

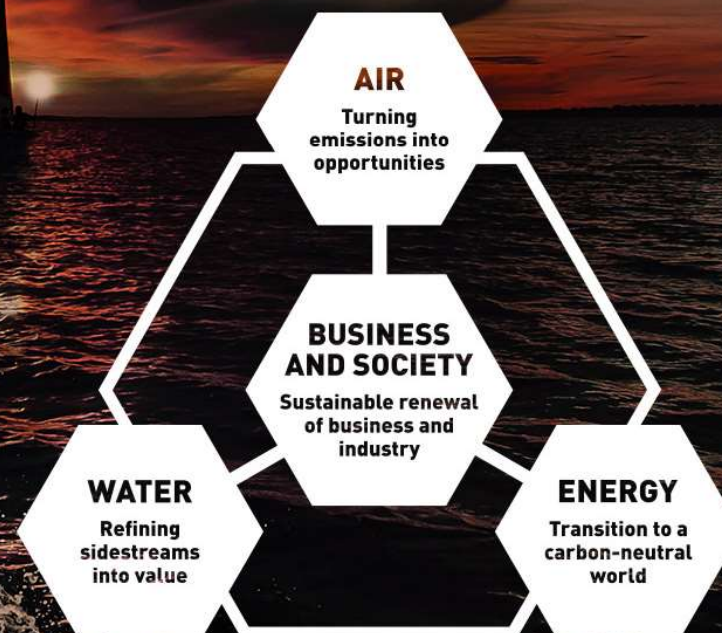
TUULIVOIMASTA ELINVOIMAA

SYSTEM EARTH

Kajaani, 27.5.2024

Petteri Laaksonen, D.Sc., Research Director

petteri.laaksonen@lut.fi





GREEN ELECTRIFICATION & P2X ECONOMY

TAUSTA

- » Sähkön osuus energian loppukäytöstä yli tuplautuu seuraavien vuosikymmenten aikana
 - » EU-tasolla¹:
 - 2019: 25% loppuenergiasta sähköä, ~3000 TWh
 - 2050: 57% loppuenergiasta sähköä, ~7000 TWh
- » Lisääntynyt sähkönkulutus linkittyy erityisesti teollisuuden päästövähennystavoitteisiin, mutta myös liikenne ja lämpö vaikuttavat
- » Pohjois-Euroopassa tuulivoima merkittävin energiantuotantomuoto, etelä-Euroopassa puolestaan aurinkovoima

¹ <https://etipwind.eu/publications/getting-fit-for-55/>

Kuva https://www.greens-efa.eu/files/assets/docs/study_european_renewable_energy_transition.pdf

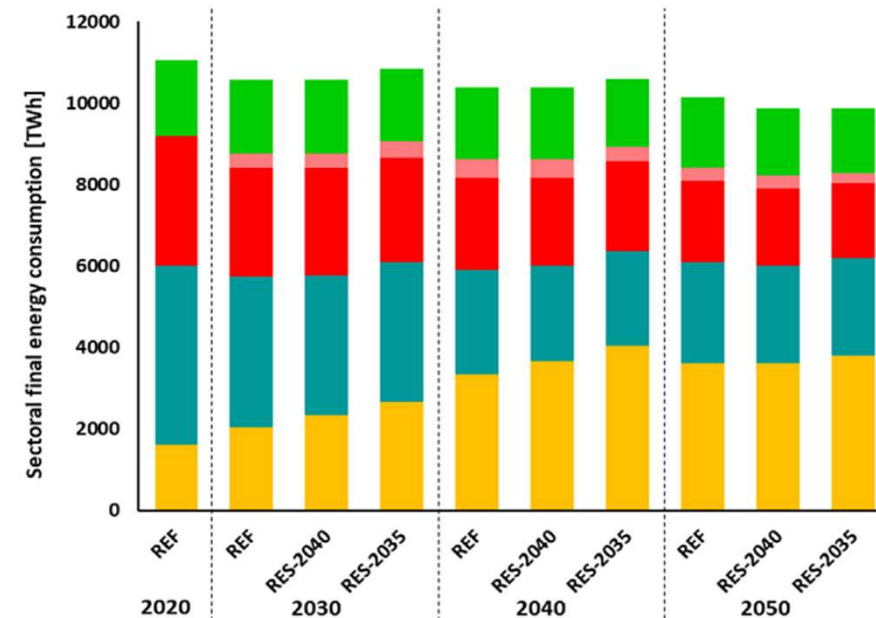
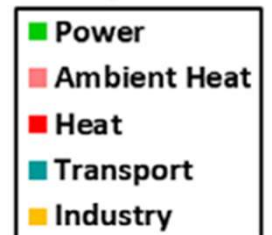


Figure 6: Final energy consumption in the different sectors across the three scenarios from 2020 to 2050. Ambient heat for heat pumps is included in the final energy consumption.



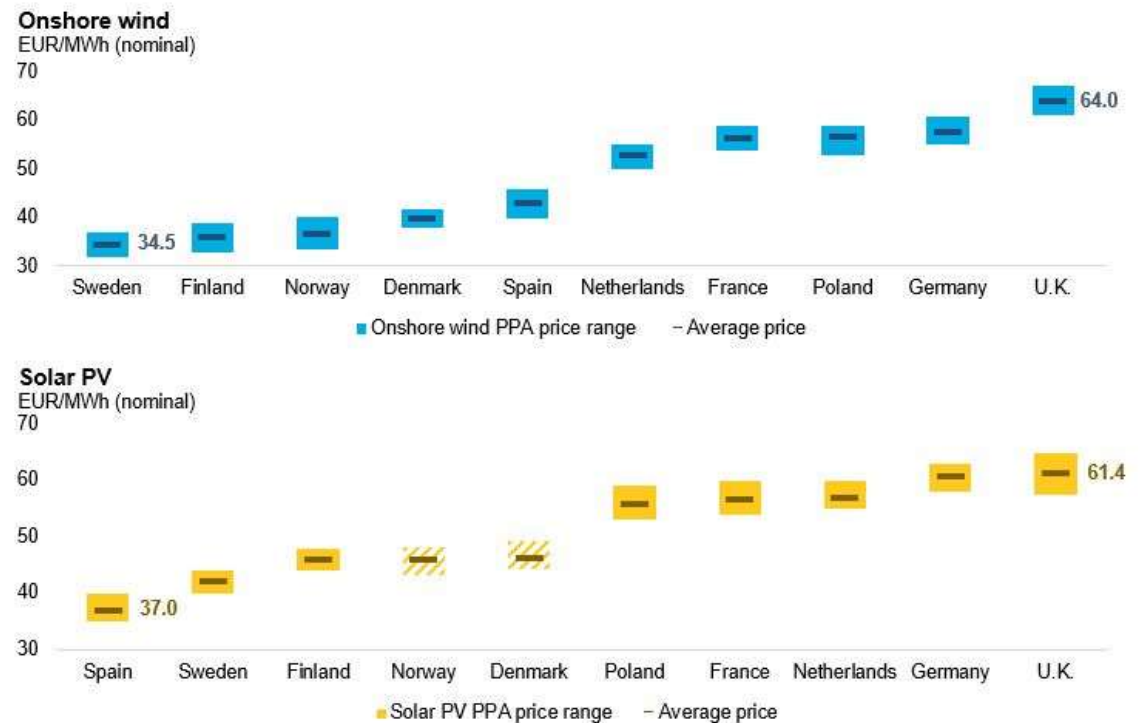
TAUSTA

- » Suomi on yksi halvimmista maista aurinko- ja tuulivoimalle sähkönostosopimusten hinnoilla arvioiden (power purchase agreement, PPA)
- » Suomessa myös halvin lisäkustannus peruskuormasopimuksen (baseload) balansoinnille (1.7 €/MWh, vs kallein 6.4 €/MWh UK)

”Suomi on uusteollisen vallankumouksen edessä”

<https://virta.ilmatar.fi/kv-sijoittajia-kiinnostaa-etta-riittaahan-suomessa-puhdasta-sahkoa/>

Figure 1: Onshore wind and solar PV pricing, H1 2022



Source: BloombergNEF, survey participants, Zeigo. Note: Data collected January–March 2022. Hatched infill indicates that no PPAs have been announced to date.

<https://about.bnef.com/blog/wind-and-solar-corporate-ppa-prices-rise-up-to-16-7-across-europe/>

Big picture and conclusions from the research

»» Zero CO₂ emission, low-cost energy system is based on renewable electricity (mainly solar PV and wind power)

- Demand of electricity will three to four-fold in Europe
- Electricity will be always used directly whenever possible (electric vehicles, heat pumps, desalination, etc.)
- Indirect electrification via hydrogen will take place by e-fuels (marine, aviation), e-chemicals, e-steel; power-to-hydrogen-to-X
- 24/7 production in industries (like steel, chemical) with little flexibility is viable by flexibility hydrogen storages

»» Competitive advantage is based on the price of electricity

- Iberian peninsula and Nordic countries in Europe have competitive advantage
- In Finland, the potential for affordable electricity production exceeds easily 1000 TWh's (in 2023 it was 79,8 TWh)
- Competitive advantage of Finland (Sweden, Norway) is related to affordable and available electricity and bio-based CO₂
- Nordic countries could represent 35-40% of the electricity demand in EU (3500 – 4000 TWh)

»» New industrial investments will locate to near affordable electricity production

- Transporting of hydrogen or electricity long distances is not competitive
- Most cost competitive way of production of hydrogen and e-chemicals, is near to electricity production
- Exporting chemicals, plastics and fuels is easy - logistics is in place
- Based on the LUT modelling, methanol will be the biggest chemical by volume. Methanol and its derivatives will be used in chemical industry as well as a fuel in shipping and aviation (MTO to eKerosene)
- Social acceptance of the change is crucial to achieve the positive impacts in society

»» Regulation plays a big role in market creation

»» Resilience of Finnish energy system and welfare of the society will be remarkable improved due to electrification



YHTEISKUNNALLISET VAIKUTUKSET

Kainuu



YHTEISKUNNALLISTEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

- » **Kuntalaisvaikutuksilla eli ihmisiin kohdistuvilla vaikutuksilla** tarkoitetaan päätösesityksen vaikutuksia, jotka voivat kohdistua yhtäältä kunnan palveluja käyttäviin henkilöihin ja toisaalta henkilöihin, jotka asuvat kunnassa mutta eivät käytä palveluja (potentiaaliset asiakkaat). Ihmisiin kohdistuvissa vaikutuksissa tarkastellaan hyvinvoinnin ja terveyden edellytyksiä sekä niiden jakaantumista.
- » **Ympäristövaikutukset** kohdistuvat ihmisten elinoloihin, terveyteen ja viihtyvyyteen, maaperään, luonnon monimuotoisuuteen, ilmastoon, maisemaan, kaupunkikuvaan tai kulttuuriperintöön.
- » **Organisaatio- ja henkilöstövaikutukset** kohdistuvat eri organisaatioiden välisiin suhteisiin, organisaation tehtäviin tai menettelytapoihin, luottamuselinten toimintaan, henkilöstöön tai hallintoon.
- » **Taloudelliset vaikutukset** kohdistuvat kunnan tuloihin tai menoihin joko niitä lisäämällä tai vähentämällä. Taloudellisiin vaikutuksiin kuuluvat **myös yritysvaikutukset**, eli se miten kunta mahdollistaa alueellaan yritystoimintaa.

Vaikutuksia tulee arvioida sekä lyhyellä että pitkällä aikajänteellä.

KAINUU

- » Pinta-ala 22687 km²
- » Maa-aluetta 20197 km²
- » Maakunnan väkiluku 70 152 henkeä (31. maaliskuuta 2024)
- » Taajamissa asuu 74% väestöstä
- » Kainuun maapinta-alasta 80 prosenttia on metsää

#	Taajama	Kunta	Väkiluku (31.12.2017) ^[44]
1	Kajaanin keskustaajama	Kajaani	30 028
2	Vuokatti	Sotkamo	6 207
3	Kuhmon keskustaajama	Kuhmo	5 349
4	Ämmänsaari	Suomussalmi	4 093
5	Paltamon kirkonkylä	Paltamo	1 575
6	Puolangan kirkonkylä	Puolanka	1 485
7	Hyrnsalmen kirkonkylä	Hyrnsalmi	1 271
8	Suomussalmen kirkonkylä	Suomussalmi	876
9	Otanmäki	Kajaani	650
10	Kirkkoaho	Kajaani	622

Maakuntakeskusta vastaava keskustaajama on lihavoitu.



LUT TUULIVOIMAN ALUETARKASTELU

- » Menetelmällisesti perustuu poissulkevaan alueanalyysiin, jossa valittu kriteeristö ja tausta-aineisto määrittävät lopputuloksen
 - » Kolme eri variaatiota tärkeimmille kriteereille
 - » Aluerajauksen parametrit nähtävillä seuraavan sivun taulukossa
- » Muodostuvien puistokokonaisuuksien minimikooksi asetettu viiden turbiinin ryhmittymä
- » Kaikki turbiinit oletettu olevan 6 MW, 150 m hubikorkeudella. Häviöitä ei mukana.
- » Lähtökohtaisesti hankkeen näkökulma laajempi kuin vain tuotantoalueiden tunnistaminen, vaikka alueet ovatkin eräänlainen lähtökohta tutkimukselle
- » Tarkastelun ytimessä on eri sektoreiden yhteispeli ja infrastruktuurin sovitus nähtyyn potentiaaliin eri aikaväleillä.

LUT MODELLING – ONSHORE WINPOWER POTENTIAL

LUT TIGHT			
Lukumäärä	Teho (MW)	Tuotanto (GWh)	
1036	6216	21 311	Kuhmo
451	2706	9 180	Sotkamo
373	2238	7 597	Kajaani
178	1068	3 549	Ristijärvi
153	918	3 059	Paltamo
228	1368	4 598	Hyrnsalmi
619	3714	12 789	Puolanka
898	5388	19 167	Suomussalmi
3936	23616	81 250	
TWh	83		

LUT DEFAULT			
Lukumäärä	Teho (MW)	Tuotanto (GWh)	
1585	9510	32 593	Kuhmo
744	4464	15 133	Sotkamo
609	3654	12 435	Kajaani
307	1842	6 229	Paltamo
313	1878	6 173	Ristijärvi
439	2634	8 831	Hyrnsalmi
1789	10734	38 244	Suomussalmi
1146	6876	23 654	Puolanka
6932	41592	143 292	
TWh	146		

LUT LOOSE			
Lukumäärä	Teho (MW)	Tuotanto (GWh)	
1344	8064	27 429	Sotkamo
2614	15684	53 919	Kuhmo
467	2802	9 492	Paltamo
879	5274	18 002	Kajaani
521	3126	10 291	Ristijärvi
867	5202	17 508	Hyrnsalmi
3018	18108	64 401	Suomussalmi
1521	9126	31 369	Puolanka
11231	67386	232 410	
TWh	236		

Täyttöaste	LUT Tight	LUT Default	LUT Loose
Turbiineja	3936	6932	11231
Maankäyttö	246	433	702
%-metsäpinta-alasta	1,5 %	2,7 %	4,3 %

INVESTOINNIT JA TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

LUT Tight	LUT Default	LUT Loose
WTG kpl	WTG kpl	EUR
3936	6932	11231

Investoinnit		
LUT Tight	LUT Default	LUT Loose
EUR Mrd	EUR Mrd	EUR Mrd
28 339	49 910	80 863

Tuulivoiman alueellisia vaikutuksen Kainuussa vuositasona				
		LUT Tight	LUT Default	LUT Loose
		EUR Mrd/v	EUR Mrd/v	EUR Mrd/v
Investoinnin vaikutus, 15 % kokonaisinvestoinnista jää aluetalouteen.		638	1 123	1 819
Kiinteistöverot		76	134	218
Maanvuokratulot		59	104	168
Kunnalliset verot (oletus)		5,2	9,2	14,8
Valtion verot		17,5	30,9	50,0
Yhteisövero		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Yhteensä vuodessa		796	1 401	2 271

	LUT Tight	LUT Default	LUT Loose
	EUR Mrd	EUR Mrd	EUR Mrd
Työpaikat (pysyvät, suorat, kpl)	1 299	2 288	3 706

Kainuussa oli huhtikuun lopussa 3 119 työtöntä työnhakijaa, mikä on 204 henkilöä enemmän (+7 %) kuin vuotta aiemmin. Kainuun työttömyystilanne oli edellisvuoteen verrattuna alueista kolmanneksi paras.

Alueellisesti sähkön jalostaminen vedyn kautta helposti kuljetettaviksi kemikaaleiksi, kuten metanoli, ammoniakki, teräs ja niiden jatkojalosteet, luo uutta teollista tuotantoa, työpaikkoja ja kasvattaa sähkön lisäarvoa.

”

Thank you!

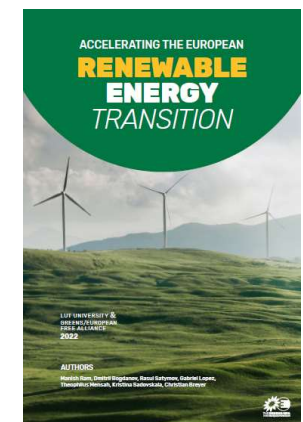
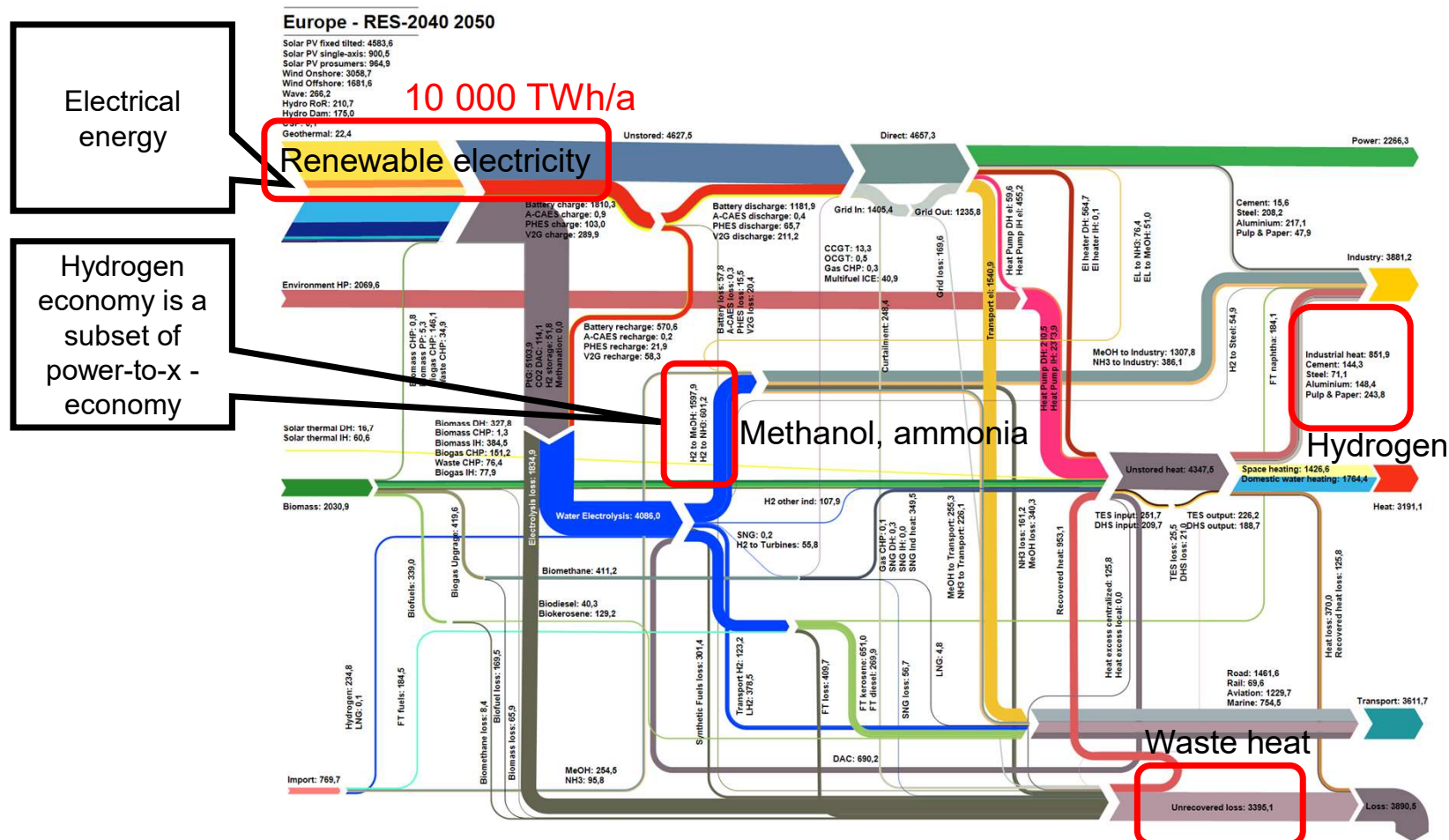
Petteri Laaksonen, D.Sc., Research Director

LUT School of Energy Systems

LUT School of Engineering Sciences

petteri.laaksonen@lut.fi , +358 40 508 8498

Energy system transition in Europe



Greens/EFA, 2022

<https://extranet.greens-efa.eu/public/media/file/1/7862>

Authors: Manish Ram, Dmitrii Bogdanov, Rasul Satymov, Gabriel Lopez, Theophilus Mensah, Kristina Sadovskaia, Christian Breyer