



LAND OF THE CURIOUS



1.2.2023 - 31.12.2023

VETYÄ, VIRTAA KAAKKOON

LUT Osio 1: Aurinkosähkön ja tuulivoiman tuotantopaikat ja siirtokapasiteetit

Jukka Lassila, Otto-Eeti Räisänen, Hannu Karjunen



KYMEN
LAAKSON
LIITTO

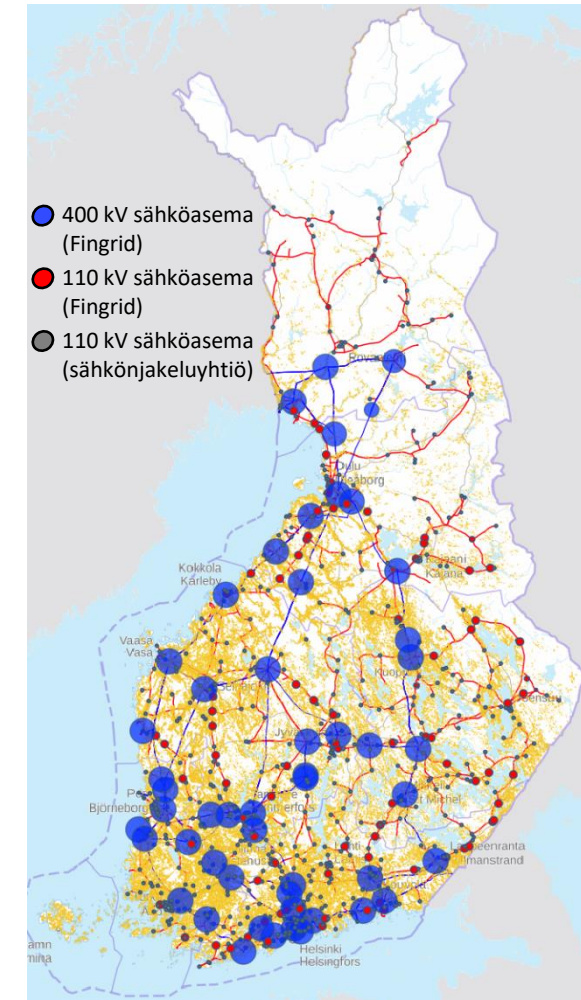
Kestävää kasvua ja työtä

Suomen rakennerahasto-ohjelma

REACT-EU (rahoitetaan osana Euroopan unionin covid-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia)

OSIO 1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAN TUOTANTOPAIKAT JA SIIRTOKAPASITEETIT

- » Toimenpide 2-1.1: Aurinkosähkön ja tuulivoimakohteiden kartoitus (paikat ja volyymit)
- » Toimenpide 2-1.2: Energiasiirtoinfrastruktuurin määrittäminen (vaaditut siirtokapasiteetit ja vaihtoehtoiset ratkaisut)
- » Toimenpide 2-1.3: Muilta alueilta siirrettävän energian aiheuttamat varaukset Etelä-Karjalan alueella



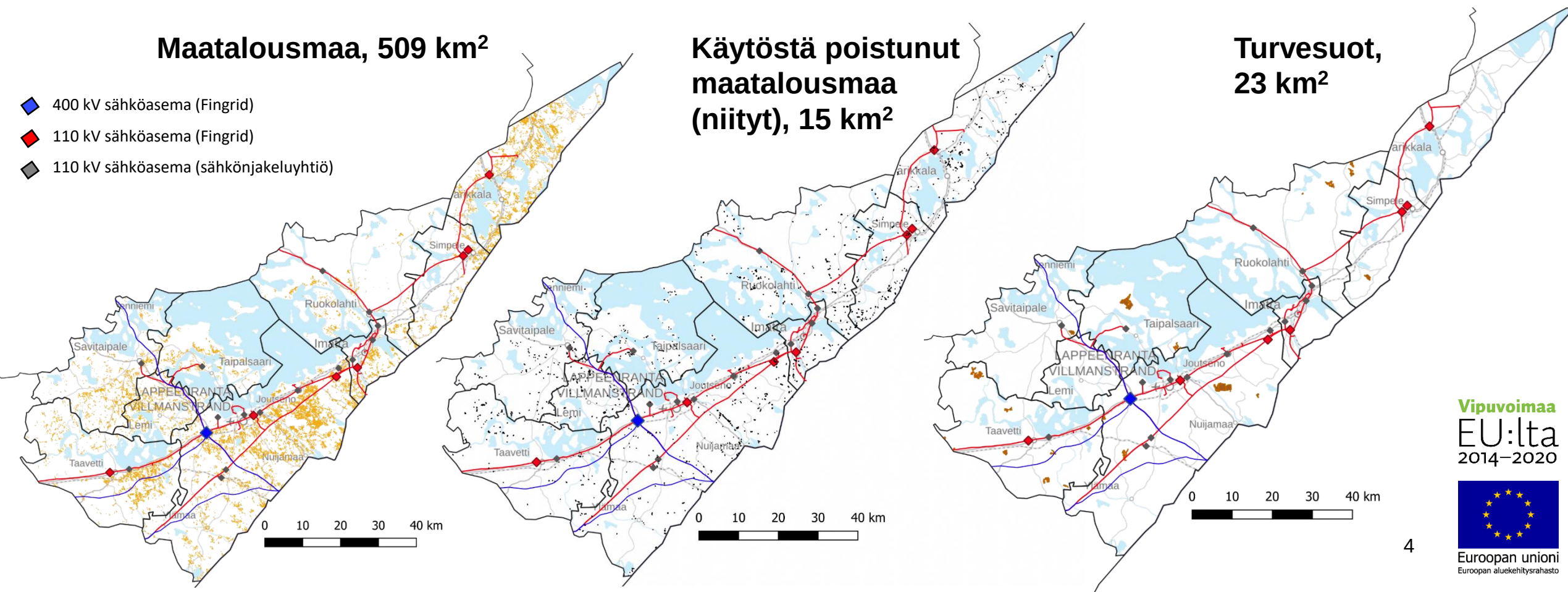
TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

Maatalousmaa, 509 km²

Käytöstä poistunut maatalousmaa (niityt), 15 km²

Turvesuot, 23 km²

- ◆ 400 kV sähköasema (Fingrid)
- ◆ 110 kV sähköasema (Fingrid)
- ◆ 110 kV sähköasema (sähkönjakeluyhtiö)



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

AURINKOVOIMAPOTENTIAALI ETELÄ-KARJALASSA

Turvetuotantoalueiden, rakennusten kattojen, käytöstä poistettujen maatalousmaa-alueiden ja peltoalueiden aurinkovoimantuotannon kokonaisasennuspotentialiaali Etelä-Karjalan alueella

Aurinkosähkö-järjestelmän sijoitus	Pinta-ala (ha)	Asennus-kapasiteetti (MWp)	Tuotantoarvio (GWh/a)	Osuus tuotannosta (%)
Turvetuotantoalueet	2 360	2 360	2 003	4 %
Kattopinnat	2 025	1 418	1 200	3 %
Käytöstä poistetut maatalousmaa-alueet	1 514	1 514	1 287	3 %
Peltoalueet	50 900	50 900	43 238	91 %
Yhteensä	56 799	56 192	47 728	100 %

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTTEIDEN KARTOITUS



-  Maatalousmaa
-  Käytöstä poistettu maatalousmaa (niitty)
-  Käytöstä poistettu maatalousmaa (muut luokat)

0 100 200 m

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

AURINKOVOIMAPOTENTIAALI, TURVESUOT

Kunta	Pinta-ala (km ²)	Tuotanto		
		MWp	GWh/a	TWh/a
Lappeenranta	7,8	781	664	0,7
Luumäki	6,2	619	526	0,5
Taipalsaari	4,9	490	416	0,4
Ruokolahti	2,9	286	243	0,2
Rautjärvi	1,0	101	86	0,1
Savitaipale	0,8	79	67	0,1
Imatra	0,0	0	0	0,0
Lemi	0,0	0	0	0,0
Parikkala	0,0	0	0	0,0
Yhteensä	23,6	2 356	2 003	2,0

Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali käytössä olevilla turvetuotantoalueilla

Etelä-Karjalan alueella on Maanmittauslaitoksen tietojen mukaan yli 23 km² aktiivikäytössä olevaa turvetuotantoaluetta. Näiden aurinkosähköpotentiaali on 2,3 GWp ja vuosituotantona noin 2 TWh/a.

Laskennassa käytettävät parametrit:

Tuotannon huipunkäyttöaika: 850 h/a

Aurinkopaneelien tehontuotto: 5 m²/kW

Aurinkopaneelien täyttöaste: 50 % (eli tuotanto 100 MW/km²)

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

AURINKOVOIMAPOTENTIAALI, KATOT

Building type	Number	Rooftop surface, km ²	Avg. size, m ² /roof	Rooftop potential, S _n , MVA	Avg. size kVA/roof	Annual energy TWh/a	Share of area %
Residential	40 656	6,9	170	485	11,9	0,4	34 %
Public	3 105	1,9	614	133	43,0	0,1	9 %
Leisure	20 699	1,4	69	100	4,8	0,1	7 %
Industry	1 389	1,6	1132	110	79,3	0,1	8 %
Other	114 263	8,4	74	590	5,2	0,5	42 %
Total	180 112	20,3	112	1 418	7,9	1,2	100 %

Kunnittain (kaikki rakennustyytit yhteensä)

Municipality	Number	Rooftop surface, km ²	Avg. size, m ² /roof	Rooftop potential, S _n , MVA	Avg. size kVA/roof	Annual energy TWh/a	Share of area %
Lappeenranta	54 467	8,2	151	574	10,5	0,5	41 %
Imatra	17 032	2,8	165	196	11,5	0,2	14 %
Parikkala	17 753	1,8	99	123	6,9	0,1	9 %
Luumäki	16 957	1,6	97	115	6,8	0,1	8 %
Ruokolahti	21 949	1,5	70	107	4,9	0,1	8 %
Savitaipale	16 050	1,4	85	95	5,9	0,1	7 %
Taipalsaari	15 989	1,3	79	89	5,5	0,1	6 %
Rautjärvi	10 485	0,9	84	62	5,9	0,1	4 %
Lemi	9 430	0,8	86	57	6,0	0,0	4 %
Yhteensä	180 112	20,3	112	1 418	7,9	1,2	100 %

Tarkastelu: Aurinkosähkötientiaali rakennusten katoilla

Etelä-Karjalan alueella on Maanmittauslaitoksen tietojen mukaan yli 20 km² asennuspotentiaalia aurinkosähkölaitteille. Näiden aurinkosähkötientiaali on 1,4 GWp ja vuosituotantona noin 1,2 TWh/a.

Laskennassa käytettävät parametrit:

Tuotannon huipunkäyttöaika: 850 h/a

Aurinkopaneelien tehontuotto: 5 m²/kW

Aurinkopaneelien täyttöaste: 50 % katosta (harjakatto) ja täyttöasteena 70 % etelän puoleisesta lappeesta

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

AURINKOVOIMAPOTENTIAALI, KÄYTÖSTÄ POISTETTU MAATALOUSALUE (NIITYT)

Kunta	Pinta-ala km ²	MWp	GWh	TWh	Osuus (%)
Lappeenranta	3,77	376,7	320,2	0,32	25 %
Ruokolahti	2,50	250,0	212,5	0,21	17 %
Parikkala	2,09	209,2	177,8	0,18	14 %
Rautjärvi	1,54	153,9	130,8	0,13	10 %
Luumäki	1,36	135,8	115,4	0,12	9 %
Savitaipale	1,21	120,9	102,7	0,10	8 %
Lemi	1,12	112,3	95,4	0,10	7 %
Taipalsaari	0,89	88,6	75,3	0,08	6 %
Imatra	0,67	66,6	56,6	0,06	4 %
Yhteensä	15,1	1 514	1 287	1,29	100 %

Laskennassa käytettävät parametrit:

Tuotannon huipunkäyttöaika: 850 h/a

Aurinkopaneelien tehontuotto: 5 m²/kW

Aurinkopaneelien täyttöaste: 50 % (eli tuotanto 100 MW/km²)

Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali käytöstä poistetuilla maatalousalueilla

Etelä-Karjalan alueella on Maanmittauslaitoksen tietojen mukaan yli 15 km² asennuspotentiaalia aurinkosähkölaitteille. Näiden aurinkosähköpotentiaali on 1,5 GWp ja vuosituotantona noin 1,3 TWh/a.

Määritelmä: Niitty (32800). Luonnontilainen heinä- ja ruohokasveja kasvava alue. Valintakriteeri Vähimmäiskoko on 5000 m² (0.5 ha). Niityn sisällä oleva luokittelemattomaan taustaan kuuluva alue erotetaan niitystä, jos sen pinta-ala on yli 5000 m² (0.5 ha). **Viljelemättömät pellot, jotka ovat luonnontilaisia ja joita ei todennäköisesti tulla enää viljelemään, tallennetaan niittyinä.** Metsittyneet tai metsitetyt entiset pellot katsotaan metsämaaksi. Viljelemättä jätetyt pellonkulmat ja -reunat sekä talojen piha-alueet ovat luokittelemattomaa taustaa. Hoidetut nurmikot tallennetaan joko PUISTONA tai URHEILU- JA VIRKISTYKSEEN. Avoimet kivennäismaat ovat vesijättöalueet. Pohjanlahden rannikolla ovat joko NIITYJÄ tai AVOIMIA VESIJÄTTÖALUEITA riippuen heinä-, ruoho-, ruoko- ja kaislakasvien määrästä

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

AURINKOVOIMAPOTENTIAALI, PELTOALUEET

Peltoalueet kunnittain

Kunta	Pinta-ala km ²	MWp	GWh/a	TWh/a	Osuus (%)
Lappeenranta	197.0	19 698	16 743	16.7	38.7 %
Parikkala	100.2	10 022	8 519	8.5	19.7 %
Luumäki	57.7	5 768	4 903	4.9	11.3 %
Savitaipale	39.2	3 923	3 334	3.3	7.7 %
Lemi	26.7	2 667	2 267	2.3	5.2 %
Ruokolahti	24.8	2 481	2 109	2.1	4.9 %
Rautjärvi	22.8	2 275	1 934	1.9	4.5 %
Taipalsaari	20.7	2 075	1 763	1.8	4.1 %
Imatra	19.6	1 960	1 666	1.7	3.9 %
Total	509	50 869	43 238	43.2	-

Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali peltoalueilla

Etelä-Karjalan alueella on Maanmittauslaitoksen tietojen mukaan noin 510 km² peltoalueita. Näiden aurinkosähköpotentiaali on noin 51 GWp ja vuosituotantona noin 43 TWh/a.

Laskennassa käytettävät parametrit:

Tuotannon huipunkäyttöaika: 850 h/a

Aurinkopaneelien tehontuotto: 5 m²/kW

Aurinkopaneelien täyttöaste: 50 % (eli tuotanto 100 MW/km²)

Maatalousmaan tyyppi	Pinta-ala km ²	MWp	GWh/a	TWh/a	%
Moniv. kuivaheinä-, säilörehu- ja tuorerehunurmet	158,7	15 873	13 492	13,5	31,2 %
Rehuohra	79,5	7 953	6 760	6,8	15,6 %
Kaura	77,5	7 749	6 587	6,6	15,2 %
Kevätvehnä	36,2	3 623	3 079	3,1	7,1 %
Luonnonhoitopelto (nurmikasvit, väh. 2 v.)	21,1	2 110	1 794	1,8	4,1 %
(blank)	20,9	2 091	1 777	1,8	4,1 %
Viherkesanto (nurmi ja niitty)	12,5	1 254	1 066	1,1	2,5 %
Monivuotiset laidunnurmet	11,5	1 151	979	1,0	2,3 %
Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	7,6	758	645	0,6	1,5 %
Viherlannoitusnurmi	7,4	742	631	0,6	1,5 %
Kevättrypsi	7,4	741	630	0,6	1,5 %
Syysvehnä	6,1	606	515	0,5	1,2 %
Mallasohra	5,5	550	467	0,5	1,1 %
Seoskasvusto (viljat)	4,5	449	381	0,4	0,9 %
Sänkikesanto	4,3	434	369	0,4	0,9 %
Rehuherne	3,8	375	319	0,3	0,7 %
Kumina	3,7	374	318	0,3	0,7 %
Avokesanto	3,7	370	315	0,3	0,7 %
Ympäristösopimusala, muu ala	3,3	331	281	0,3	0,7 %
Monimuotoisuuspelto, riista	3,1	307	261	0,3	0,6 %
Syysruis	2,4	236	200	0,2	0,5 %
Ruokohelpi (energia)	2,3	235	200	0,2	0,5 %
Seoskasvusto (valkuaiskasvit+vilja)	2,2	225	191	0,2	0,4 %
1-vuot. kuivaheinä-, säilörehu-, tuorerehunurmet	1,8	183	156	0,2	0,4 %
Mansikka	1,7	174	148	0,1	0,3 %
Kevättrypsi	1,5	150	128	0,1	0,3 %
Härkäpapu	1,4	145	123	0,1	0,3 %
Kevättruisvehnä	1,3	129	110	0,1	0,3 %
Muut	15,5	1550	1317	1,3	3,0 %
Yhteensä	509	50 869	43 238	43,2	

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTTEIDEN KARTOITUS

TUULIVOIMAPOTENTIAALI SUOJAETÄISYYDET HUOMIOIDEN

» Jaottelu kolmeen eri luokkaan

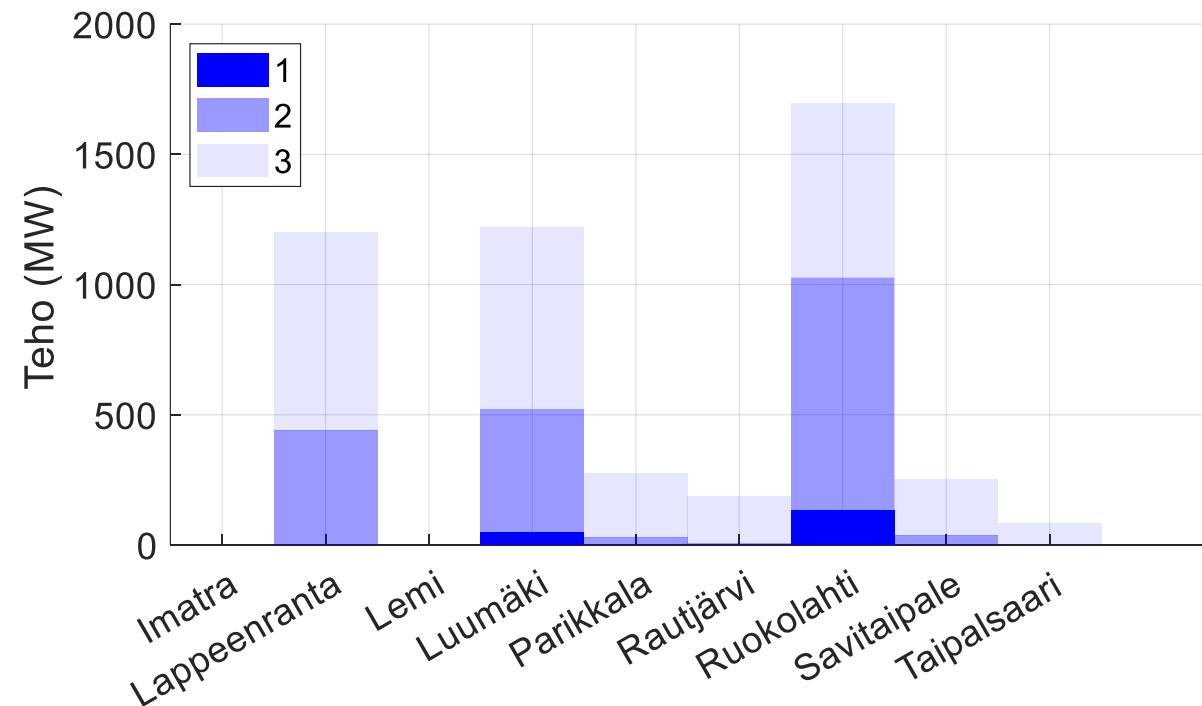
1. "Todennäköisimmin toteutettavissa"
 - Tiukin kriteeristö maankäytön suhteen
2. "Osittain toteutuskelpoinen"
 - Maankäyttörajat arvioitu löyhemmillä kriteereillä
3. "Mahdollinen"
 - Kaikista sallivin ilmapiiri maankäytön suhteen

» Asutus tärkein rajaava kriteeri

» Tarkemmat kohdetarkastelut tarpeen kapasiteetin tarkentamiseksi

- Toteutettavuus arvioitu ainoastaan suojaetäisyyksien ja maankäytön näkökulmasta

» Osa kohteista vaatisi koordinoitua naapurikunnan kanssa



TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

TUULIVOIMAPOTENTIAALI SUOJAETÄISYYDET HUOMIOIDEN

» Jaottelu kolmeen eri luokkaan

1. "Todennäköisimmin toteutettavissa"
 - Tiukin kriteeristö maankäytön suhteen
2. "Osittain toteutuskelpoinen"
 - Maankäyttörajat arvioitu löyhemmillä kriteereillä
3. "Mahdollinen"
 - Kaikista sallivin ilmapiiri maankäytön suhteen

» Asutus tärkein rajaava kriteeri

» Tarkemmat kohdetarkastelut tarpeen kapasiteetin tarkentamiseksi

- Toteutettavuus arvioitu ainoastaan suojaetäisyyksien ja maankäytön näkökulmasta

» Osa kohteista vaatisi koordinoitua naapurikunnan kanssa

Kunta	Tehokapasiteetti (MW)		
	Todennäköisimmin toteutettavissa	Osittain toteutuskelpoinen	Mahdollinen
Imatra	0	0	0
Lappeenranta	0	438	1200
Lemi	0	0	0
Luumäki	48	522	1218
Parikkala	0	30	276
Rautjärvi	0	6	186
Ruokolahti	132	1026	1698
Savitaipale	0	36	252
Taipalsaari	0	0	84
YHTEENSÄ	180	2058	4914

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOhteiden KARTOITUS

» Tuulivoima-alueiden kriteeristö

	1	2	3
	Suojaetäisyys (km)		
Taajamat	3	2	3
Luontokohteet			
• Luonnonpuistot	3	1	3
• Luontokohteet	3	1	3
• Retkeilyalueet	3	1	3
• Suojelualueet	1	0.5	1
Lentokentät			
• Suuret	18	10	18
• Pienkentät	10	6	10
• Helikopt. Lask. alustat	3	3	3

	1	2	3
	Suojaetäisyys (km)		
Järvet	0.1	0.1	0.1
Saaret	0	0	0
Ampumaradat	0.3	0.3	0.3
Tiet	0.3	0.3	0.3
Junaradat	0.3	0.3	0.3
Rakennukset	1.75 ⁽³⁾	1.25 ⁽¹⁾	1 ⁽²⁾
Rajavyöhyke	3	3	3
Suot	0	0	0
Nykyiset tuulipuistot	1	1	1

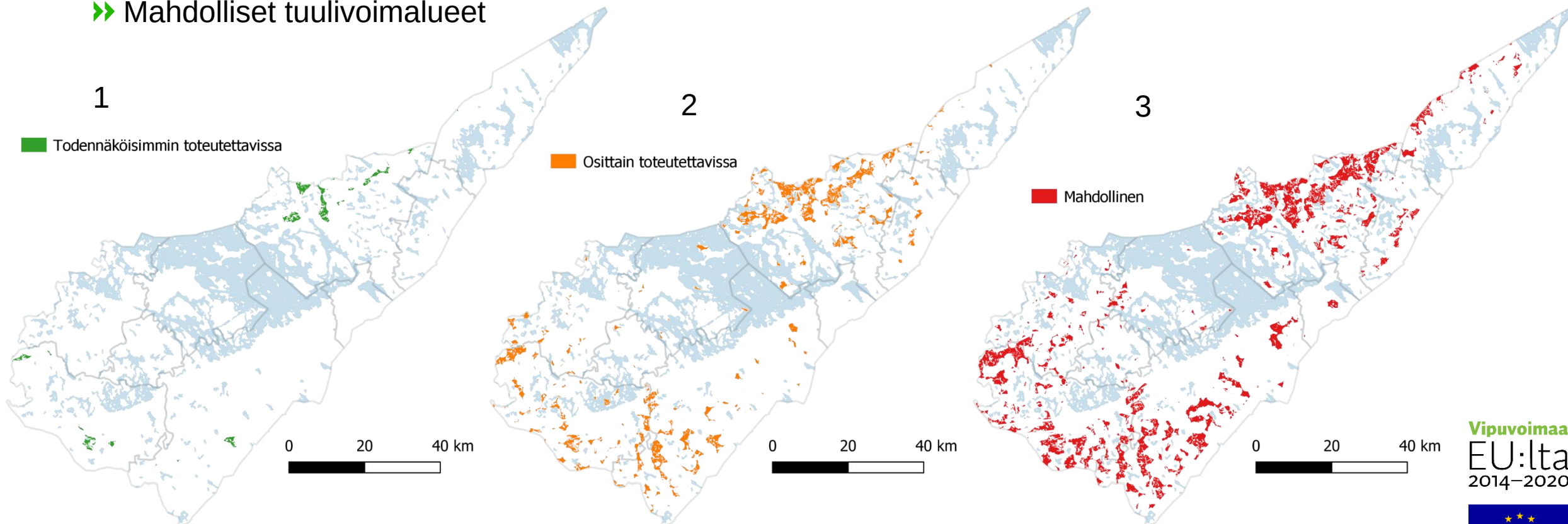
(1) Vain vakituiset asunnot

(2) Pisteytys vakituisille asunnoille (1p/kohde) ja vapaa-ajan asunnoille (0.5p/kohde), yhteensä korkeintaan 3 pisteen edestä

(3) Pisteytys vakituisille asunnoille (1p/kohde) ja vapaa-ajan asunnoille (0.75p/kohde) korkeintaan 2 pisteen edestä

TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTTEIDEN KARTOITUS

» Mahdolliset tuulivoimalueet



TOIMENPIDE 2-1.1: AURINKOSÄHKÖN JA TUULIVOIMAKOHTEIDEN KARTOITUS

» Yhteenveto

Teho (MW)							
Kunta	Katot	Turvesuot	Niityt	Peltoalueet	Tuuli 1	Tuuli 2	Tuuli 3
Lappeenranta	574	781	377	19698	0	438	1200
Imatra	196	0	68	1960	0	0	0
Parikkala	123	0	210	10022	0	30	276
Luumäki	115	619	136	5768	48	522	1218
Ruokolahti	107	286	250	2481	132	1026	1698
Savitaipale	95	79	121	3923	0	36	252
Taipalsaari	89	490	89	2075	0	0	84
Rautjärvi	62	101	154	2275	0	6	186
Lemi	57	0	112	2667	0	0	0
Yhteensä	1418	2356	1514	50869	180	2058	4914

Tuotanto (TWh/a)							
Kunta	Katot	Turvesuot	Niityt	Peltoalueet	Tuuli 1	Tuuli 2	Tuuli 3
Lappeenranta	0.50	0.70	0.32	16.70	0.00	1.55	4.24
Imatra	0.20	0.00	0.06	1.70	0.00	0.00	0.00
Parikkala	0.10	0.00	0.18	8.50	0.00	0.11	0.97
Luumäki	0.10	0.50	0.12	4.90	0.17	1.84	4.30
Ruokolahti	0.10	0.20	0.21	2.10	0.47	3.62	6.00
Savitaipale	0.10	0.10	0.10	3.30	0.00	0.13	0.89
Taipalsaari	0.10	0.40	0.08	1.80	0.00	0.00	0.30
Rautjärvi	0.10	0.10	0.13	1.90	0.00	0.02	0.66
Lemi	0.00	0.00	0.10	2.30	0.00	0.00	0.00
Yhteensä	1.30	2.00	1.30	43.20	0.64	7.27	17.35

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

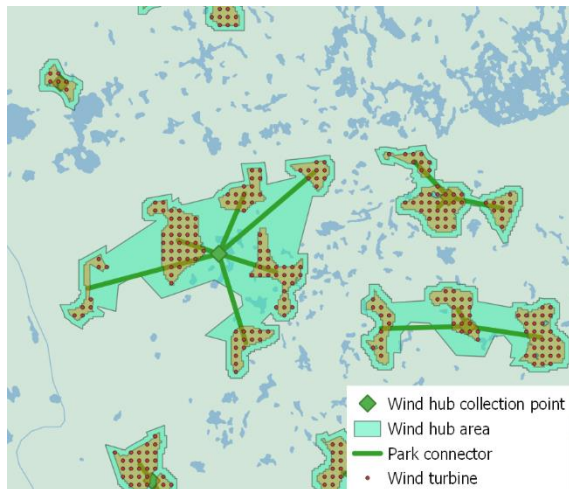
- Mahdollisuudet uusiutuvan sähkötuotannon käyttöönottoon ja verkkointegrointiin ovat Etelä-Karjalan alueella kohtuulliset. Alueella sijaitsee Fingridin Yllikkälän 400 kV sähköasema, joka mahdollistaa käytännössä 500-1000 MW edestä tuotannon lisäystä.
- Mikäli teollisuusinvestoinnit (tuotannon vastapainona toimivat sähkökuormat) etenevät, voi tuotannon liittymiskapasiteetti Etelä-Karjalan alueella olla tulevaisuudessa merkittävästi suurempi. Tämä edellyttää kuitenkin eri investointien (tuotanto ja teollisuuskuorma) sujuvaa ja keskitettyä koordinoitua.
- Imatran suuntaan oleva nykyinen 110 kV siirtoyhteys on johto-osaltaan toteutettu 400 kV pylväs- ja eristinrakenteilla. Johto voidaan siis ottaa nopeutetulla aikataululla (arviolta 2-3 a) käyttöön korkeammalla jännitetasolla, kun Imatran pään 400 kV asemainvestoinnista tehdään päätös ja asema saadaan käyttöönottovalmiiksi.
- Muut olemassa olevat 110 kV sähköasemat ja siirtojohdot tarjoavat rajallisen liittymiskapasiteetin tuotannolle. Esimerkiksi Vuoksi-Kiikanlahti johto-osuudella Fingridin arvioima uuden tuotannon liittymiskapasiteetti on vain 60 MW.

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

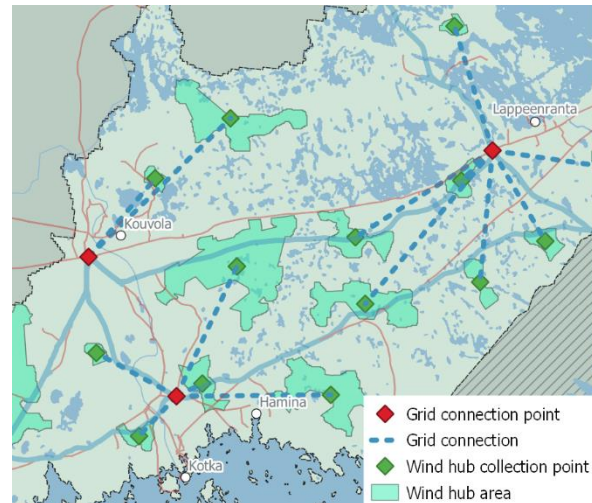
Tuulivoimakohteiden verkkointegrointi on suunniteltava tapauskohtaisesti. Pienemmät turbiinimäärät (kokonaismäärä 25 MVA tai alle) voidaan useimmissa tapauksissa liittää ns. johdinvarsiliityntä olemassa olevaan 110 kV johtoon. Suuremmat kokonaisuudet voivat vaatia erillisen 110 kV johdon rakentamisen Fingridin 110 kV kytkinasemalle tai 400 kV sähköasemalle.

KYTKENTÄRATKAISUT PERIAATETASOLLA

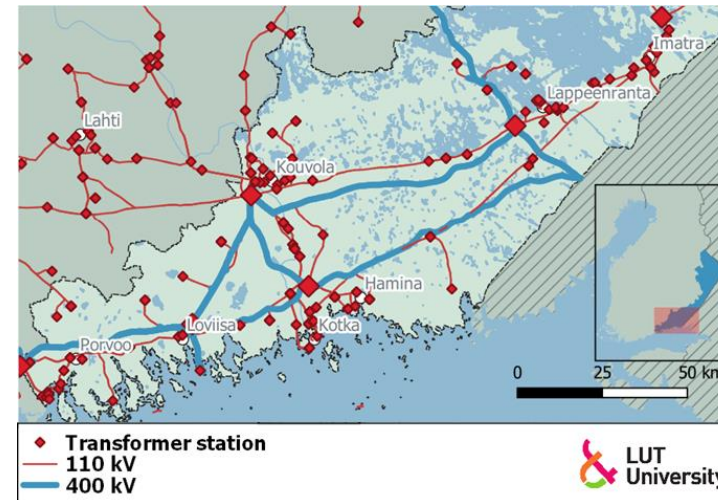
Paikalliset tuulipuistokytkenät



Alueelliset tuulivoimaverkostot



Kytkenät kantaverkkoon



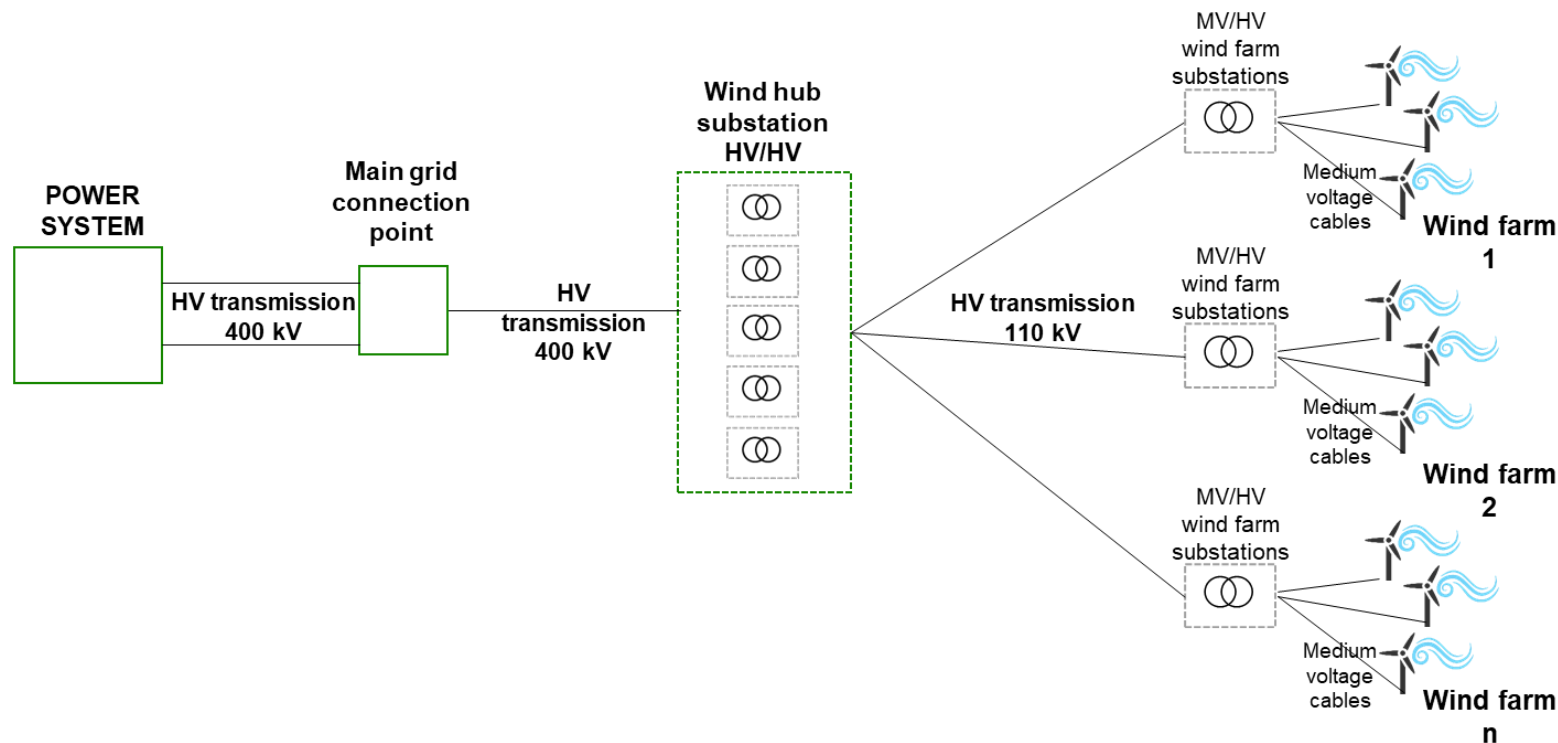
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

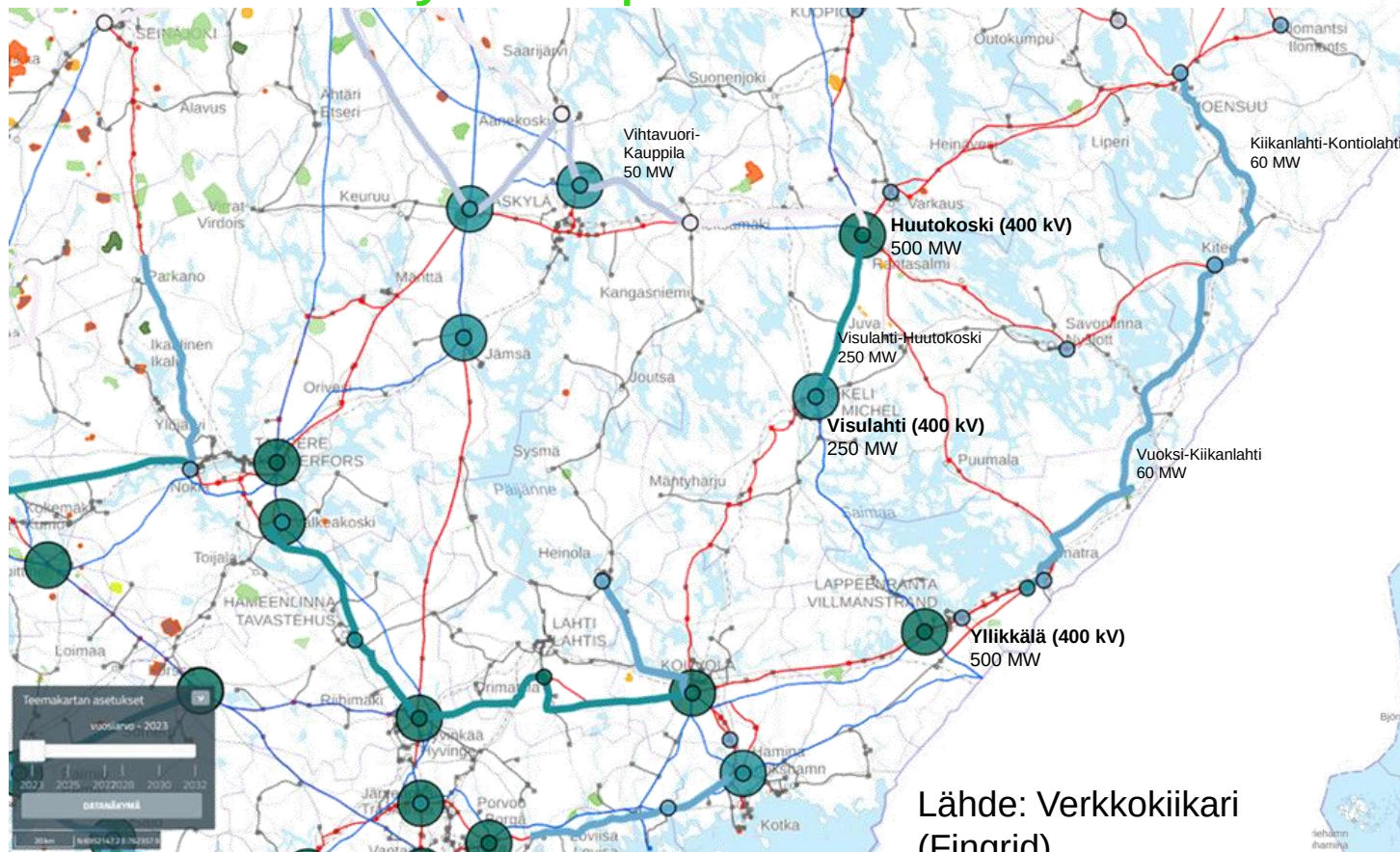
SÄHKÖNSIIRTORATKAISUT



Suurimpien puistokokonaisuuksien tapauksessa turbiinit kootaan ensiksi puistoasemittain (wind farm substation), josta sähkö siirretään koontiasemille (wind hub substation) ja sieltä edelleen kantaverkon 400 kV liityntäpisteisiin.

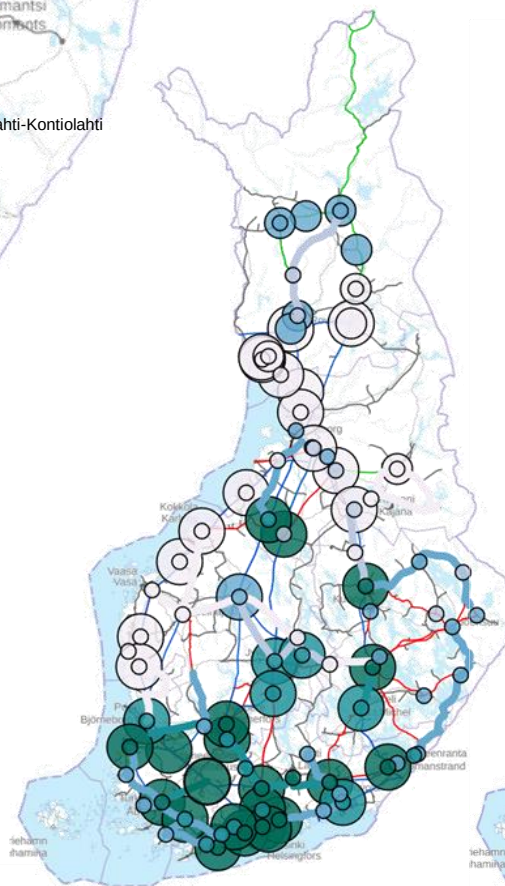
TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tuotannon liityntäkapasiteetti kantaverkossa

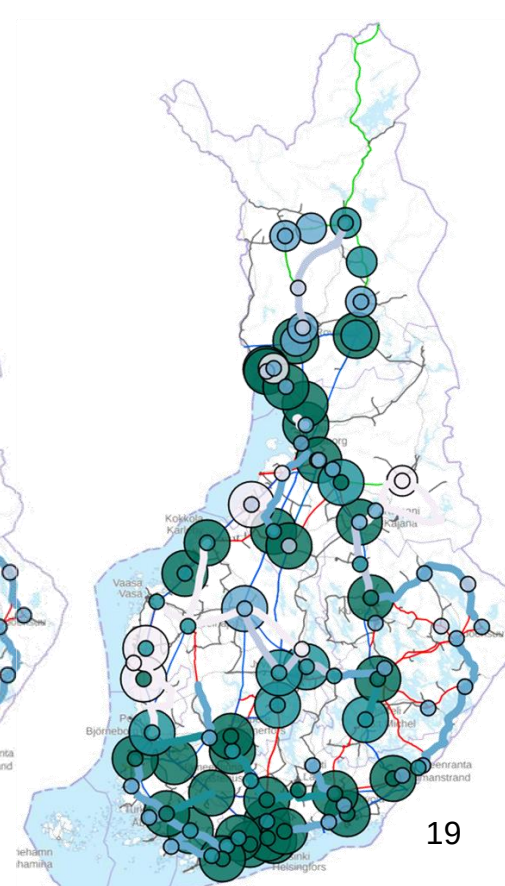


Lähde: Verkkokiikari (Fingrid)

2023



2032



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

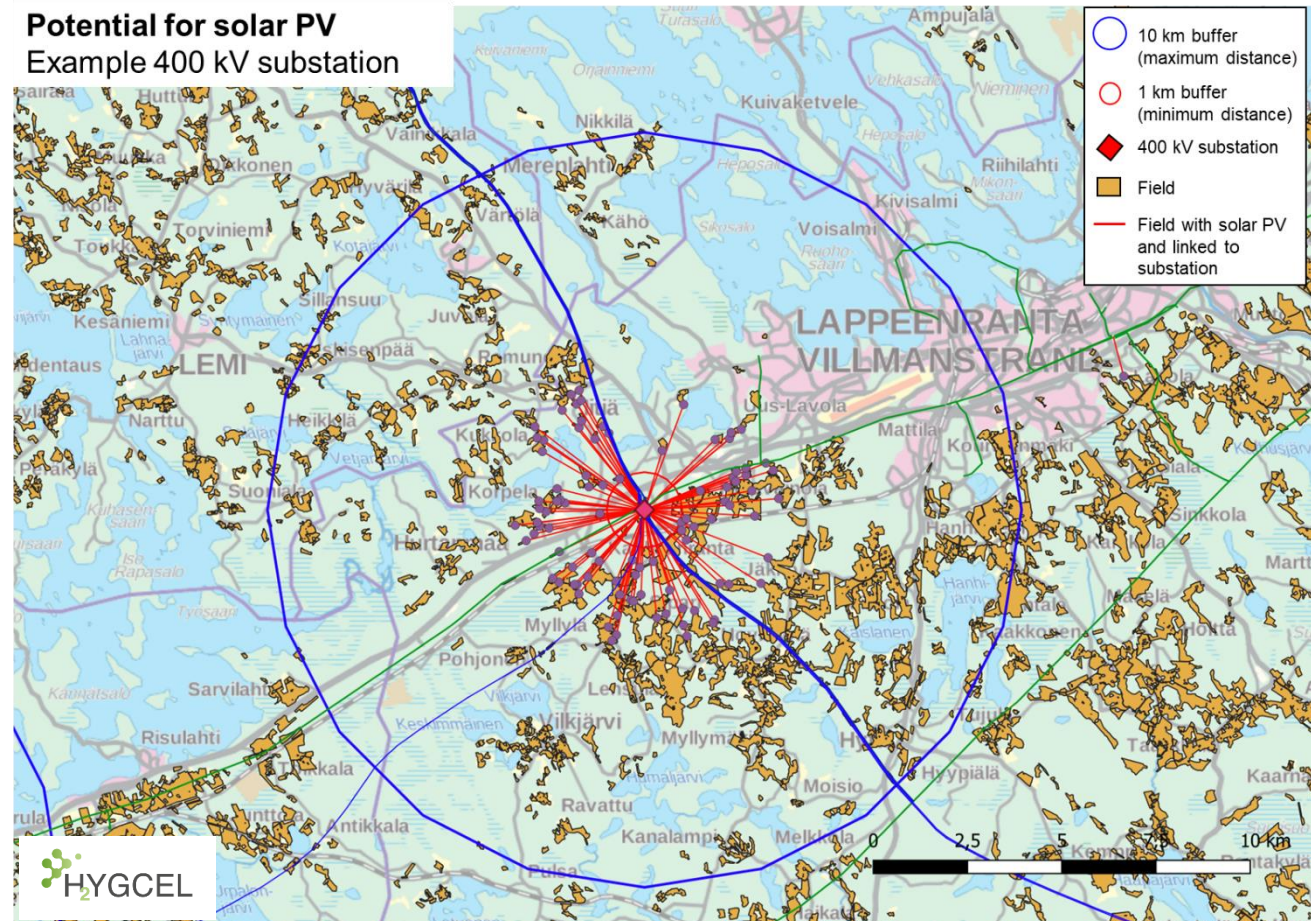
TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali sähköasemien läheisyydessä sekä tuotannon ja sähkönkäytön ajallinen yhteneväisyys

Tavoite: Tavoitteena on havainnollistaa, miten hyvin aurinkosähkölle löytyy peltoalueita sähköasemien (110/20 kV) läheisyydestä ja miten hyvin aurinkosähkön tuotantoteho vastaa ajallisesti tuntitasolla alueen sähkönkäyttöä. Mitä paremmin sähköntuotanto ja kulutus kohtaavat, sitä vähemmän sähköä on tarvetta siirtää verkossa pitkiä matkoja ja sitä vähemmän uutta sähköverkkoa on tarvetta rakentaa. Aurinkosähkön liitettävyyden sähköverkkoon on sähköasemien läheisyydessä on usein nopeampaa ja edullisempaa asemien läheisyydessä jo olemassa olevan vahvan sähköverkkoinfrastruktuurin takia.

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

- Aurinkosähkön sijoittamisessa kannattaa hyödyntää olemassa oleva sähköverkkoinfrastrukturi. Etelä-Karjalan alueella on useita Fingridin 400 kV ja 110 kV asemia sekä paikallisten sähköjakeluyhtiöiden 110 kV sähköasemia.
- Kuvan esimerkissä on havainnollistettu, missä määrin peltopinta-alaa on Fingridin Ylikkälän 400 kV sähköaseman läheisyydessä. Punaisella viivalla osoitettu kaikki sellaiset pellot, jotka sijaitsevat mahdollisimman lähellä asemaa (1 km puskurivyöhykkeen ulkopuolella) muodostaen 500 MWp kokonaisuuden.



Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali sähköasemien läheisyydessä, kartta



	Määrä, km ²	Määrä, MWp	Asemamäärä, kpl
Jakeluyhtiöt	0.42	42	10
Fingrid			4
110 kV	3	300	3
400 kV	5	500	1
Yhteensä		842	14

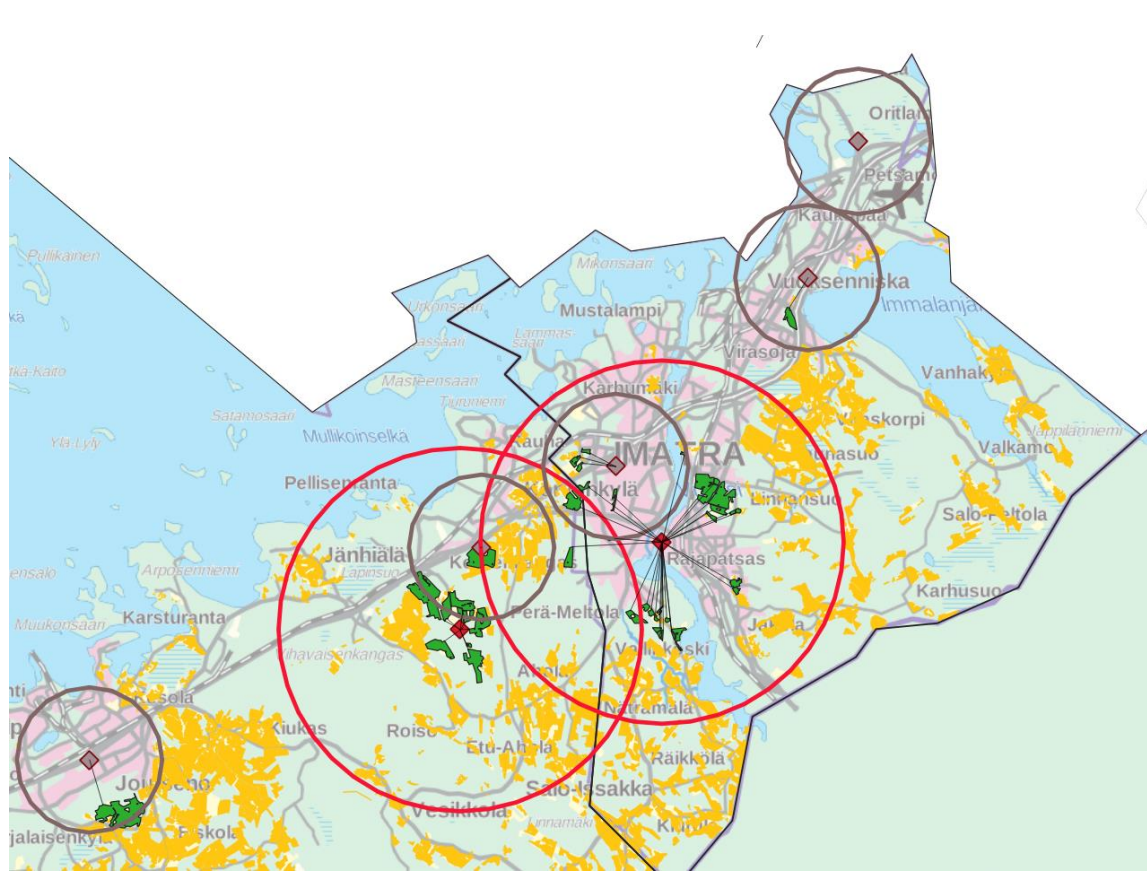
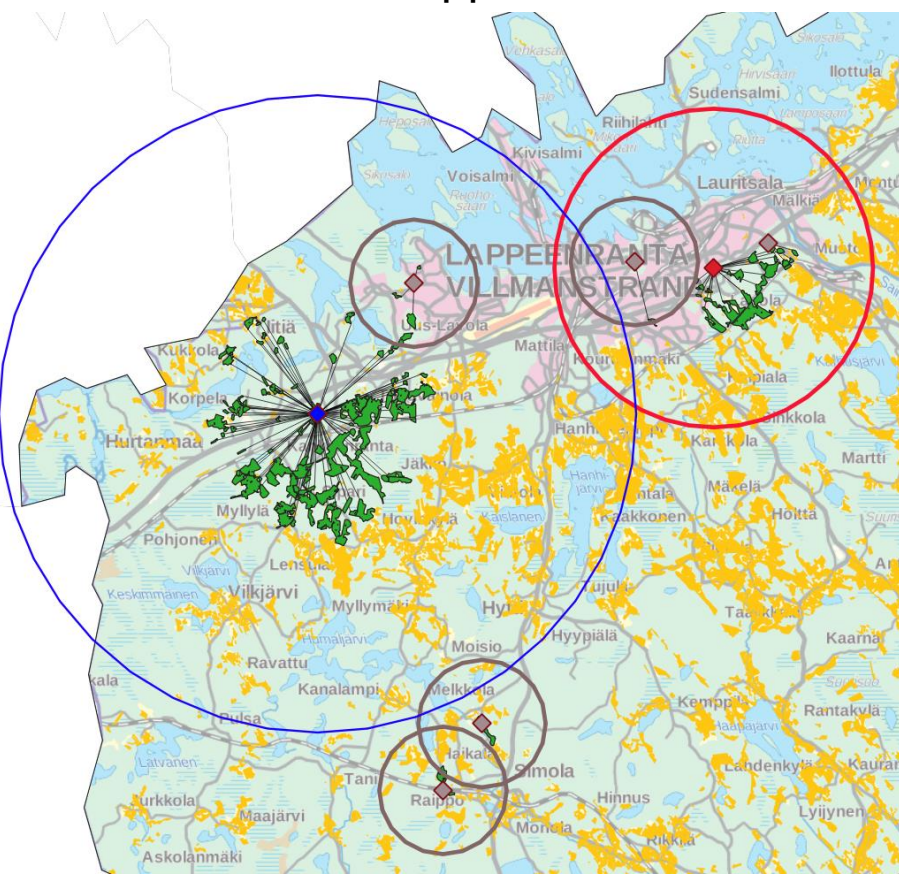
Tuotannon huipunkäyttöaika: 850 h/a
Aurinkopaneelien tehontuotto: 5 m²/kW
Aurinkopaneelien täyttöaste: 50 %
(eli tuotanto 100 MW/km²)

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähkötientiaali sähköasemien läheisyydessä

Lappeenranta

Imatra



-  10km buffer
-  5 km buffer
-  2 km buffer
-  400kV FG substation
-  110kV FG substation
-  110kV DSO substation
-  Connected fields

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

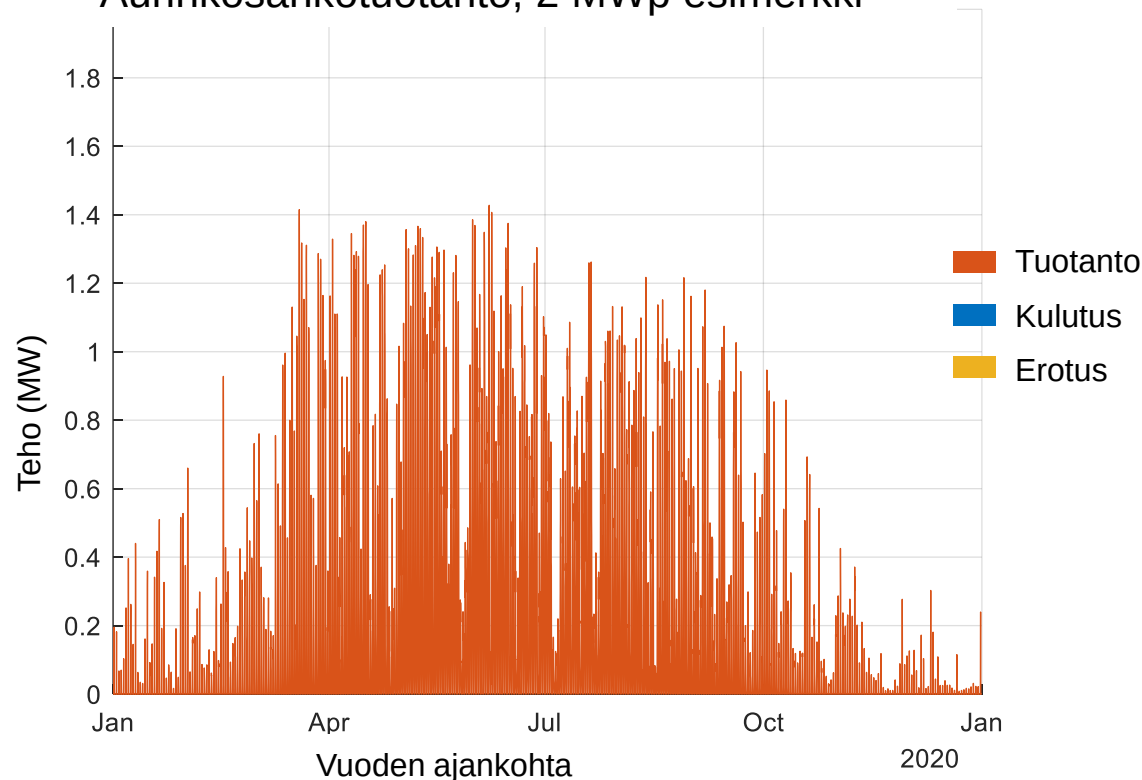


Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

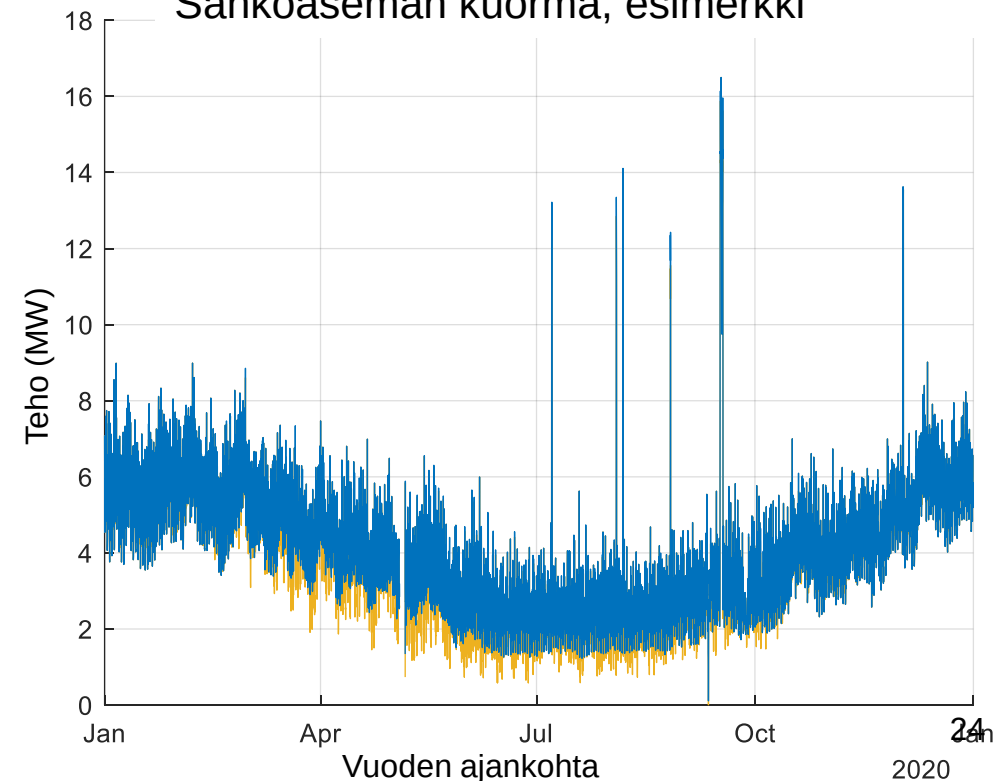
TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käyttö, esimerkiasema

Aurinkosähkötuoanto, 2 MWp esimerkki



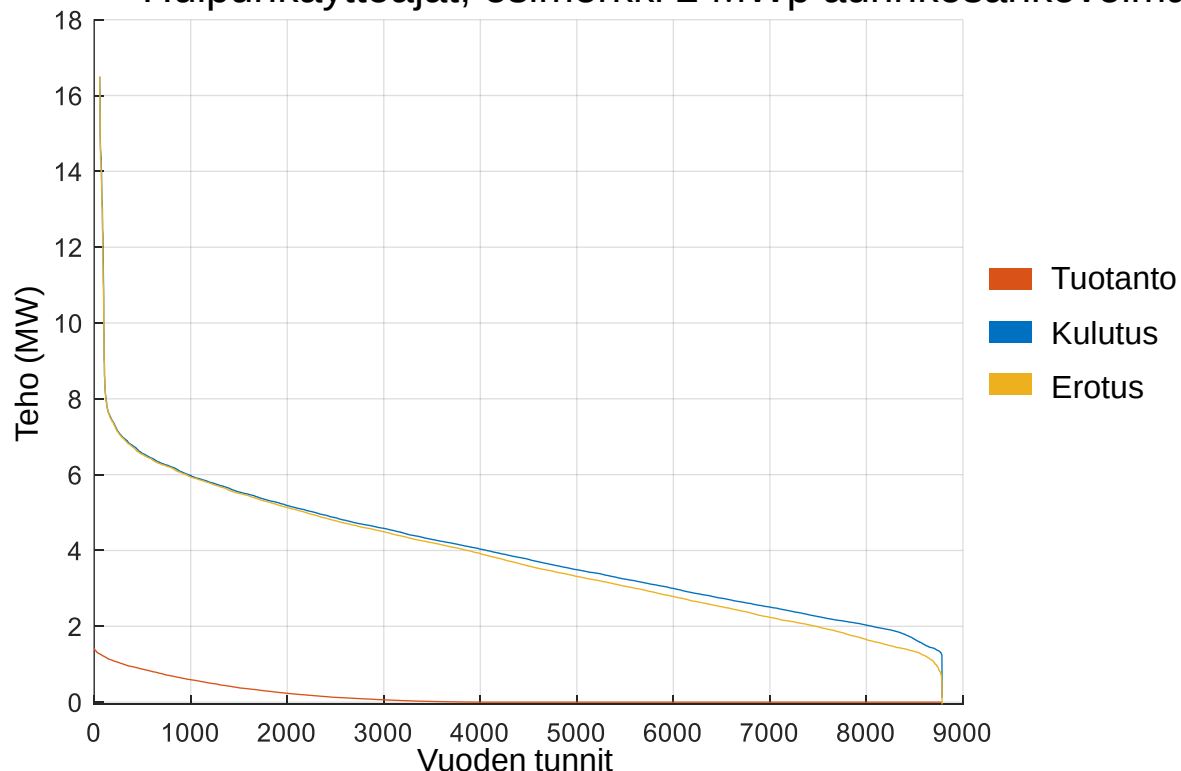
Sähköaseman kuorma, esimerkki



TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käyttö, esimerkiasema

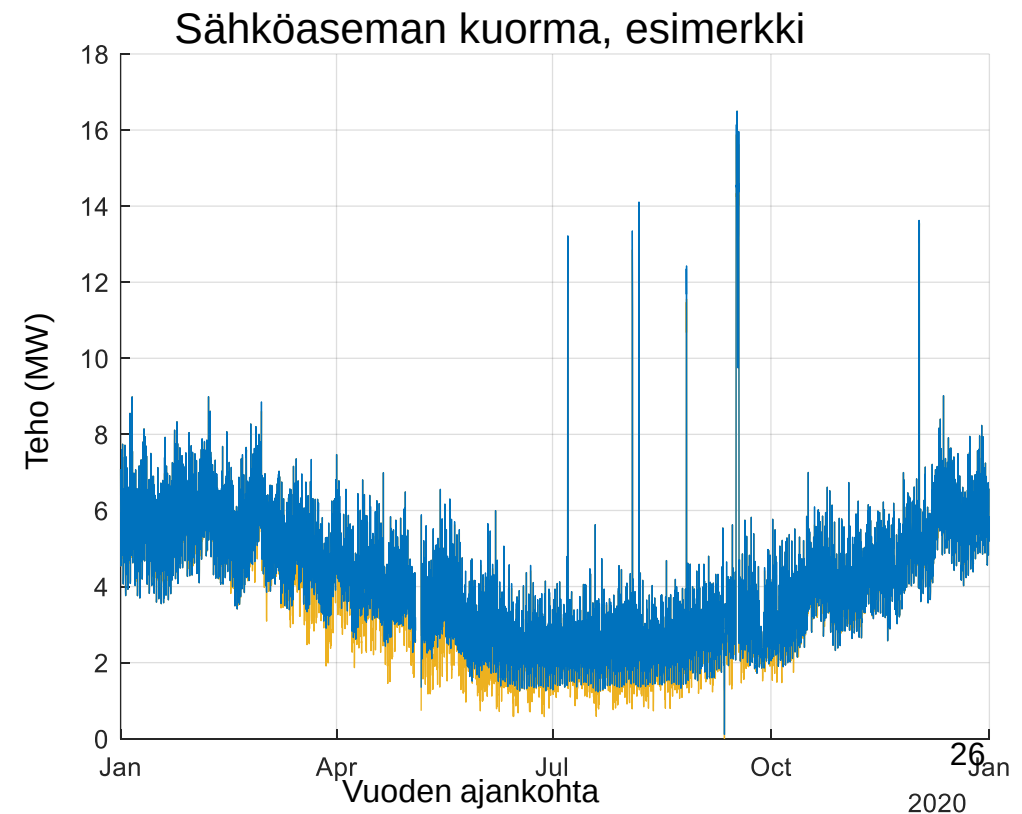
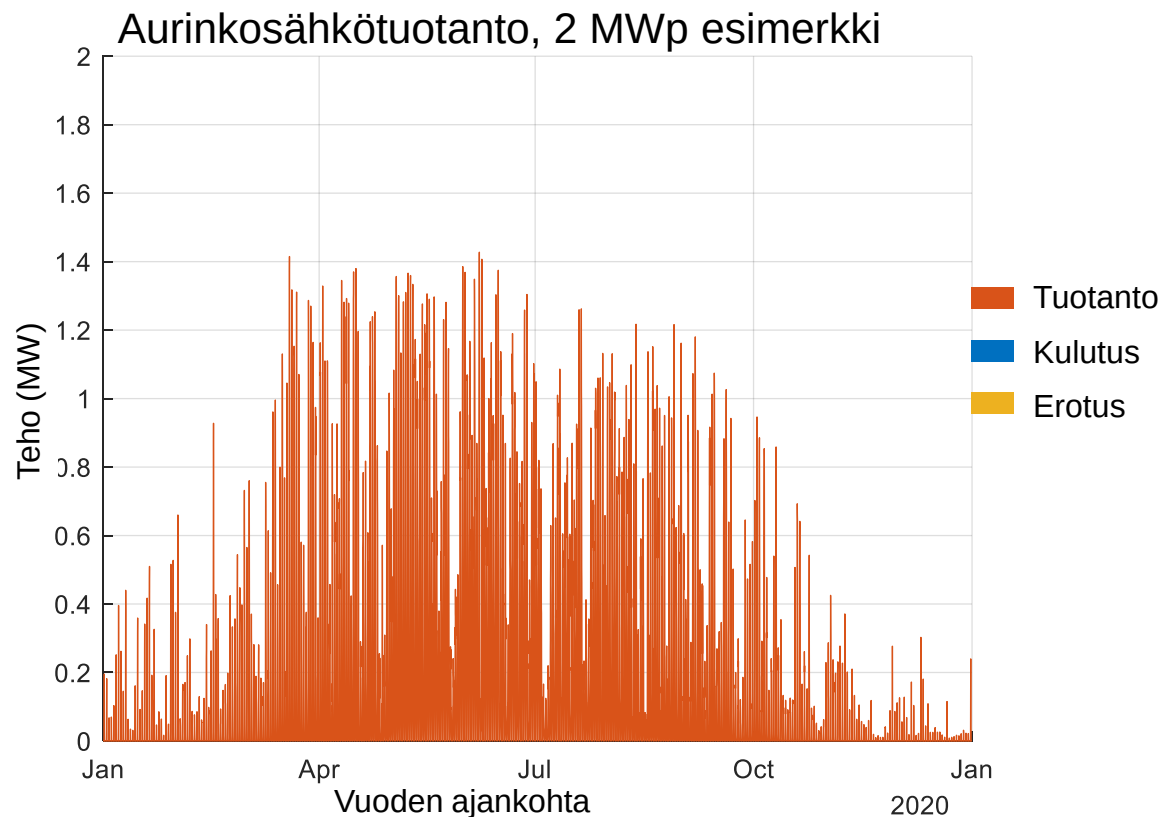
Huipunkäyttöajat, esimerkki 2 MWp aurinkosähkövoimala



Tässä esimerkissä sähköaseman läheisyyteen on asennettu 2 MWp aurinkosähkövoimala. Kuvassa nähdään aurinkosähkötuotannon vaikutus sähköaseman uuden kuorman ("Erotus") huipunkäyttökäyrään. Aseman huipputeho ei muutu, koska nykyisen sähkönkäytön huipputeho ajoittuu talviajalle. Sen sijaan kevät- ja kesäaikana nähtävissä kuormituksen vähenemistä paikallisen tuotannon ansiosta.

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

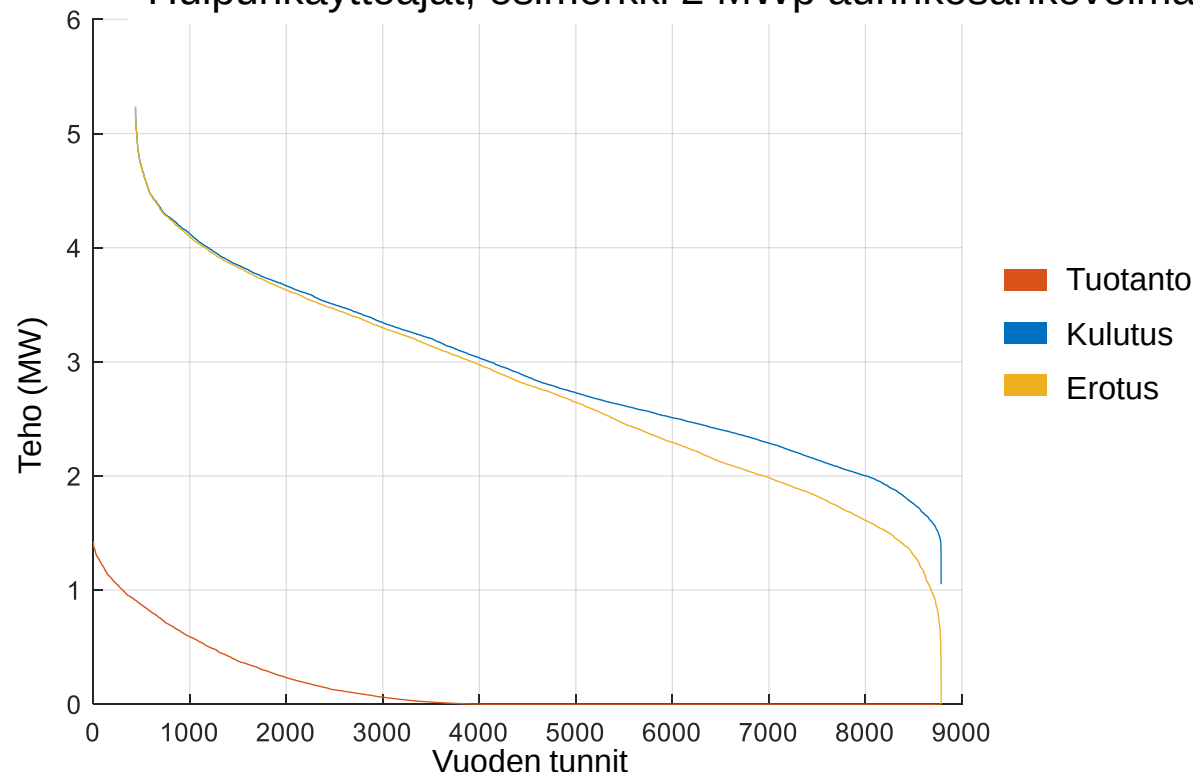
Tarkastelu: Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käyttö, esimerkiasema



TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käyttö, esimerkiasema

Huipunkäyttöajat, esimerkki 2 MWp aurinkosähkövoimala

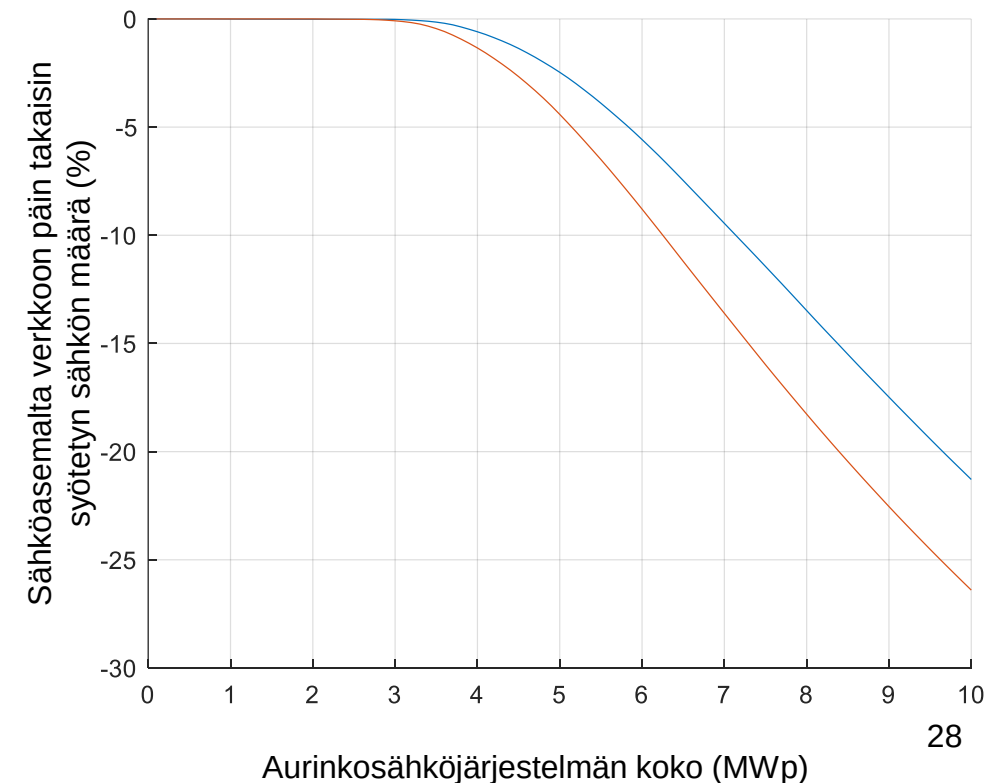
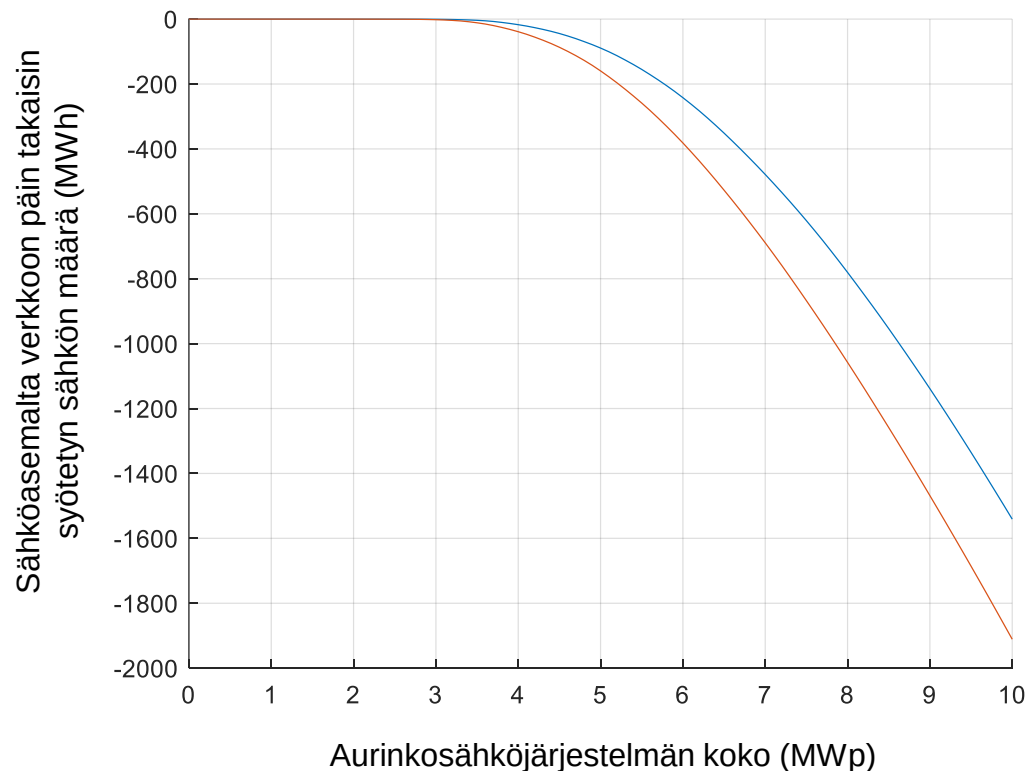


Tässä esimerkissä sähköaseman läheisyyteen on asennettu 2 MWp aurinkosähkövoimala. Kuvassa nähdään aurinkosähkötuotannon vaikutus sähköaseman uuden kuorman ("Erotus") huipunkäyttökäyrään. Aseman huipputeho ei muutu, koska nykyisen sähkönkäytön huipputeho ajoittuu talviajalle. Sen sijaan kevät- ja kesäaikana nähtävissä kuormituksen vähenemistä paikallisen tuotannon ansiosta.

TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO-INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käyttö

Aurinkosähkövoimalaitoksen koon vaikutus takaisin verkkoon syötetyn sähkön määrässä



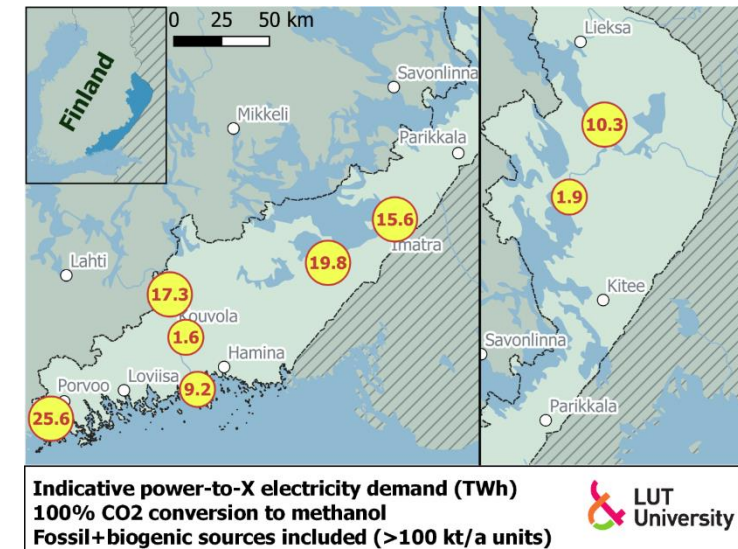
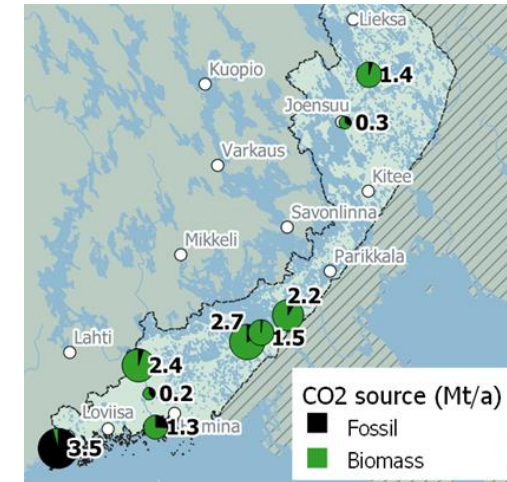
TOIMENPIDE 2-1.2: ENERGIASIIRTO- INFRASTRUKTUURIN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastelu: Aurinkosähköpotentiaali sähköasemien läheisyydessä sekä tuotannon ja sähkönkäytön ajallinen yhteneväisyys

Johtopäätös: Tarkastelu osoittaa sen, että sähköasemien läheisyydessä on usein aukeita alueita (erityisesti peltoja), joiden pinta-ala on riittävä suurille megawattiluokan aurinkosähköjärjestelmille. Sähköaseman läheisyyteen sijoitettuna aurinkosähköjärjestelmän liittäminen on infrastruktuurin näkökulmasta edullisempaa ja nopeampaa kuin kauempana sähköasemista. Sähköasemien taustakuorma tarjoaa pisteeseen liitetyille tuotannolle suoran tarpeen, jolloin sähköä ei tarvitse siirtää merkittävässä määrin ylempien jännitetasojen kautta ja tämä voi entisestään helpottaa uusiutuvan tuotannon integrointia. Paikalliset sähköverkkotoimijat ovat tällaisten ratkaisujen kartoittamisessa ja suunnittelussa avainasemassa.

TOIMENPIDE 2-1.3: MUILTA ALUEILTA SIIRRETTÄVÄN ENERGIAN AIHEUTTAMAT VARAUKSET ETELÄ-KARJALAN ALUEELLA

- Etelä-Karjalan alueella on useita merkittäviä biopohjaisia pistemäisiä CO₂-lähteitä. PtX-teknologian näkökulmasta nämä CO₂-lähteet muodostavat energian siirron kannalta keskeiset alueelle keskeiset solmupisteet.
- Laskennallisesti pelkästään Lappeenrannan ja Imatran paperi- ja selluteollisuuden CO₂-päästöjen konvergointi vedyn avulla metanoliksi vaatisi noin 35 TWh/a sähkönsiirron alueelle. Tämän lisäksi Kymen alueella on merkittäviä CO₂-pistelähteitä.



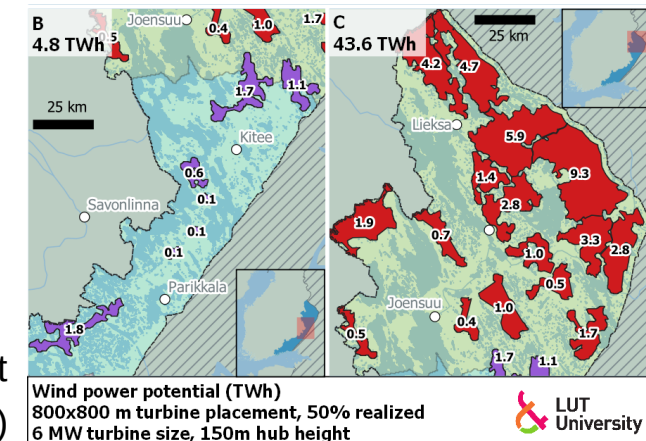
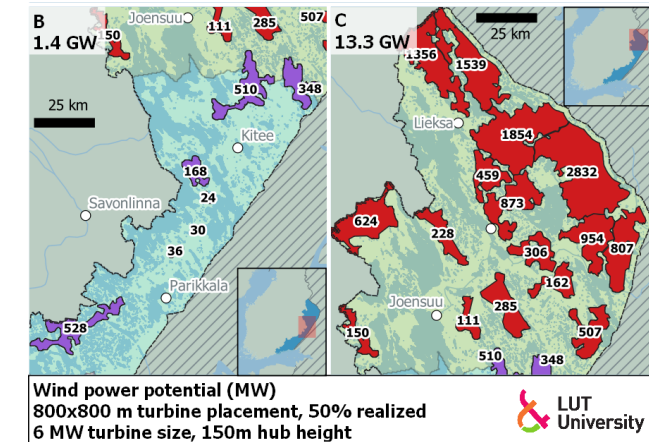
Lähde: South-East Finland Hydrogen Valley project
(<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-852-2>)

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



TOIMENPIDE 2-1.3: MUILTA ALUEILTA SIIRRETTÄVÄN ENERGIAN AIHEUTTAMAT VARAUKSET ETELÄ-KARJALAN ALUEELLA

- Mikäli tuulivoiman tekniset, rajan läheisyyteen liittyvät haasteet onnistutaan ratkaisemaan, on itäisessä Suomessa merkittävä tuulivoimapotentialiaali.
- Esimerkiksi Pohjois-Karjalan alueella on teoriassa yli 13 GW (yli 43 TWh/a) asennuspotentialiaali tuulivoimalle. Tätä energiaa voitaisiin hyödyntää Etelä-Karjalan ja Kymen alueilla esim. synteettisen e-metanolin valmistamisessa.
- Energiamäärän siirtäminen Etelä-Karjalan alueelle ja sen läpi vaatisi uutta sähköverkkokapasiteettia peräti 10-15 kpl 400 kV johtoja tai vastaavasti yhden (n. 1 metrin halkaisijaltaan olevan) vetyputken. Vetyvaihtoehdossa on muistettava, että suurten vetyputkien toteutuksesta ei juuri käytännön kokemusta.



Lähde: South-East Finland Hydrogen Valley project

(<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-852-2>)

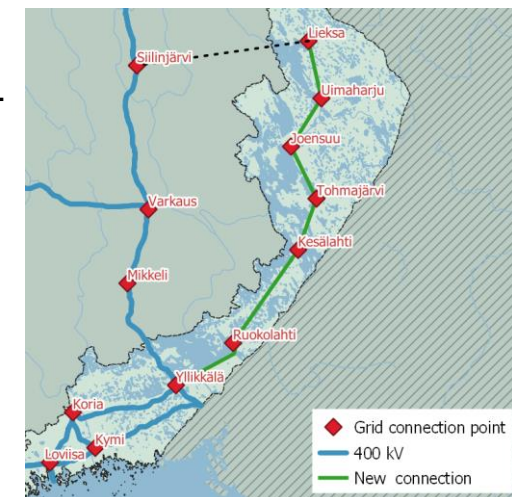
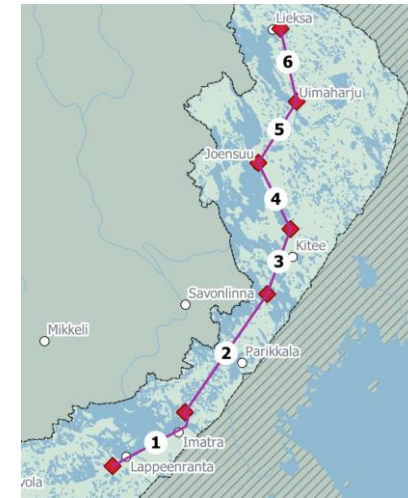
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TOIMENPIDE 2-1.3: MUILTA ALUEILTA SIIRRETTÄVÄN ENERGIAN AIHEUTTAMAT VARAUKSET ETELÄ-KARJALAN ALUEELLA

- Itäisen Suomen sähköntuotantopotentiaalin valjastamiseen liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Mikäli haasteet ovat ratkaistavissa, alueelta on siirrettävissä merkittävä määrä energiaa (sähkö ja/tai vety) muihin maakuntiin. Toisaalta mikäli Etelä-Karjalan CO₂-lähteiden käyttöönotto ylipäätään onnistuu PtX-tekniikan tarpeisiin, voidaan puhdasta energiaa kuljettaa Etelä-Karjalan alueelle Keski- ja Pohjois-Suomestakin.
- Kaikissa CO₂-lähteiden laajamittaisissa hyödyntämisvaihtoehdoissa Etelä-Karjalan alueelle ja alueen läpi tarvitaan lisää energiansiirtokapasiteettia.
- Keskeisimpinä reitteinä sähkönsiirtokapasiteetin lisäämisessä ovat Pohjois-Karjalan suuntaan Yliikkälä-Imatra johtokatu, Kymen suuntaan Yliikkälä-Koria johtokatu ja Etelä-Savon suuntaan Yliikkälä-Mikkeli johtokatu. Sähköasemina Fingiridn Yliikkälän ja Imatran asemat ovat keskeisessä roolissa.
- Edellä mainittujen johtokatuja laajentamiseen on hyvä varautua erilaisin kaavoituksen mahdollistamin keinoin. Laajentamistarve riippuu voimakkaasti kehitysskenaariosta.
- Vetyputkivaihtoehdossa kehitysskenaario ei vaikuta juurikaan tarvittavaan maa-alaan (saman putken läpi koko energian tarve) mutta jossain määrin reititykseen ja päätepistejärjestelyihin (paperi- ja sellutehdasalueet).







Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

1.2.2023 - 31.12.2023

VETYÄ, VIRTAA KAAKKOON

LUT Osio 2: Uusiutuvan energian tuotantotoimintojen kestävyys ja turvallisuus

Rami Alfasfos, Risto Soukka



RISK ASSESSMENT AND SAFETY MODEL IN FINLAND'S HYDROGEN PRODUCTION:

A COMPREHENSIVE STUDY ON SAFETY MEASURES COSTS AND CHALLENGES

SUSTAINABILITY POSSIBILITIES AND RISKS

Rami Alfasfos, Risto Soukka

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



KYMEN
LAAKSON
LIITTO

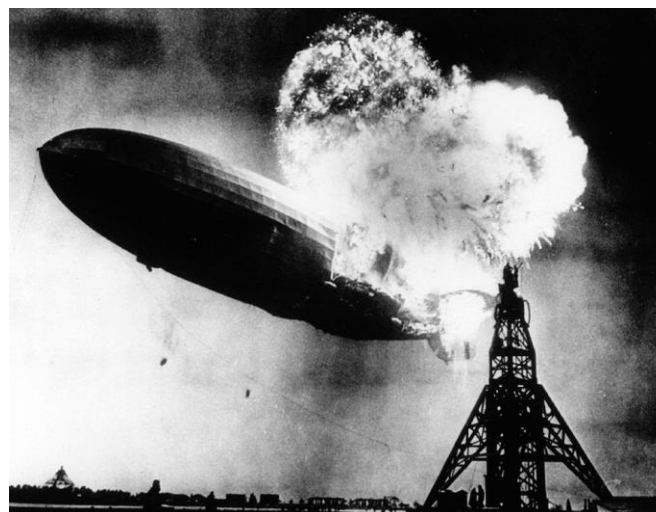
HYDROGEN ECONOMY CHALLENGES



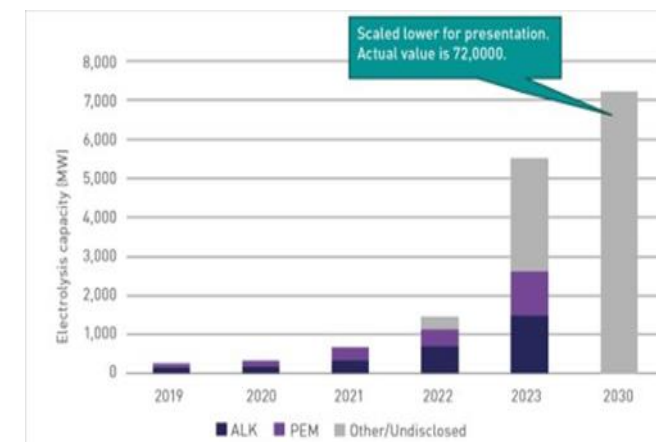
Electricity Price



Safety



Public acceptance



Technology development



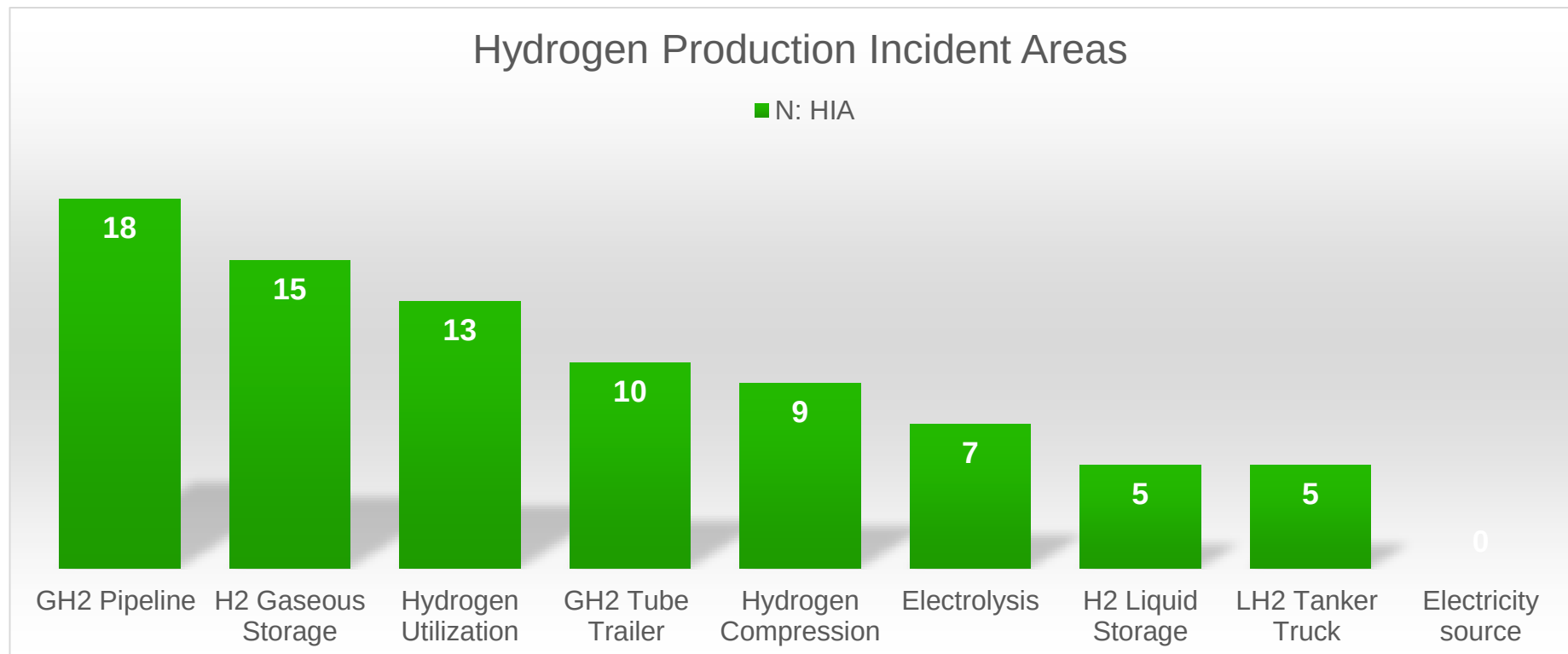
Standards and Legislations

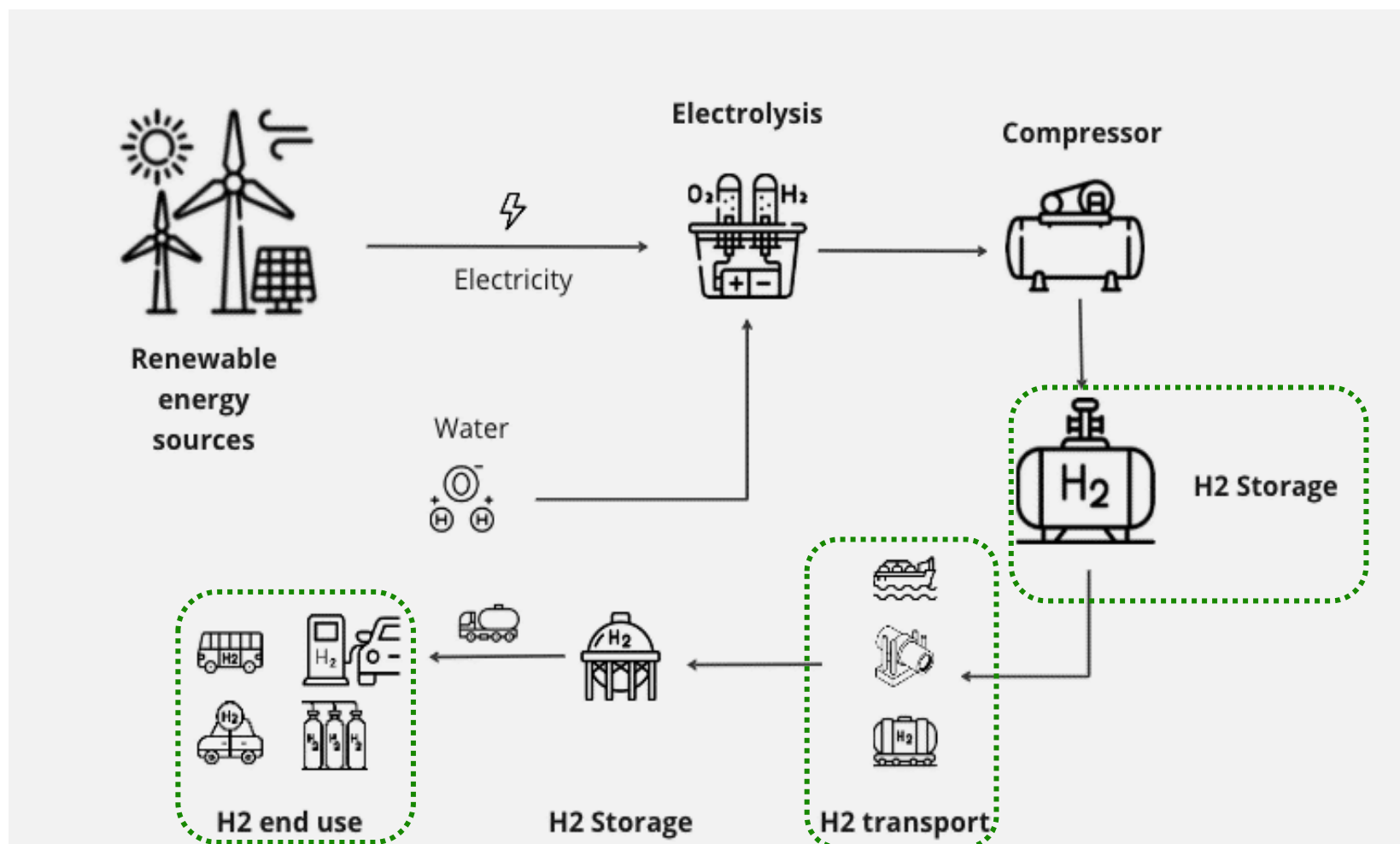
HYDROGEN ECONOMY FUTURE IS DEPENDING ON COST AND SAFETY

- » Risk management procedure leading to recommendation on balancing costs for accidents and safety measures.

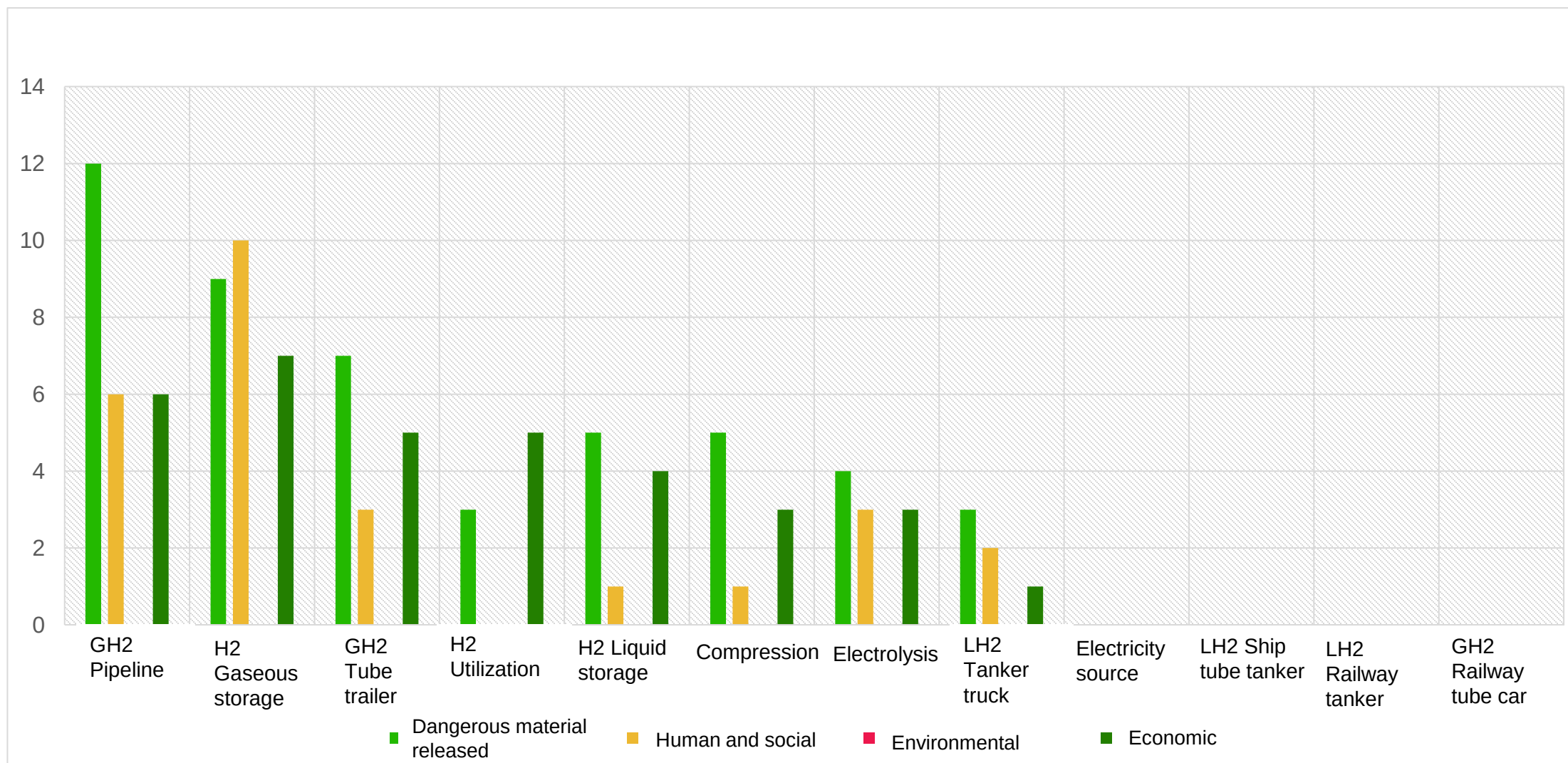


ANALYSED HYDROGEN INCIDENTS AND ACCIDENTS





ESTIMATION OF HIA CONSEQUENCES

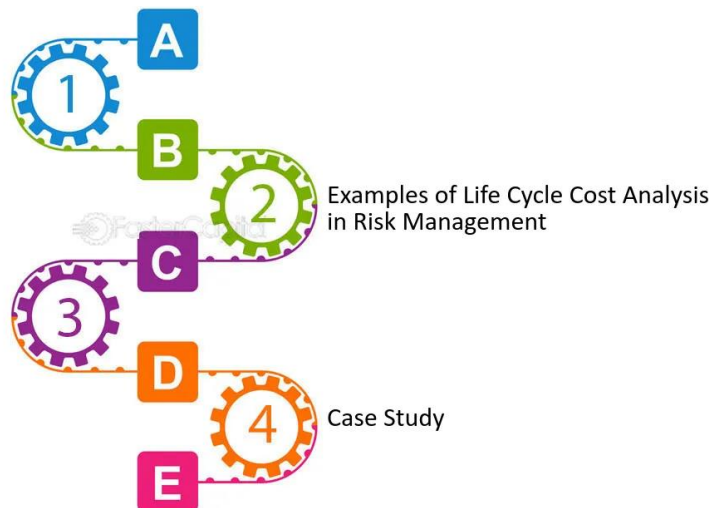


UNDERSTANDING THE IMPORTANCE OF RISK MANAGEMENT AND LIFE CYCLE COST ANALYSIS

What is Life Cycle Cost Analysis and How Does it Inform Risk Management

Understanding the Life Cycle Cost Analysis Process

Tips for Effective Life Cycle Cost Analysis



»» Life Cycle Cost Analysis (LCCA) integration with risk management allows organizations to make informed decisions that not only address immediate risks but also account for long-term financial implications.

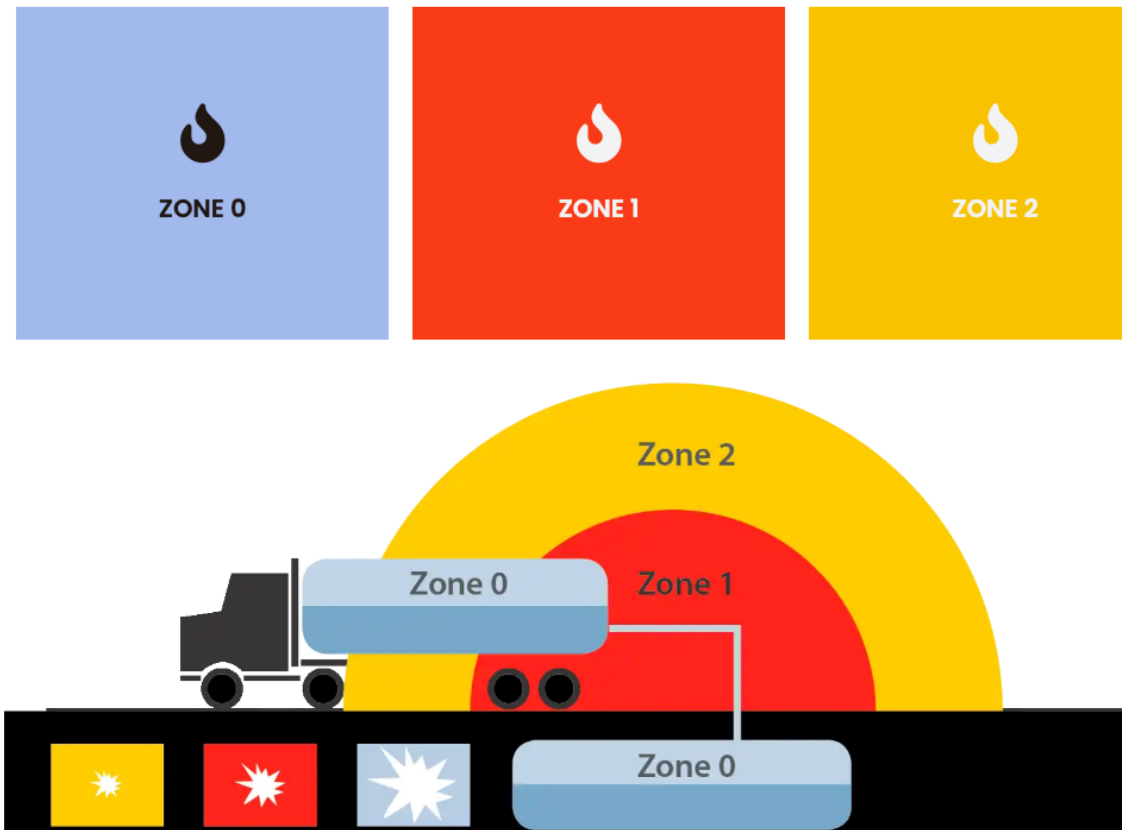
ATEX ZONE SYSTEM

- ATEX Zone classifies areas with explosion risk due to flammable substances.
- ATEX Directive identifies safe equipment for ATEX Zones.
- Higher risk = stricter equipment safety rating.
- ATEX considers explosive atmosphere, temperature classification, and substance type.
- ATEX-compliant equipment must be certified for use in ATEX zones.
- Personnel must be trained for safe use of ATEX-compliant equipment.

ATEX



GASES, VAPORS AND MISTS



ATEX DIRECTIVES AND HYDROGEN SAFETY



Hydrogen gas can ignite within a range of **4% to 77%** by volume, making it highly flammable and explosive



Appropriate Ex Equipment must be chosen for use in hydrogen-containing atmospheres



Safe hydrogen use requires careful engineering control



The ATEX Product Directive **2014/34/EU** applies to such equipment and requires a conformity assessment procedure

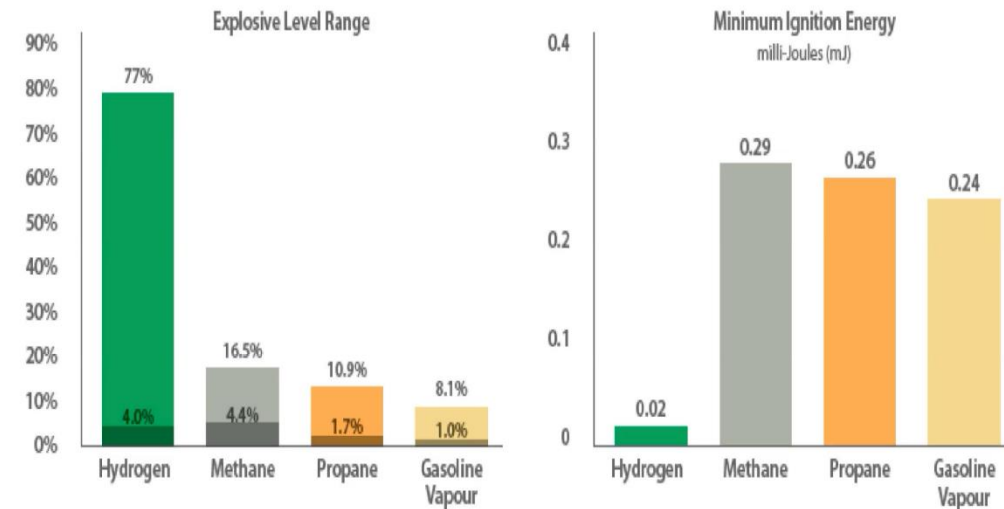


Early precautions must be taken to prevent explosion hazards



Equipment that may come into contact with hydrogen must meet ATEX-compliant design and certification standards.

Hydrogen comparison to common fuels



This Photo from Hydrogen Mission Webinar

ATEX SUBSTANCE CLASSIFICATION

The ATEX Directive 99/92/EC (Workplace Directive)

ATEX Directive 99/92/EC outlines minimum safety requirements for preventing explosions and fire hazards in potentially explosive atmospheres.

Employers are responsible for assessing risks, classifying hazardous areas, and implementing safety measures to protect workers from explosion risks.

The directive defines safety measures and requirements for equipment and protective systems in explosive environments.

Workers must receive training and information on risks and safety measures in hazardous areas.

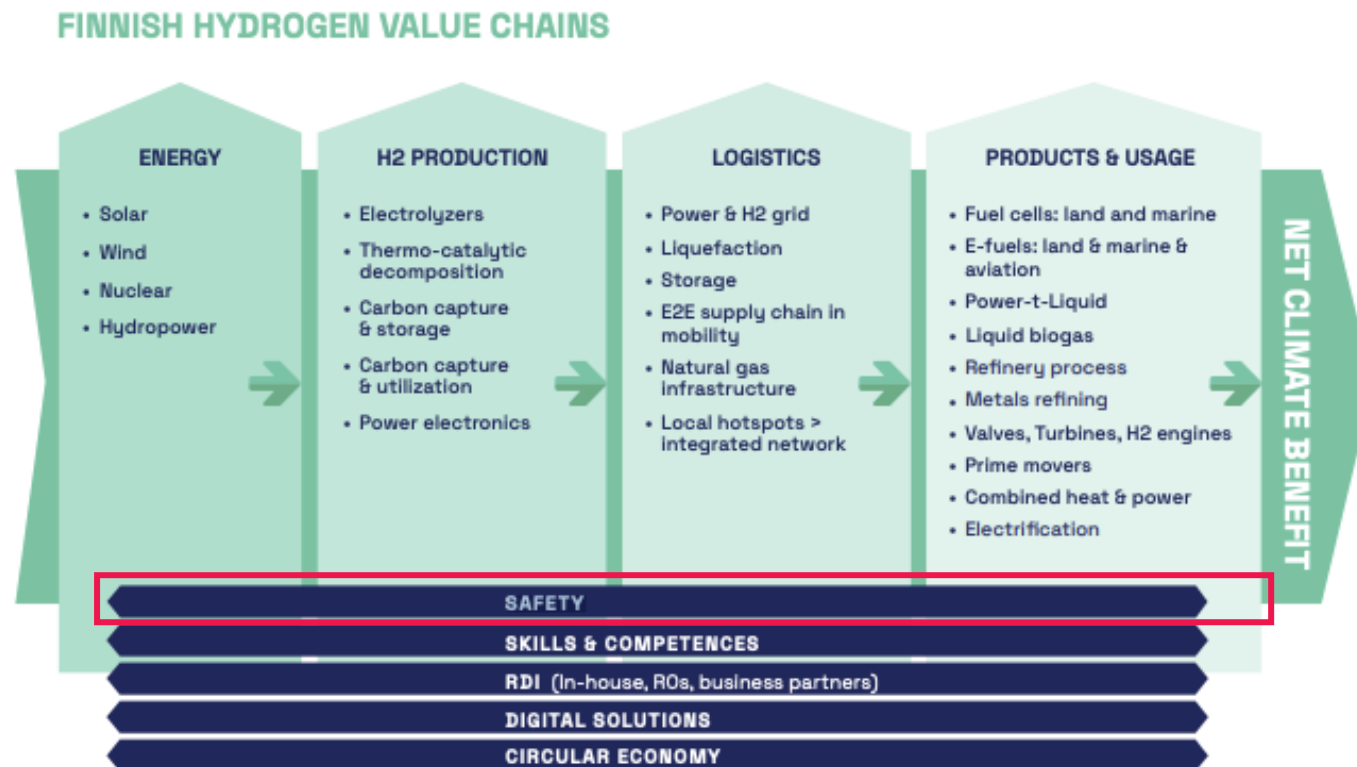
Employers must assess risks and prepare an explosion protection document outlining measures to protect workers and prevent explosions.

Maintenance and inspection programs must be implemented to ensure equipment and protective systems remain safe.

A European database is established to track incidents and promote cooperation among member states.

EXPLORING FINLAND'S HYDROGEN ECONOMY. SAFETY ASPECT

- » Finnish industrial companies and the public Radiation and Nuclear Safety Authority (**STUK**) collaborate to build a safe and sustainable nuclear power industry.
- » Hydrogen Cluster Finland and **TUKES** should work together to achieve the same for hydrogen-related value chains.
- » Flagship research infrastructure needs to be built, and study programs need to be established to **train experts in the hydrogen economy, including regulatory, environmental, legal, commercial, and safety aspects.**



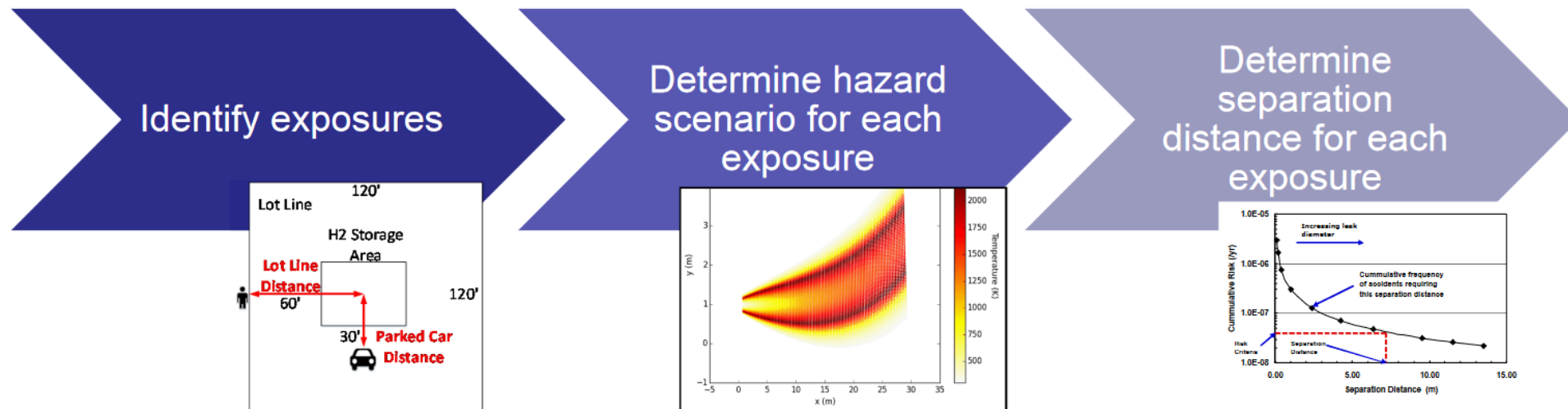
MINIMUM SAFETY DISTANCES FOR LIQUID HYDROGEN STORAGE

- » Storage size
- » Above or under the ground
- » Filling capacity
- » Age of the storage,
- » Type, and form of the stored hydrogen
- » Material of the storage and
- » Safety measures and equipment.
- » In addition to that there are the local regulations and standards and locations.

	ITEMS	DISTANCE (M)
1	90 min fire resistive walls	2.5
2	Technical and unoccupied buildings	10
3	Occupied buildings	20
4	Air compressor intakes, air conditioning	20
5	Any combustible liquids	10
6	Any combustible solids	10
7	Other LH2 fixed storage	1.5
8	Other LH2 tanker	3
9	Liquid oxygen storage	6
10	Flammable gas storage	8
11	Open flame, smoking, welding	10
12	Place of public assembly	20
13	Public establishments	60
14	Railroads, roads, property boundaries	10
15	Overhead power lines	10

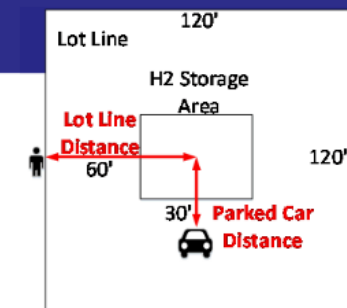
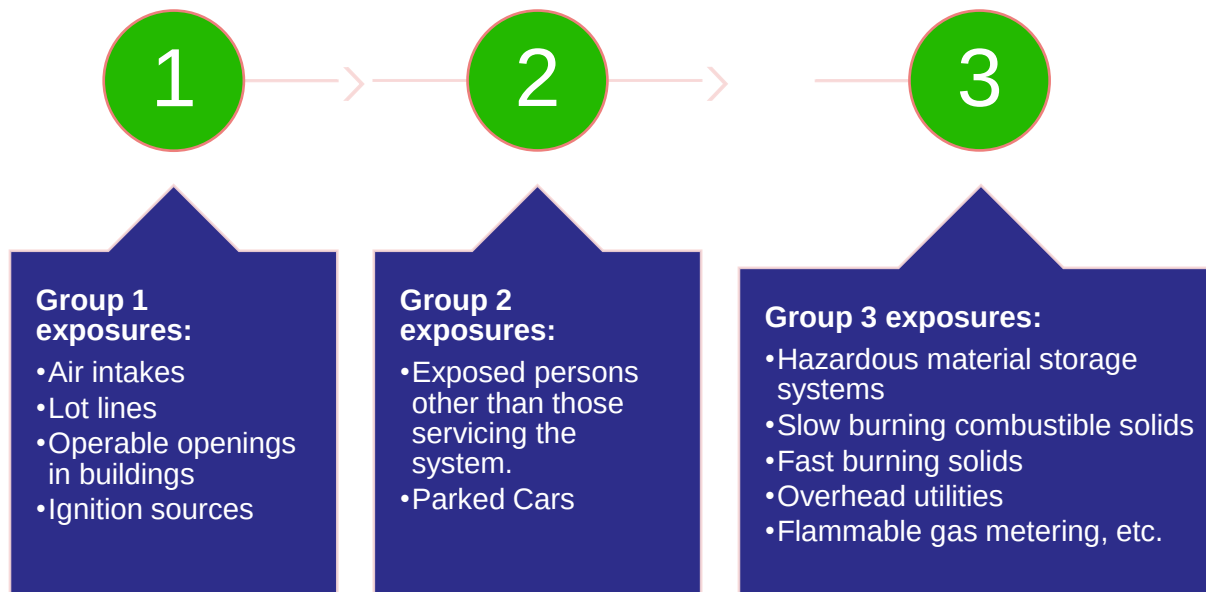
Recommended minimum safety distances for Liquid Hydrogen storage by (EIGA)

CREATING RISK-INFORMED SEPARATION DISTANCES PROCESS



This Photo from **Gaseous Hydrogen Separation Distances**

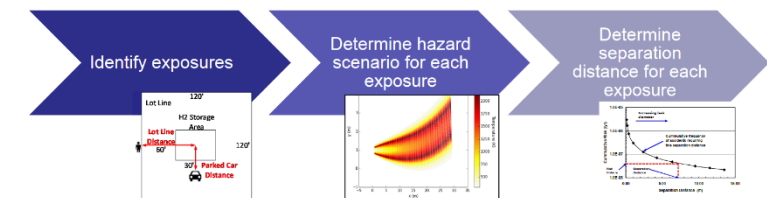
CREATING RISK-INFORMED SEPARATION DISTANCES PROCESS



This Photo from Gaseous Hydrogen Separation Distances

UPDATED GASEOUS HYDROGEN SEPARATION DISTANCES

Exposures	Code Version	Separation Distance			
		>0.10 to 1.72 MPa	>1.72 to 20.68 MPa	>20.68 to 51.71 MPa	>51.71 to 103.43 MPa
Group 1 Exposures	2016	12 m	14 m	9 m	10 m
	2019	5 m	6 m	4 m	5 m
Group 2 Exposures	2016	6 m	7 m	4 m	5 m
	2019	5 m	6 m	3 m	4 m
Group 3 Exposures	2016	5 m	6 m	4 m	4 m
	2019	4 m	5 m	3 m	4 m



COMPANIES APPROACHED FOR HYDROGEN SAFETY MODEL DATA COLLECTION



NESTE

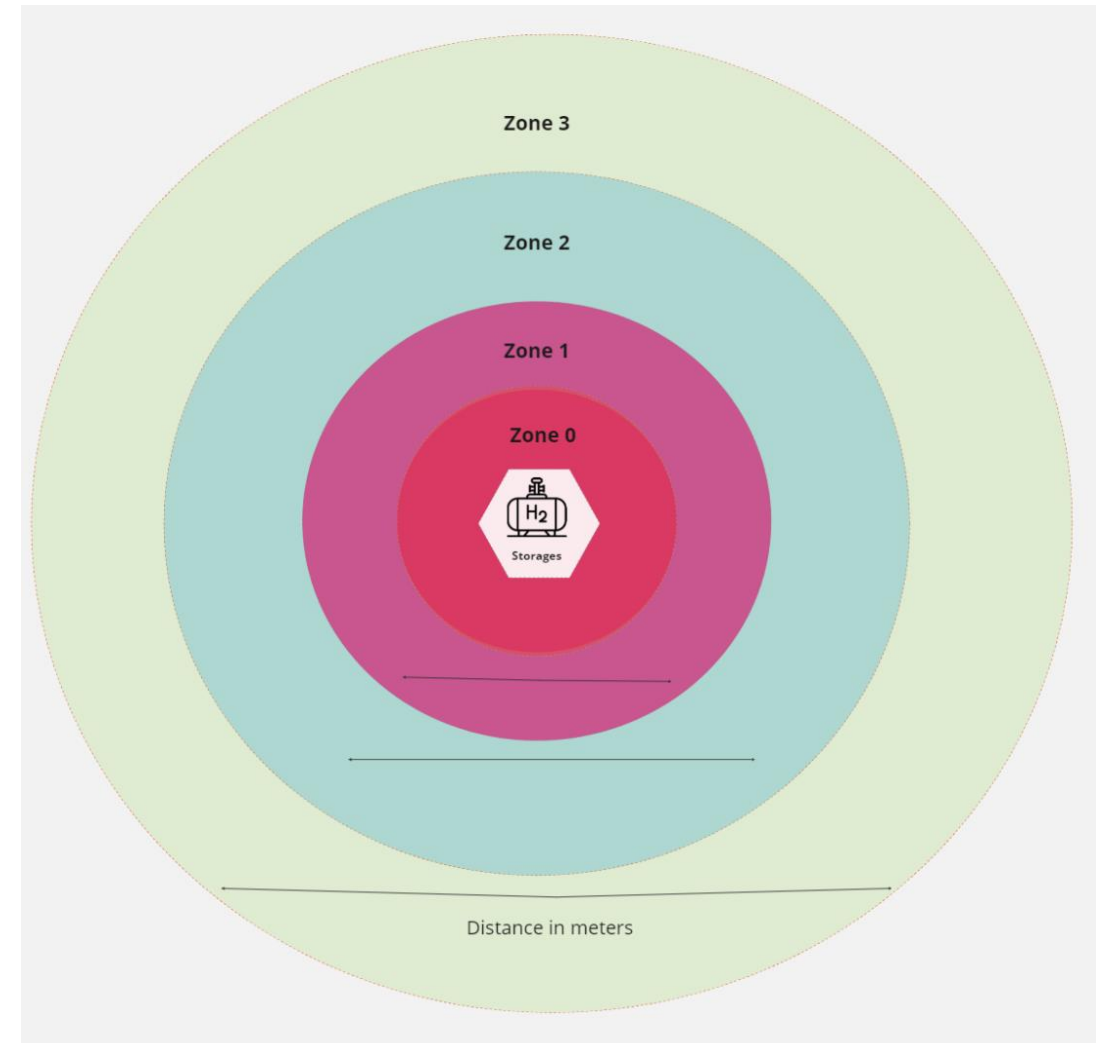
*Kouvola
Innovation*

RAMBOLL

HYDROGEN STORAGES SAFETY ZONES MODEL

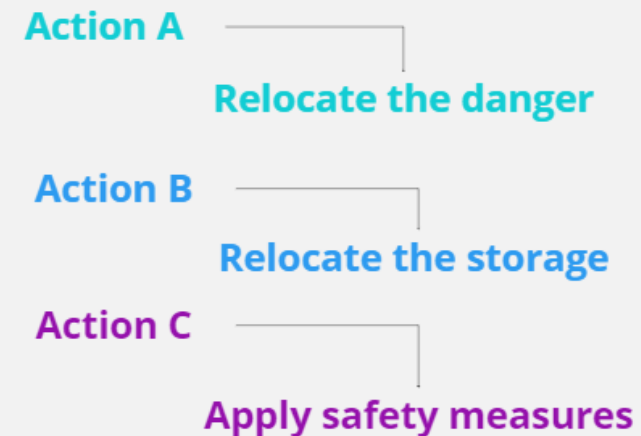
The zones from zero to three are seen in figure 4 and categorize as the following:

- » **Zone 0:** In this zone the hydrogen storage is placed and considered as the zones with highest impact on the surrounding in case of explosion.
- » **Zone 1:** In Zone 1, It has still high impact on the surrounding less than Zone 0 but still it is considered as dangerous zone.
- » **Zone 2:** This zone can have a certain impact on elements within it but may not have the same impact as Zone zero and one in case of explosion.
- » **Zone 3:** This zone is considered safe zone where no or very minor impact could occur in case of explosion.



ACTIONS SCENARIOS FOR HYDROGEN STORAGE SAFETY INSTALLATION

- » These three actions could be applied separately or then combining one or two at the same time. That would depend on different aspects that are the main scope of this study which could be summarized by saying how sustainable each action would be.



Zone 0 	Action A	Action B	
Zone 1 	Action A	Action B	Action C
Zone 2 	Action A		Action C
Zone 3 	No Action		

MAPPING OUT THE AREAS
TO DEFINE EXPOSURES IN
RELATION TO THE ZONES
AREAS FOR HYDROGEN
STORAGE SAFETY
INSTALLATION.

Zone 1	Distance in meters	Zone 2	Distance in meters	Zone 3	Distance in meters
	2,5*2	☐	2,5*3	☐	2,5*3+
	10*2	☐	10	☒	10
	20*2	☐	20	☒	20
	20*2	☐	20	☒	20
	10	☐	10	☐	10
	10	☐	10	☒	10
	1,5	☐	1,5	☐	1,5
	3	☐	3	☒	3
	6	☐	6	☒	6
	8	☐	8	☐	8
	10	☐	10	☐	10
	20	☐	20	☒	20
	60	☒	60	☐	60
	10	☐	10	☐	10
	10	☒	10	☐	10

MAPPING OUT THE AREAS TO DEFINE EXPOSURES IN RELATION TO THE ZONES AREAS FOR HYDROGEN STORAGE SAFETY INSTALLATION.

Exposures area	Distance in meters	Zone 0	Zone 1	Distance in meters	Zone 2	Distance in meters	Zone 3	Distance in meters
• 90 min fire resistive walls	2,5	☒	☐	2,5*2	☐	2,5*3	☐	2,5*3 +
• Technical and unoccupied buildings	10	☐	☐	10*2	☐	10	☒	10
• Occupied buildings	20	☐	☐	20*2	☐	20	☒	20
• Air compressor intakes, air conditioning	20	☐	☐	20*2	☐	20	☒	20
• Any combustible	10	☒	☐	10	☐	10	☐	10
• liquids Any combustible solids	10	☐	☐	10	☐	10	☒	10
• Other LH2 fixed storage	1,5	☐	☒	1,5	☐	1,5	☐	1,5
• Other LH2 tanker	3	☐	☐	3	☐	3	☒	3
• Liquid oxygen storage	6	☐	☐	6	☐	6	☒	6
• Flammable gas storage	8	☐	☒	8	☐	8	☐	8
• Open flame, smoking, welding	10	☐	☒	10	☐	10	☐	10
• Place of public assembly	20	☒	☐	20	☐	20	☒	20
• Public establishments	60	☐	☐	60	☒	60	☐	60
• Railroads, roads, property boundaries	10	☐	☒	10	☐	10	☐	10
• Overhead power lines	10	☐	☐	10	☒	10	☐	10

EXPOSURES CATEGORIZATIONS IN RELATION TO THE ZONES AREAS AND ACTION SCENARIOS FOR HYDROGEN STORAGE SAFETY INSTALLATION.

Exposures area	Zone 0	Action A cost	Action B cost	
• 90 min fire resistive walls				
• Any combustible				
• Place of public assembly				
	Zone 1	Action A cost	Action B cost	Action C cost
• Other LH2 fixed storage				
• Flammable gas storage				
• Open flame, smoking, welding				
• Railroads, roads, property boundaries				
	Zone 2	Action A cost		Action C cost
• Public establishments				
• Overhead power lines				

EMISSION IMPACT FOR ACTIONS RELATED TO EXPOSURES LOCATIONS IN RELATION TO THE ZONES AREAS FOR HYDROGEN STORAGE SAFETY INSTALLATION.

Exposures area	Zone 0	Emission of Action A	Emission of Action B	
• 90 min fire resistive walls	☒			
• Any combustible	☒			
• Place of public assembly	☒			
	Zone 1	Emission of Action A	Emission of Action B	Emission of Action C
• Other LH2 fixed storage	☒			
• Flammable gas storage	☒			
• Open flame, smoking, welding	☒			
• Railroads, roads, property boundaries	☒			
	Zone 2	Emission of Action A		Emission of Action C
• Public establishments	☒			
• Overhead power lines	☒			

Exposures area	Zone 0	Action A cost	Action B cost	
1. 90 min fire resistive walls		4	30	
1. Any combustible		5		
1. Place of public assembly		3		
		12	30	
	Zone 1	Action A cost	Action B cost	Action C cost
1. Other LH2 fixed storage		10	30	20
1. Flammable gas storage		5		
1. Open flame, smoking, welding		5		
1. Railroads, roads, property boundaries		30		
Sum		50	30	20
	Zone 2			Action C cost
1. Public establishments				3
1. Overhead power lines				7
Sum				10
Total cost of actions			74	30
Total cost of actions if Zone 0 (Action A)+ Zone 1+2 (action C)			42	30
Total cost of action A and C			60	

- » Value for relocating the storage would be fixed value of 30.
- » Total sum for moving the exposures in zone 0 with action A would be 12
- » Adding to that that costs with the same action from zone 1 therefore the total value would be 74.

- » Action A cost in zone 0 + Action C in Zone 1 and 2 = $12 + 30 = 42$
- » consider action A in zone 0 and 1 plus action C in zone 2 = $50 + 10 = 60$

CONCLUSION

Action two (B) : Moving the storage

It would be obvious conclusion in this hypothetical example that relocating the storage would be the most cost effective in compared to any other decision. Where it would cost the project 30 value in compared to least action combination with 42.



1.2.2023 - 31.12.2023

VETYÄ, VIRTAA KAAKKOON

LUT Osio 3: Paikallisen jalostuksen ja raaka-aineiden muualle viemisen erot

Satu Lipiäinen, Esa Vakkilainen

Kestävää kasvua ja työtä

Suomen rakennerahasto-ohjelma

REACT-EU (rahoitetaan osana Euroopan unionin covid-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia)



Osio 3: Paikallisen tuotannon ja siirron erot

KULJETUSKUSTANNUKSET

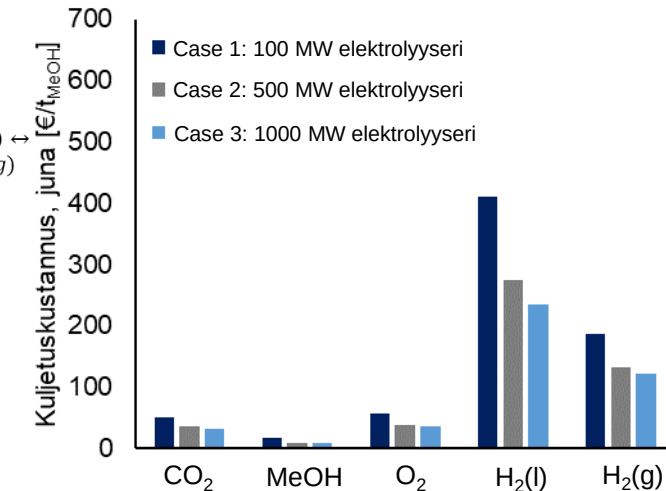
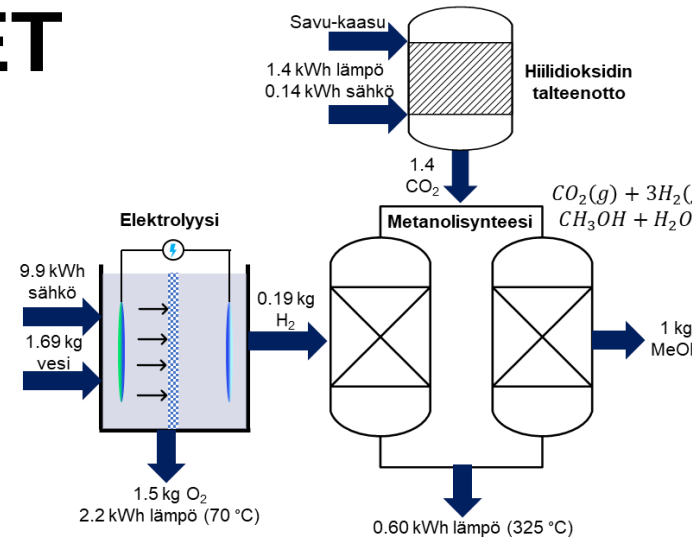
Oletukset

- » Tavoitteena vertailla paikallista jalostusta ja eri aineiden siirtämistä case-esimerkin avulla: *Mitkä syyt saavat jalostuksen syntymään energian tuotannon luo ja mitkä tekijät aikaansaavat siirron, jolloin paikallinen jalostus ei toteudu?*
- » Kuljetuskustannukset laskettu Etelä-Karjalan (Imatra) ja Kymenlaakson (Kotkan satama) välille
- » Lopputuote metanoli
- » Kolme suuruusluokkaa elektrolyysin tehon mukaan: Case 1 100 MW, Case 2 500 MW ja Case 3 1000 MW

- » Ainevirrat laskettu 8000h/a tuotannon mukaan

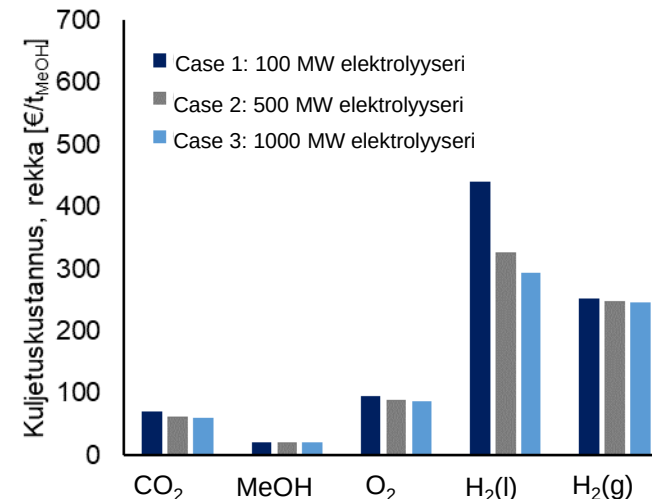
Tulokset

- » Kuljetettavien aineiden sekä kuljetustapojen välillä on merkittäviä eroja; putkikuljetus edullisin, kun kuljetetaan suuria määriä
- » Metanolin kuljettaminen edullista ja vakiintunutta
 - » Puoltaa integroitua jalostusta ja lopputuotteen kuljettamista
- » Vedyn siirtäminen etenkin maanteitse tai rautateitse kallista
- » Varastointi ja käsittely muodostavat merkittävän osan kuljetuskustannuksista

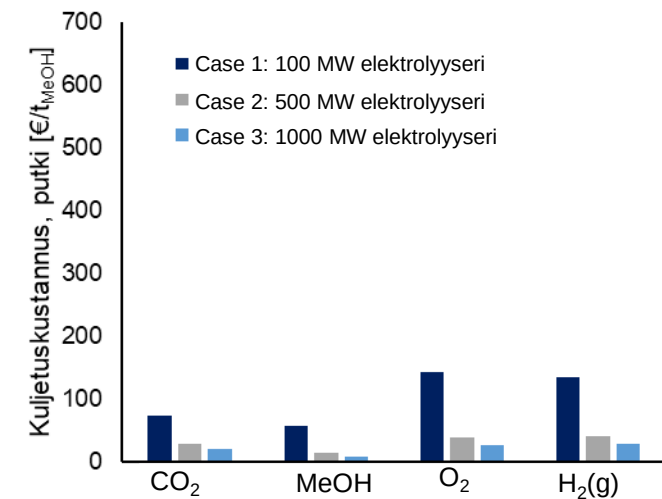


Kuljetuskustannukset, juna

Metanolisynteesin energia- ja materiaaliavirrat



Kuljetuskustannukset, reikka

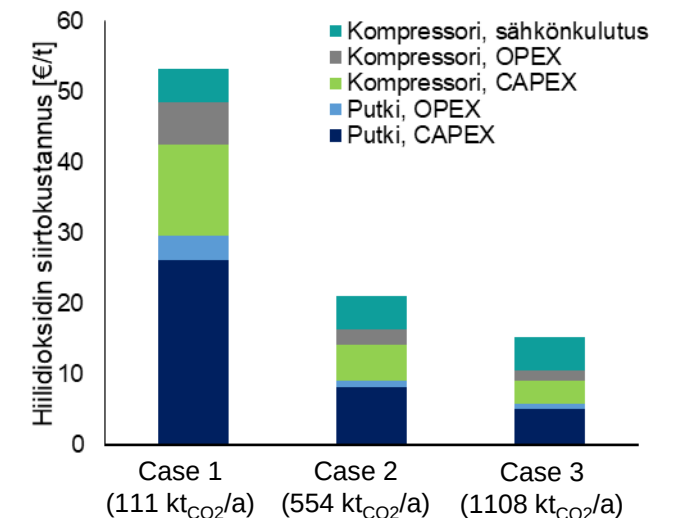
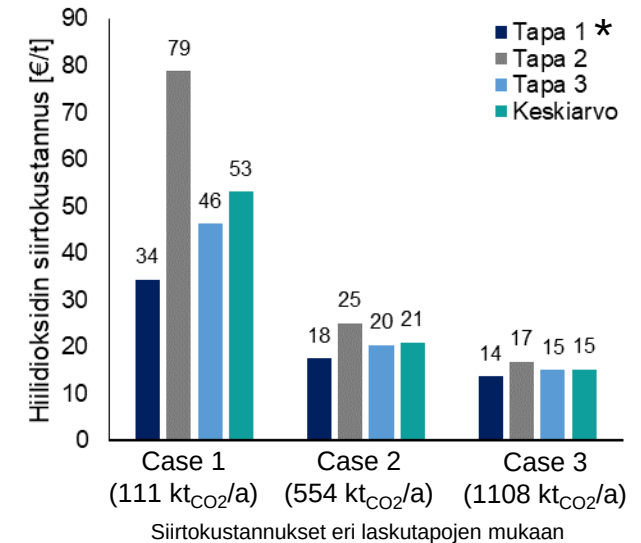


Kuljetuskustannukset, putki

Osio 3: Paikallisen tuotannon ja siirron erot

HIILIDIOKSIDIN PUTKIKULJETUS

- » Mikäli suuren kokoluokan jalostus tapahtuu sataman läheisyydessä (Kotka), hiilidioksidia tuotava muualta riittävien pistelähteiden puuttuessa
- » Hiilidioksidia siirretään tyypillisesti korkeassa paineessa (~129 bar) ja "dense phase" olomuodossa
- » Kuljetuskustannukseksi saatiin noin 15–53 €/t_{CO₂} eli noin 21–73 € tuotettua metanolitonnia kohden
- » Putki rakentaminen kallis ja aikaa vievä investointi. Kompressointi merkittävin käyttökustannus



★

- 1) Gao L, Fang M, Li H, Hetland J. Cost analysis of CO₂ transportation: Case study in China. Energy Procedia 2011;4:5974–81. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.02.600>
- 2) Parker NC. Using Natural Gas Transmission Pipeline Costs to Estimate Hydrogen Pipeline Costs. 2003
- 3) Dahowski RT, Li X, Davidson CL, Wei N, Dooley JJ. Regional Opportunities for Carbon Dioxide Capture and Storage in China 2009:85

Osio 3: Paikallisen tuotannon ja siirron erot

METANOLIN TUOTANTOKUSTANNUKSET

- Metanolin hinta on noin 7–9% edullisempaa paikallisen tuotannon tapauksessa, mikäli sähkön hinnassa ei ole eroja. Ero koostuu pääasiassa hiilidioksidin kuljetuskustannuksista sekä mahdollisuudesta hiilidioksidin talteenoton lämpöintegrointiin
- Vedyn ja metanolin tuotannossa syntyy hukkalämpöä, jota voi hyödyntää ainakin kaukolämmön tuotannossa ja integroidussa hiilidioksidin talteenotossa. Suuren kokoluokan laitoksilla lämpöä syntyy enemmän kuin pystytään hyödyntämään. Etelä-Karjalan (~737 GWh/a) ja Kymenlaakson (~878 GWh/a) välillä ei suuria eroja kaukolämmöntarpeessa. Paikallisen tuotannon tapauksessa lämmön hyödyntäminen hiilidioksidin talteenotossa laskee kustannuksia.
- Sivutuotehappi on mielenkiintoinen sivutuote, mutta suurten ostajien löytäminen läheltä haastavaa
- Mikäli sähkön tuotanto voidaan järjestää toisaalla edullisemmin jo noin 5–10 €/MWh hintaero voi tehdä hiilidioksidin siirron kannattavaksi
- Paikallinen vedyn ja metanolin tuotanto Etelä-Karjalassa vaikuttaa taloudellisesti paremmalta vaihtoehdolta kuin hiilidioksidin siirtäminen Kymenlaaksoon jalostettavaksi. Kotkan sataman läheisyyteen sijoitettavan laitoksen etuina puolestaan olisi optio meritulivoimalle, hieman lähempänä sijaitsevat tuulipuistoalueet ja nykyinen 400 kV sähköverkko**

*Sähkön keskihintana käytetty 50 €/MWh ja ajoaikana 8000h/a. Päämääränä tarkastella kuljetuksen vaikutuksia tilanteessa, jossa oletetaan sähkön hinta ja saatavuus kummallakin alueella samoiksi. Tarkoituksena ei ole arvioida tarkasti mahdollisia metanolin tuotantokustannuksia.

