



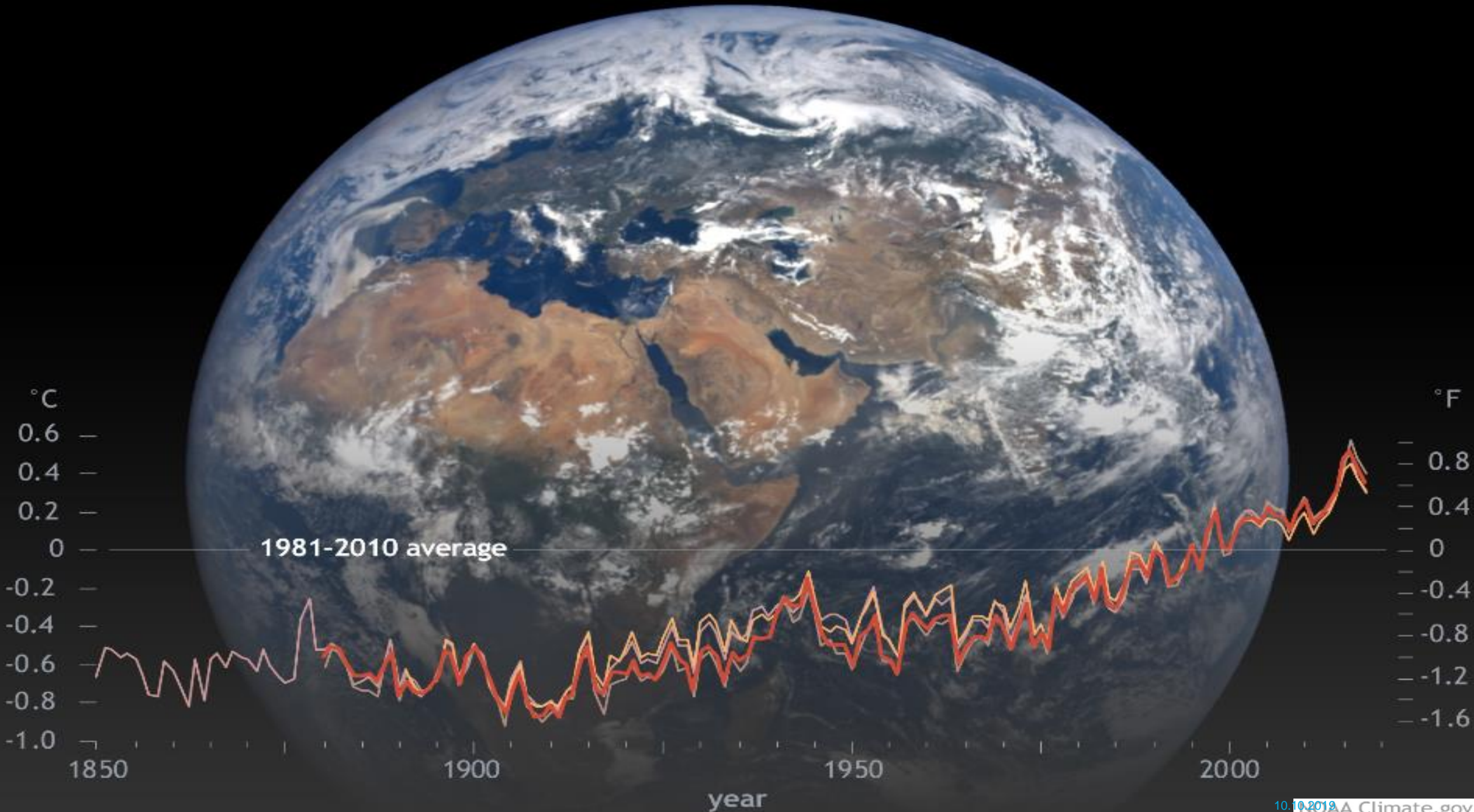
SUOMEN
ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate
Change Panel

Ilmastonmuutos ja energiamarkkinoiden murros

- Maria Kopsakangas-Savolainen
Energialouden tutkimusprofessori
Ilmastopaneelin varapuheenjohtaja

Pirkanmaan ympäristöohjelmaseminaari

10.10.2019



Tausta

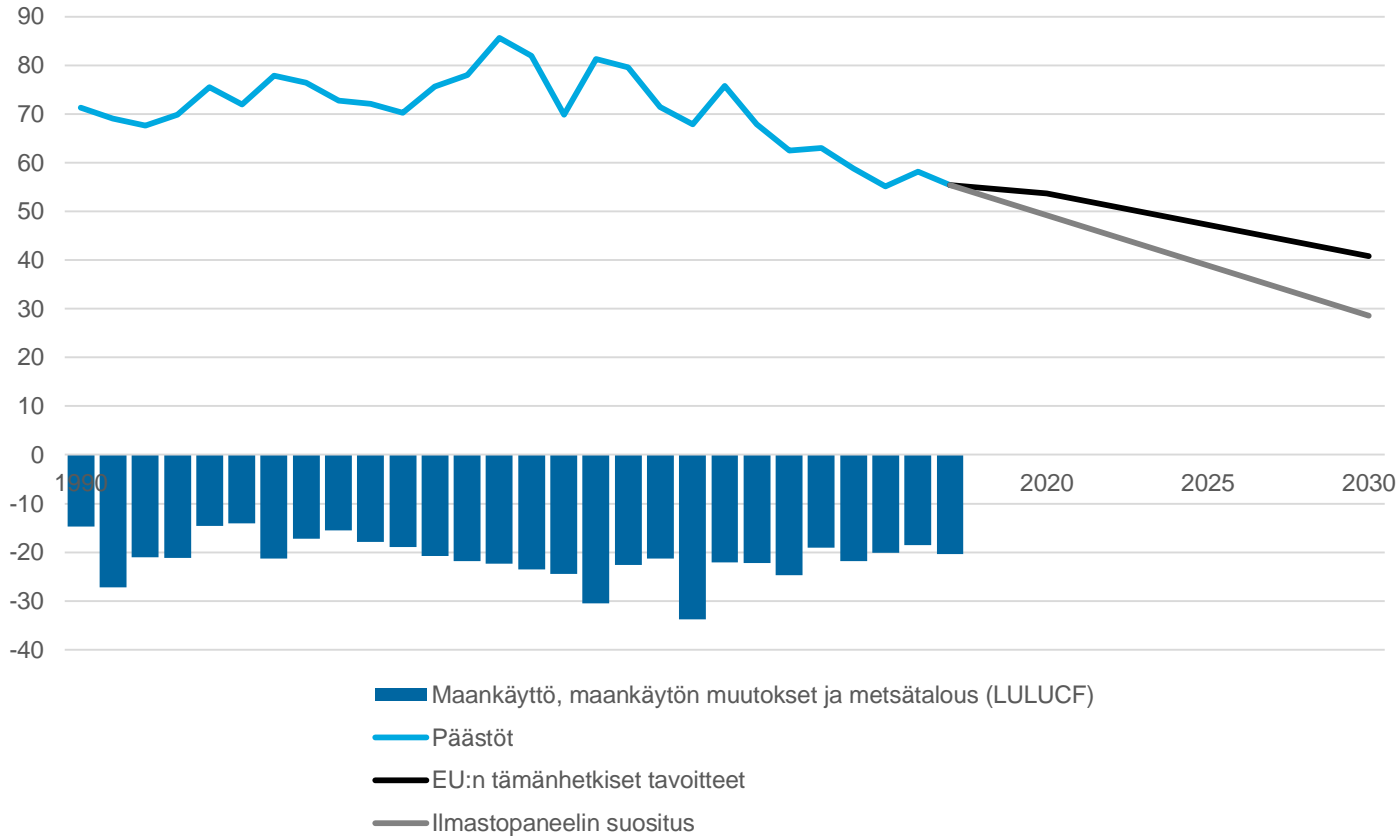
	Maailma	EU	Suomi	Ruotsi	Saksa
Viimeisimmät vuosittaiset päästöt Gt/Mt CO ₂ e (2016, 2017 tai 2018)	50.86	4 291	57	53	936
Päästöt 1990 Gt/Mt CO ₂ e	32.91	5 720	71	71	1052
Päästöt per capita t CO ₂ e, (2016, 2017 or 2018)	5.79	8.18	9.76	4.68	11.14
Päästöt per capita t CO ₂ e, 1990	3.74	10.90	12.32	6.34	12.52
Netto päästöt per capita t CO ₂ e, (2016, 2017 or 2018)		7.60	7.31	0.79	10.96
BKT per capita 2017, PPP (nykykurssi \$)	17 100	42 517	46 344	51 405	52 556

Tausta

- IPCC:n viimeiset raportit osoittavat selvästi, kuinka paljon pienemmäksi ilmastohaitat jäävät, jos lämpötilan nousu pystytään rajoittamaan 1,5 asteeseen
- IPCC:n politiikkasuositus:
 - fossiiliset päästöt mahdollisimman nopeasti alas
 - Hiilinieluja (luonnon nielut ja BeCCS) on kasvatettava merkittävästi, jotta 1,5 astetta ei ylitettäisi tai ylitettäisiin vain lievästi
- Kaikkien maiden tulisi tarkentaa omaa ilmastopolitiikkaansa vastaamaan näitä uusia johtopäätöksiä: käytännössä toimia enemmän ja nopeammin
- Tieteen viesti: seuraavat 10-12 vuotta ratkaisevan tärkeitä ihmiskunnalle, jotta 1,5 asteen tavoite voidaan saavuttaa
- Suomen ja EU:n ilmastopolitiikka viritetty 2 asteen tavoitteen mukaisesti
- Tarpeen tarkistaa se 1,5 asteen tasolle, kuten 8 puolueen julistuksessa linjataan Suomen ja EU:n osalta
- Ilmastopaneeli on hahmottanut tätä polkua päästöjen ja nielujen suhteen

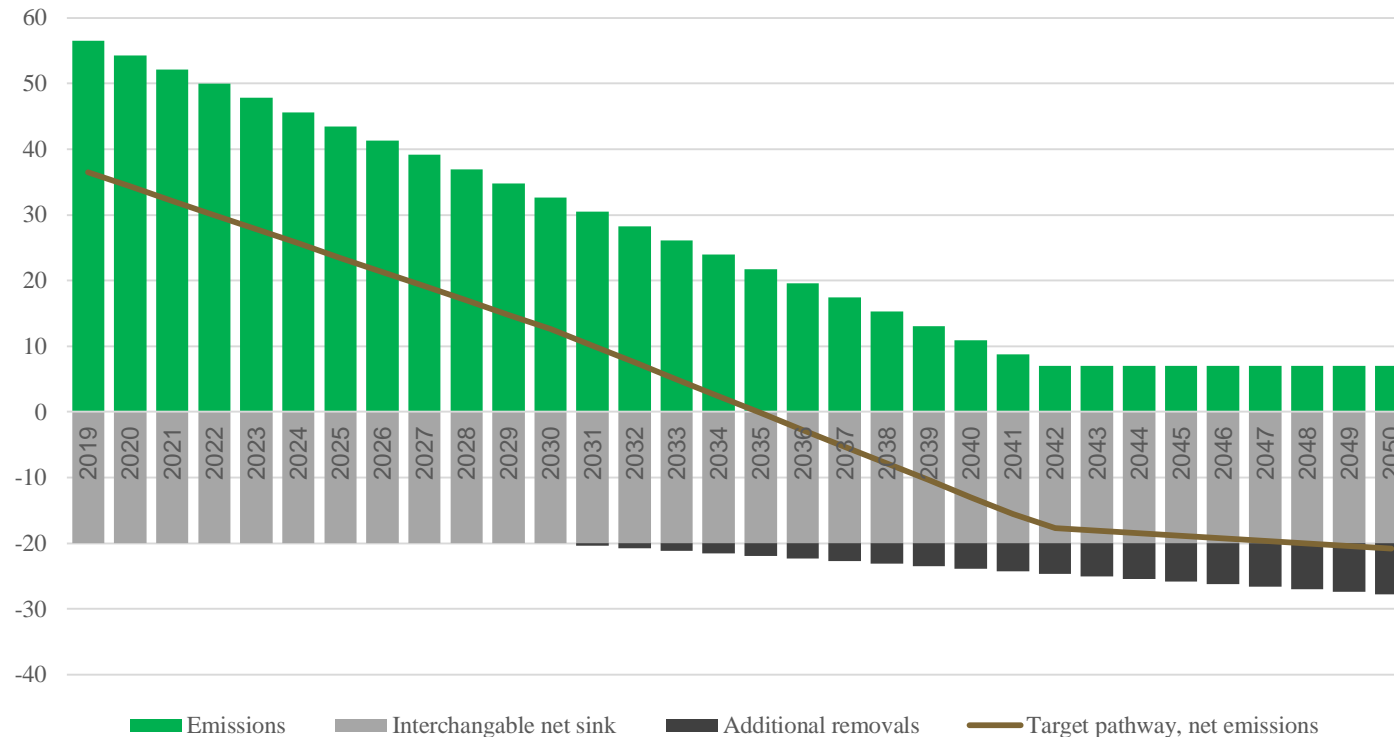
Faktat: päästöt ja nykyiset tavoitteet

Suomen päästöt ja nielut



Suomen päästöt 2018 56,5 Mt

Hiilineutraalisuus, maksukykyperiaate ja Pariisin sopimus: 1,5 asteen mukaiset tavoitteet



Vähennystavoite 70% vuoteen 2035

Nielu kompensoi jäljelle jäävät päästöt

Suomi hiilineutraali vuonna 2035

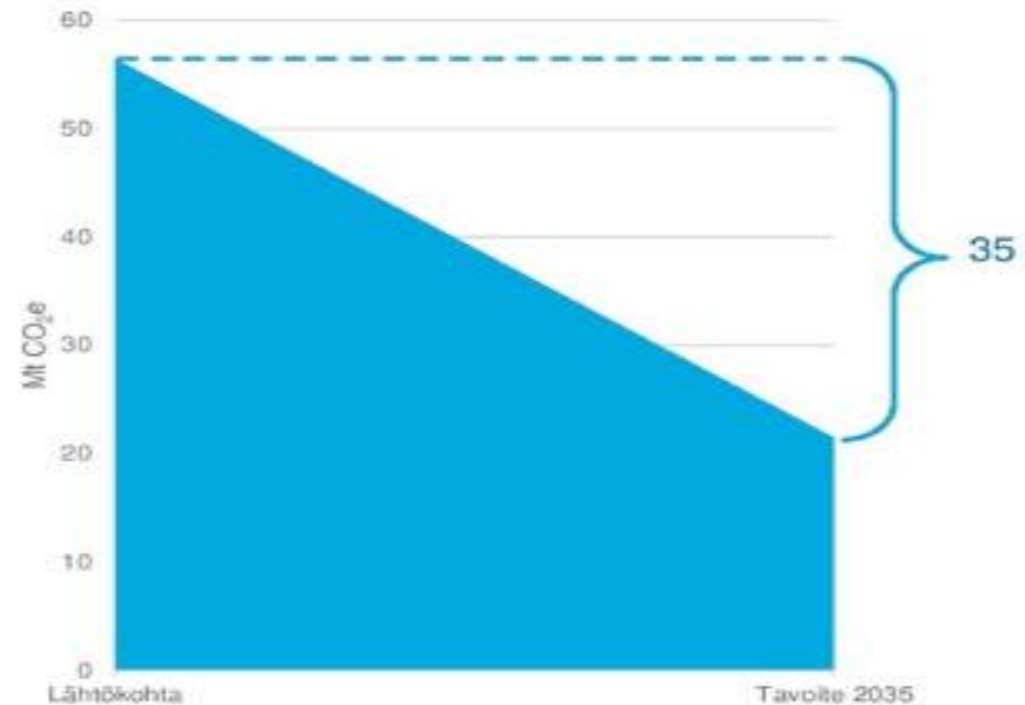
- Hiilineutraalisuus on vain välitavoite
- Negatiiviset päästöt tämän jälkeen

Lähteet: IPCC 1.5 asteen raportti, Tilastokeskus & Ilmastopaneelin omat laskelmat

Mistä päästövähennykset (70% 2035)?

Päästöt 2018: 56,5 Mt
Päästöt 2035: 21,4 Mt

**Kuilu nykyisten päästöjen ja
tarvittavan vähennyksen välillä on
35 Mt**



Yhteenveto KHK-päästöistä

Mt CO₂ -ekv.

	1990	2005	2015	2016
Energiasektori				
1A1 Energiateollisuus	19	22,1	17,8	19,1
1A2 Teollisuus ja rakentaminen (polttoperäiset päästöt)	13,7	11,6	6,9	7,2
1A3 Kotimaan liikenne	12,1	12,9	11,1	12,6
1A4&1A5 Muu poltto yhteensä	8,7	6,9	4,9	5,0
B Polttoaineiden haihtumapäästöt	0,12	0,14	0,15	0,14
2. Teollisuusprosessit (ilman 2F)	5,4	5,6	4,5	4,7
2F F-kaasut	0	1,1	1,4	1,4
3. Maatalous	7,5	6,5	6,5	6,5
5. Jätteiden käsittely	4,7	2,8	2,1	2
Epäsuorat CO₂-päästöt	0,17	0,09	0,05	0,05
Yhteensä (ilman LULUCF)	71,3	69,8	55,4	58,8

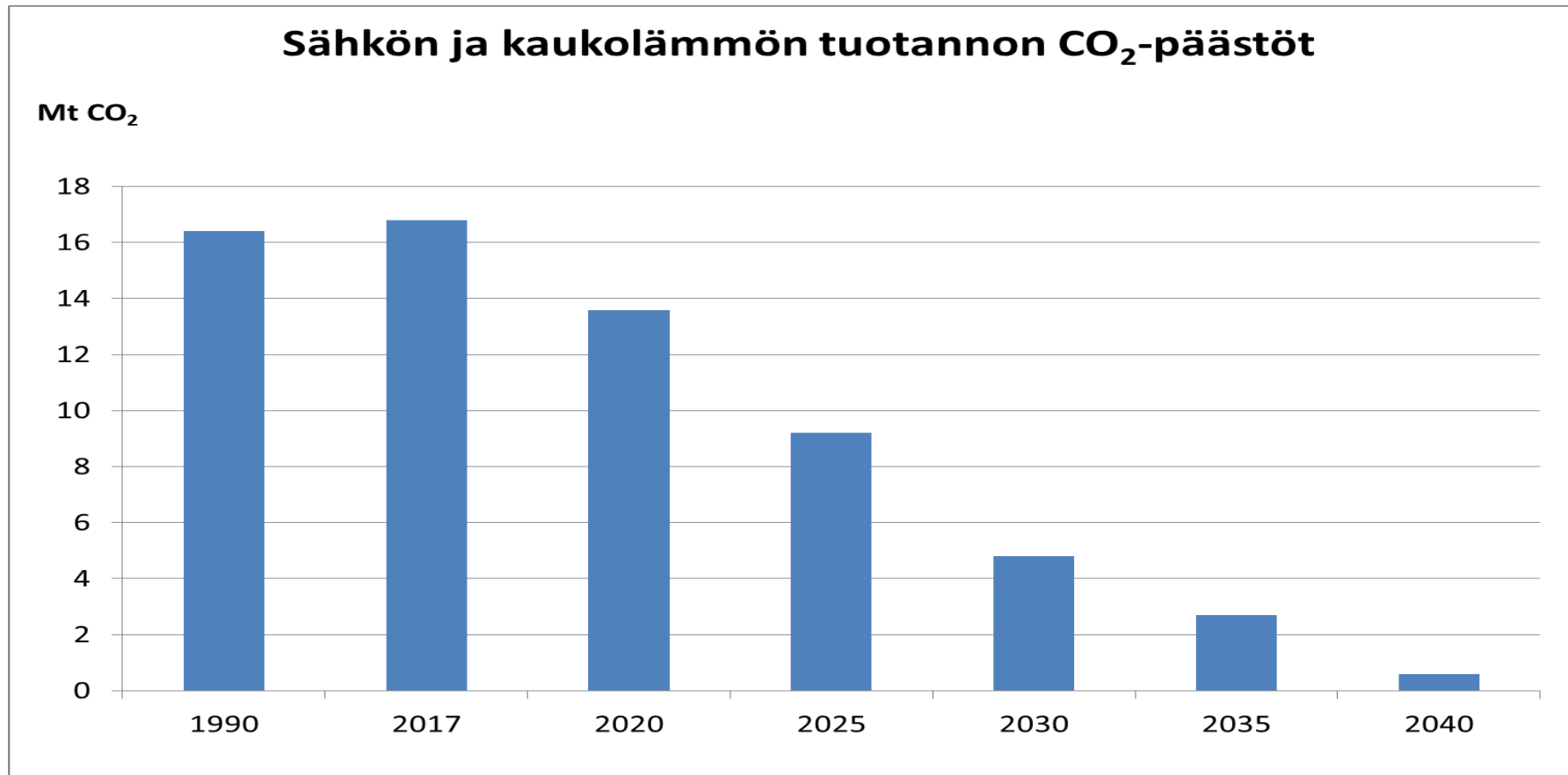
- Vuonna 2035 toimenpiteillä saavutetaan 69 % päästövähennys vuodesta 1990 (ilman maankäyttösektoria);
- vuonna 2030 vähennys 60 %; vuonna 2040 vähennys 77 %
- Taakanjakosektorin päästövähennys 63 % vuonna 2035 vuoden 2005 tasosta

Energiateollisuus: -77% vuoteen 2035

Mt CO ₂ -ekv.	1990	2005	2015	2016	2030	2035	2040
1A1 Energiateollisuus	19	22,1	17,8	19,1	6,6	4,3	2,1
Julkinen sähkön- ja lämmöntuotanto				17,1	4,8	2,7	0,6
Öljyn jalostus				1,7	1,6	1,5	1,4
Kiinteiden polttoaineiden valmistus ja muu energiateollisuus				0,3	0,2	0,1	0,1

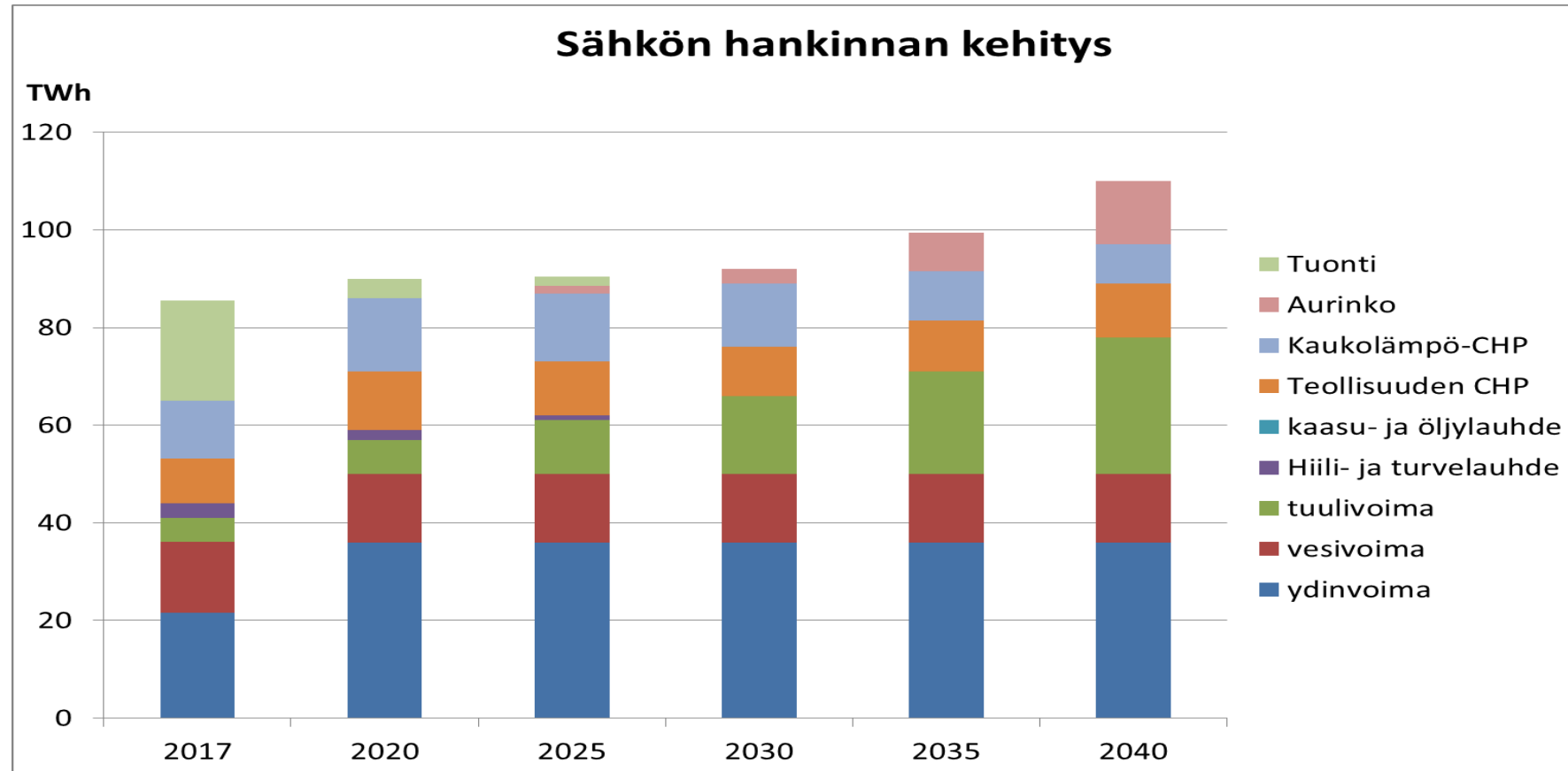
- Julkinen sähkön- ja lämmöntuotanto
 - Nykyisten ydinvoimaloiden ja Olkiluoto 3:n oletettu olevan käytössä 2020-2040
 - Tuuli-, aurinko- ja vesivoiman sekä CHP-tuotannon kehitys noudattelee VTT:n Low Carbon Finland (2014) muutosskenaariota nopeutetulla aikataululla (vuoden 2050 tavoitteet saavutetaan jo 2040)
- EU:n päästökaupassa jaettavien oikeuksien määrä vähenee ja hinta kasvaa
- Öljynjalostus
 - Päästötaso pysyy pitkälti ennallaan

Energiateollisuus



- Sähkön ja kaukolämmön tuotannon päästöt vähentyvät 85 % vuoteen 2035 mennessä ja 95 % vuoteen 2040 mennessä vuoden 1990 tasosta

Sähkön hankinnan kehitys (maltillinen skenaario)



- Kivihiilen ja turpeen käyttö sähkön (ja kaukolämmön) tuotannossa loppuu.
- Tuuli- ja aurinkovoima, lämpöpumput sekä bioenergia lisääntyvät merkittävästi.
- Älykkäät sähkö- ja kaukolämpöverkot sekä lämmön- ja sähkönvarastointi laajasti käytössä.

Kotimaan liikenne: -67% vuoteen 2035

Autokanta, fossiilisten polttoaineiden korvaaminen ja vaihtoehtoiset käyttövoimat

- Sähköautokannan tavoite 745 000 vuonna 2030, jonka jälkeen sähköautojen kasvu 100 000 vuosivauhdilla.
- Kaasukäyttöisiä henkilöautoja 168 000 vuonna 2035, biokaasun käyttöosuus väh. 70%.
- Raskas liikenne siirtyy etenkin (bio)kaasun käyttöön ennen laajempaa sähköistymistä ja biopolttoaineiden sekoitevelvoite suuntautuu 2030 jälkeen nimenomaan raskaaseen liikenteeseen.
- Fossiilinen diesel korvataan 2030 alkaen uusiutuvalla, jonka biokomponentti on 40%.
- Linja-autokanta uusiutuu sähkö- ja (bio)kaasukäyttöisillä linja-autoilla.

Mt CO ₂ -ekv.	1990	2005	2015	2016	2030	2035	2040
3 Kotimaan liikenne	12,10	12,93	11,11	12,61	5,04	3,97	2,90
Lentoliikenne	0,30	0,30	0,19	0,19	0,19	0,15	0,11
Tieliikenne	11,08	11,88	10,38	11,66	4,34	2,83	2,38
* Henkilöautot	6,84	6,76	5,98	6,31	2,34	1,70	1,06
* Pakettiautot	1,03	0,94	0,85	0,99	0,28	0,24	0,20
* Linja-autot	0,56	0,60	0,47	0,57	0,32	0,28	0,24
* Kuorma-autot	2,61	3,50	2,94	3,65	1,32	1,10	0,88
* Mopot+moottoripyörät+mönkijät	0,05	0,09	0,12	0,12	0,08	0,04	0,00
Rautatieliikenne	0,20	0,13	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00
Vesiliikenne	0,68	0,68	0,57	0,54	0,50	0,45	0,40
Muu liikenne	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Ajoneuvojen energiatehokkuus

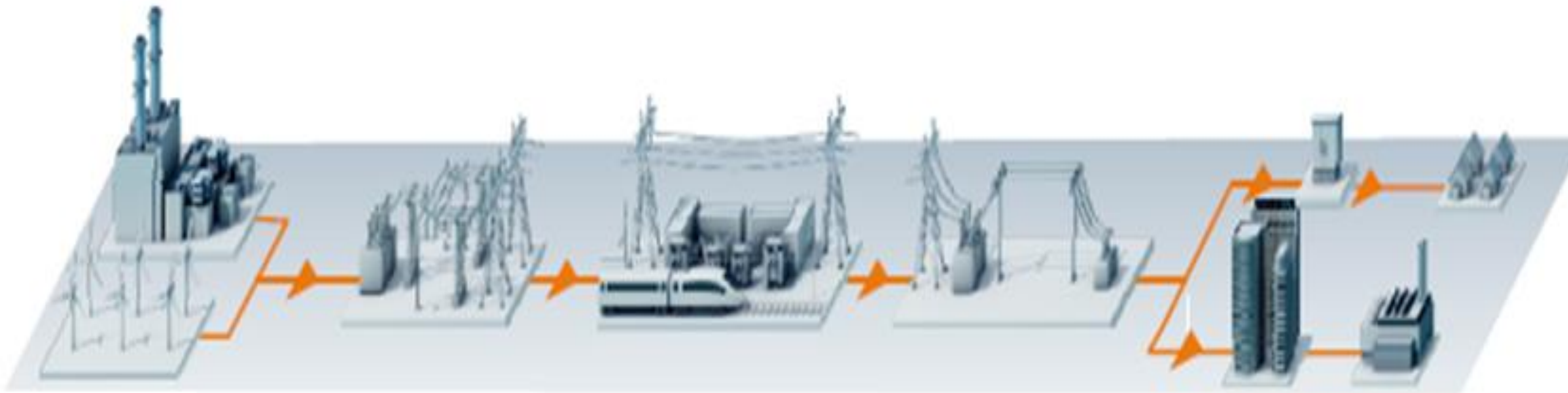
- Uusien autojen energiatehokkuuden parantaminen tavoitteiden mukaisesti.
- Kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen vähentämällä tyhjänä ajoa sekä kasvattamalla keskikuormaa.

Yhteiskuntarakenteen muutokset ja liikennejärjestelmän energiatehokkuus

- Kimppakyytien, yhteiskäyttöautojen ja henkilöautojen täyttöasteen parantumisen ansiosta henkilöautokanta ei kasva nykyisestä vaan pysyy n. 2.7 miljoonassa vuonna 2040.
- Joukkoliikenneyhteyksien parantamisella ja edistämällä kasvua vuoteen 2040 mennessä 14% pääkaupunkiseudulla ja 30% muiden seutukuntien sisällä.
- Kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuuden kasvattamisella kaupunkialueilla vähennetään henkilöliikenteen päästöjä.

Hiiletön sähkö avain päästöjen vähentämiseen

NYKYINEN ENERGIAJÄRJESTELMÄ



ÄLYKÄS HALLINTA?

SOPIMUSTYYPIT (Reaaliaikainen hinnoittelu...)

JOUSTAVUUS

markkinat

asenteet?

Polttockenno

ENERGIAMURROKSEN HAASTEET JA MAHDOLLISUUDET

- HAASTEET

- Vaihtelevuuteen vastaaminen
- Markkinaehtoisten ratkaisujen löytäminen
- Tarvittavan ymmärryksen ja yhteisöllisyyden synnyttäminen

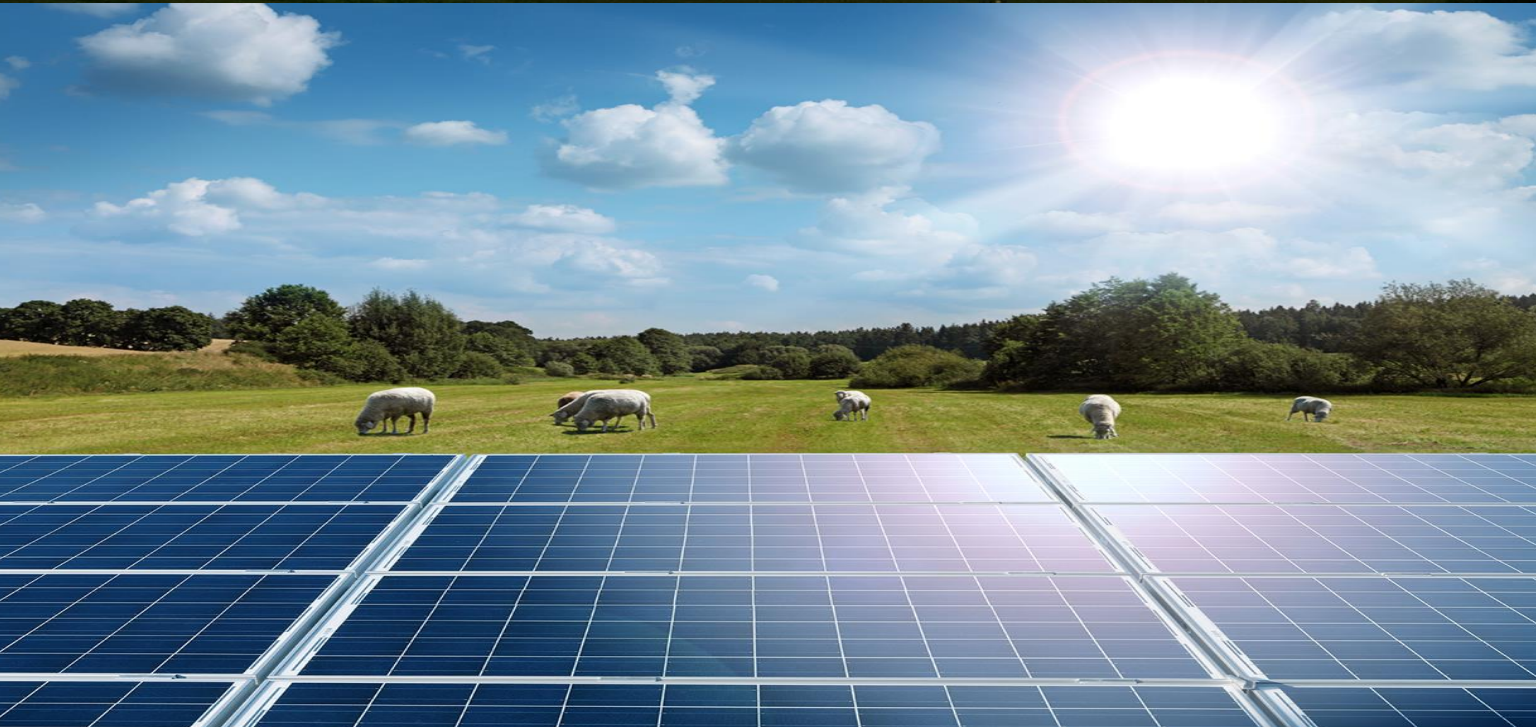
- MAHDOLLISUUDET

- Sähköjärjestelmän tehokkuuden parantaminen ja sen monimuotoisuuden lisääminen
- Uusien liiketoimintamahdollisuuksien synnyttäminen
- Hyvinvoinnin lisääminen



VAIHTELEVA ENERGIANTUOTANTO

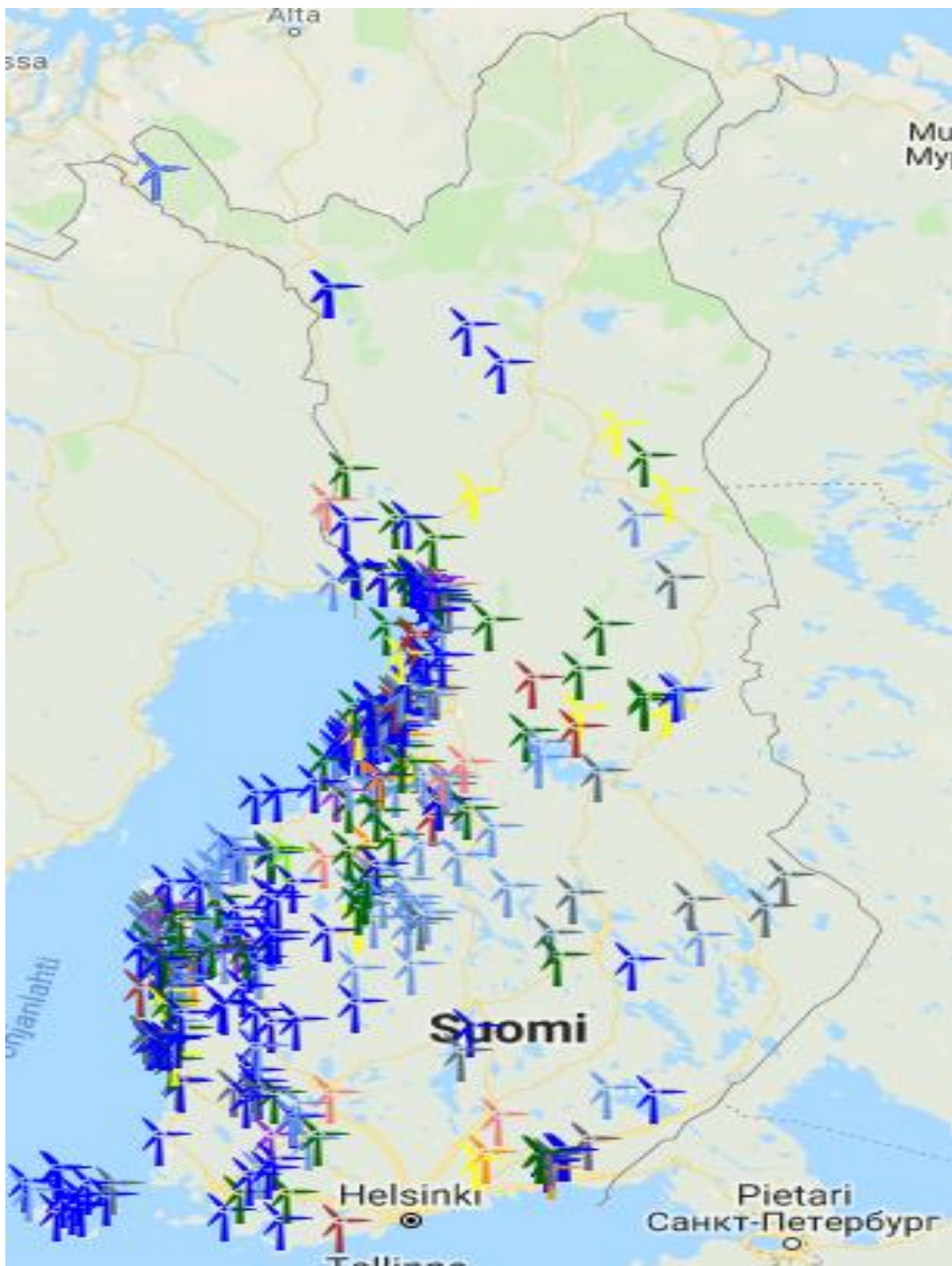
- Ihminen ei voi vaikuttaa tuotannon ajankohtaan
- Tuotanto vaihtelee voimakkaasti ajanhetkestä toiseen



Sähkö EI ole enää
HOMOGEENINEN TUOTE

TUULIVOIMA SUOMESSA

- Rakennettu 2041 MW (2018)
- Tuotanto 5,8 TWh
 - 8,7% sähköntuotannosta
 - 6,7% sähkönkulutuksesta
- Tuulivoimahankkeita valmisteilla
 - 16500MW edestä
 - joista merelle 3500MW
 - Tällä voitaisiin tuottaa n. 50 TWh (35% hyötysuhteella).



VAIHTELEVA TUOTANTO MURTAA PERINTEISEN TAVAN ARVOTTA ENERGIAN TUOTANTOA JA KULUTUSTA

- Perinteinen tapa: suorat kustannukset (LCOE)
- Tulevaisuuden tapa: systeemikustannukset (integroitikustannukset)
 - Profiilikustannukset: tuotannon aika
 - Verkkokustannukset: tuotannon sijainti
 - Tasapainotus kustannukset: poikkeamat tuotantosuunnitelmasta

SÄHKÖJÄRJESTELMÄN PÄÄSTÖTÖMYYDEN VAUHDITTAMINEN

- Joustava tuotanto ja joustava kulutus mahdollistaa vaihtelevan tuotannon nopean lisääntymisen
 - Kuluttajan roolin muuttuminen aktiiviseksi markkinoimijaksi
 - Nopeasti säädettävän tuotannon merkitys ja arvo lisääntyy
- Sääennusteiden merkitys kasvaa – ennustevirheen pienentäminen
 - Energiasääennuste
- Virtuaalivoimalaitokset
 - vaihtelevan tuotannon kustannustehokkaan lisäämisen vauhdittajana ja ennustevirheen pienentämisessä
- Älykkäät sähköverkot ja älykäs kotiautomaatiikka
- Varastointiteknologian kehittymisen vauhdittaminen

Energiasääennuste SÄHKÖJÄRJESTELMÄN PÄÄSTÖTÖMYYDEN VAUHDITTAMINEN

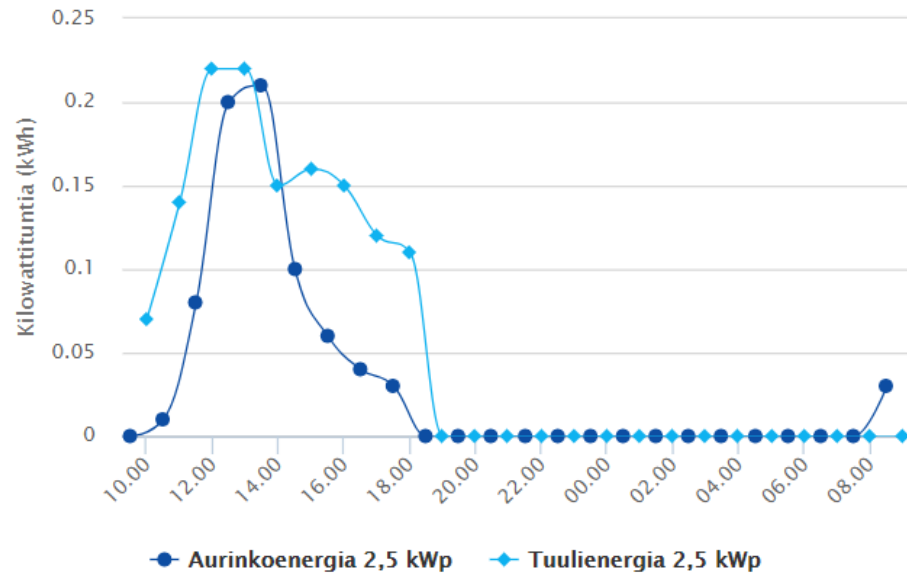


HELSINKI

TAMPERE

Energiasää 10.10.2019

24 tunnin ennuste

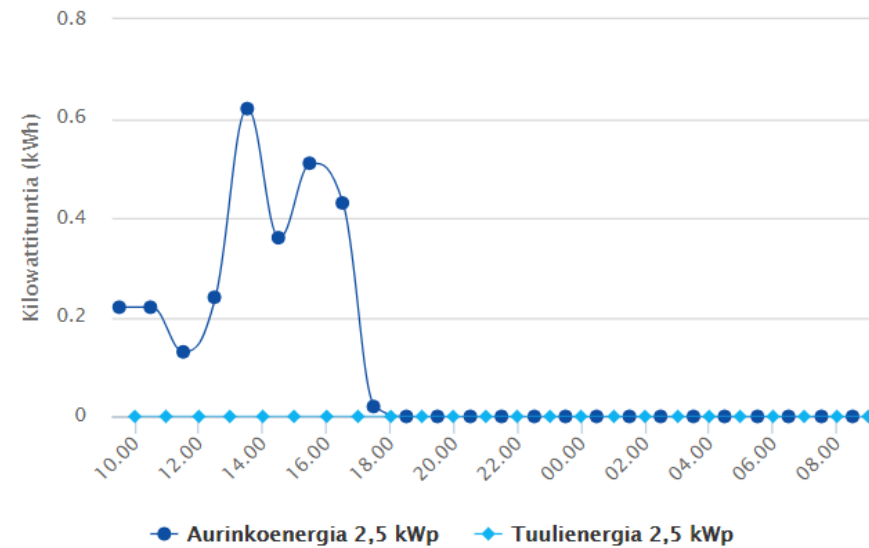


FMI DATA

Highcharts.com

Energiasää 10.10.2019

24 tunnin ennuste



FMI DATA

Highcharts.com

HAASTEeseen VASTAAMINEN POHJOISMAISILLA ENERGIAMARKKINOILLA

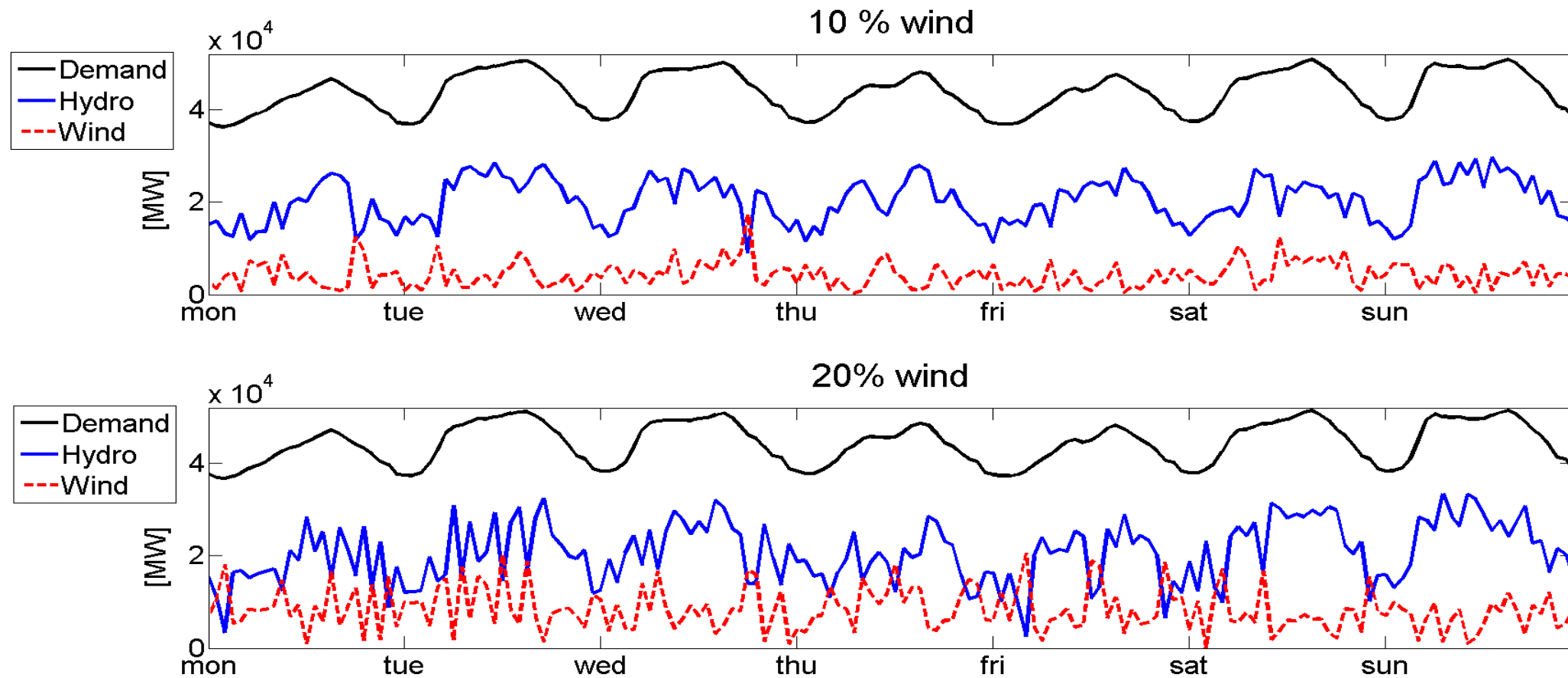
JOUSTAVA KULUTUS

Joustavuuteen kannustaminen mm. (reaaliaikaisen) hinnoittelun avulla

JOUSTAVA TUOTANTO

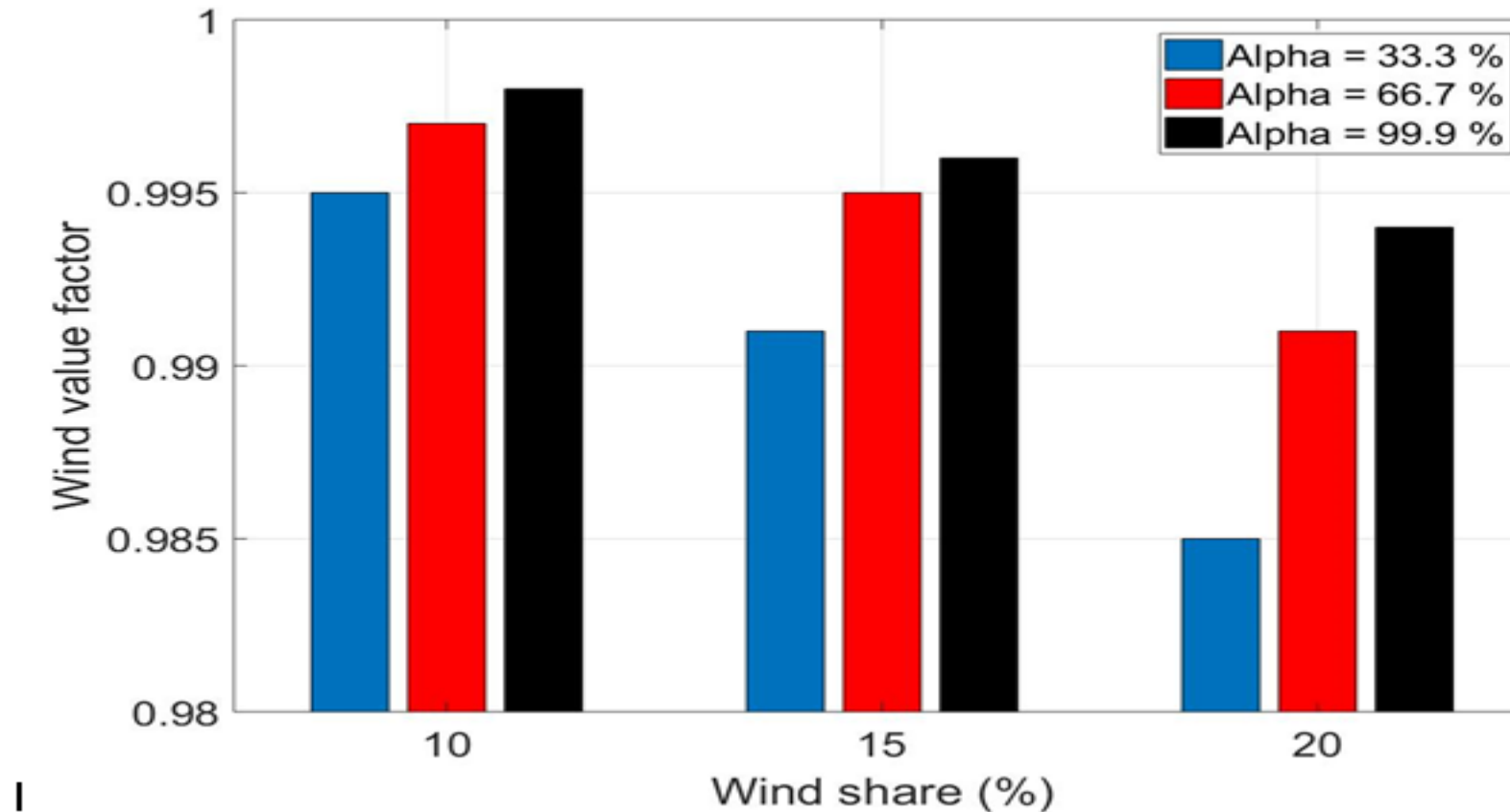
Pohjoismaissa on paljon vesivoimaa jota voidaan hyödyntää suuren mittakaavan energiavarastona

Kaksoisjoustava sähköjärjestelmä



Lähde: Huuki, Karhinen,
Kopsakangas-Savolainen, Svento (2019)

Tuulivoiman arvo ja kysynnän joustavuus



Lähde: Huuki, Karhinen,
Kopsakangas-Savolainen, Svento (2019)

Tavoitteiden saavuttaminen: Ilmastopolitiikan kunnianhimo – energiamarkkinoiden kunnianhimo

1. Taistelu ilmastonmuutoksen torjumiseksi voitetaan vain jos suuret kuormittajat vähentävät voimakkaasti päästöjään
2. Ilman liike-elämän mukanaoloa ja investointeja ei voida voittaa
3. Pariisin sopimus: edellyttää sopijamaiden nostavan kunnianhimon tasoa viisivuosittain
4. Taloudellisesti kehittyneen pienen kuormittajan rooli: oma oikeudenmukainen osuus, ei sen enempää eikä vähempää
5. Hiilineutraalisuuden saavuttamisessa sähköjärjestelmän päästöttömyys on välttämätön ehto.
 - Sähköjärjestelmän päästöttömyyden saavuttamisessa vaihtelevan uusiutuvan energian integrointi on välttämätön ehto
 - Vaihtelevan uusiutuvan energian integroinnissa kuluttajiin ja tuottajiin liittyvän joustavuuden aktivointi on välttämätön ehto.
6. Suomelle on erinomaiset edellytykset hyötyä kunnianhimoisesta ilmastopolitiikasta: luo ja vie hiilivapaita ratkaisuja maailmaan



SUOMEN
ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate
Change Panel

'All we need to do is make sure we keep on talking'

Stephen Hawking and
Pink Floyd
The Division bell (1994)
The Endless River (2014)

