

Puhtaan siirtymän investoinnit: perustiedot päätöksentekijöille

Luento 2. Suomen toimintaympäristö

8.5.2025

Iivo Vehviläinen

Suomen toimintaympäristö

1. Suomi on pieni toimija globaalissa taloudessa
 - Maailmantaloudessa suhteellinen kilpailuetu määrittää pitkässä juoksussa menestysedellytykset
2. Globaalit muutokset vaikuttavat meihin markkinoiden kautta
 - Teknologiakehitys on globaalia, teknologioiden käyttöönotto paikallista
3. Suomi on osa EU:ta
 - Yhteiset ilmastotavoitteet ja EU:lle delegoitu päätäntävalta
 - Yhteiset sisämarkkinat, myös energian osalta, rajoittavat kansallista liikkumavaraa

Agenda

Talous

Päästöt

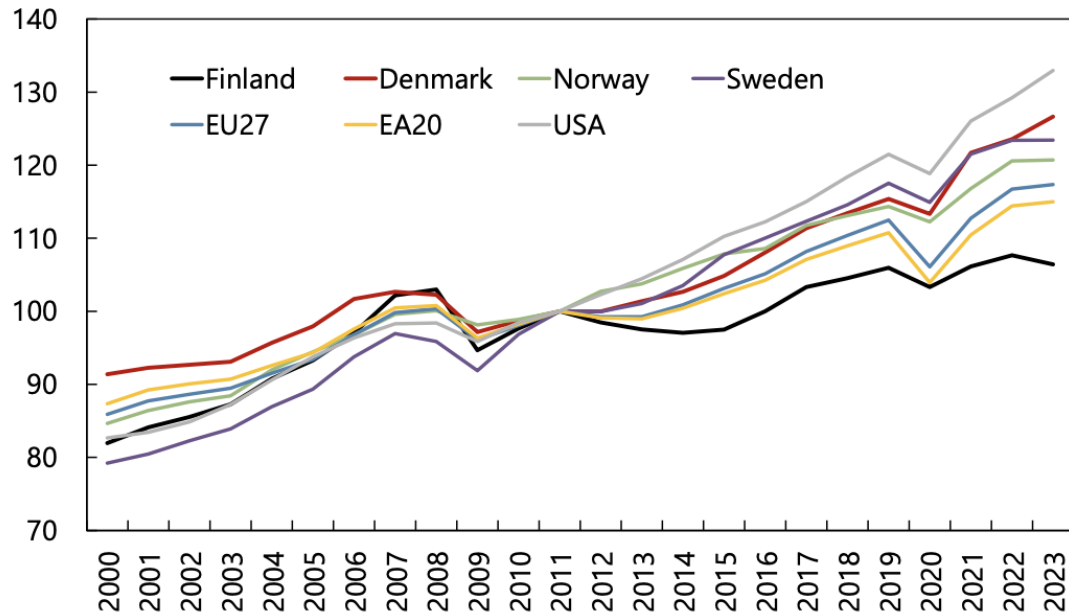
Sähkömarkkinat

Energiaverkot

Suomen taloustilanne

BKT

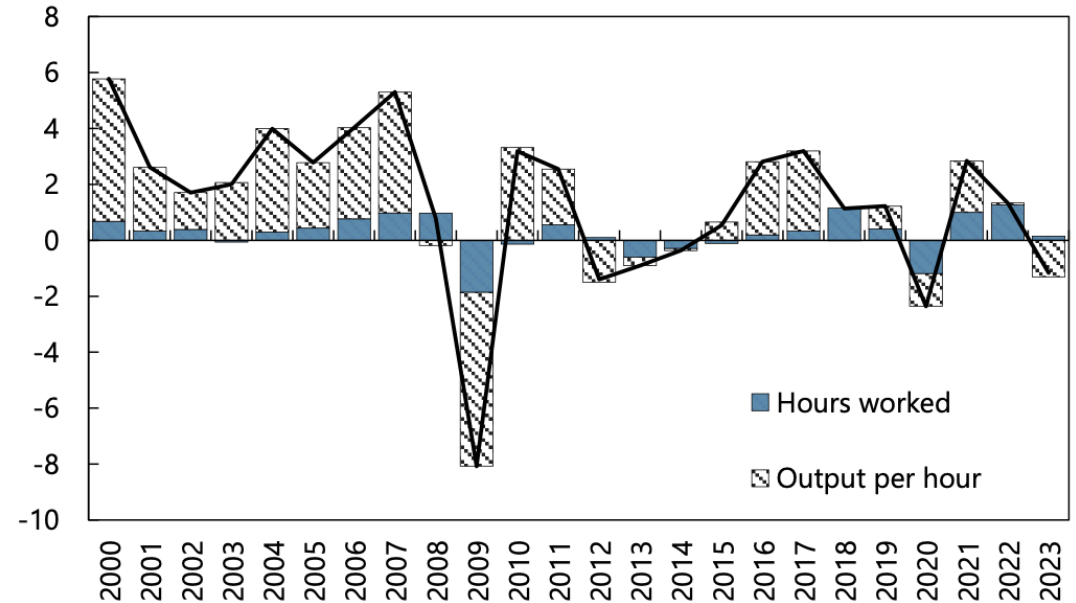
(indeksi, 2011=100)



Sources: Haver Analytics; and IMF staff calculations.

BKT:n kasvu

(prosenttimuutos)



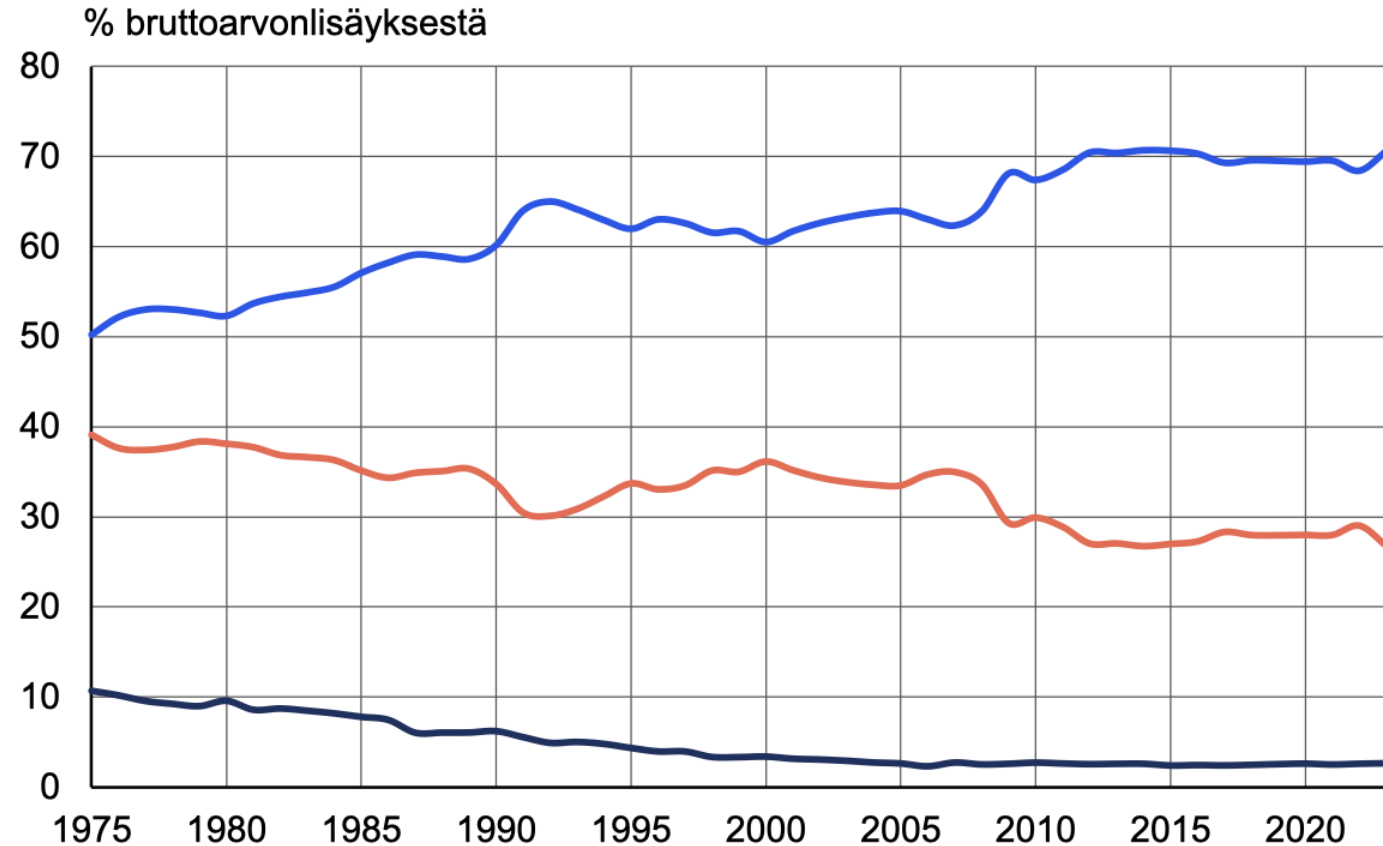
Sources: Eurostat; and IMF staff calculations.

- Suomen talous on viimeisen 15 vuoden aikana kasvanut hitaammin kuin verrokkimaissa (vasen kuva)
- Hidasta kasvua selittää työn tuottavuuden heikko kasvu (oikea kuva)

Talouden rakennemuutos

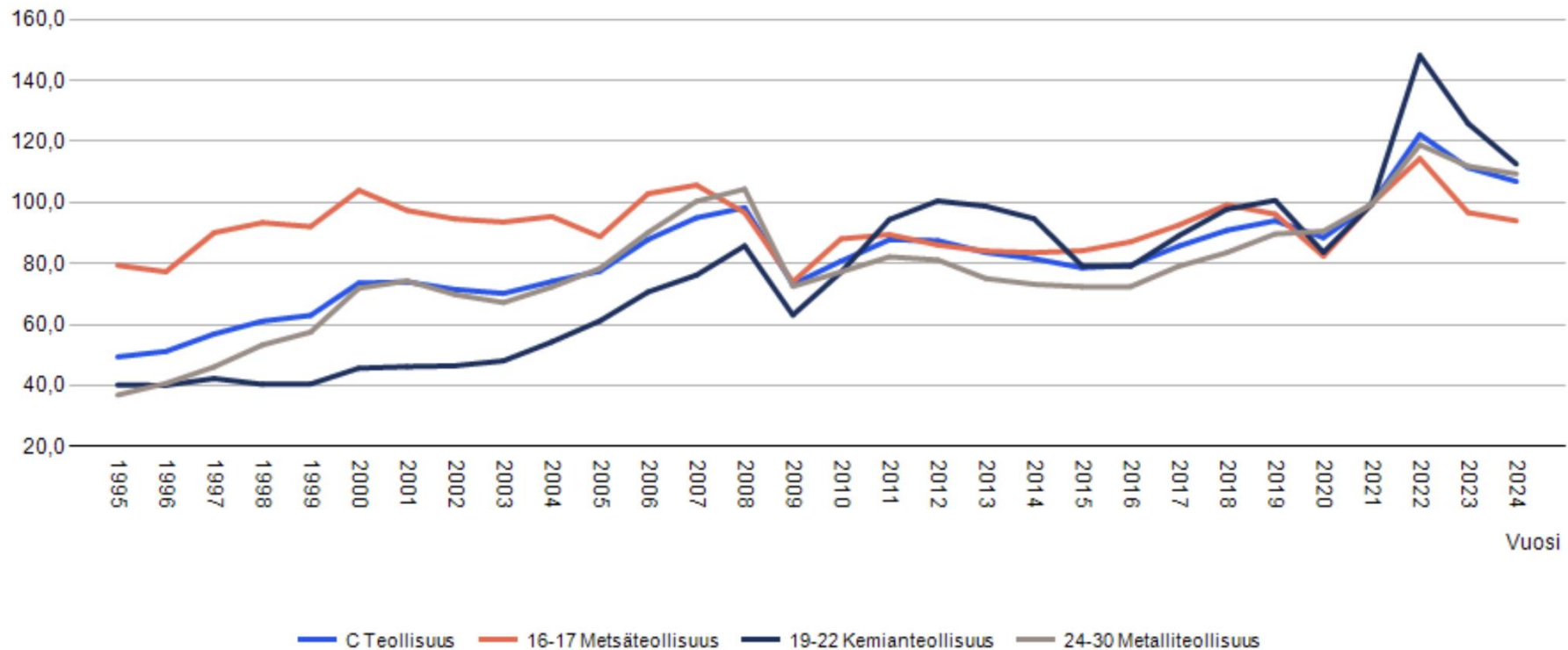
- Palvelut
- Teollisuus ja rakentaminen
- Maa-, metsä- ja kalatalous

- Alkutuotannon osuus vähentynyt
- Palveluiden suhteellinen osuus kasvanut
- Teollisuuden osuus taloudessa on vähentynyt, mutta edelleen merkittävä



Teollisuuden rakennemuutos

Teollisuuden liikevaihtokuvaaja (2021=100) muuttujina Toimiala ja Vuosi. Liikevaihto, Kausitasoitettu indeksisarja.



Teollisuuden suhteelliset osuudet muuttuneet voimakkaasti

Puhas siirtymä

Vihreä siirtymä on välttämätön muutos kohti ekologisesti kestäväää taloutta. Kestävä talous nojaa vähähiilisiin sekä kiertotaloutta ja luonnon monimuotoisuutta edistäviin ratkaisuihin ja luonnonvarojen kestävään käyttöön.

Puhdas energiasiirtymä on tiivis osa vihreää siirtymää. Fossiilisten polttoaineiden alasajo ja niiden korvaaminen puhtailla energiaratkaisuilla on keskeinen tavoite siirtymässä.

- Irtautuminen fossiilisista polttoaineista voi tuoda kilpailukykyä suhteessa muihin alueisiin
 - Esimerkiksi vuoden 2022 energiakriisin aikaan jotkin suomalaiset yhtiöt hyötyivät korkeista hinnoista verrattuna Keski-Euroopan vielä korkeimpiin hintoihin
- Puhtaan siirtymän ratkaisujen kehittämisestä voi syntyä teknologia- ja palveluvientiä

Suomen suhteellinen kilpailuetu?

Suomen teollisuuspoliittisen strategian tavoitteita:

1. Kehitämme toimintaympäristön kilpailukykyä investointien houkuttelemiseksi
2. Tehostamme julkista rahoitusta yksityisen rahoituksen vivuttamiseksi
3. Kasvatamme arvonlisää ja tuottavuutta panostamalla aineettomaan pääomaan
4. Luomme kasvua tutkimuksesta, innovaatioista ja kansainvälisistä verkostoista
- 5. Hyödynnämme puhtaan siirtymän sekä bio- ja kiertotalouden mahdollisuudet**
6. Panostamme logistiikkaan, infrastruktuuriin ja teollisiin keskittymiin
7. Varmistamme osaavan työvoiman saatavuuden

➤ “Puhdas siirtymä ei edistä ainoastaan ympäristöä, vaan tarjoaa kilpailuetua suomalaiselle teollisuudelle ja lisää ympäristöosaamiseen liittyviä vientimahdollisuuksia.”

Agenda

Talous

Päästöt

Sähkömarkkinat

Energiaverkot

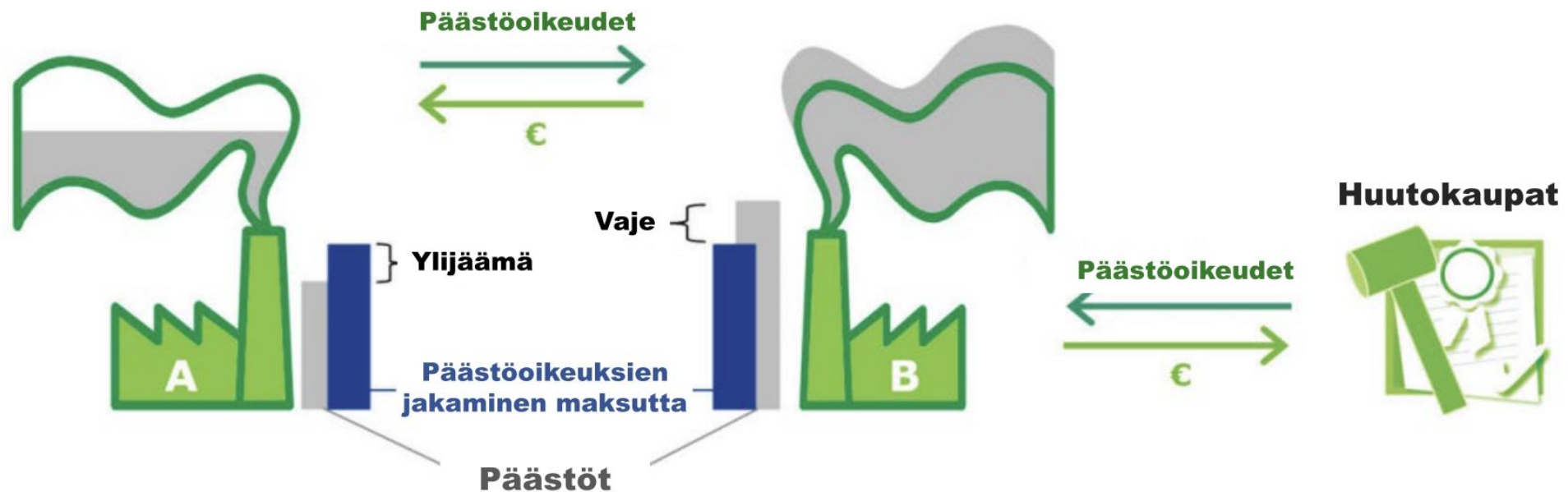
Päästöjen vähentäminen EU:ssa

Vähennystavoitteet jaettu eri sektoreille:

1. Päästökauppasektori: EU:n yhteinen päästökauppa
 - Energiantuotanto (suuret laitokset), suuret teollisuuslaitokset, lento- ja laivaliikenne
2. Taakanjakosektori: jäsenvaltiokohtaiset sitovat tavoitteet
 - Rakennusten erillislämmitys, liikenne, maatalous, pienteollisuus, jätteet
 - Polttoaineen päästökauppa ETS2
3. Maankäyttö (LULUCF)
 - Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous

EU:n päästökauppajärjestelmä

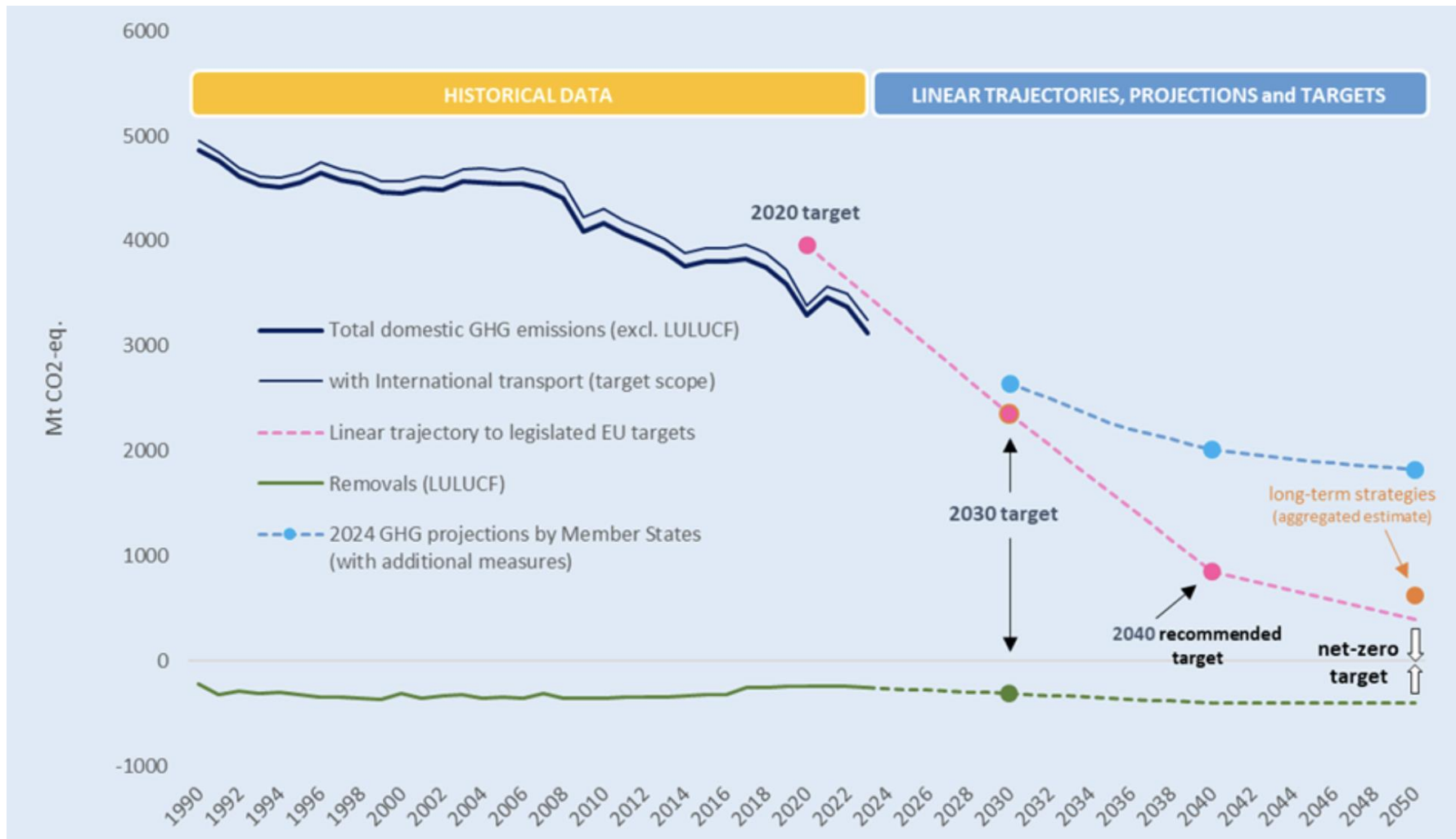
EU ETS (Emissions Trading Scheme)



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin EU:n päästökauppajärjestelmää koskevan Euroopan komission käsikirjan (EU ETS Handbook, 2015) perusteella.

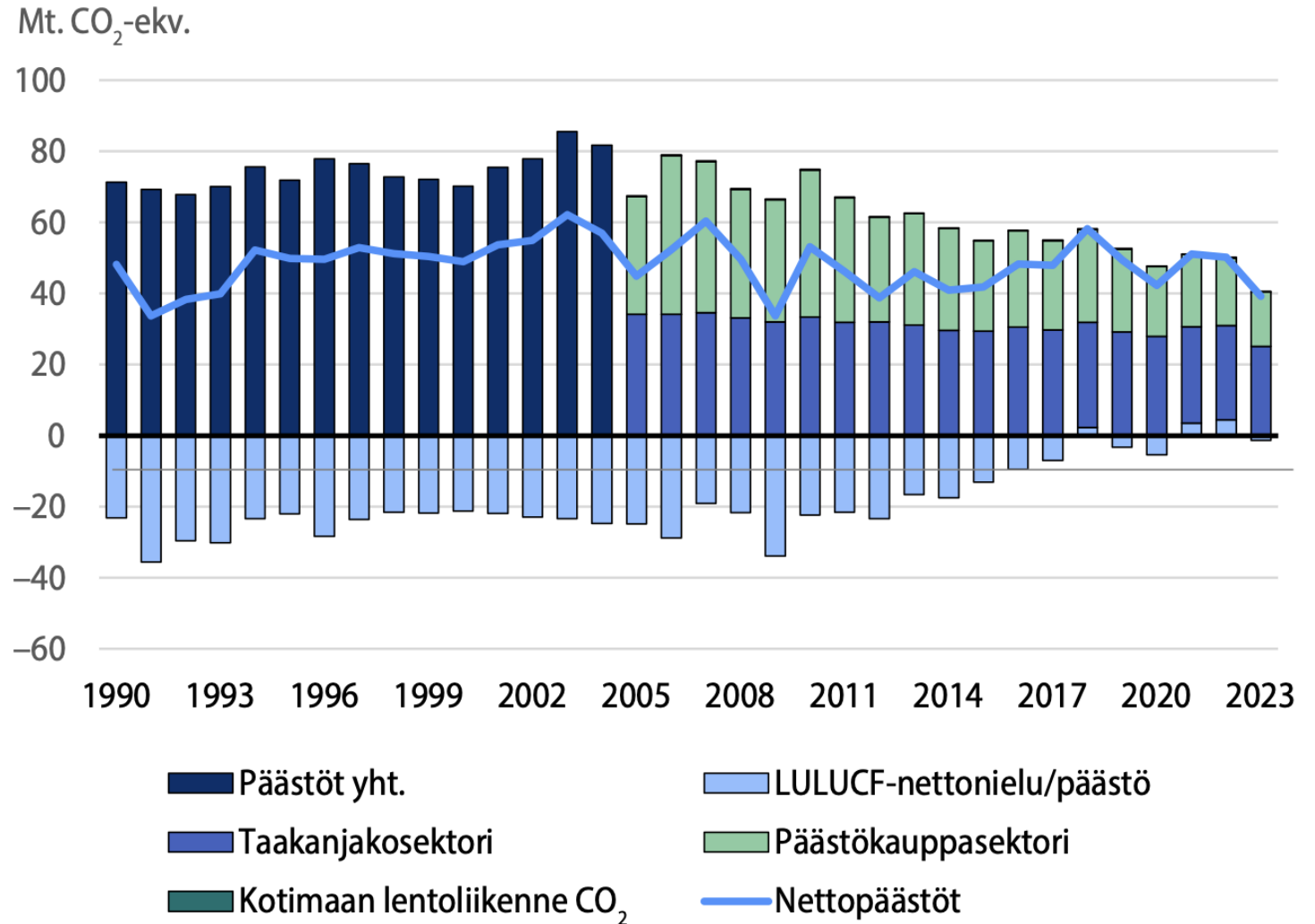
Perusidea: fossiilisten käytölle asetettu hintalappu, kaupankäynti tehostaa vähennystoimia

Päästötavoitteet EU:ssa



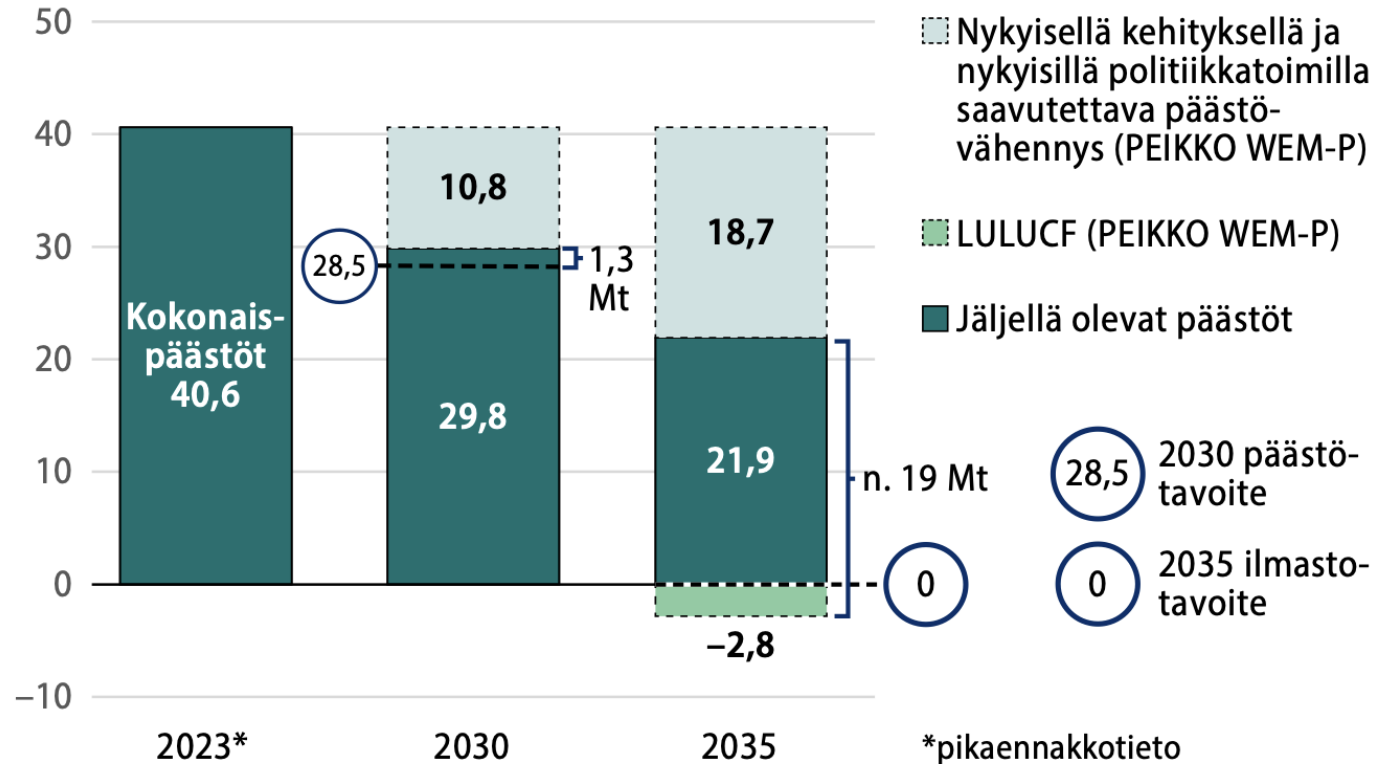
Päästöt Suomessa

- Kokonaispäästöt pääosin hiilidioksidia
- Maankäytön päästöt kasvussa
- Muiden sektoreiden päästöt laskussa
- Päästökaupparektori hoituu EU:n toimesta
- Taakanjakosektori ja maankäyttösektori kansallisella vastuulla



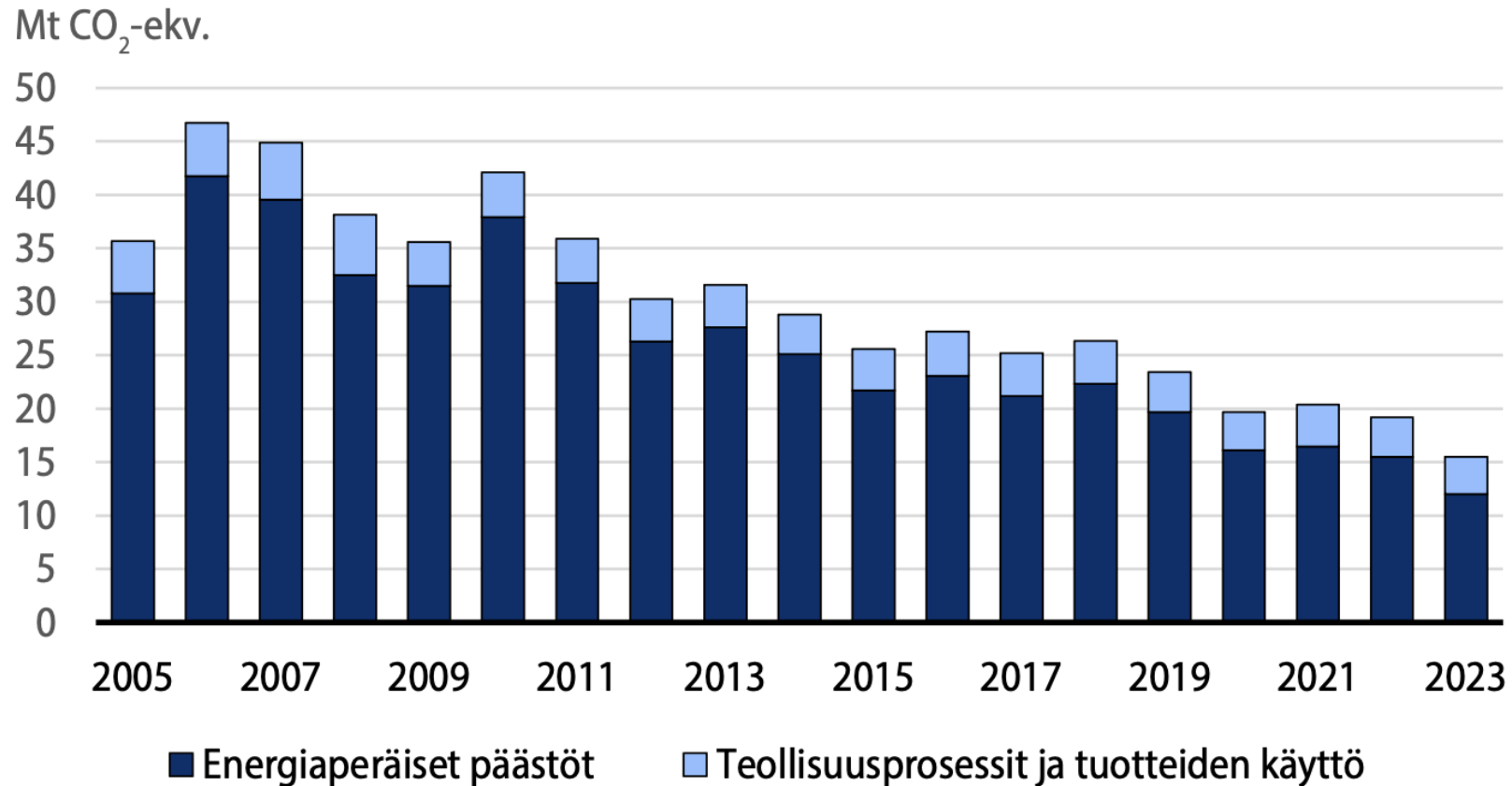
Päästötavoitteet Suomessa

Kuva 6. Päästö- ja nielukehitys suhteessa ilmastolain tavoitteisiin.



Suomella EU:ta kunnianhimoisemmat ilmastotavoitteet

Päästökauppasektorin päästöt



Vähennys
-54 % vuodesta
2005

Päästöjen vähentäminen: EU ETS



Toiminnanharjoittajakohtaiset todennetut päästöt [t CO₂] vuosilta 2013-2024

Jos päästömäärissä havaitaan jälkikäteen virheitä, muutetaan Energiaviraston päästömääräarviopäätösten mukaisesti korjatut päästömäärät seuraavan vuoden julkaisuun.

- Toiminnanharjoittaja ei mukana päästökaupassa ko. vuonna tai toiminut eri yhtiönä

- Päästökauppasektorin päästöistä > 50 % kolmelta yritykseltä ja top-10 päästäjien osuus 75 %
- Haasteena teollisuuden päästöjen vähentäminen tuottavuutta kasvattamalla

Toiminnanharjoittaja	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SSAB Europe Oy	3745499	3851105	4017708	4221633	3875154	4102455	3384416	3424487	4324000	3680849	3805494	3729353
Neste Oyj	3214522	3083734	2909575	3160961	3038402	2905127	3160013	2864983	2415258	2578973	2529098	1858411
Helen Oy	-	3157019	2907644	3268465	3254717	3287734	3217603	2709166	2757646	2666466	1632888	1234910
Outokumpu Stainless Oy	640514	716104	716655	698264	664086	719168	702472	646056	718226	634094	632428	610595
Borealis Polymers Oy	540165	537361	554162	572356	531690	548245	562045	559227	559518	551923	466839	559749
Kilpilahden Voimalaitos Oy	-	-	-	-	-	18	74338	5923	0	10368	94948	522011
Finnsementti Oy	747834	717060	701990	827398	905985	891409	871058	850921	906599	885342	663883	480653
UPM-Kymmene Oyj	486403	544326	479235	457704	433578	496084	460859	413130	394942	291414	289462	337229
Fortum Power and Heat Oy	3346558	2128636	1263101	1842415	1489586	1533754	1011390	628571	608047	859064	535556	305281
Stora Enso Oyj	978791	1059726	957903	978202	468646	471238	444711	428009	471331	422434	342473	276101
Nordkalk Oy Ab	451866	432273	372080	391313	404035	358606	265799	270556	310272	270359	265520	244636
Tornion Voima Oy	333829	293474	251383	252845	269693	332062	319264	304345	284474	268947	232434	235846
Oy Linde Gas Ab	-	-	-	79744	260072	263217	141412	191513	149992	158383	239472	171253
Jyväskylän Voima Oy	336542	302682	364686	267182	225067	344633	243105	204805	205698	307719	206032	140577
Metsä Fibre Oy	200590	166672	216696	222733	192594	173454	247227	227815	189155	193492	153924	137607
Tampereen Energia Oy	-	-	553388	455112	419348	459822	435617	354031	432175	297665	205130	132575
Oulun Energia Oy	-	528431	531656	532615	534273	491209	486596	425283	345080	312747	238725	125155
MM Kotkamills Boards Oy	255035	226115	245567	205715	238655	237768	244053	253824	243181	191888	142993	120950
Seinäjoen Voima Oy	-	-	-	-	-	624945	415897	300596	366156	329764	115893	111008
Oy Alholmens Kraft Ab	560960	688131	363183	348194	270980	657861	352052	187144	337766	514201	88420	103040
Vantaan Energia Oy	774672	558421	454967	503783	484596	482715	269376	97378	298485	238593	190193	100309

Päästöjen vähentäminen: taakanjako

	2005	2022	2023	Muutos 05–23 (Mt)	Muutos 05–23 (%)
Liikenne	12,6	9,6	9,3	-3,3	-26,2 %
Maatalous	6,2	6,1	6,0	-0,2	-3,2 %
Rakennusten erillislämmitys	4,1	1,9	-	-	-
Työkoneet	2,6	2,5	2,4	-0,2	-7,7 %
Jätteiden käsittely	3,1	1,7	1,6	-1,5	-48,4 %
F-kaasut	1,1	0,8	0,7	-0,4	-36,4 %
Teollisuus	0,53	0,50	0,46	-0,07	-13,2 %
Muut päästöt	3,9	3,4	-	-	-
Yhteensä	34,1	26,5	25,1	-9,0	-26,4 %

Agenda

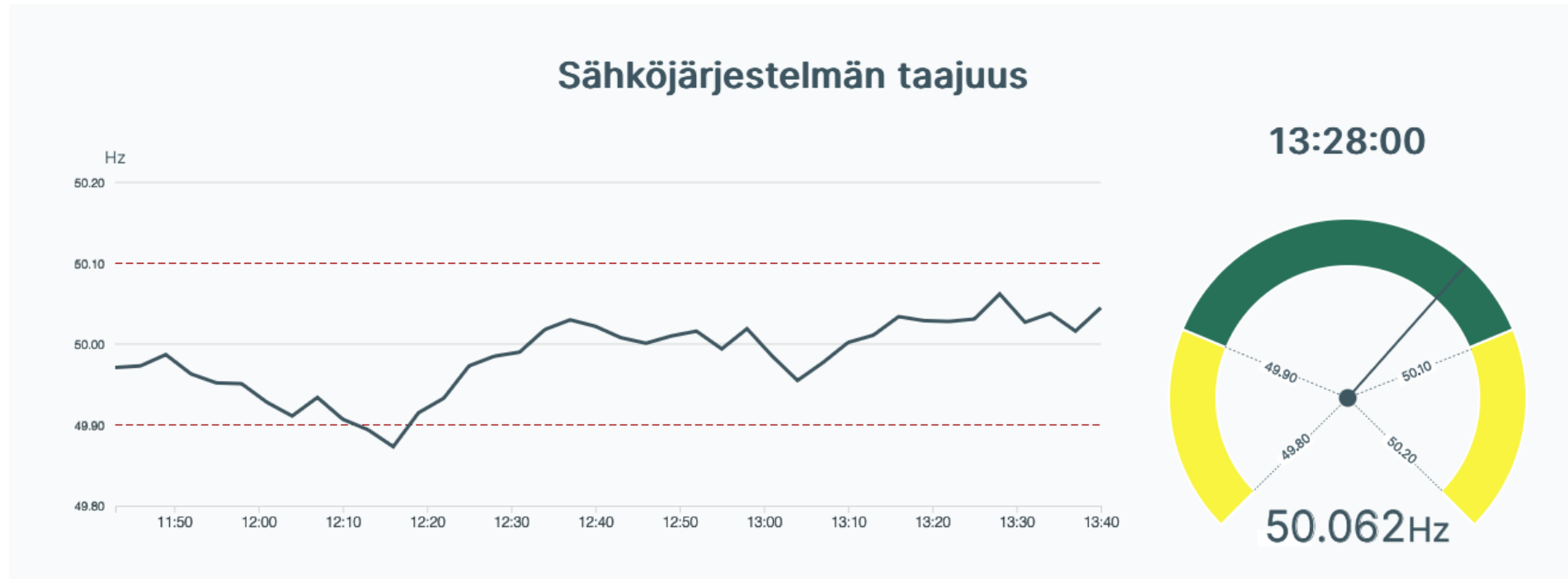
Talous

Päästöt

Sähkömarkkinat

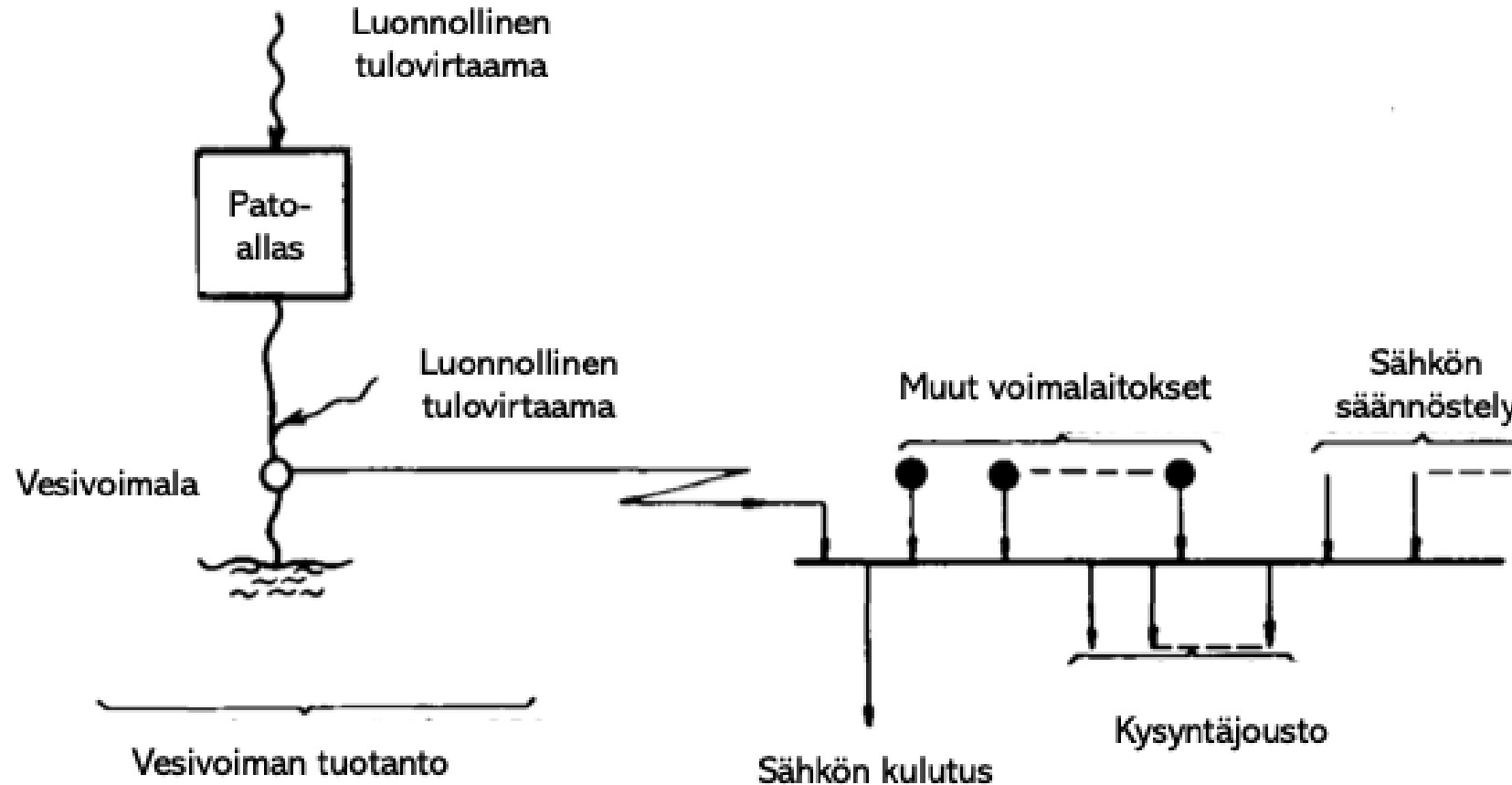
Energiaverkot

Fysiikkaa



Vaihtovirtasähköjärjestelmä: taajuuden pysyttävä tietyissä laaturajoissa

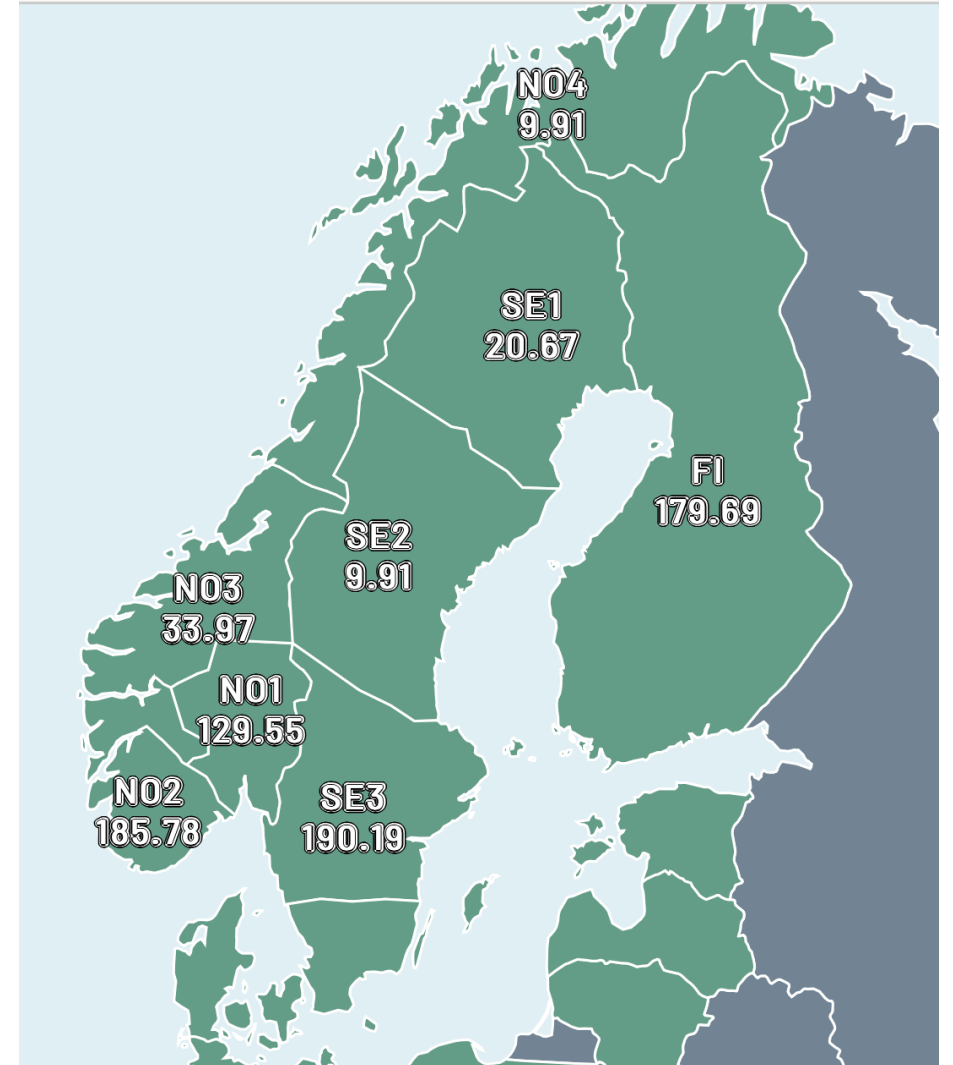
Sähköjärjestelmä



Järjestelmän ylläpito: aiemmin keskitetty ratkaisu, nykyisin markkinaehtoisuus

EU:n sähkömarkkinat

- Suomi on osa eurooppalaista sähkömarkkinaa
 - Sähkön tuotanto ja vähittäismyynti kilpailtua toimintaa
- Sähkömarkkinalla tasapainotus haetaan alueellisesti fyysisten siirtorajoitusten puitteissa
- Yhteiskunta ulkoistanut sähköjärjestelmään liittyviä päätöksiä sähkömarkkinatoimijoille
 - Lyhyen aikavälin tuotantopäätökset
 - Investoinnit
- Sähköverkot ovat edelleen säänneltyä monopolitoimintaa



Sähkömarkkinalla kaksi tehtävää

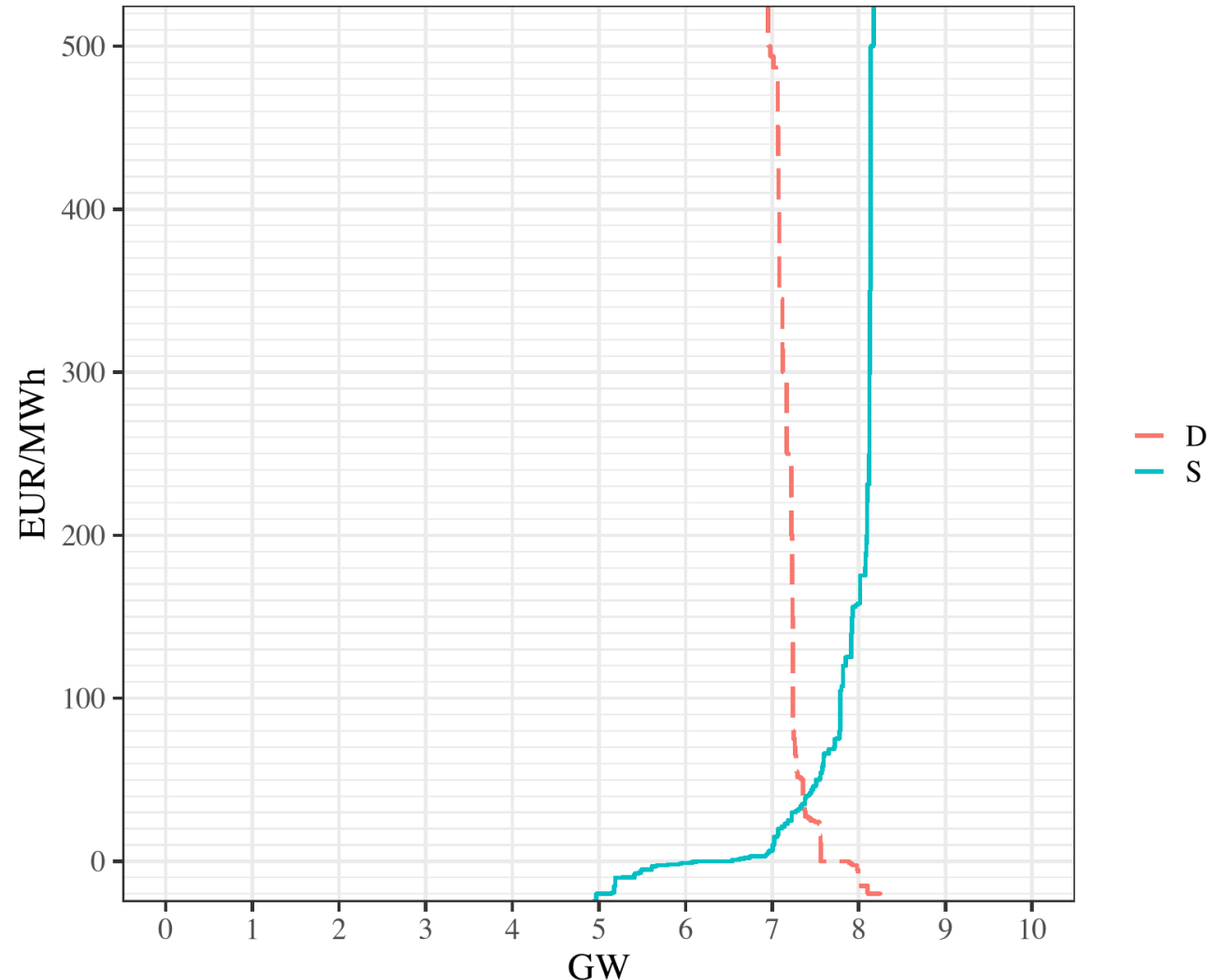
1. Tasapainottaa määrät: sähkönkulutus ja –tuotanto
2. Tasapainotus tehdään hintojen kautta → hintasignaali
 - Kannustimet investoinneille
 - Kannustimet uusien teknologioiden kehittämiseksi

Ideaalisissa oloissa kilpailu markkinoilla tuottaa tehokkuushyötyjä, jotka markkinamekanismi siirtää kuluttajille.

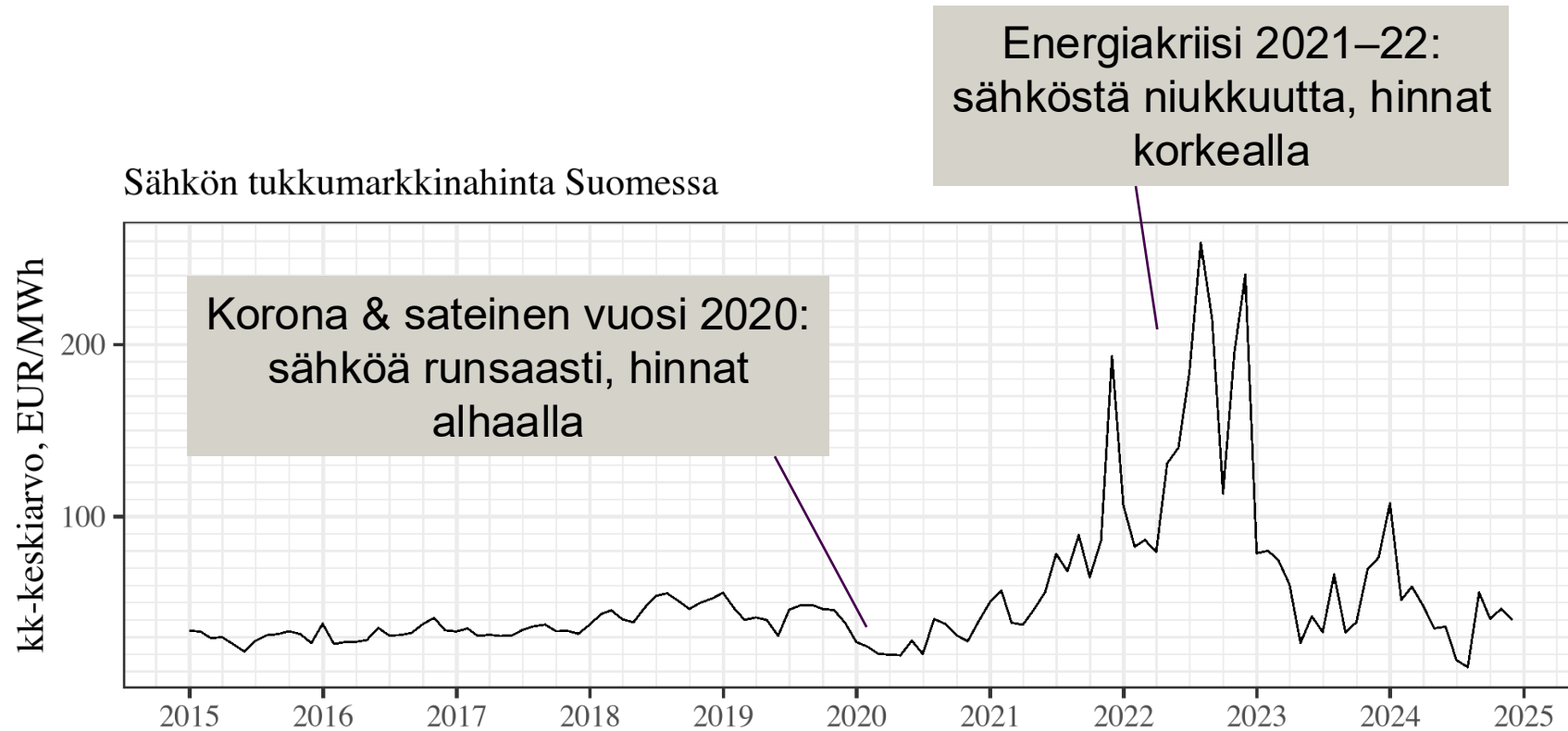
Markkinan järjestäminen: tarjouskauppa

- Päiväkauppa on taloudellisesti merkittävin osa sähkömarkkinaa
- Järjestetään tarjouskauppana
- Havaintoja toimijoiden tarjouksista päivämarkkinalle:
 - Suuretkaan muutokset markkinahinnoissa eivät juuri vaikuta kulutukseen (punainen katkoviiva)
 - Iso osa tuotannosta on tarjottu negatiivisilla hinnoilla (turkoosi viiva)
- Päiväkaupan jälkeen lukuisia mekanismeja reaaliaikaista tasapainotusta kohden

Sähkön tukkumarkkina Suomessa 29.11.2024, kl 18-19



Sähkön hinta Suomessa

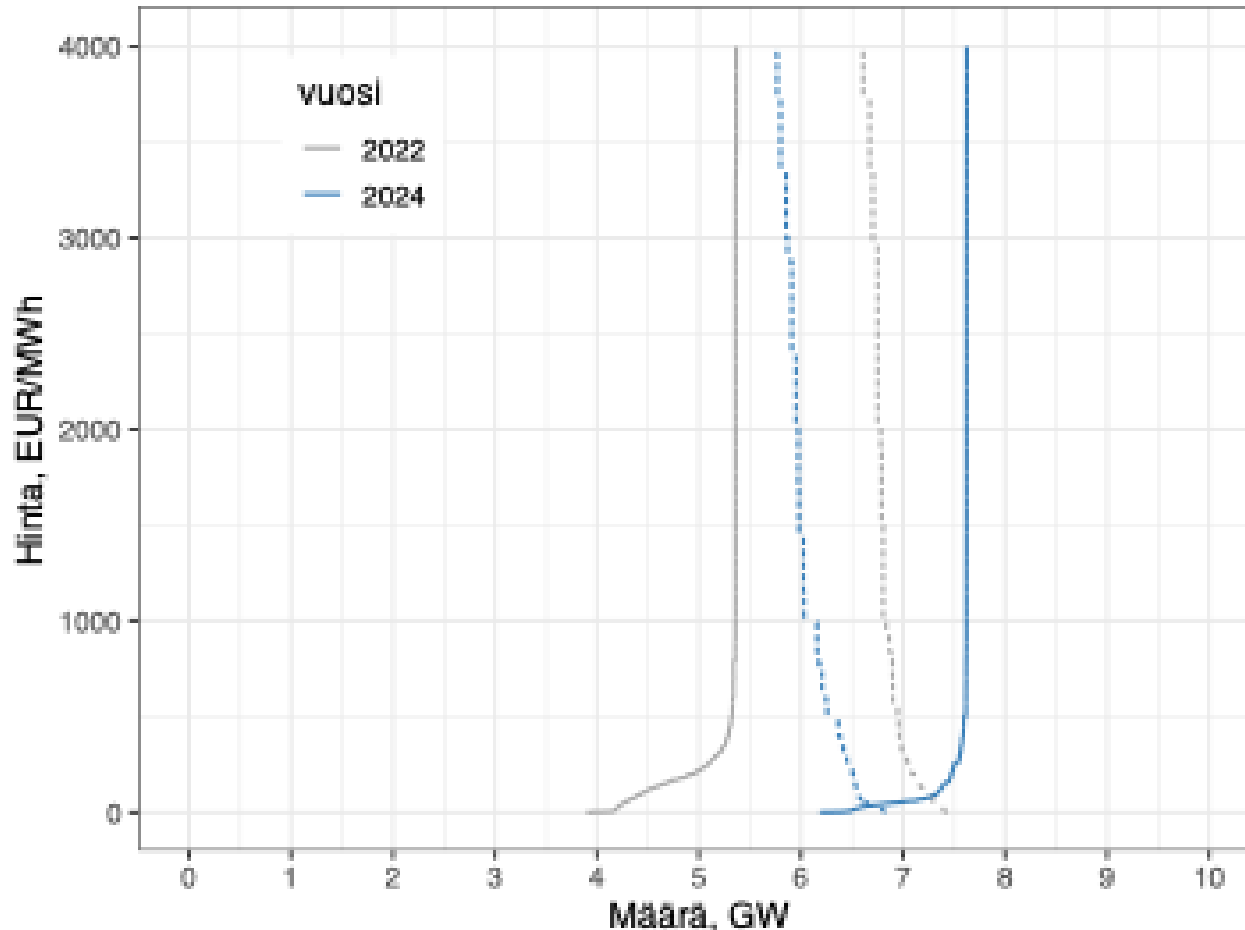


Lähde: ENTSO-E

Suomen sähköhinnat kytketty eurooppalaiseen hintatasoon rajasiirtojen kautta

Puhdas siirtymä Suomessa: esimerkki

Marraskuun keskimääräiset tarjouskäyrät



Muutokset vuodesta 2022 vuoteen 2024

Määrät @ 50 €/MWh:

- Kysyntä: - 700 MW
- Tarjonta: +2700 MW

Joustava kapasiteetti (50 – 4000 €/MWh):

- Kysyntä: +200 MW
- Tuotanto: - 400 MW

Luvut ovat marraskuu 2024 - marraskuu 2022 keskiarvoja

Mikä voi mennä pieleen?

Five days of unaffordable electricity in Texas

During a record-setting cold wave from Feb. 14-20, 2021, Texas electricity prices spiked to \$9,000 per megawatt-hour, more than 100 times higher than typical rates. When the spike eased, regulators restored it in an effort to induce Texans to conserve power. Prices shown are for ERCOT's Houston generating region, but were extremely similar across all of ERCOT's territory, covering most of the state.



His Lights Stayed on During Texas' Storm. Now He Owes \$16,752.

After a public outcry from people like Scott Willoughby, whose exorbitant electric bill is soon due, Gov. Greg Abbott said lawmakers should ensure Texans “do not get stuck with skyrocketing energy bills” caused by the storm.

New York Times, 1.3.2021

Figure: The Conversation, ERCOT.

Markkinahäiriöt

- Markkinoiden kaupallinen tasapainoitus poikkeaa fysiikan asettamista rajoitteista
- Ilmasto-, energia- ja teollisuuspolitiikka
 - Esimerkiksi tuet uusiutuville, ydinvoimalle tai teollisuuden sähkönkäytölle
- Isojen toimijoiden markkinavoima
- Markkinoille tulon esteet
 - Kertainvestoinnit suuria, rakentaminen hidasta, takaisinmaksuajat pitkiä (esim. ydinvoima)
 - Luvitus yms. hallinnolliset esteet (esim. ydinvoima, tuulivoima)
- Epävarmuus ja tiedon puute tulevasta kulutuksesta ja tuotannosta
- Sopimusmarkkinan puutteet
- Tuotannon ja kulutuksen sijoittumista ei ohjata hinta-alueiden sisällä

Agenda

Talous

Päästöt

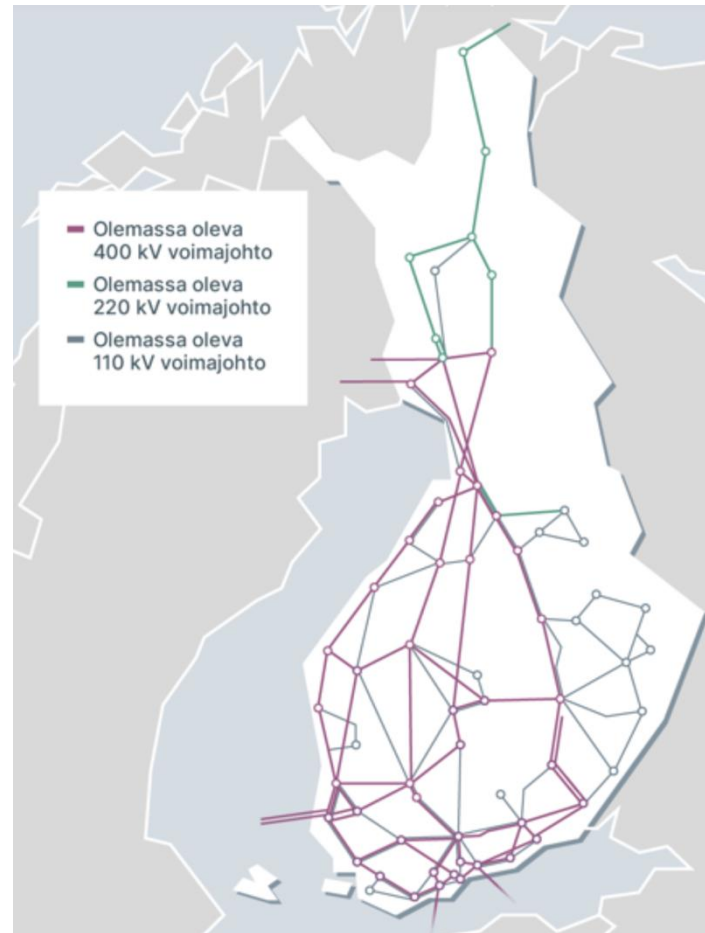
Sähkömarkkinat

Energiaverkot

Sähköverkot

- Sähköverkko jaettu teknisten ominaisuuksiensa perusteella eri tasoihin:
 - Siirto kantaverkossa (Fingrid)
 - Jakeluverkot
 - Lisäksi: alueverkot
- Maakaasuverkkojen osalta vastaava rakenne kantaverkon (Gasgrid) ja jakelioiden osalta
- Toiminta säänneltyä
 - Periaatteet EU-tasolla
 - Kansallinen implementointi

Kantaverkko



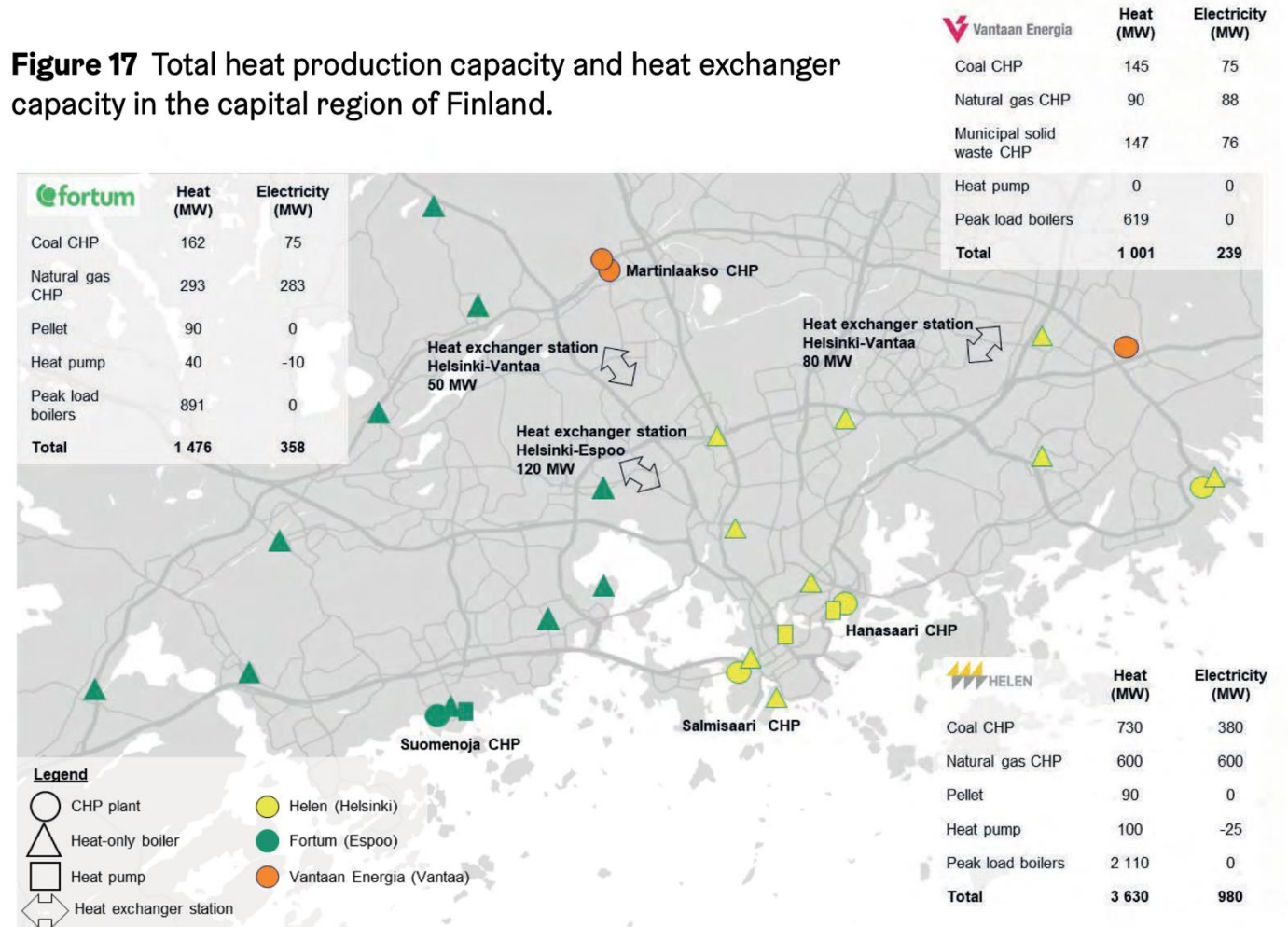
Jakeluverkot



Kaukolämpöverkot: esimerkki

- Kaukolämpöverkot Pohjoismaiden innovaatio:
 - Siirtymä pois talokohtaisesta puunpoltosta
 - Keskitetyt suuret yksiköt ratkaisu logistiikkaan ja paikallisiin päästöihin
- Kaukolämpöyhtiöillä paikallinen monopoli omalla alueellaan
 - EU velvoite lämpömarkkinoiden avaamisesta, ei vielä Suomessa
 - Erillistä ohjausta, hukkalämpöjen hyödyntämisen osalta yms.

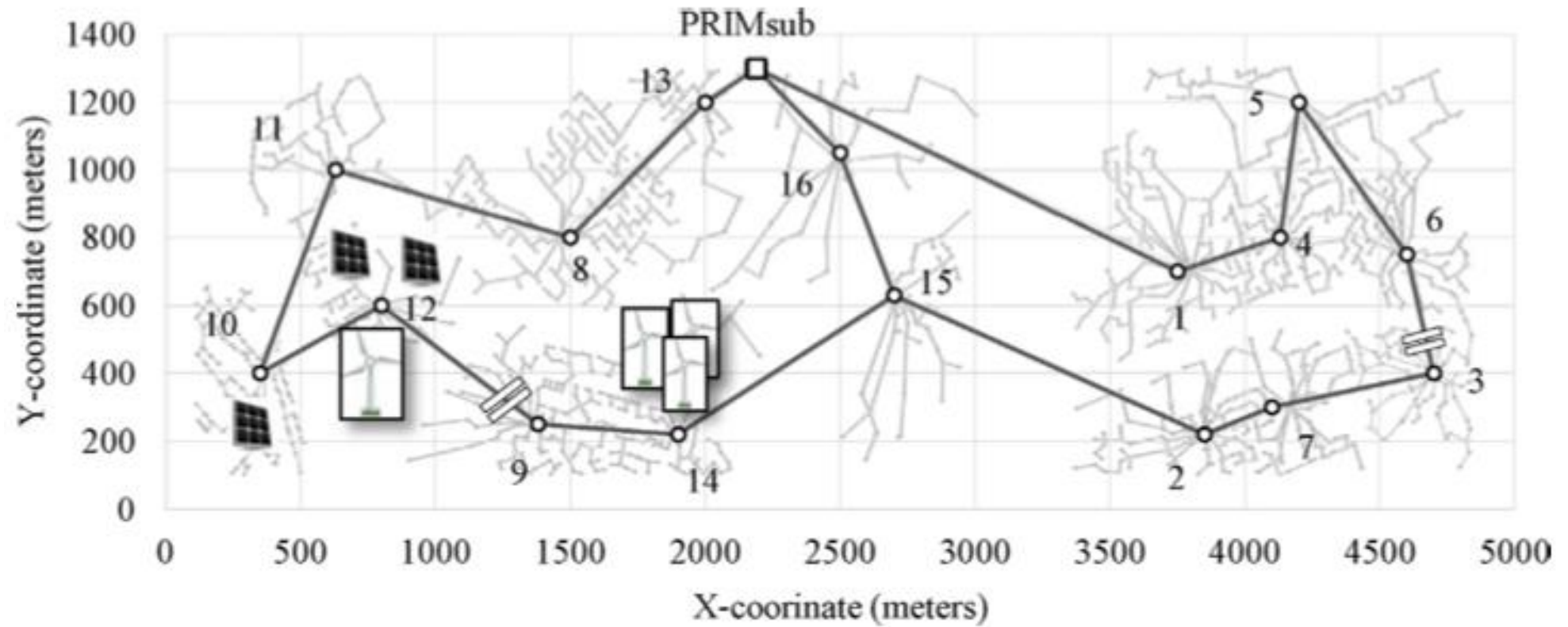
Figure 17 Total heat production capacity and heat exchanger capacity in the capital region of Finland.



Verkostovaikutukset

- Energiaverkoissa kilpailu ei toimi, verkkoyhtiöt ovat luonnollisia monopoleja
 - Sama verkkoyhteys palvelee useita asiakkaita
 - Kilpailevien verkkojen rakentaminen tulisi kalliimmaksi
- Kulutuksen ja tuotannon sijoittuminen edellyttää koordinaatiota yhdessä verkon kanssa
- Ei ole selvää miten koordinaatio ratkaistaan
 - Ilman hintaohjausta epäselvää toteutuvatko yhteiskunnalle arvokkaimmat hankkeet oikeassa järjestyksessä
- Eurooppalaisessa mallissa vaikea siirtää hintaohjausta kovin hienojakoiselle tasolle
 - Vaihtoehtoisia tapoja allokaatioon: jonottaminen, “kauneuskilpailu”, ...
 - Euroopassa painetta harkita USA:n sähkömarkkinamallai: esimerkiksi Pohjoismaissa 12 hinta-aluetta, Kaliforniassa noin 3000 tuhatta

Esimerkki



Esimerkki jakeluverkosta, jonka aiempi mitoitus ei kestä asiakkaiden koordinoitua kuormia

Vetyverkko?

- Vety voi olla hyödyllinen puhtaan siirtymän mahdollistaja:
 - Vaihtoehtoinen energiakantaja
 - Voi korvata fossiilisia suoraan teollisissa prosesseissa
 - Voi käyttää polttoaineena
- Vetyverkon rakentaminen suunnitteilla



Vetyverkon suunnitelma loppuvuonna 2024

Markkinat vs. verkot

Markkinat

- Vapaa pääsy markkinoille
- Riittävä kilpailu kannustaa tehokkuuteen ja pitää hinnat kurissa
- Sähkön tukkumarkkinat (Nord Pool, EEX)
- Sähkön vähittäismarkkinat

Verkot

- Rajoitettu palveluiden tarjonta
- Taloudellinen tehokkuus edellyttää erillistä sääntelyä
- Kantaverkot (Fingrid, Gasgrid)
- Jakeluverkot, kaukolämpöverkot

- EU:n sähkömarkkinamallissa markkinaehtoinen toiminta ja verkkoliiketoiminta on aiemmin ollut tiukasti eroteltua
- Puhdas siirtymä asettaa haasteita tälle erottelulle

Esimerkki:

Suomen sähköverkosta paljastui pullonkaula ja nyt miljardien arvoiset investoinnit uhkaavat karata

JOEL MAISALMI



Voimaverkon rakentaminen kestää keskimäärin kahdeksan vuotta. Puolet ajasta voi mennä luvitukseen.

Fingrid rajoittaa jo uusien sähköliittymien myöntämistä Varsinais-Suomessa, Uudellamaalla ja Hämeessä.

PEKKA HAKANEN
TS Turku
23.1.2025 5.00

Yhteenveto

Suomen talouden haasteena heikko tuottavuus

- Puhdas siirtymä muuttaa tuotannon kilpailukykytekijöitä meillä
- Muutokset täällä eivät ole irrallisia globaaleista muutoksista

Päästöjen vähentäminen Suomessa on periaatteessa yksinkertaista

- Haasteena toteutus kilpailukyky säilyttäen

Iso osa sähköntuotantoon liittyvistä päätöksistä on ulkoistettu markkinoille

- Mutta politiikan rooli markkinoiden ohjailussa kasvanut EU:ssa

Markkinoiden ja energiaverkkojen yhteistoiminta myös murroksessa