	10 %	9 %
Uusiutuvat	2,3	2,9	4,2	7,5	8,0	19 %	19 %	20 %	28 %	28 %
Väkiluku	5,3	6,1	7,0	7,8	8,0					
MWh/asukas	2,2	2,5	3,0	3,4	3,6					

Uusiutuvan sähköntuotannon kasvu on ollut nopeaa. Nykyisellä kasvunopeudella uusiutuvaa sähköä tuotetaan 35 PWh vuonna 2050, joten uusiutuvilla lähteillä katettaisiin noin 76 % sähköntuotannosta (Liite 6.1). Jos ydinvoiman tuotanto säilyy 2,7 PWh arvossa, fossiilisen energian osuudeksi jää vuonna 2050 noin 8 PWh eli 18 %.

Ydinvoiman kasvu on pysähtynyt, koska voimalat maksavat liikaa. On kuitenkin mahdollista, että uudet SMR-voimalat laskevat ydinvoiman kustannuksia ja tekevät ydinvoimasta uudelleen kilpailukykyisen vaihtoehdon.

1.2 Primäärienergia

Maailman väestö on kasvanut koko ajan ja ylitti kahdeksan miljardia vuonna 2023. Samalla energiankulutus kasvanut sitäkin nopeammin ja nousi vuonna 2023 arvoon 183 PWh (petawattituntia). Se vastaa asukasta kohti laskettuna 23 MWh (23.000 kWh), joka on omakotitalon energiankulutusta vastaava luku, joka sisältää myös liikenteen ja teollisuuden energiankäytön. Asukasluku on kasvanut keskimäärin 1,2 % vuodessa ja energiankulutus noin 1,6 % vuodessa.

Suurin osa (77 %) käytetystä energiasta perustui vuonna 2023 fossiilisiin energialähteisiin, kivihiileen, maakaasuun ja öljyyn (Taulu 1.2.1). Fossiilisista lähteistä tärkein on ollut öljy, mutta sen osuus on pienentynyt 35 prosentista vuonna 1990 noin 30 %:iin vuonna 2023. Kivihiilen ja maakaasun osuudet ovat kasvaneet ja ovat nyt vastaavasti 25 % ja 22 %. Ei-fossiilisten lähteiden osuus on 23 %, mutta niissä bioenergia ja ydinvoima ovat menettäneet osuuttaan samalla, kun muut lähteet (vesi- ja tuulivoima sekä aurinkoenergia) ovat kasvaneet voimakkaasti. Suurin muutos on tapahtunut vuosien 2010–2023 välillä, jolloin muiden lähteiden (tuuli, aurinko, vesi) osuus hyppäsi kahdeksasta prosentista 13 prosenttiin.

Taulu 1.2.1 Maailman primäärienergian kulutus /1/.

Maailman energia	Primäärienergia (PWh)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Öljy	37,6	42,9	47,9	48,4	54,6	35 %	35 %	31 %	29 %	30 %
Kivihiili	25,9	27,4	42,0	42,0	45,6	24 %	22 %	27 %	25 %	25 %
Kaasu	19,5	24,0	31,6	38,5	40,1	18 %	20 %	21 %	23 %	22 %
Ydin	5,7	7,6	8,1	8,0	7,9	5 %	6 %	5 %	5 %	4 %
Bio	11,1	12,5	11,7	11,1	11,1	10 %	10 %	8 %	7 %	6 %
Muut	6,9	8,3	11,7	19,9	24,0	6 %	7 %	8 %	12 %	13 %
Yhteensä	106,6	122,7	153,0	167,8	183,2	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Fossiiliset	83	94	121	129	140	78 %	77 %	79 %	77 %	77 %
Muut	24	28	31	39	43	22 %	23 %	21 %	23 %	23 %
Väkiluku	5,3	6,1	7,0	7,8	8					
MWh/asukas	20	20	22	22	23					

Sähköenergian tuottamiseen tarvittiin primäärienergiaa vuonna 2023 noin 77 PWh, joka oli noin 42 % koko maailman primäärienergian kokonaistarpeesta (Taulu 1.2.2). Sähkön tuotannon primäärienergiasta 59 % perustui fossiilisiin polttoaineisiin, 11 % ydinvoimaan ja 30 % uusiutuviin energialähteisiin. Fossiilisten lähteiden osuus on pienentynyt vuoden 2010 noin 66 prosentista 59 prosenttiin. Uusiutuvien lähteiden osuus on noussut 20 prosentista 31 prosenttiin.

Tässä primäärienergian tarve on laskettu olettamalla, että tuuli- ja aurinkovoiman hyötysuhteet ovat 38 %, joka vastaa kivihiilivoimalan hyötysuhdetta. Samaa menetelmää on käyttänyt BP, joka on julkaissut energiatilastoja vuodesta 1956 lähtien. EU:ssa oletetaan, että tuuli- ja aurinkovoiman hyötysuhde on 100 % prosenttia.

Taulu 1.2.2 Sähkön tuotannon tarvitsema primäärienergia (PWh/a).

Maailman sähkön tuotanto	Sähkön tuotannon primäärienergia (PWh)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Hiili	12,7	15,9	22,6	24,5	27,5	38 %	39 %	41 %	36 %	36 %
Kaasu	4,5	6,5	11,2	14,3	15,4	13 %	16 %	20 %	21 %	20 %
Öljy	3,9	3,4	2,7	2,0	2,1	12 %	8 %	5 %	3 %	3 %
Ydin	6,1	7,6	8,1	8,0	8,1	18 %	19 %	15 %	12 %	11 %
Vesi	5,7	6,9	9,0	11,4	11,1	17 %	17 %	16 %	17 %	14 %
Tuuli	0,0	0,1	0,9	4,2	6,1	0 %	0 %	2 %	6 %	8 %
Aurinko	0,0	0,0	0,1	2,2	4,3	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %
Bio	0,3	0,4	0,9	1,7	1,9	1 %	1 %	2 %	3 %	3 %
Muut	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Yhteensä	33,2	40,9	55,7	68,5	76,8	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Fossiiliset	21,1	25,8	36,5	40,7	45,0	64 %	63 %	66 %	59 %	59 %
Ydinvoima	6,1	7,6	8,1	8,0	8,1	18 %	19 %	15 %	12 %	11 %
Uusiutuvat	6,0	7,6	11,1	19,8	23,6	18 %	18 %	20 %	29 %	31 %
Väkiluku	5,3	6,1	7,0	7,0	8,0					
MWh/asukas	6,3	6,7	8,0	9,8	9,6					

1.3 Polttoaineiden muu käyttö

Primäärienergiaa käytetään sähkön lisäksi myös liikenteessä autoihin (öljy) ja kotitalouksissa lämmitykseen (öljy, maakaasu ja bioenergia) ja teollisuudessa esimerkiksi raudan valmistukseen (kivihiili). Energian muu käyttö on vuoden 1990 jälkeen kasvanut vuoden arvosta 74 PWh arvoon 107 PWh eli 1,1 prosenttia vuosittain (Taulu 1.3.1). Muusta kuin sähkön käyttöön perustuvasta energiasta 89 % oli fossiilista energiaa.

Taulu 1.3.1 Primäärienergian käyttö muuhun kuin sähkön tuotantoon.

Maailman primäärienergia	Muu kuin sähkön tuottamisen energia (PWh)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Hiili	13,2	11,5	19,4	17,5	18,2	18 %	14 %	20 %	18 %	17 %
Kaasu	15,0	17,5	20,4	24,2	24,8	20 %	21 %	21 %	24 %	23 %
Öljy	29,6	39,5	45,2	46,4	52,5	40 %	48 %	46 %	47 %	49 %
Bio	9,1	12,1	10,8	9,5	9,3	12 %	15 %	11 %	10 %	9 %
Muu uus.	6,9	1,2	1,5	1,8	2,4	9 %	1 %	2 %	2 %	2 %
Yhteensä	73,8	81,9	97,3	99,5	107,1	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Fossiiliset	57,8	68,5	85,0	88,1	95,4	78 %	84 %	87 %	89 %	89 %
Muut	16,1	13,3	12,3	11,3	11,7	22 %	16 %	13 %	11 %	11 %
Yhteensä	73,8	81,9	97,3	99,5	107,1	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Sähköenergian osuus primäärienergiasta on noussut 42 prosenttiin, kun se vielä vuonna 1990 oli ollut 31 prosentissa (Taulu 1.3.2). Öljyn osuus on säilynyt noin 28–30 prosentin haarukassa.

Taulu 1.3.2 Maailman primäärienergia, kun sähköntuotanto eriytetään.

Lähde	Primäärienergian kulutus (PWh)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Kivihiili	13,2	11,5	19,4	17,5	18,2	12 %	9 %	13 %	10 %	10 %
Kaasu	15,0	17,5	20,4	24,2	24,8	14 %	14 %	13 %	14 %	14 %
Öljy	29,6	39,5	45,2	46,4	52,5	28 %	32 %	30 %	28 %	29 %
Bio	9,1	12,1	10,8	9,5	9,3	9 %	10 %	7 %	6 %	5 %
Muut uusit.	6,9	1,2	1,5	1,8	2,4	6 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Muu kuin sähkö	73,8	81,9	97,3	99,5	107,1	69 %	67 %	64 %	59 %	58 %
Sähkö	33,2	40,9	55,7	68,3	76,3	31 %	33 %	36 %	41 %	42 %
Yhteensä	107,0	122,7	153,0	167,8	183,5	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

1.4 CO₂-päästöt ja nielut

Sähkön tuotannon CO₂-päästöt ovat kasvaneet 6,3 gigatonnista vuonna 1990 vuoteen 2022 mennessä 13,0 gigatonniin eli kaksinkertaiseksi (Taulu 1.4.1). Koska sähköntuotanto kasvoi päästöjä nopeammin, sähköntuotannon ominaispäästöt vähenivät arvosta 529 arvoon 456 gCO₂/kWh (17 %).

Taulu 1.4.1 Sähköntuotannon CO₂-päästöt.

Maailman sähkö	Sähköntuotannon CO ₂ -päästöt (Gt/a)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Hiili	4,3	5,4	7,7	8,3	9,4	69 %	71 %	72 %	71 %	72 %
Kaasu	0,9	1,3	2,2	2,9	3,1	14 %	17 %	21 %	24 %	24 %
Öljy	1,1	0,9	0,8	0,5	0,6	17 %	12 %	7 %	5 %	4 %
Yhteensä	6,3	7,6	10,7	11,7	13,0	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Sähkö (PWh)	11,9	15,0	20,9	26,3	28,5					
g/kWh	529	510	510	445	456					

Maailman CO₂-päästöt ovat kasvaneet vuoden 1990 arvosta 23,8 Gt arvoon 39 Gt vuoteen 2023 mennessä (Taulu 1.4.2 ja Kuva 1.4.1). Tästä sähkön osuus on noussut lähes samalle tasolle öljyn kanssa. Molemmat kattavat noin kolmanneksen maailman CO₂-päästöistä.

Taulu 1.4.2 Maailman CO₂-päästöt /1/ (Gt/a)

Maailman CO ₂ -päästöt	CO ₂ -päästöt (GtCO ₂ /a)					Osuudet (%)				
	1990	2000	2010	2020	2023	1990	2000	2010	2020	2023
Sähkö	6,3	7,6	10,7	11,7	12,4	27 %	29 %	31 %	32 %	32 %
Öljy	8,4	9,9	11,3	11,7	13,1	35 %	37 %	32 %	32 %	34 %
Hiili	4,5	3,9	6,6	6,1	5,8	19 %	15 %	19 %	16 %	15 %
Kaasu	3,0	3,5	4,1	4,9	5,0	13 %	13 %	12 %	13 %	13 %
Sementti	0,8	0,8	1,3	1,6	1,6	3 %	3 %	4 %	4 %	4 %
Teollisuus	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
Soihdutus	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Yhteensä	23,8	26,6	34,9	37,0	39,0	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Sähkö	6,3	7,6	10,7	11,7	12,4	27 %	29 %	31 %	32 %	32 %
Fossiili	15,9	17,3	22,0	22,7	23,9	67 %	65 %	63 %	61 %	61 %
Muut	1,6	1,6	2,2	2,6	2,7	7 %	6 %	6 %	7 %	7 %
Asukasluku	5,3	6,1	7,0	7,8	8,0					
t/asukas	4,5	4,4	5,0	4,7	4,9					

Päästöjen kasvu on kuitenkin hidastumassa, koska vuodesta 1990 vuoteen 2010 päästöt kasvoivat 11,1 Gt eli 0,56 Gt vuodessa. Viimeisen 13 vuoden aikana kasvu oli 2,3 Gt eli 0,18 Gt vuodessa. Tämän on aiheuttanut uusiutuvien lähteiden nopea kasvu.

Ilmakehän CO₂-pitoisuutta on mitattu vuodesta 1959 lähtien ja se on noussut vuoden 1959 lukemasta 315,9 ppm arvoon 421,1 ppm vuonna 2023 vuoden keskiarvoina mitattuna (Kuva 1.4.3). Ilmakehän CO₂-pitoisuudesta voidaan laskea ilmakehän CO₂:n massa. Ilmakehään vuosittain jäävä CO₂:n massavirta voidaan laskea ilmakehän CO₂-massan vuosimuutoksesta.

Vuosipäästöjen ja ilmakehään vuosittain jäävän CO₂:n massavirran erotus on hiilinielujen määrä. Näin saadaan CO₂-tase (Kuva 1.4.2). Siitä havaitaan, että hiilinielut ovat tänään noin 20 Gt. Trendi viittaa siihen, että ilmakehään jäävä CO₂:n massavirta on laskemassa, koska päästöt ovat huipussa ja hiilinielut kasvavat edelleen.

ENERGIANKÄYTTÄJÄN KÄSIKIRJA 2024

Kirjassa kerrotaan, miten uusia energiatekniikan saavutuksia voidaan käyttää energian tuotannossa ja kotitalouksien energiankäytössä järkevästi ja siten, että perheen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ja energiakustannukset voidaan samalla minimoida.

Samaan voivat päästä kaikki maailman ihmiset, koska sähköstä on tulossa hiilivapaata vuoteen 2060 mennessä. Se vaatii energian tuottajilta investointeja tuuli- ja aurinkoenergiaan. Kuluttajilta vaaditaan puolestaan siirtymistä öljyn ja kaasun käytöstä sähkön käyttöön.

Kirjassa on myös mallinnettu päästöjen vaikutus ilmaston lämpenemiseen. Mallinnuksen mukaan maailman CO₂-päästöt saavat olla vain kaksi tonnia asukasta kohti vuonna 2050, jotta ilmaston lämpeneminen voidaan rajoittaa 1,5 asteeseen.

ASKO VUORINEN

Asko Vuorinen on koulutukseltaan tekniikan lisensiaatti, joka on tehnyt työuransa Imatran Voiman Loviisa 1- ja 2- projekteissa suunnitteluinsinöörinä sekä Voimalaitososastolla Loviisa 3-projektissa pääsuunnittelijana.

Sen jälkeen hän on toiminut Wärtsilän tytäryhtiön Modigen toimitusjohtajana yhtiön kaasumoottorien kehitystehtävissä ja Wärtsilän energiaohtajana. Hän on julkaissut 11 kirjaa energia- ja ilmastoaiheista sekä 12 kirjaa muista aiheista.

ISBN 978-952-69825-5-7 (pehmeäkantinen)

ISBN 978-952-69825-6-4 (PDF)

