

ENERGIANTUOTANTO POHJANMAALLA JA ETELÄ-POHJANMAALLA 2050

RAPORTTI

Vastaanottaja: Etelä-Pohjanmaan liitto ja Pohjanmaan liitto

RAMBOLL

Bright ideas. Sustainable change.

Rambollin yhteyshenkilö:

Anna-Maria Rauhala
anna-maria.rauhala@ramboll.fi
puh. 040 668 4246

Rambollin sisäinen laadunvarmistus

Hyväksyjä: Jouni Laukkanen

Ramboll Finland Oy

PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

Y-tunnus 0101197-5
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----|
| 1. Tausta ja tavoite | 4 |
| 2. Energiajärjestelmien nykytila | 10 |
| 3. Energian tarve 2050 | 27 |
| 4. Vireillä olevat energiahankkeet | 37 |
| 5. Kehitykseen vaikuttavat ulkoiset tekijät (muutosvoimat) | 45 |
| 6. Energiantuotannon ja energiajärjestelmän kehitysvaihtoehdot | 55 |
| 7. Energiantuotantomuotojen synergiamahdollisuudet | 70 |
| 8. Kehityspolut päästöttömään energiajärjestelmään | 74 |
| 9. Suuntaviivat maakuntakaavoitukselle | 92 |
| 10. Keskeisimmät vaikutukset ja niiden kohteet | 98 |
| 11. Yhteenveto ja johtopäätökset | 102 |

LIITTEET

1. TAUSTA JA TAVOITE



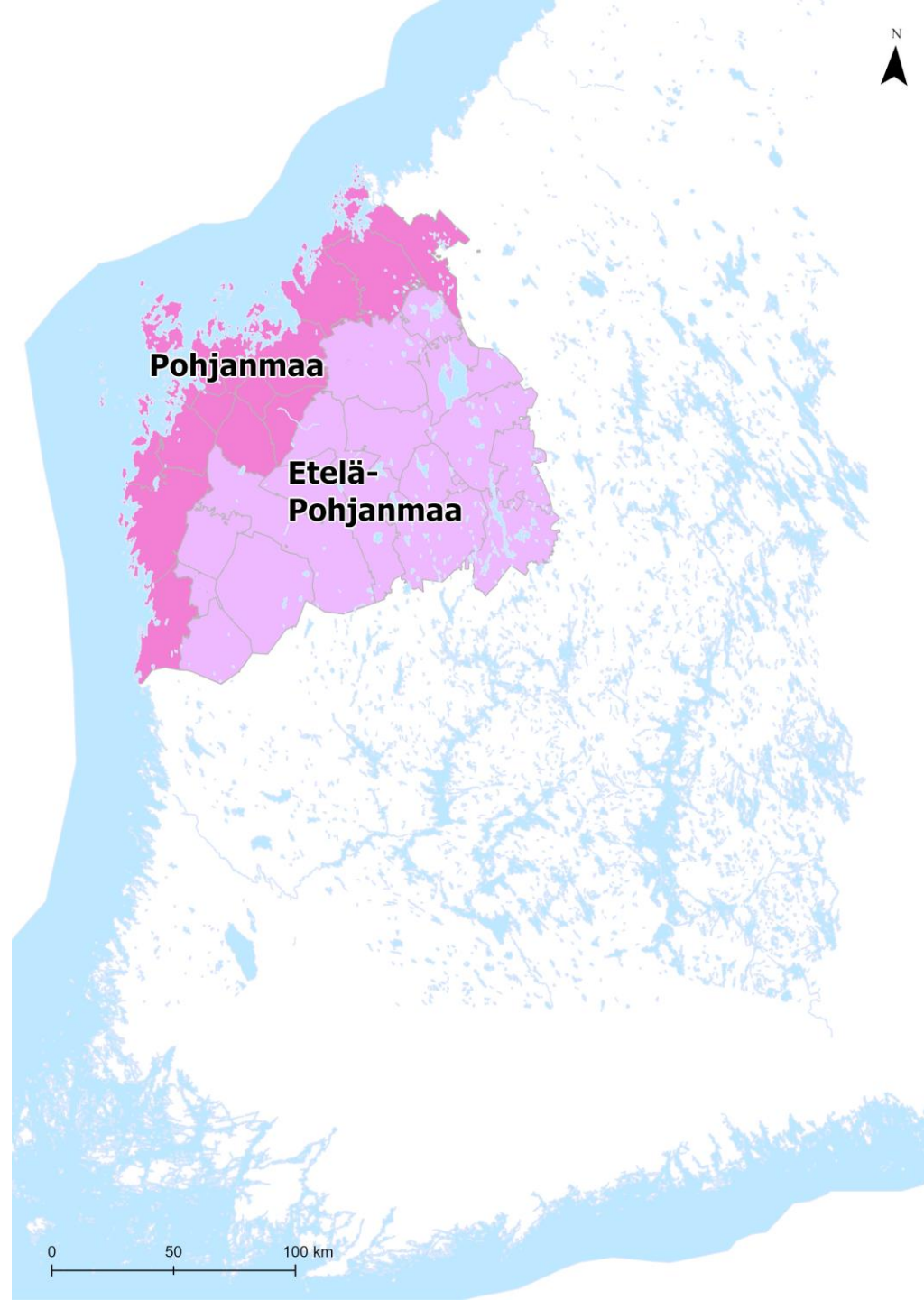
TAUSTA JA TAVOITE

SELVITYKSEN TAVOITE

Etelä-Pohjanmaan liitto on yhteistyössä Pohjanmaan liiton kanssa teettänyt Rambollilla selvityksen koskien päästöttömiä energiamuotoja ja niiden potentiaalia Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnissa.

Energiatuotanto Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla 2050 -selvitys toimii keskeisenä taustaselvityksenä maakuntien strategisessa suunnittelussa eli maakuntasuunnitelman/-strategian ja maakuntakaavaan laadinnassa Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla. Maakunnallisten suunnitelmien kautta taustaselvitys tukee molempia alueita myös ilmastoneutraaliin energiantuotantojärjestelmään siirtymisessä.

Maakuntasuunnitelmassa/-strategiassa määritellään vuoteen 2050 ulottuvat pitkän tähtäimen tavoitteet. Ne ovat perustana maakuntakaavalle ja keskipitkän tähtäimen maakuntaohjelmalle sekä joka toinen vuosi laadittavalle maakuntaohjelman toimeen panosuunnitelmalle. Maakuntakaavassa tavoitteet konkretisoidaan alue- ja yhdyskuntarakenteen sekä alueiden käytön periaatteiksi ja muun muassa energiahuoltoa koskeviksi aluevarauksiksi.



TAUSTA JA TAVOITE

SELVITYKSEN TAVOITE

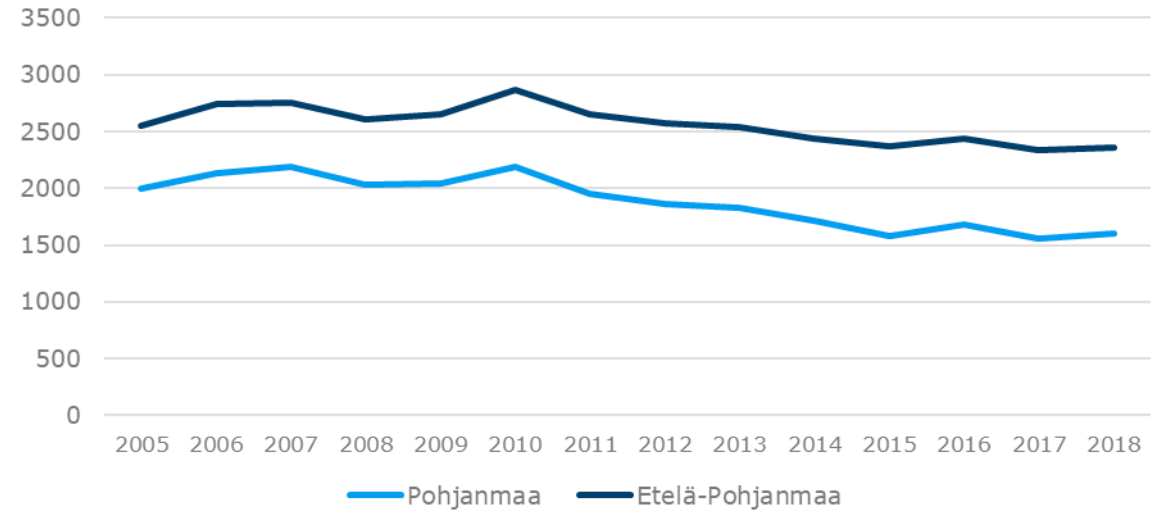
Tässä raportissa on laadittu Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnat kattava selvitys, jossa tutkitaan mahdollisuuksia siirtyä energiatuotantojärjestelmään, joka perustuisi päästöttömään energiaan.

Toimeksiannossa on selvitetty: Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan energian tarve vuoteen 2050, mitkä ovat potentiaalisimmat päästöttömän energian tuotantojärjestelmät molempien maakuntien alueella sekä mikä osuus jokaisella energiantuotantomuodolla voisi olla energiatuotannosta.

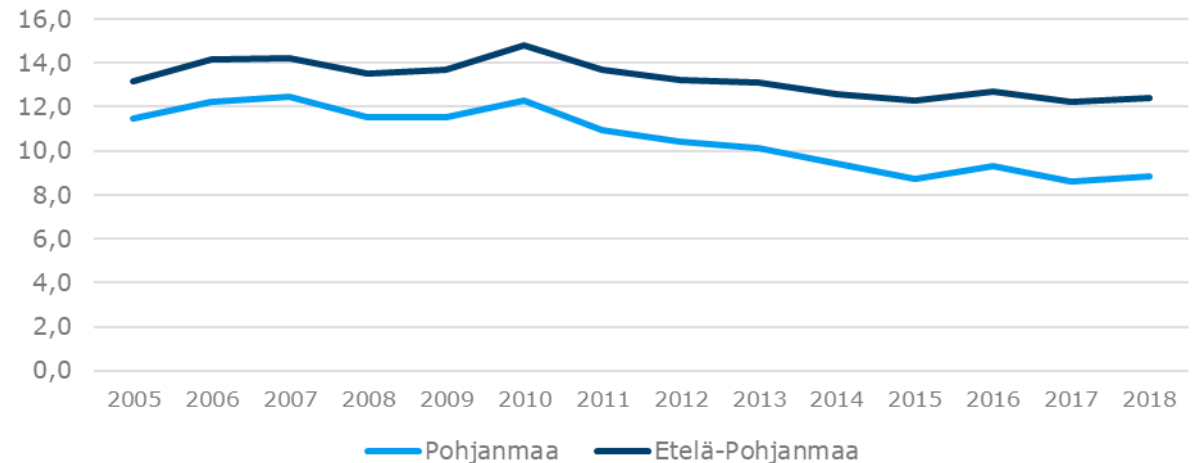
Työssä tarkastellaan myös uusia innovatiivisia energiatuotantomuotoja ja niiden perusteella on laadittu energiatuotannon kehityskulkuvaihtoehtoja nykytilanteesta vuoteen 2050. Selvitystyön tulokset esitellään maakunnittain maakuntien erityispiirteet huomioiden.

Maakuntien kasvihuonepäästöt laskivat merkittävästi 2010-luvun alkupuoliskolla, mutta ovat vakiintuneet 2010-luvun loppupuoliskolla. Millaisia päästöttömiä / vähäpäästöisiä energiaratkaisuja on saatavilla tulevaisuudessa ja millaisilla kehityspoluilla ne saadaan käyttöön?

Maakuntien kasvihuonekaasupäästöt (ns. HINKU-laskenta)
(ktCO₂)



Kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden (ns. HINKU-laskenta)
(t CO₂e/as.)



TAUSTA JA TAVOITE

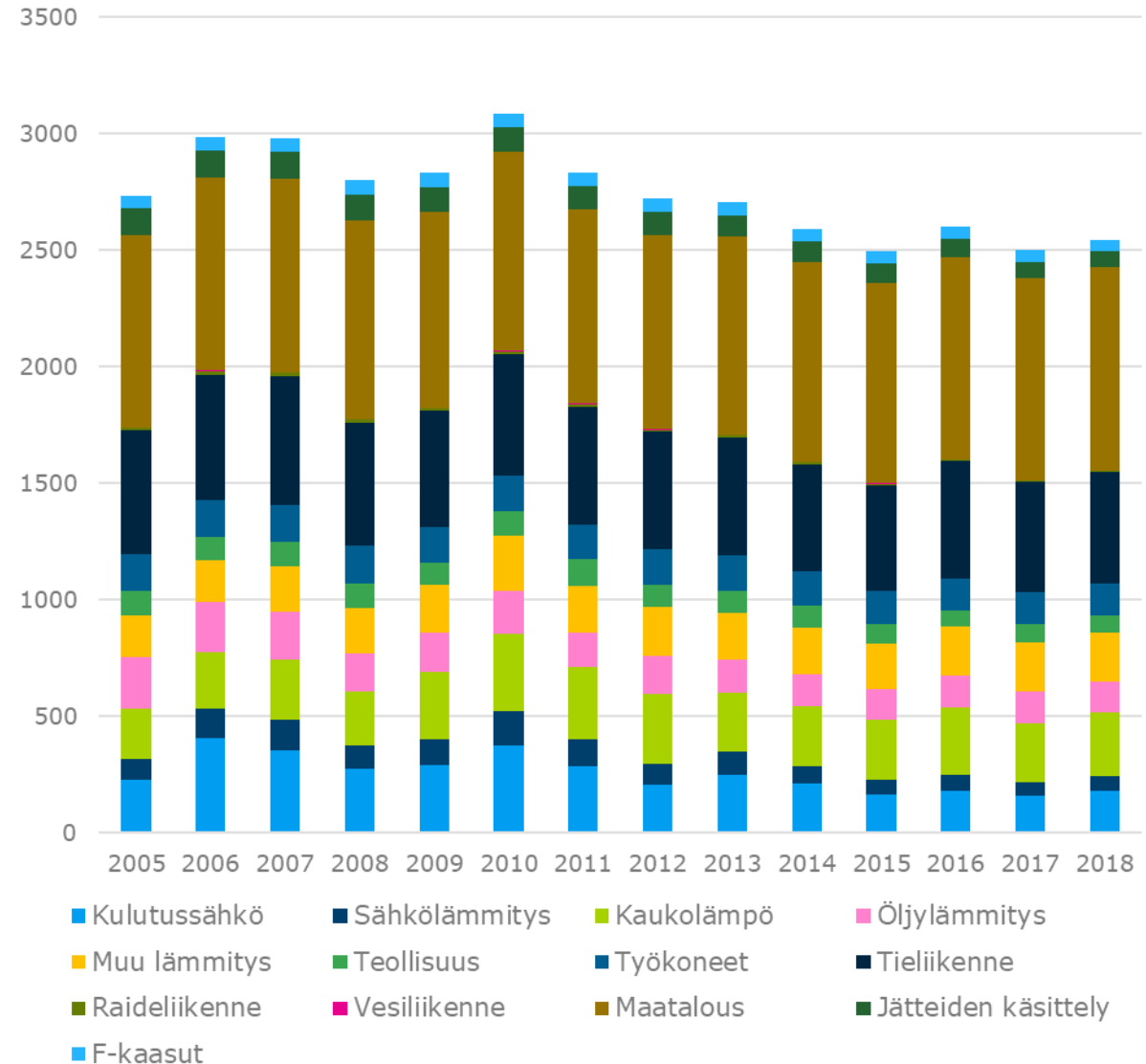
ETELÄ-POHJANMAA LYHYESTI

Etelä-Pohjanmaan maakunta koostuu 18 kunnasta. Asukkaita maakunnassa on noin 188 700. Maakunnan keskus on noin 64 000 asukkaan Seinäjoki.

Etelä-Pohjanmaalla suurimmat päästöt tulevat maataloudesta, lämmitysratkaisuista yhteenlaskettuna ja tieliikenteestä.

Kuvaajassa esitetyt kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomen Ympäristökeskuksen tilastoista: kuvaaja esittää kaikki Suomen kasvihuonekaasuinventaarion mukaiset päästöt lukuun ottamatta teollisuuden prosessipäästöjä, kotimaan lentoliikennettä, jäänmurtaajia ja maankäyttösektoria. Hinku-laskennasta poiketen mukana ovat kaikki teollisuuden päästöt ja läpiajoliikenne. Ei sisällä päästökompensatioita.

Etelä-Pohjanmaan kasvihuonekaasupäästöt
(ktCO₂e)



TAUSTA JA TAVOITE

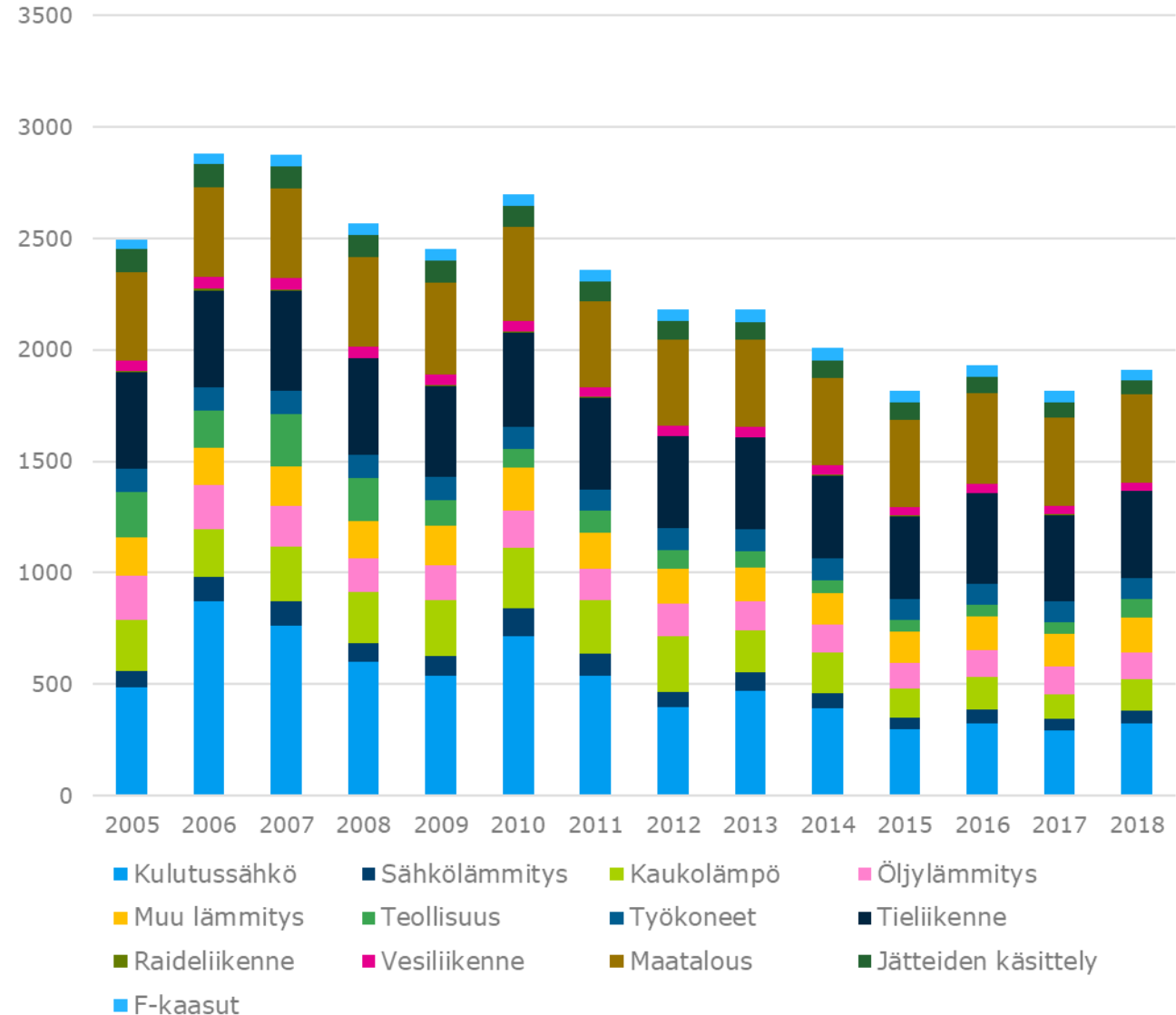
POHJANMAA LYHYESTI

Pohjanmaan maakunta koostuu 14 kunnasta. Asukkaita maakunnassa on noin 176 000. Maakunnan keskus on n. 67 000 asukkaan Vaasa.

Pohjanmaalla suurimmat päästöt tulevat melko tasavahvasti maataloudesta, kulutussähköstä, lämmitysratkaisuista yhteenlaskettuna ja tieliikenteestä.

Kuvaajassa esitetyt kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomen Ympäristökeskuksen tilastoista: kuvaaja esittää kaikki Suomen kasvihuonekaasuinventaarion mukaiset päästöt lukuun ottamatta teollisuuden prosessipäästöjä, kotimaan lentoliikennettä, jäänmurtajia ja maankäyttösektoria. Hinkulaskennasta poiketen mukana ovat kaikki teollisuuden päästöt ja läpiajoliikenne. Ei sisällä päästökompensatioita.

Pohjanmaan kasvihuonekaasupäästöt (ktCO₂e)



TAUSTA JA TAVOITE

OLETUKSET JA MENETELMÄT

Työssä on hyödynnetty mm. Tilastokeskuksen, Suomen ympäristökeskuksen ja Energiateollisuuden tilastoja.

Kasvihuonekaasupäästöissä on käytetty Suomen ympäristökeskuksen Hinku-laskennan tuloksia, eikä tuloksia tule siis verrata muilla laskentatavoilla tehtyihin. Hinku-laskenta on kuntien tavoitteiden seurantaan tarkoitettu oletuslaskentamalli, joka ei sisällä päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden sähkönkulutusta, teollisuuden jätteiden käsittelyn päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä. Alueella tuotetusta tuulisähköstä lasketaan kunnalle päästökompensaatio vuosittaisen sähkön päästökertoimen mukaisesti. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

Työssä on hyödynnetty tilastoja, kirjallisuuslähteitä, haastatteluita, kyselyiltä sekä työn tuloksia on työstetty asiantuntijatyöpajassa. Eri tilastoihin liittyy erilaiset taustaoletukset sekä erilaiset tiedonkeruumenetelmät ja siten eri lähteistä kerätyissä tiedoissa voi olla eroavuuksia eivätkä luvut ole täysin vertailukelpoisia.

Työssä toteutettiin neljä haastattelua, joista kaksi paikallisille tahoille ja kaksi valtakunnallisille toimijoille.

- Paikalliset tahot: Seinäjoen Energia ja Vaasan Sähkön toimitusjohtajat
- Kansalliset tahot: Energiateollisuus ja Business Finland

Työssä toteutettiin kolme erilaista kyselyä:

1. Paikallisille tahoille (neljä vastaajaa kolmestatoista): Näkemyksiä energiantuotannon kehityksestä ja turpeen tulevaisuudesta sekä vireillä olevista energiahankkeista
2. Kansallisille tahoille (kaksi vastaajaa seitsemästä): Trendejä ja näkymiä tulevaisuuden energiaratkaisuihin, tulevaisuuden haasteet sekä maakuntien rooli kansallisessa energiakentässä
3. Teknologiaedustajat (neljä vastaajaa seitsemästä): Eri teknologioiden merkitys tulevaisuudessa, eri energiamuotojen synergiaedut.

2. ENERGIA- JÄRJESTELMIEN NYKYTILA

RAMBOLL

Kuva: Pohjanmaan liitto

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

TARKASTELUN TAVOITE JA KÄYTETTY TARKASTELUKEHIKKO

Työssä kartoitettiin julkisiin lähteisiin perustuen energian kulutusta ja tuotantoa tarkastelualueilla eli Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla. Tarkasteluajankohtana käytettiin tuoreinta saatavilla olevaa tietoa (selvitys tehty kevään 2021 aikana).

Tietoa kerättiin tarkastelualuekohtaisesti, milloin sitä oli saatavilla. Mikäli maakuntakohtaista tietoa ei ollut saatavilla, Suomen kokonaislukuja skaalattiin vastaamaan tarkastelualueita perustuen väkilukuun.

Energian nykytila kuvataan eri kanteilta siten, että energiasjärjestelmien nykytilanteesta saisi mahdollisimman laajan näkemyksen.

Energian tuotantoon ja käyttöön liittyen määritetään CO₂-päästöt tarkastelualueelle hyödyntäen eri energiamuotojen ominaispäästökertoimia sekä hyödyntäen Suomen Ympäristökeskuksen päästölaskentaa.

Energiakulutusten jakautumisessa tarkastellaan seuraavat näkökulmat:

- Teollisuus
 - Teollisuuden sähkönkäyttö
 - Teollisuuden muu energiankäyttö
- Rakennusten lämmitys
 - Asuinrakennusten lämmitys
 - Muiden rakennusten lämmitys
- Sähkön kulutus
 - Asumisen energian kulutus
- Muu energian kulutus
- Liikenne

Energiantuotannon jakautumisessa tarkastellaan seuraavat näkökulmat:

- Sähkön tuotanto
- Kaukolämmön tuotanto

Nykytilatarkastelussa on soveltuviin kohdissa tuotu esille nykytilan liittymäpintaa tiedettyihin kehitystrendeihin:

- Uusiutuva säariippuvainen sähköntuotanto, tuulivoima ja aurinkosähkö, lisääntyy ja tuo hintavaihteluja
- Biomassa korvaa fossiilisia polttoaineita ja turvetta energiantuotannossa. Biokaasu liikenne- ja energiakäyttöön
- Teollisuus, liikenne ja kauko-/aluelämmön tuottaminen sähköistyvät. Sähkön kysyntä kasvaa, tuotantoa tarvitaan lisää
- Erillis- ja hybridiratkaisut rakennusten lämmitykseen tulevat kaukolämmön rinnalle/tilalle
- Lämpöverkoissa hyödynnetään lauhdelämpöjä ja muita lämmönlähteitä. Lämpö- ja sähkövarastoja rakennetaan
- Kysyntäjoustoa lisätään ja hyödynnetään sekä lämmössä että sähkössä hinta-, tuotanto- ja kysyntävaihteluissa

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

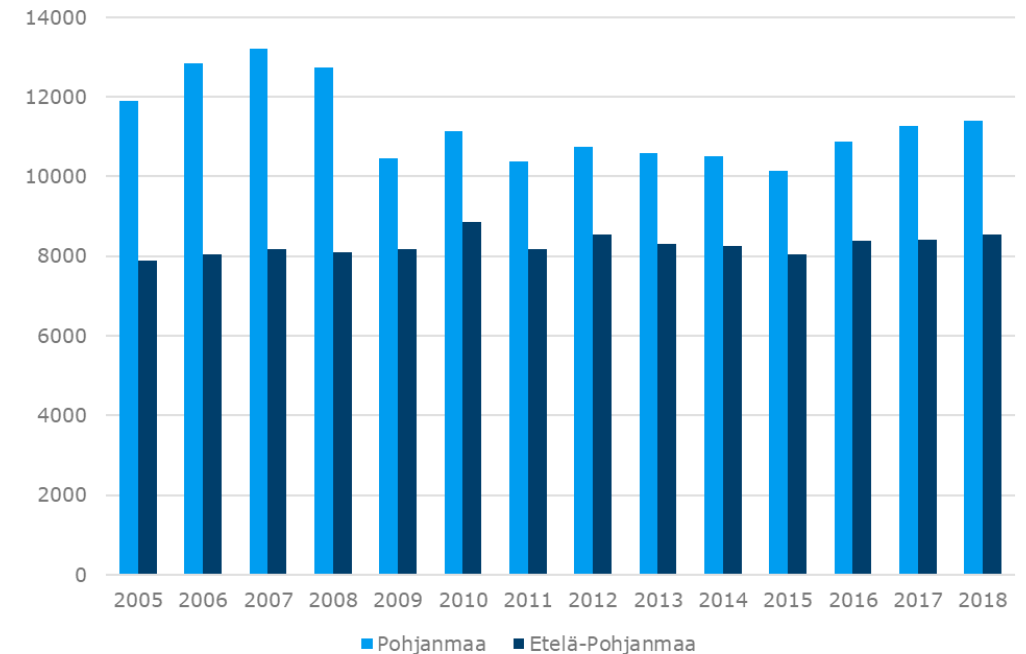
ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA

Erityisesti Etelä-Pohjanmaalla energiankulutus on ollut tasaista vuosien 2005-2018 välillä, Pohjanmaalla on ollut samalla aikajaksolla hieman enemmän vaihtelua. Pohjanmaalla energiankulutus on hieman suurempaa kuin Etelä-Pohjanmaalla – Pohjanmaalla energiankulutuksen ollessa noin 10 000 – 13 000 GWh ja Etelä-Pohjanmaalla noin 8 000 GWh. Pohjanmaalla energia kuluu siis noin 0,06-0,07 GWh vuodessa per asukas ja Etelä-Pohjanmaalla 0,04 GWh vuodessa per asukas.

Seuraavilla sivuilla käsitellään maakuntien energian kulutuksia sekä tuotantoja tarkemmin.

Maakuntien yhteenlaskettu energiankulutus on noin 20 000 GWh, mikä on noin 6,7 % koko Suomen energiankulutuksesta. Tämä vastaa tarkkaan väestömäärän suhdetta koko Suomen väestömäärään huomioiden, että maakunnissa asuu noin 6,6 % suomalaisista. Pohjanmaa on väestömäärään suhteutettuna energiantensiivisempi kuin Etelä-Pohjanmaa, eli Pohjanmaalla kuluu enemmän energiaa per asukas; perustelu tähän löytyy Pohjanmaan energiantensiivisestä teollisuudesta.

Energiankulutus (GWh) maakunnittain



Lähde: Suomen Ympäristökeskus

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA: TEOLLISUUS

Teollisuuden energiankäyttö on jaoteltuna tilastoissa teollisuuden sähkön käyttöön sekä muuhun energian käyttöön. Muu energiankäyttö on polttoaineisiin perustuvaa energiaa, joka käytetään höyrynä tai lämpöisenä vetenä tai ostettua lämpöä.

Vuonna 2019 teollisuuden energian kokonaiskäyttö maakunnittain oli Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla taulukon mukainen.

| Teollisuuden energian käyttö ja sähkön käytön osuus 2019 | Yhteensä GWh/a | Sähkön osuus |
|--|----------------|--------------|
| Etelä-Pohjanmaa | 1234 | 46 % |
| Pohjanmaa | 7083 | 23 % |
| Yhteensä | 8317 | 26 % |

Lähde: Tilastokeskus

Pohjanmaalla teollisuus on Etelä-Pohjanmaahan verrattuna merkittävä energiankäyttäjä ja yli ¾ sen energiankäytöstä on muuta kuin sähköä. Teollisuudessa käytetään edelleen paljon polttoon perustuvaa energiaa esim. höyryä, lämpöä ja lämmintä vettä. Teollisuuden prosessien odotetaan sähköistyvän tulevaisuudessa. Ero maakuntien välillä johtuu myös teollisuusrakenteiden eroista ja niiden energiankulutusten erilaisuuksista.

Etelä-Pohjanmaan teollisuuden energiankäytössä sähkön osuus on suhteellisesti merkittävästi suurempi verrattuna Pohjanmaahan.

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA: RAKENNUSTEN LÄMMITYS

Viereisessä taulukossa on esitetty rakennusten lämmitysmuodot pinta-aloittain Etelä-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja koko Suomessa vuonna 2019.

Suhteessa muuhun Suomeen kaukolämmön rooli on maakunnissa pienempi ja öljy- ja kaasulämmityksen osuuksien taas olevan hieman suurempi kuin muualla Suomessa.

Seuraavissa luvuissa on jaettu energiankulutus rakennustyypeittäin.

Kerrosalojen jakautuminen maakunnittain on liitteissä.

Taulukko: Kaikkien rakennusten lämmitys kerrosaloittain Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla 2019 (ilman teollisuusrakennuksia)

| | | Kauko- tai aluelämpö | Öljy, kaasu | Sähkö | Kivihiili | Puu, turve | Maalämpö | Muu, tuntematon | Yhteensä |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|
| Etelä-Pohjanmaa | m ² | 5 143 376 | 3 810 446 | 4 194 112 | 3 366 | 2 730 863 | 535 679 | 816 569 | 17 234 411 |
| | Osuus | 30 % | 22 % | 24 % | 0 % | 16 % | 3 % | 5 % | 100 % |
| Pohjanmaa | m ² | 4 888 216 | 3 412 703 | 3 325 888 | 30 431 | 1 513 595 | 1 174 332 | 951 889 | 15 297 054 |
| | Osuus | 32 % | 22 % | 22 % | 0 % | 10 % | 8 % | 6 % | 100 % |
| Koko Suomi | m ² | 209 217 933 | 66 985 888 | 97 268 922 | 871 706 | 32 674 507 | 16 721 075 | 18 360 849 | 442 100 880 |
| | Osuus | 47 % | 15 % | 22 % | 0 % | 7 % | 4 % | 4 % | 100 % |

Lähde: Tilastokeskus

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA RAKENNUSTEN LÄMMITYS: Muiden rakennusten lämmitys

Taulukossa on esitetty muiden kuin asuinrakennusten lämmitysmuodot Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla vuonna 2019.

Kaukolämpö on yleisin lämmitysmuoto muissa rakennuksissa (48 %). Muissa rakennuksissa öljylämmitys on vielä suhteellisen yleinen (19 %) ja samaa kokoluokkaa molemmissa maakunnissa.

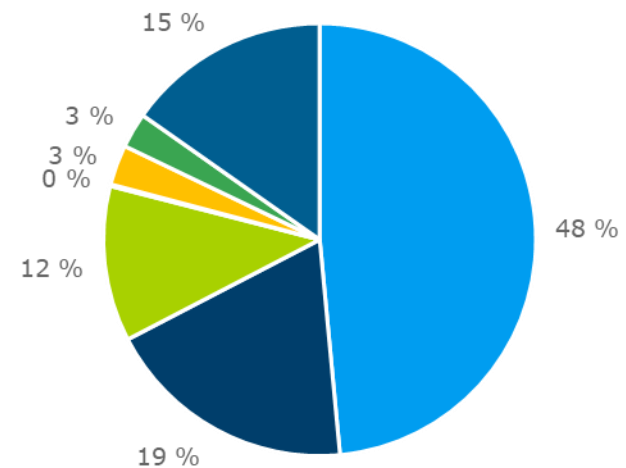
Muiden rakennusten lämmitysmuotojen nykytilan pohjalta suurimman tulevaisuuden muutoksen kohteena ovat todennäköisimmin öljylämmitetyt rakennukset.

Kauko- ja aluelämmön vahva asema saattaa olla tulevaisuudessa uhattuna.

Taulukko: Muiden rakennusten lämmitys 2019

| GWh/a | Kauko- tai aluelämpö | Öljy, kaasu | Sähkö | Kivihiili | Puu, turve | Maa-lämpö | Muu, tuntematon | Yhteensä |
|----------------------------------|----------------------|-------------|-------|-----------|------------|-----------|-----------------|----------|
| Etelä-Pohjanmaa | 215 | 81 | 51 | 0 | 16 | 6 | 56 | 425 |
| Pohjanmaa | 173 | 70 | 42 | 0 | 8 | 15 | 66 | 375 |
| Muut rakennukset yhteensä | 388 | 151 | 93 | 1 | 24 | 21 | 122 | 800 |

Muiden rakennusten lämmitys 2019



■ Kauko- tai aluelämpö

■ Öljy, kaasu

■ Sähkö

■ Kivihiili

■ Puu, turve

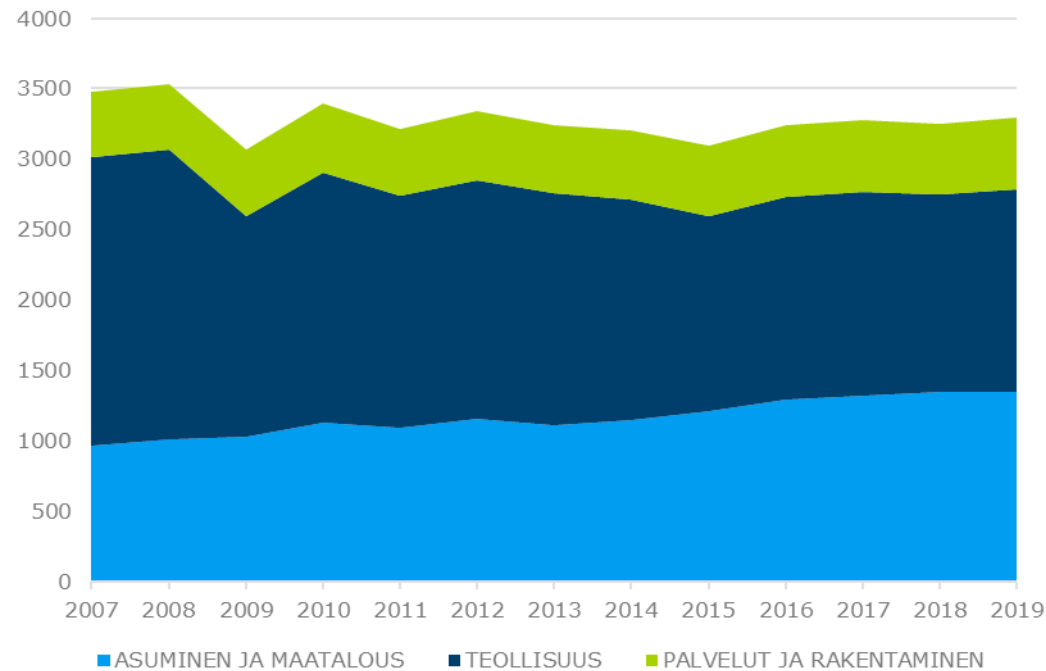
■ Maalämpö

■ Muu, tuntematon

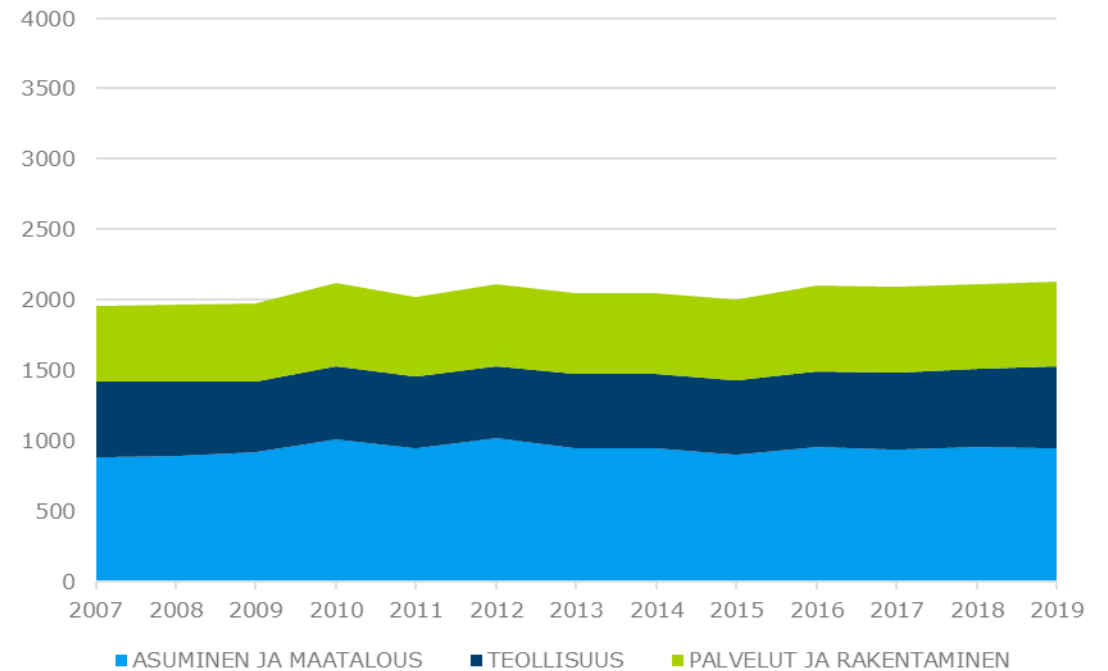
ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA: SÄHKÖN KULUTUS

Pohjanmaan sähkökulutuksen kehittyminen ja jakautuminen sektoreittain 2007-2019 (GWh)



Etelä-Pohjanmaan sähkökulutuksen kehittyminen 2007-2019 (GWh)



Lähde: Energiateollisuus

Pohjanmaan sähkökulutus on suurempaa ja vuositasolla vaihtelevampaa kuin Etelä-Pohjanmaan selittyen kulutuksen painottumisesta teollisuuteen. Tulevaisuudessa ennustettu merkittävä teollisuuden sähköistyminen voi muuttaa kehitystä erityisesti Pohjanmaalla.

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA: Asumisen, maatalouden ja palveluiden energian käyttö 1/2

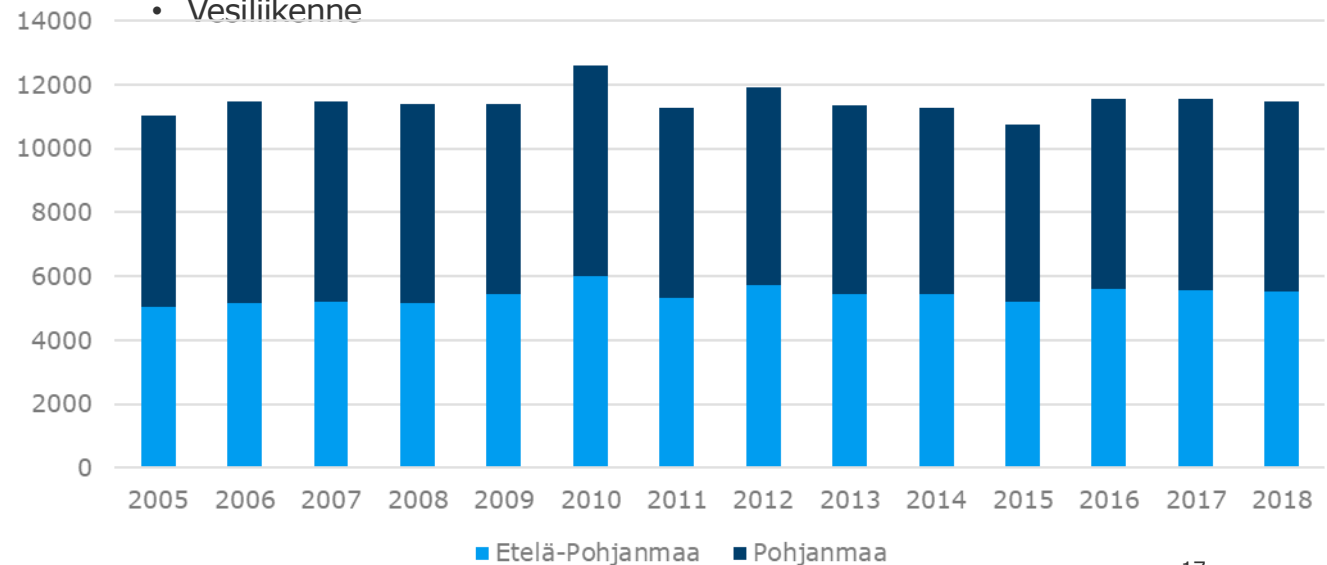
Asumisen energiankulutus Suomen Ympäristökeskuksen tilastojen mukaan on pysynyt tasaisena molemmissa maakunnissa vuosien 2005-2018 aikana.

Tilastokeskuksen Energia 2019 – taulukkopalvelusta saadaan lämmitykseen käytetyn kevyen polttoöljyn kulutukset erillisissä pientaloissa, rivi- ja ketjutaloissa, asuinkerrostaloissa, vapaa-ajan asuinrakennuksissa, palvelurakennuksissa, teollisuusrakennuksissa ja maatalousrakennuksissa. Nämä vuosikulutukset jaetaan kunnille kunkin rakennustyyppin kunnittaisten, öljylämmitteisten kerrosneliömetrien mukaisesti, painottaen alueellisia eroja lämmitystarpeessa. Lämmitystarve ei vaikuta käyttöveden lämmitykseen, johon arvioidaan kuluvan 20 prosenttia lämmitysenergiasta. Muu erillislämmitys pitää sisällään maakaasun, raskaan polttoöljyn, turpeen ja hiilen, joiden kulutus ja päästöt on laskettu kunnille öljy- ja puulämmitystä vastaavalla menetelmällä. Maatalouden muuhun erillislämmitykseen lisätään Suomen ilmapäästötietojärjestelmä maatalouden hajakulutus ja -päästöt, jotka kuvaavat lähinnä viljankuivureiden käyttöä. Kulutussähkö sisältää kaiken sähkön käytön lukuun ottamatta sähkölämmitystä sekä maalämmön ja raideliikenteen sähkönkulutusta. Kulutussähköön lasketaan koneiden, laitteiden, ilmastoinnin ja valaistuksen sähkönkäytön ohella myös sähköautojen lataamisen sekä muiden kuin maalämpöpumppujen sähkönkulutus.

Energiateollisuuden Sähkön käyttö kunnittain -tilastossa asuminen ja maatalous on laskettu yhteen. Maatalouden sähkönkäyttö lasketaan tästä erilleen ensin Suomen tasolla. Maatalouden sähkön valtakunnalliset vuosikulutukset jaetaan kunnille maatalousrakennusten kunnittaisten kokonaiskerrosalojen, ja pienemmillä painoarvoilla sähkölämmitteisten maatalousrakennusten osuuden sekä paikallisen lämmitystarpeen mukaan.

- Suomen Ympäristökeskuksen tilastoissa öljylämmityksen kuntakohtaisessa laskennassa periaatteena on jakaa Suomessa vuosittain kulutettu lämmitysöljy kunnille tietyin allokaatioperustein. Osio sisältää seuraavat Suomen Ympäristökeskuksen energiatiedot:

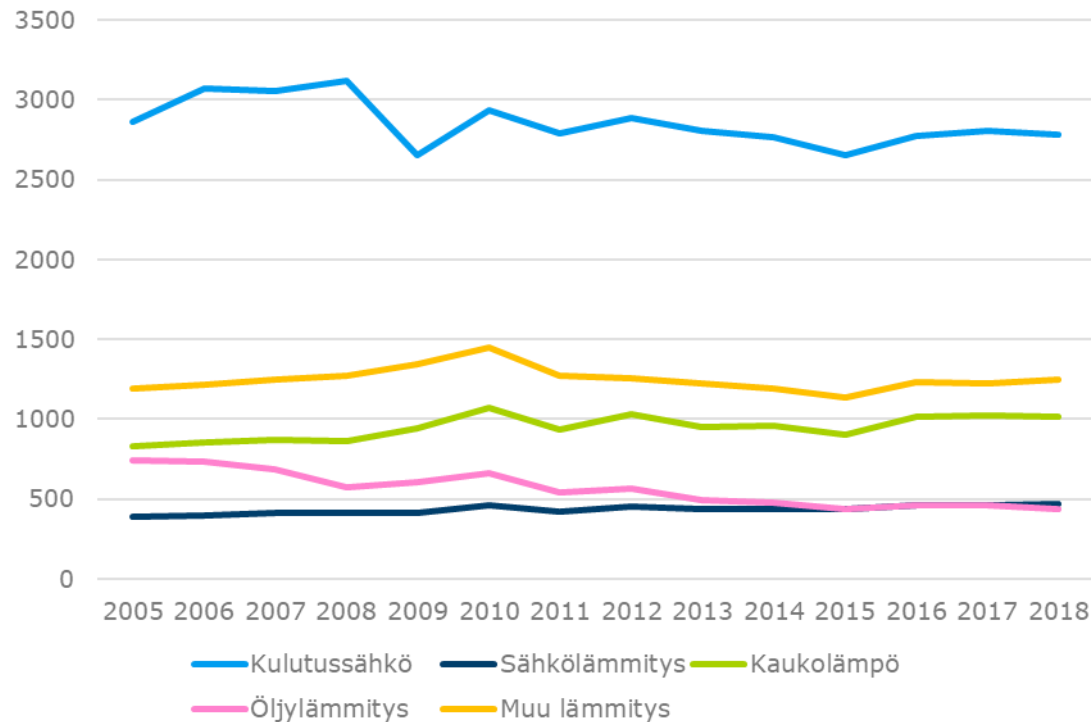
- **Kulutussähkö**
- **Sähkölämmitys**
- **Kaukolämpö**
- **Öljylämmitys**
- **Muu lämmitys**
- Teollisuus
- Työkoneet
- Tieliikenne
- Raideliikenne
- Vesiliikenne



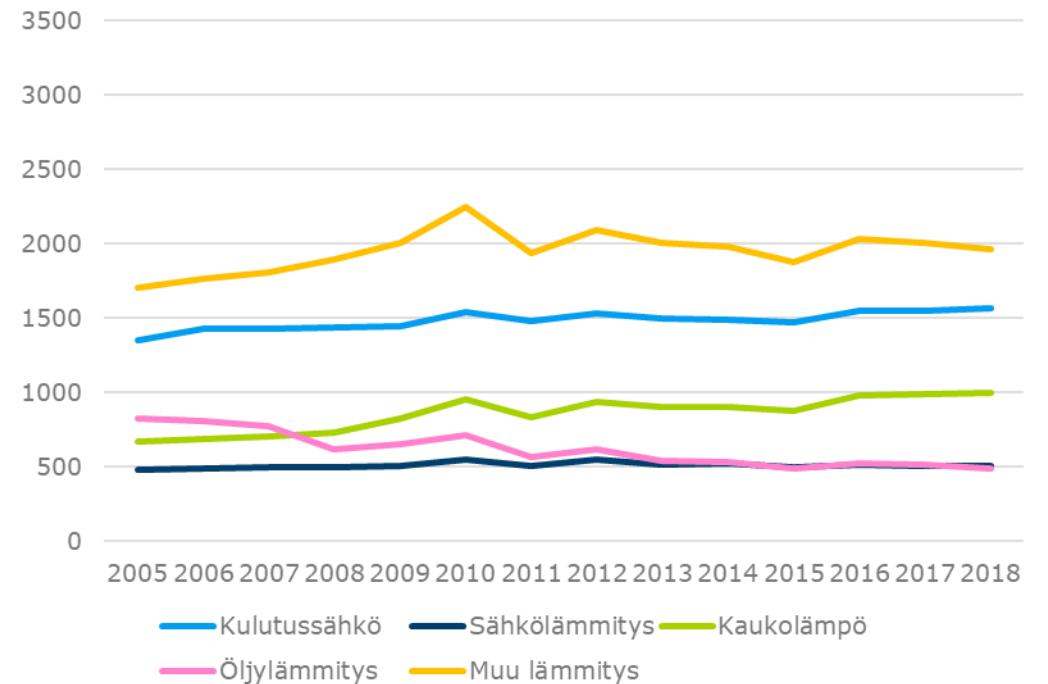
ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA: Asumisen, maatalouden ja palveluiden energian käyttö 1/2

Asumisen, maatalouden ja palveluiden energiankulutuksen kehittyminen Pohjanmaalla (GWh)



Asumisen, maatalouden ja palveluiden energiankulutuksen kehittyminen Etelä-Pohjanmaalla (GWh)



Kulutussähkö, joka sisältää kaiken sähkön käytön lukuun ottamatta sähkölämmitystä sekä maalämmön sähkönkulutusta, on selkeästi korkeammalla tasolla Pohjanmaalla kuin Etelä-Pohjanmaalla. Selittävinä tekijöinä voi olla mm. Pohjanmaan maatalous kasvihuoneineen. Muu lämmitys, joka pitää sisällään maakaasun, raskaan polttoöljyn, turpeen ja hiilen, on korkeammalla tasolla Etelä-Pohjanmaalla kuin Pohjanmaalla.

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN KÄYTTÖ JA KULUTUS SUOMESSA, ETELÄ-POHJANMAALLA JA POHJANMAALLA:

Liikenne

Suomessa liikenteen energiankäytöstä suurin osa muodostuu tieliikenteen polttoaineista (91 %) sekä kotimaan vesiliikenteestä (4 %), kotimaan lentoliikenteestä (3 %) ja raideliikenteestä (2 %).

Maakuntien liikenteen energian kulutus on suhteelliseen tasaista vuosien 2005 ja 2018 välillä sekä aika samalla tasolla molemmissa maakunnissa kun huomioidaan tie-, raide- ja vesiliikenne.

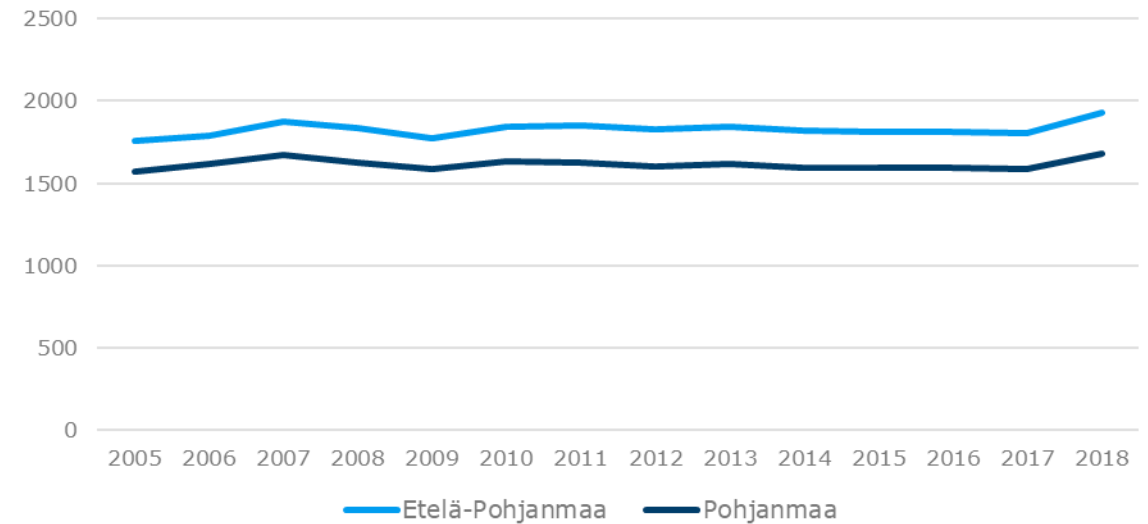
Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat maakunnissa olleet hieman laskussa, mutta kuitenkin suhteellisen tasaiset.

| Liikenteen energiankulutus Etelä-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Suomessa 2019 | GWh/a |
|--|--------|
| Etelä-Pohjanmaa | 1 705 |
| Pohjanmaa | 1 625 |
| Koko Suomi | 49 590 |

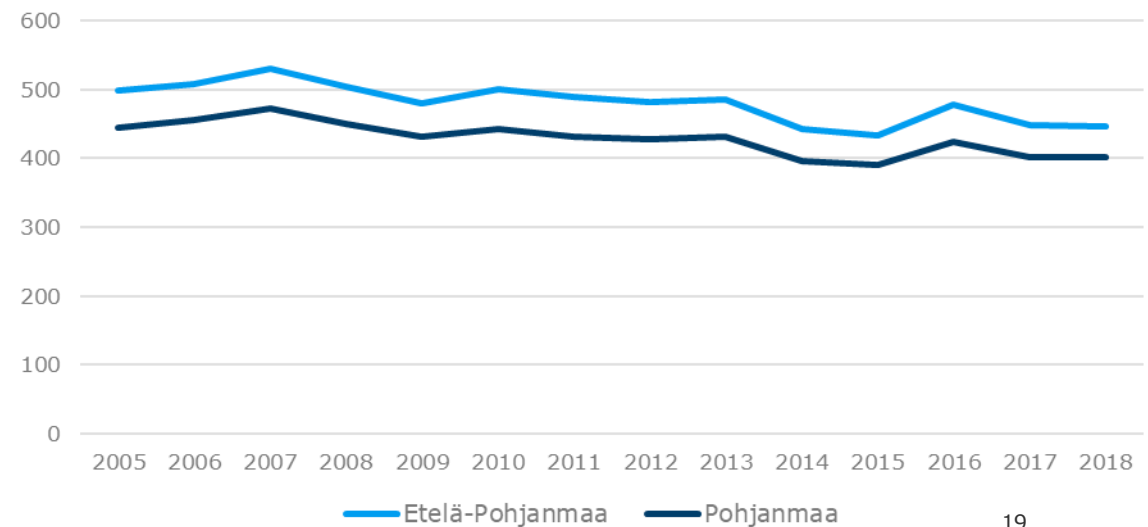
Lähde: Tilastokeskus

Maakuntien yhteenlaskettu liikenteen energiankulutus on 6,7 % koko maan liikenteen energiankulutuksesta – sama suhde kuin muussa energiankulutuksessa. Liikenteen vähäpäästöinen / päästötön tulevaisuus lepää tieliikenteen käyttövoimien varassa.

Liikenteen kokonaisenergiankulutuksen kehittyminen maakunnittain (GWh) sis. tie-, raide- ja vesiliikenne



Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehittyminen maakunnittain (sis. tie-, raide- ja vesiliikenteen) (ktCO₂e)



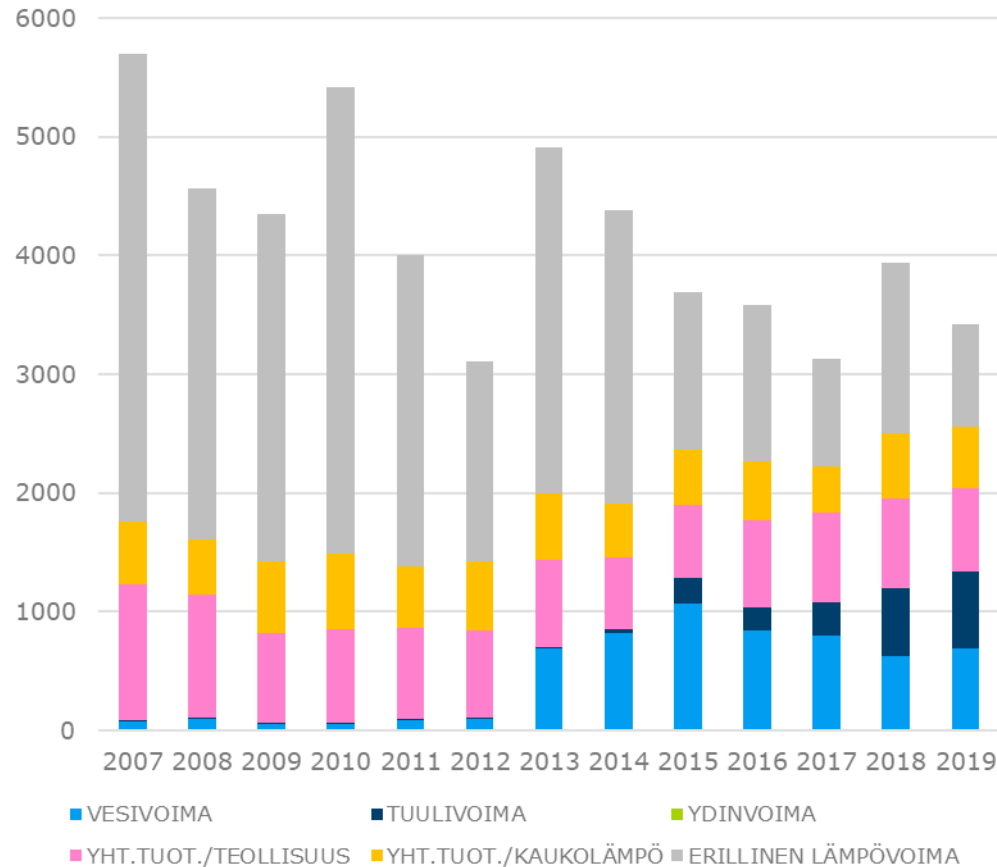
Lähde: Suomen Ympäristökeskus

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

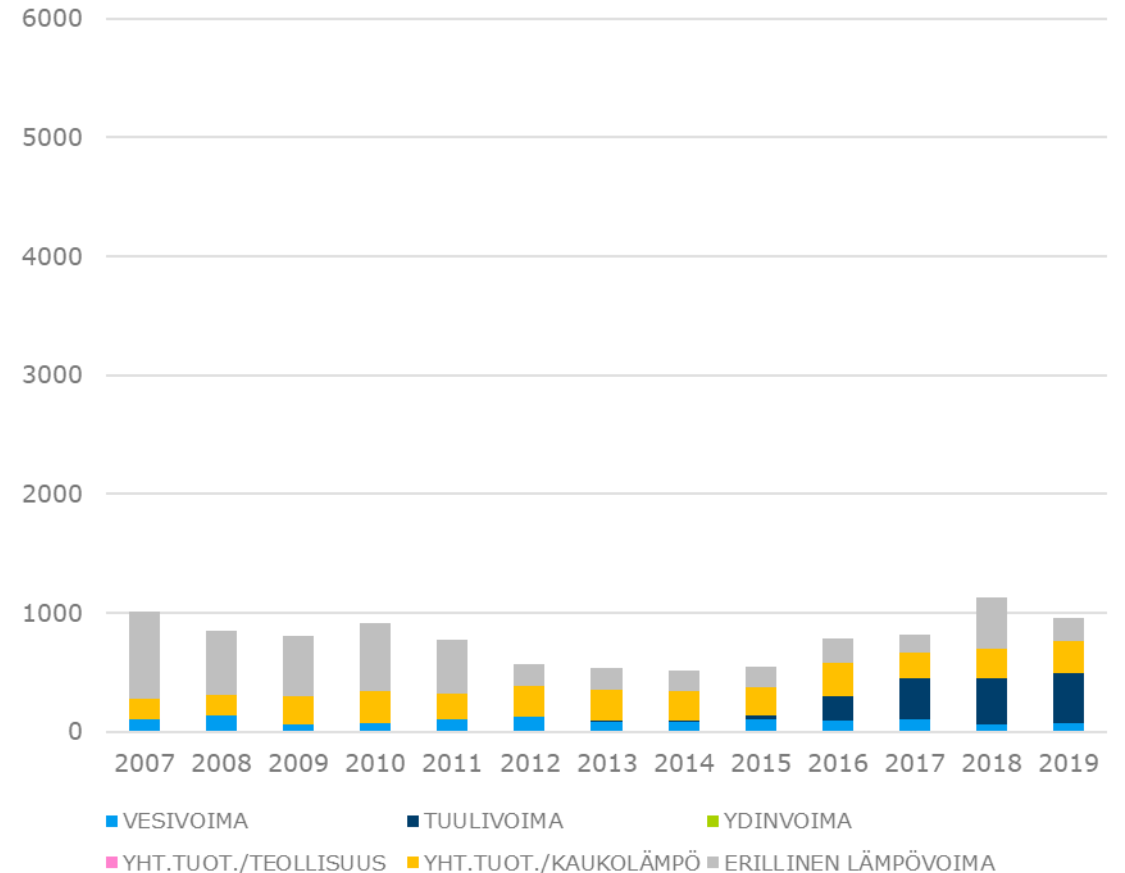
ENERGIAN TUOTANTO: SÄHKÖN TUOTANTO

Lähde: Energiateollisuus

Pohjanmaan sähköntuotannon (GWh) kehittyminen



Etelä-Pohjanmaan sähköntuotannon (GWh) kehittyminen











Sähkön tuotanto on keskittynyt Pohjanmaan isoihin voimalaitoksiin ja Energiateollisuuden tilastojen mukaan Pohjanmaan maakunnassa on paljon sekä yhteistuotanto teollisuudessa että erillistä lämpövoimaa, jossa nk. lauhdevoiman tuotannossa syntynyt lämpö lasketaan esim. ympäristön vesistöihin. Pohjanmaalla on myös vesivoimaa enemmän kuin Etelä-Pohjanmaalla. Etelä-Pohjanmaan alueella on selkeästi vähemmän sähköntuotantoa. Sähkön erillistuotanto on markkinan hintakehityksen myötä muuttunut kannattamattomaksi ja vähentynyt merkittävästi. Tuulivoiman osuuden kasvu näkyy jo ja kasvun uskotaan kiihtyvän tulevaisuudessa.

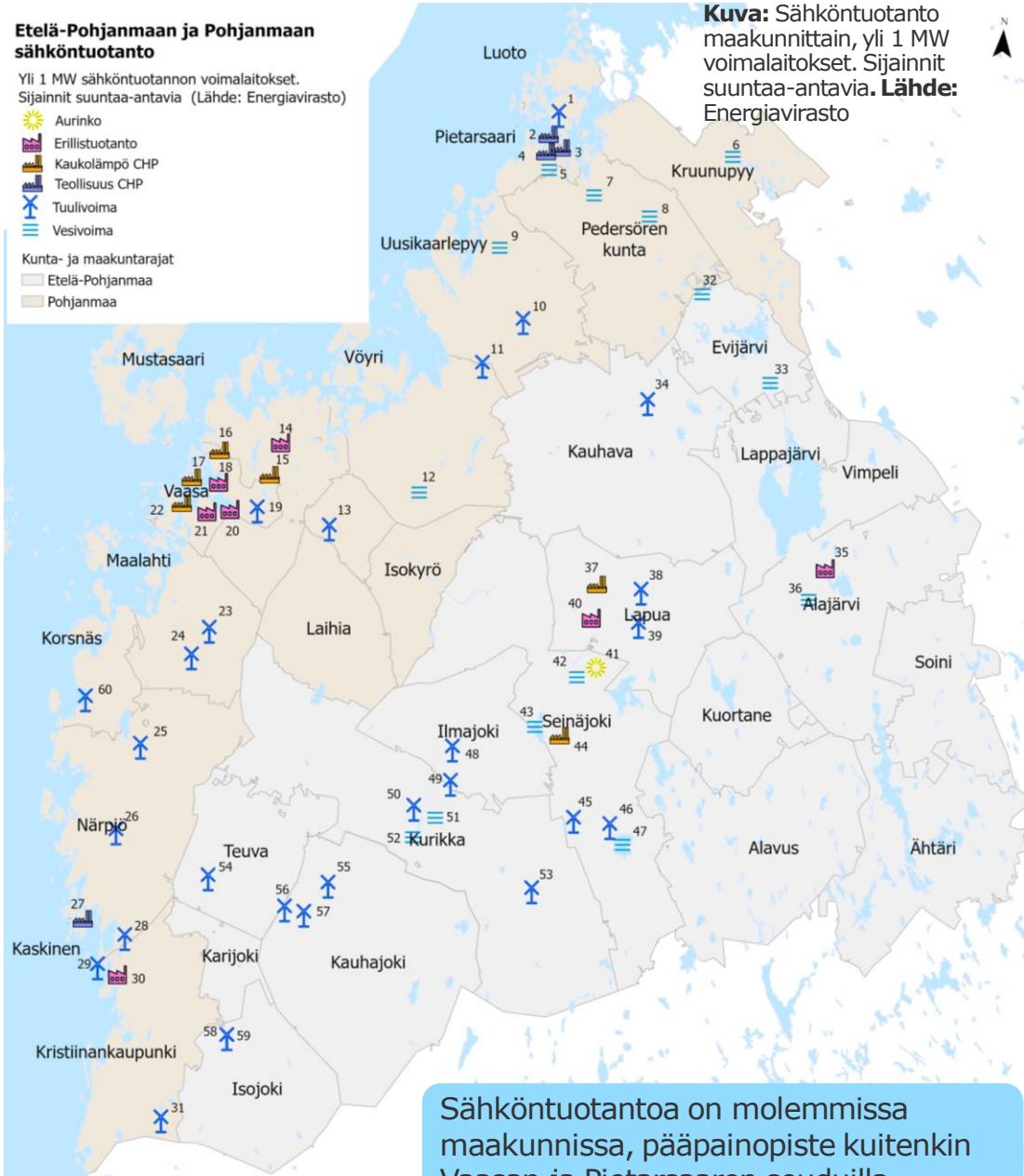
ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN TUOTANTO: SÄHKÖN TUOTANTO

Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan sähköntuotanto

Yli 1 MW sähköntuotannon voimalaitokset. Sijainnit suuntaa-antavia. (Lähde: Energiavirasto)

-  Aurinko
 -  Erillistuotanto
 -  Kaukolämpö CHP
 -  Teollisuus CHP
 -  Tuulivoima
 -  Vesivoima
- Kunta- ja maakuntarajat
-  Etelä-Pohjanmaa
 -  Pohjanmaa



Kuva: Sähköntuotanto maakunnittain, yli 1 MW voimalaitokset. Sijainnit suuntaa-antavia. **Lähde:** Energiavirasto

Sähköntuotantoa on molemmissa maakunnissa, pääpainopiste kuitenkin Vaasan ja Pietarsaaren seuduilla.

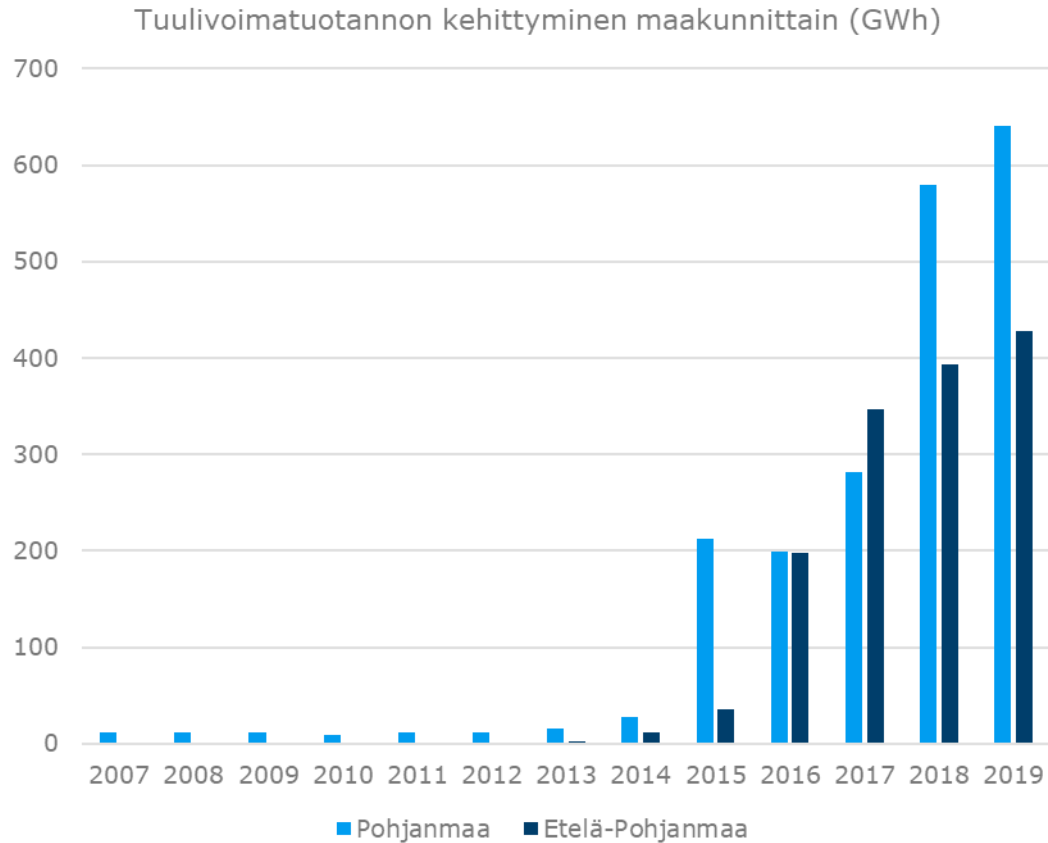
| Nr o | Kohteen nimi | Voimalaitos-tyyppi | Yrityksen nimi |
|------|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 1 | Larsmo tv | Tuulivoima | Ab Larsmo Vindkraft Oy |
| 2 | Alholma AK 2 | Teollisuus CHP | Alholmens Kraft Ab |
| 3 | Alholma AK 1 | Teollisuus CHP | Alholmens Kraft Ab |
| 4 | Pietarsaari (Wisapower Oy) | Teollisuus CHP | UPM-Kymmene Oyj Wisaforest |
| 5 | Björkfors | Vesivoima | Oy HERRFORS Ab |
| 6 | Kaitfors | Vesivoima | Oy Perhonjoki Ab |
| 7 | Hattarfors | Vesivoima | Esse Elektro-Kraft Ab |
| 8 | Värnä | Vesivoima | Esse Elektro-Kraft Ab |
| 9 | Stadsforsens Kraftverk | Vesivoima | Nykarleby Kraftverk |
| 10 | Jeppo Windfarm | Tuulivoima | EE Primus Oy |
| 11 | LW Pensala | Tuulivoima | Årvas Wind Ab |
| 12 | Långfors | Vesivoima | Oy HERRFORS Ab |
| 13 | Torkkolan tuulipuisto | Tuulivoima | EPV Tuulivoima Oy |
| 14 | Mäkipää Diesel | Erillistuotanto | Vaasan Sähköverkko Oy |
| 15 | Westenergy jätteenpolttolaitos | Kaukolämpö CHP | Vaasan Sähkö Oy (Westenergy Oy Ab) |
| 16 | Vaasa, Palosaaren sillan voimalaitos | Kaukolämpö CHP | Vaasan Sähkö Oy |
| 17 | Vaskiluoto 2 | Kaukolämpö CHP | Vaskiluodon Voima Oy |
| 18 | Wärtsilä tehdas | Erillistuotanto | Wärtsilä Finland Oy |
| 19 | Wasa Wind | Tuulivoima | Wasa Wind Oy |
| 20 | Vaskiluoto kt | Erillistuotanto | Fingrid Oyj (loppuu kesällä 2022) |
| 21 | Vaskiluoto Validation Center | Erillistuotanto | Wärtsilä Finland Oy |
| 22 | Vaskiluoto 3 (poistunut tuotannosta) | Kaukolämpö CHP | PVO-Huippuvoima Oy |
| 23 | Ribäcken | Tuulivoima | OX2 |
| 24 | Långmossa | Tuulivoima | OX2 |
| 25 | Hedet, Närpiö | Tuulivoima | Hedet Vindpark Ab |
| 26 | Kalax | Tuulivoima | Kalax Vindkraft Ab/Oy |
| 27 | Kaskinen lv ja vp | Teollisuus CHP | Metsä Fibre Oy |
| 28 | Svalskulla | Tuulivoima | VindIn Svalskulla Ab/Oy |
| 29 | Karhusaaren tuulivoimapuisto | Tuulivoima | Huikku Tuulivoima Oy |
| 30 | Kristiinankaupunki kt | Erillistuotanto | Fingrid Oyj |

| Nr o | Kohteen nimi | Voimalaitos-tyyppi | Yrityksen nimi |
|------|---------------------------|--------------------|------------------------------|
| 31 | Metsälän tuulivoimapuisto | Tuulivoima | EPV Tuulivoima Oy |
| 32 | Kattilakoski | Vesivoima | Oy HERRFORS Ab |
| 33 | Hanhikoski | Vesivoima | Vattenfall Sähköntuotanto oy |
| 34 | Isonnevanmäki | Tuulivoima | Tuuliveikot Oy |
| 35 | Sänkiaho | Erillistuotanto | Alajärven Sähkö Oy |
| 36 | Koskenvarsi | Vesivoima | Alajärven Sähkö Oy |
| 37 | Lapua | Kaukolämpö CHP | Kiviristin Lämpö Oy |
| 38 | LW Jouttikallio | Tuulivoima | Kyyttö Energy Oy |
| 39 | Jouttikallio wind oy | Tuulivoima | Jouttikallio Wind Oy |
| 40 | Jouttikallio | Erillistuotanto | Vattenfall Sähköntuotanto oy |
| 41 | Nurmon Aurinko | Aurinko | Nurmon Aurinko Oy |
| 42 | Hirvikoski | Vesivoima | Vattenfall Sähköntuotanto oy |
| 43 | Kyrkösjärvi | Vesivoima | Seinäjoen Energia Oy |
| 44 | Seinäjoki (SEVO) | Kaukolämpö CHP | Seinäjoen Voima Oy |
| 45 | Valkeisten voima | Tuulivoima | Mika Manni |
| 46 | Kankaanpäänmäki | Tuulivoima | SPC1- Kankaanpäänmäki Oy |
| 47 | Kalajärvi | Vesivoima | Seinäjoen Energia Oy |
| 48 | Rasmus 1 ja 2 | Tuulivoima | Koskenkorvan Tuulivoima Oy |
| 49 | Santavuori 1 | Tuulivoima | EPV Tuulivoima Oy |
| 50 | LW Koskenkylä | Tuulivoima | Koskenkylän Tuulienergia Oy |
| 51 | Jalasjoki Niiles | Vesivoima | Koskienergia Koskivoima Oy |
| 52 | Pitkämä | Vesivoima | Koskienergia Koskivoima Oy |
| 53 | Haukineva Windfarm | Tuulivoima | EE Primus Oy |
| 54 | Pettumäen Mylly | Tuulivoima | Pettumäen Mylly oy |
| 55 | Sysymylly | Tuulivoima | Sysituuli Oy |
| 56 | Mustaisneva 1-5 ja 7-9 | Tuulivoima | SPC 2-Mustaisneva Oy |
| 57 | LW Mustaisneva 6 | Tuulivoima | Suotuuli Oy |
| 58 | Lakiakangas 2 | Tuulivoima | Lakiakangas 1 Oy |
| 59 | Lakiakangas 1 | Tuulivoima | CPC Lakiakangas 1 Oy |
| 60 | Harrström 2-3 | Tuulivoima | Harrström Vindpark Ab |

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN TUOTANTO: SÄHKÖN TUOTANTO:

Tuulivoiman tuotanto

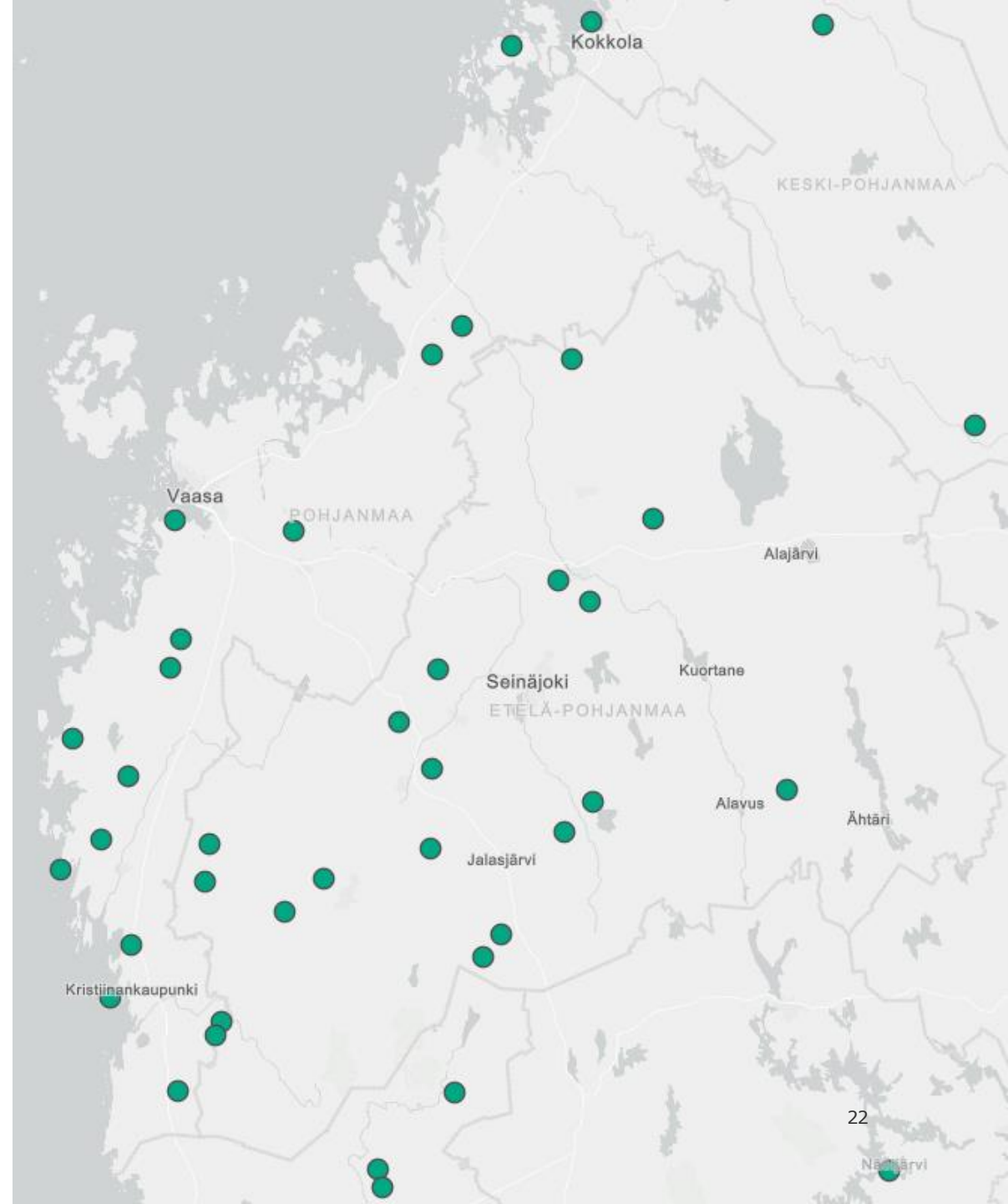


Tuulivoimatuotannon nopea kasvu on kestänyt vasta viisi vuotta ja jatkuu vahvana. Syöttötariffi (tavoitehintamalli) mahdollisti kasvun käynnistymisen, nyt ollaan markkinaehtoisen kasvun vaiheessa.

RAMBOLL

Kuva: Käytössä olevat tuulivoimalat kartalla, tilanne 01/2021.

Lähde: Suomen Tuulivoimayhdistys



ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

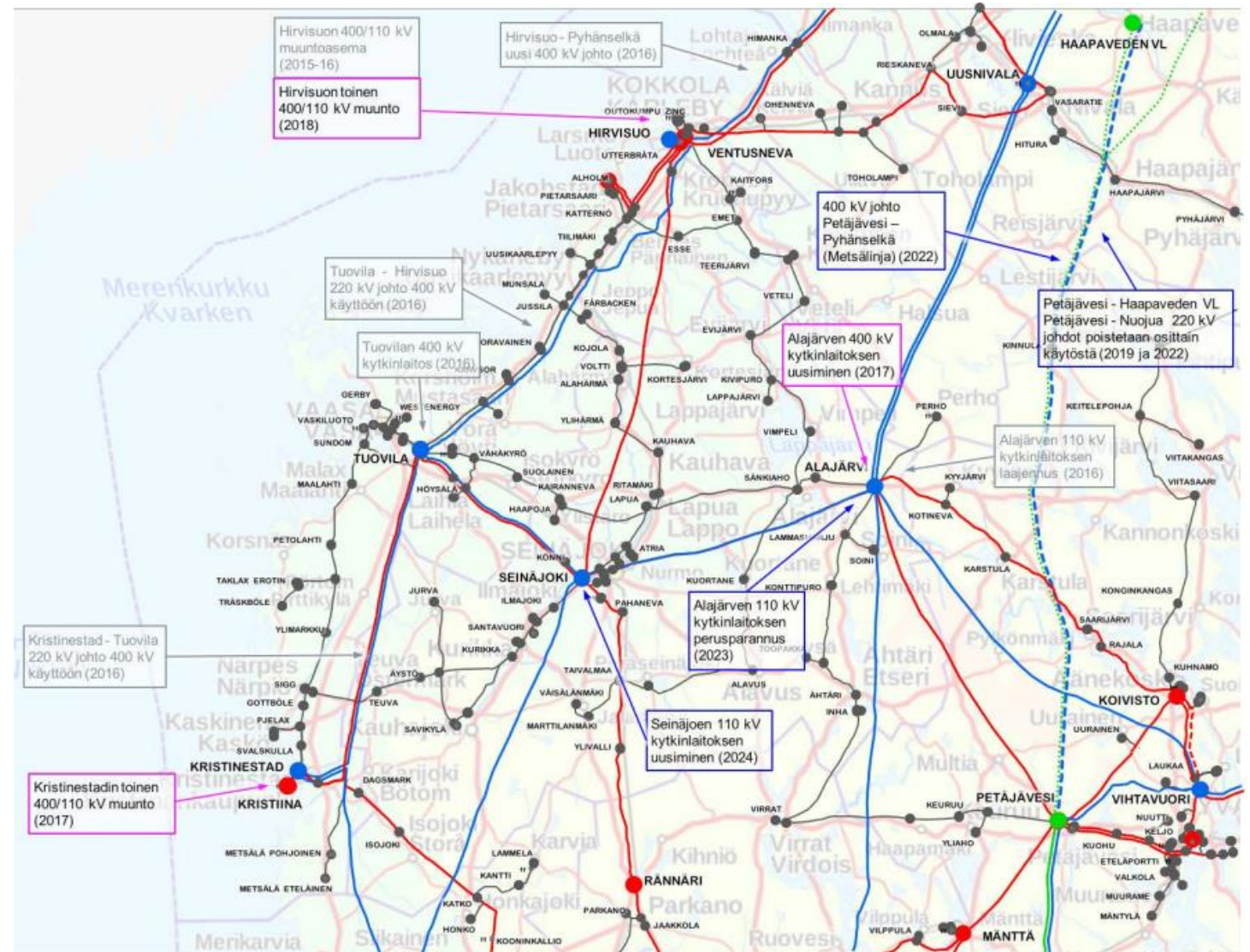
ENERGIAN TUOTANTO: SÄHKÖN SIIRTO: Nykyinen kantaverkko ja alueverkko

Suomen sähköjärjestelmä koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, jakeluverkoista sekä sähkön kuluttajista. Se on osa yhteispohjoismaista sähköjärjestelmää yhdessä Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan järjestelmien kanssa. Lisäksi Venäjältä ja Virosta on Suomeen tasasähköyhteydet, joilla pohjoismainen järjestelmä on yhdistetty Venäjän ja Baltian voimajärjestelmään.

Kantaverkko on sähkönsiirron runkoverkko, johon suuret voimalaitokset ja tehtaat sekä alueelliset jakeluverkot on liitetty.

Pääosa Suomessa käytetystä sähköstä siirtyy kantaverkon kautta. Sähköä siirretään tuotannosta kulutukseen julkisin ja tasapuolisin ehdoin. Fingrid kehittää ja ylläpitää Suomen kantaverkkoa sekä siirtoyhteyksiä naapurimaihin perustuen asiakkaiden ja yhteiskunnan tarpeisiin.

Maakuntia voidaan luonnehtia "vahvojen verkkojen" maakunniksi. Se luo hyvät edellytykset ennakoidulle tulevaisuuden energiasuunnitelman sähköistymiselle.



Pinkki väri tarkoittaa, että hankkeesta on tehty investointipäätös

Sininen väri tarkoittaa, että hanke on suunnitella

Harmaa väri tarkoittaa, että hanke on valmistunut

Kuva: Nykyinen ja suunnitella oleva kantaverkko.

Lähde: Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017–2027, Fingrid Oy

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

ENERGIAN TUOTANTO: KAUKOLÄMMÖN TUOTANTO

Energiateollisuuden ylläpitämien kaukolämpötilastojen mukaan vuonna 2019 Pohjanmaalla oli 373 km kaukolämpöverkostoja ja Etelä-Pohjanmaalla 833 km (yhteensä Suomessa oli 15 427 km).

Saman tilaston mukaan Pohjanmaalla oli viisi lämmitysvoimalaitosta, kiinteitä lämpökeskuksia 23 ja siirrettäviä lämpökeskuksia viisi. Kaukolämpöteho Pohjanmaalla oli 377 MW. Etelä-Pohjanmaalla oli yksi lämmitysvoimalaitos, 57 kiinteitä lämpökeskuksia ja 13 siirrettäviä lämpökeskuksia. Kaukolämpöteho Etelä-Pohjanmaalla oli 100 MW.

Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon osalta maakunnat ovat varsin samanlaisia ja jopa samankokoisia. Etelä-Pohjanmaalla turve ja biopolttoaineet nousevat esille energialähteinä, Pohjanmaalla tulee lisäksi mukaan jätteenpoltto. Kaukolämmön turve- ja biopohjaista erillistuotantoa on lähes yksinomaan Etelä-Pohjanmaalla. Turpeen käytön estyminen/vähentyminen tulevaisuudessa vaikuttaa molempiin maakuntiin.

Taulukko: Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotanto vuonna 2019

| GWh/a | Kaukolämpö | Sähkö | Yhteensä |
|------------------------|------------|-------|----------|
| Etelä-Pohjanmaa | 882 | 128 | 1 010 |
| Pohjanmaa | 895 | 436 | 1 331 |

Taulukko: Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantoon käytetyt energialähteet

| GWh/a | Hiili | Öljy | Turve | Biopoltto- aineet | Jäte | Muut poltto- aineet | Lämpö- pumput | Yhteensä |
|------------------------|-------|------|-------|----------------------|------|---------------------------|------------------|----------|
| Etelä-Pohjanmaa | 0 | 38 | 785 | 416 | 0 | 0 | 33 | 1 273 |
| Pohjanmaa | 117 | 10 | 260 | 688 | 469 | 7 | 13 | 1 564 |

Taulukko: Kaukolämmön erillistuotantoon käytetyt energialähteet

| GWh/a | Hiili | Öljy | Turve | Biopoltto- aineet | Jäte | Muut poltto- aineet | Lämpö- pumput | Yhteensä |
|------------------------|-------|------|-------|----------------------|------|---------------------------|------------------|----------|
| Etelä-Pohjanmaa | 0 | 38 | 324 | 272 | 0 | 0 | 0 | 634 |
| Pohjanmaa | 0 | 7 | 7 | 64 | 10 | 0 | 0 | 88 |

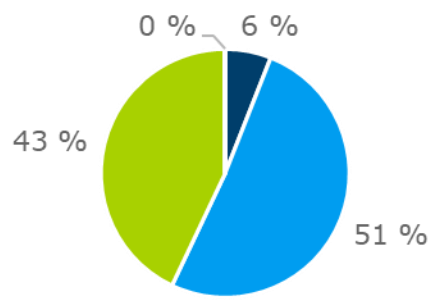
Lähde: Energiateollisuus

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

YHTEENVETO NYKYTILANTEESTA: ETELÄ-POHJANMAA

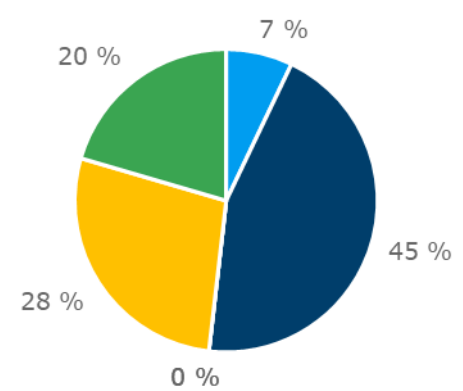
Etelä-Pohjanmaalla energiankulutus on pysynyt tasaisena: suurimmat energiankulutuskohteet ovat asuminen, liikenne ja teollisuus.

Etelä-Pohjanmaan kaukolämmön erillistuotannon polttoainejakauma 2019



Hiili Öljy Turve Biopolttoaineet Jäte Muut polttoaineet Lämpöpumput

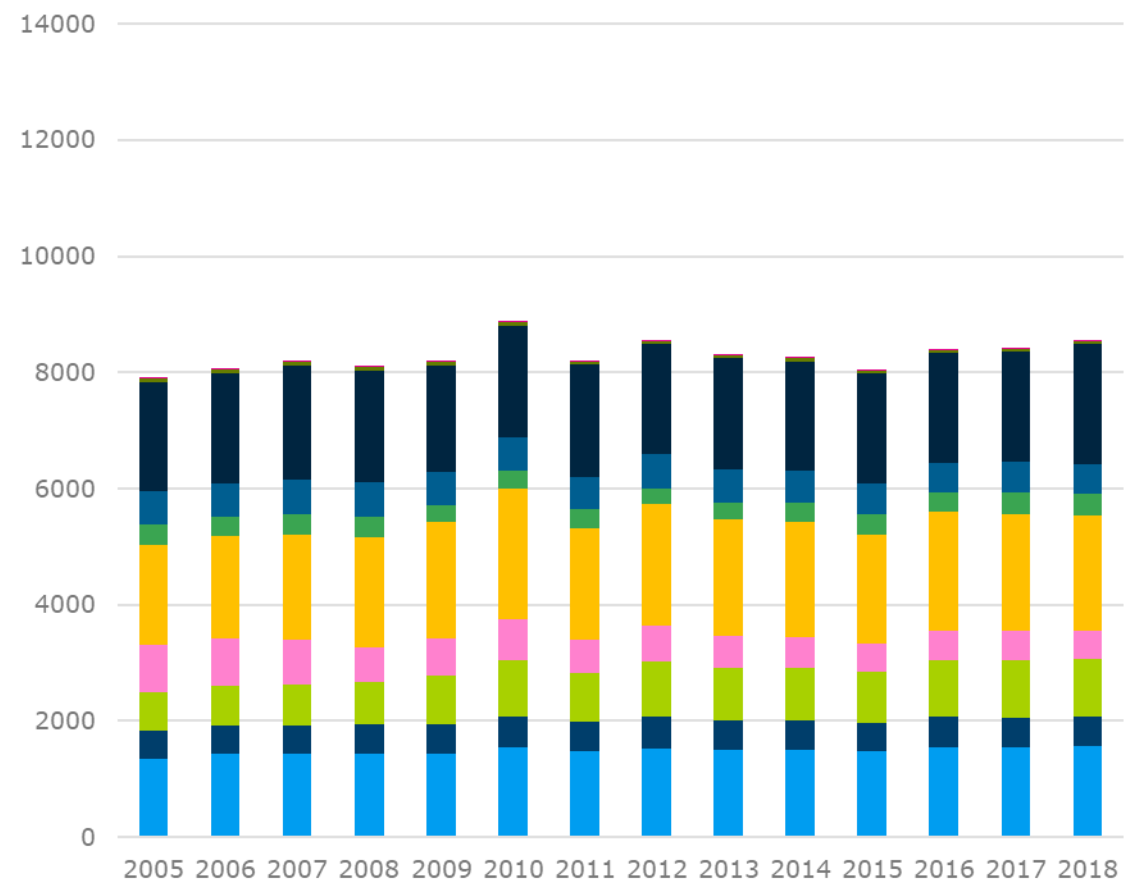
Etelä-Pohjanmaan sähköntuotanto vuonna 2019



Vesivoima Tuulivoima Ydinvoima
Yht. tuotanto/teollisuus Yht. tuotanto/kaukolämpö Erillinen lämpövoima

Lähde: Energiateollisuus

Etelä-Pohjanmaan energiankulutuksen (GWh) jakautuminen



Kulutussähkö Sähkölämmitys Kaukolämpö Öjylämmitys
Muu lämmitys Teollisuus Työkoneet Tieliikenne
Raideliikenne Vesiliikenne

Lähde: Suomen Ympäristökeskus

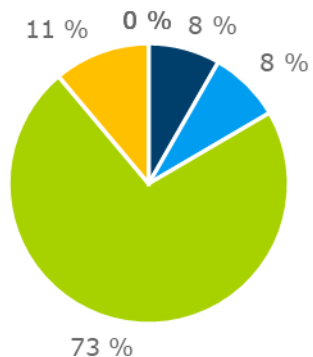
Etelä-Pohjanmaalla liikenteen ja lämmityksen energiankäytön ratkaisut ovat merkittävässä roolissa energian kehityspolkujen laadinnassa, samoin kuin muu sähkön käyttö.

ENERGIAJÄRJESTELMIEN NYKYTILA

YHTEENVETO NYKYTILANTEESTA: POHJANMAA

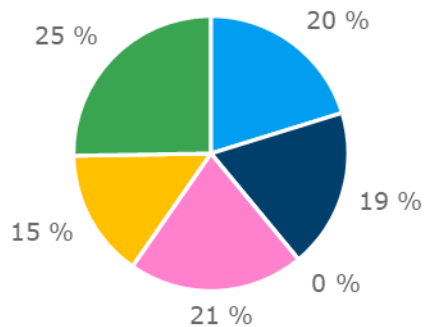
Pohjanmaalla energiankulutus on pysynyt tasaisena: suurimmat energiankulutuskohteet ovat teollisuus, asuminen ja liikenne.

Pohjanmaan kaukolämmön erillistuotannon polttoainejakauma 2019



■ Hiili ■ Öljy ■ Turve ■ Biopolttoaineet ■ Jäte ■ Muut polttoaineet ■ Lämpöpumput

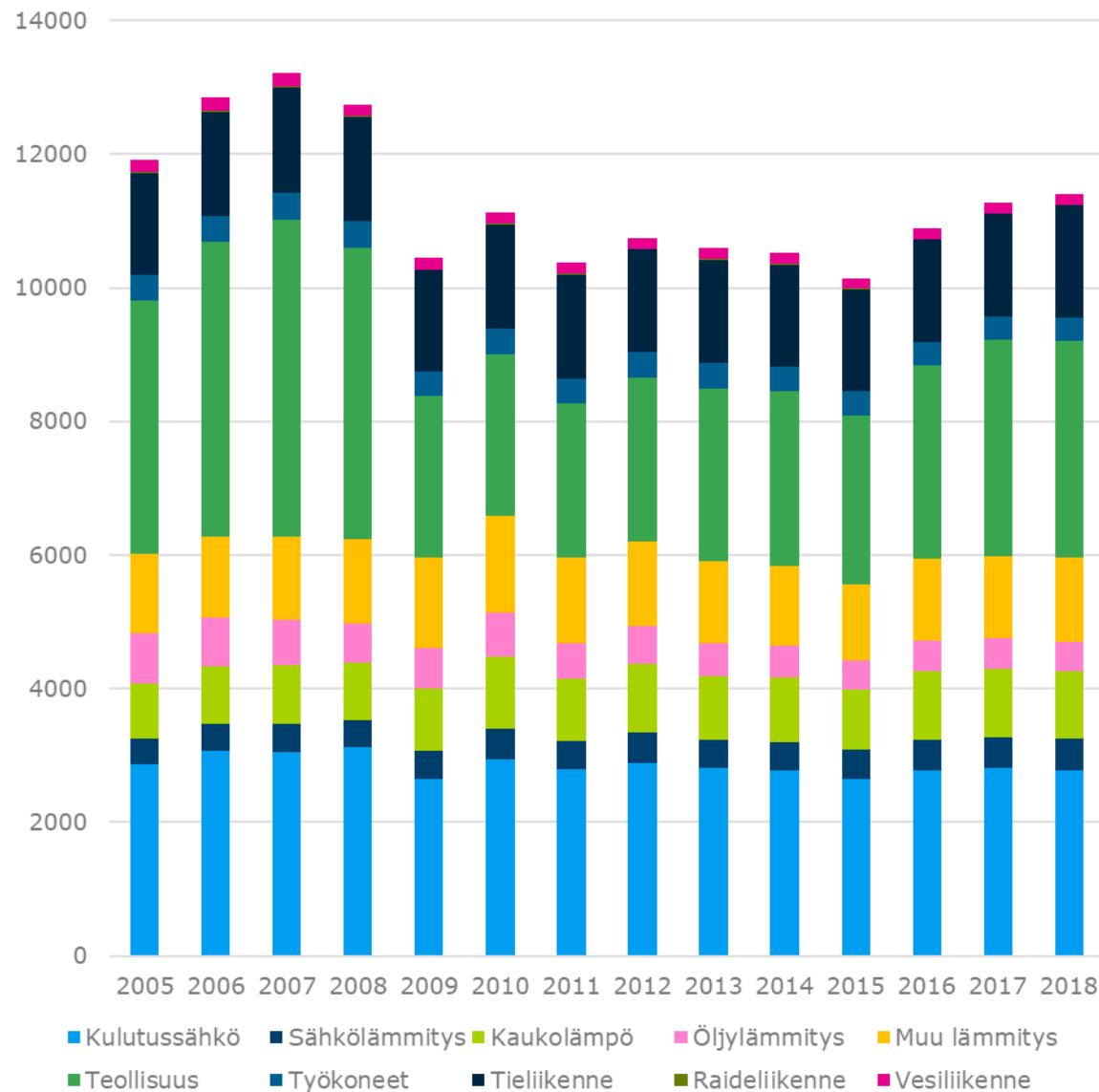
Pohjanmaan sähköntuotanto vuonna 2019



■ Vesivoima ■ Tuulivoima ■ Ydinvoima
 ■ Yht. tuotanto/teollisuus ■ Yht. tuotanto/kaukolämpö ■ Erillinen lämpövoima

Lähde: Energiateollisuus

Pohjanmaan energiankulutuksen (GWh) jakautuminen



■ Kulutus

■ Sähkölämmitys ■ Kaukolämpö ■ Öljylämmitys ■ Muu lämmitys
 ■ Teollisuus ■ Työkoneet ■ Tieliikenne ■ Raideliikenne ■ Vesiliikenne

Lähde: Suomen Ympäristökeskus

Pohjanmaalla teollisuuden energiankäytön ratkaisut ovat merkittävässä roolissa energian kehityspolujen laadinnassa, samoin kuin liikenne, lämmitys sekä muu sähkön käyttö.

3. ENERGIAN TARVE 2050



ENERGIAN TARVE 2050

TARKASTELUN TAVOITE JA KÄYTETTY TARKASTELUKEHIKKO

Työssä on määritetty arvioita tarkastelualueiden energian tarpeille vuonna 2050 perustuen julkisesti saatavilla oleviin selvityksiin. Selvityksessä on skaalattu nykyistä energian käyttöä valtakunnan tasolla tehdyille arvioille eri osa-alueiden energian käytön kehittymiselle.

Selvityksessä huomioidaan erilaiset ilmastotavoitteet - tärkeimpänä Suomen tavoite olla hiilineutraaliyhteiskunta vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen.

Selvityksessä ei aseteta vielä varsinaisia energiantuotannon tavoitteita, vaan tuotetaan tietoa mahdollisista kehityskuluista.

Energiantarve vuodelle 2050 on arvioitu seuraavista näkökulmista:

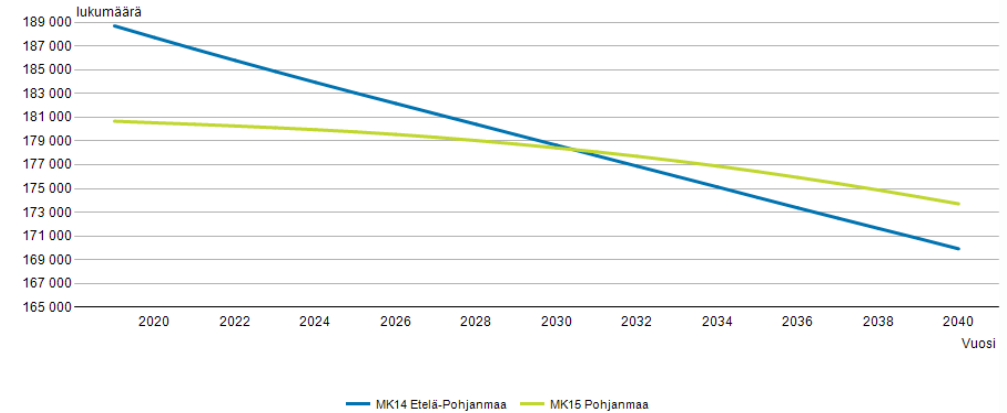
- Kokonaisenergiantarve
- Sähköntarve
- Lämmöntarve
- Päästökehitys valtakunnan tasolla

ENERGIAN TARVE 2050

ENERGIAN TARPEEN KEHITTYMINEN: OLETUKSIA JA EPÄVARMUUKSIA MAAKUNTIEN ENERGIAKULUTUKSEN KEHITTYMISEN TAUSTALLA

- Ympäristöministeriön Korjausrakentamisen strategian mukaisesti rakennusten (asuin ja muiden) lämmitystarpeen oletetaan vähentyvän 51 % vuoteen 2050 mennessä. Asuinrakennusten sähkönkäytön kehitykseen oletetaan vaikuttavan asukasmäärien kehitys Tilastokeskuksen ennusteen mukaisesti (kuva).
 - Väestömäärän vähentyminen ei kuitenkaan suoraan tarkoita talouksien määrän vähentymistä.
- Liikenteen energiankulutuksen oletetaan vähentyvän 43 % LVM:n Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 taustaoletusten mukaisesti. Toimenpideohjelma on muodostettu seuraavien tavoitteiden pohjalta:
 - 1) Henkilöautojen suoritteen eli ajoneuvokilometrien kasvu taittuu vuonna 2025, minkä jälkeen henkilöautojen suorite ei enää kasva.
 - 2) Liikennevälineiden uusiutuminen nopeutuu huomattavasti.
 - 3) Nestemäisten biopolttoaineiden osuus kaikista polttoaineista on 30 % vuonna 2030 ja 100 % vuonna 2045 kotimaisessa liikenteessä.
 - 4) Energiankulutuksen pienenemisestä johtuva CO₂ -päästöjen vähenemä on arviolta 50 prosenttia vuodesta 2017 vuoteen 2045. Energiankulutuksen väheneminen johtuu liikennesuorituksen vähenemisestä sekä liikennevälineiden energiatehokkuuden parantumisesta.
- Teollisuuden energian kulutuksen on oletettu pysyvän samalla tasolla. Oletettavaa, että sähkön käyttö teollisuudessa lisääntyy toimintojen sähköistyessä.
 - Vaikka esim. teollisuuden energiankulutuksen oletetaan pysyvän vakiona, suurimmat muutokset tapahtuvat energian sisällä (sähköistyminen lisää sähkönkulutusta ja vähentää lämmön kulutusta, tai lämmön tuotanto sähköistyy).

Väestöennuste 2019: Väestö 31.12. muuttujina Alue ja Vuosi. Yhteensä, Yhteensä, Väestö 31.12. (ennuste 2019).



Kuva: Väestöennuste maakunnittain 2020 -2040. **Lähde:** Tilastokeskus

Suomen kansallisen tason oletuksia voidaan hyvin hyödyntää asumisen energiantarpeeseen huomioiden maakuntien väestömäärän ennakoitu kehittyminen. Liikenteen energiankulutuksessa pääkaupunkiseudulla ja joillakin kasvukeskuksilla on erittäin suuri vaikutus Suomen tasolla - tarkastelluissa maakunnissa vain Vaasa ja Seinäjoki noudattanevat samansuuntaista liikenteen voimakkaasti laskevan energiankäytön kehityskulkua.

ENERGIAN TARVE 2050

ENERGIAKULUTUKSEN KEHITYSURAT SUOMESSA

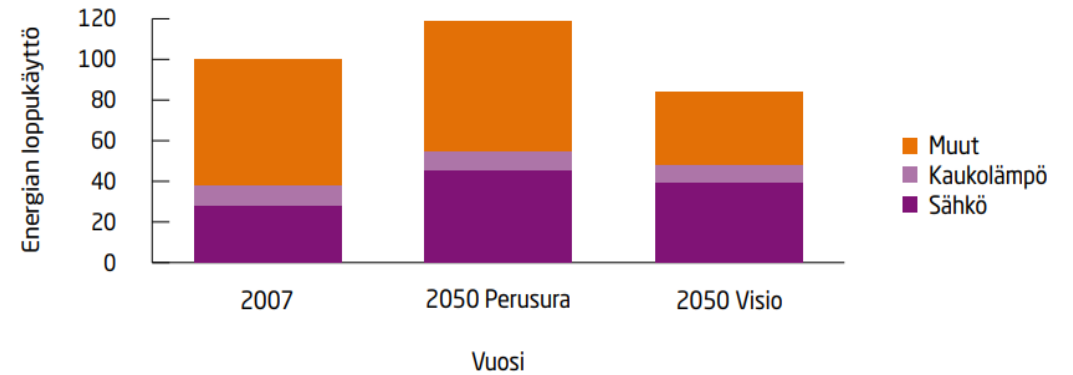
Työ- ja elinkeinoministeriön taustaraportissa (2017) kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030 on arvioitu, että energian loppukulutus ei perusskenaariossa kasva enää 2020-luvulla aktiviteetin ja talouskasvun reippaasta kehityksestä huolimatta vaan jää noin 315 TWh tasolle. Sähkön kulutus kasvaa 4 % ja teollisuuden lämmöntuotannon polttoaineiden käyttö 6 % vuosikymmenen aikana. Talokohtaiseen lämmitykseen ja liikenteeseen tarvittava energia puolestaan vähenee energiatehokkuustoimien ansiosta noin 6 % vuodesta 2020 vuoteen 2030. Energian kokonaiskulutus, eli primäärienergia, on alemassa kuvassa kuvattu pisteviivalla. Se sisältää loppukulutuksen lisäksi myydyin lämmön ja sähköntuotannon muuntohäviöt. Sähkön tuotantotavalla ja tuontisähkön määrällä on vaikutusta kokonaisenergian määrään. Perusskenaariossa energian kokonaiskulutus vaihtelee tulevana vuonna enemmän kuin loppukulutus.

Energiateollisuuden Haasteita ja mahdollisuuksia – sähkön ja lämmön hiilineutraalivisio 2050 -raportissa (2010) on arvioitu energiankulutuksen kehitysuria vuodelle 2050 Suomessa. Näiden lisäksi energian loppukäytön arvioidaan tehostuvan lento- ja raskaassa liikenteessä, työkonereissa ja teollisuuden prosesseissa yhteensä noin 20 prosenttia. Perusurassa energian käytön tehokkuus pysyisi vuoden 2007 tasolla.

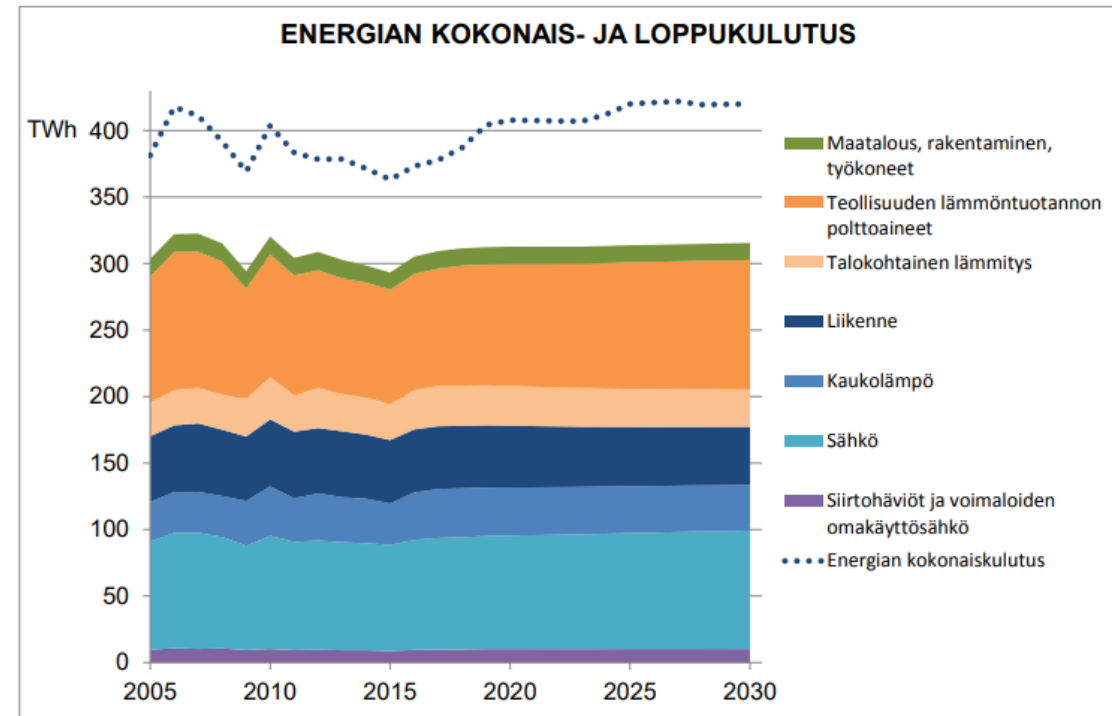
Selvityksessä on arvioitu, että:

- Sähkön osuus energian loppukäytöstä kasvaa nykyisestä 28 prosentista noin 46 prosenttiin.
- Kaukolämmön suhteellinen osuus kasvaa lievästi (11 prosenttiin), vaikka lämmöntarve rakennuksissa pienentyy.
- Sähkön ja kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt vähenevät noin 80 prosenttia samalla kun sähköä ja kaukolämpöä käytetään noin puolet enemmän.

Energiatehokkuuden parantumisen myötä energian loppukäyttö on 30 prosenttia pienempi kuin perusuralla (BAU). Perusuralla tarkoitetaan kehitystä, jossa energiatehokkuus sekä sähkön ja kaukolämmön tuotanto ja polttoaineet olisivat nykyiset eikä ydin- tai vesivoimaa voi rakentaa lisää.



Kuva: Energiateollisuuden energiankulutuksen ennuste vuodelle 2050. **Lähde:** Energiateollisuus, https://energia.fi/files/238/Hiilineutraali_visio_vuodelle_2050.pdf



Kuva: Energian loppu- ja kokonaiskulutus perusskenaariossa. **Lähde:** TEM: [Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030.](#) (päivitetty 2.2.2017)

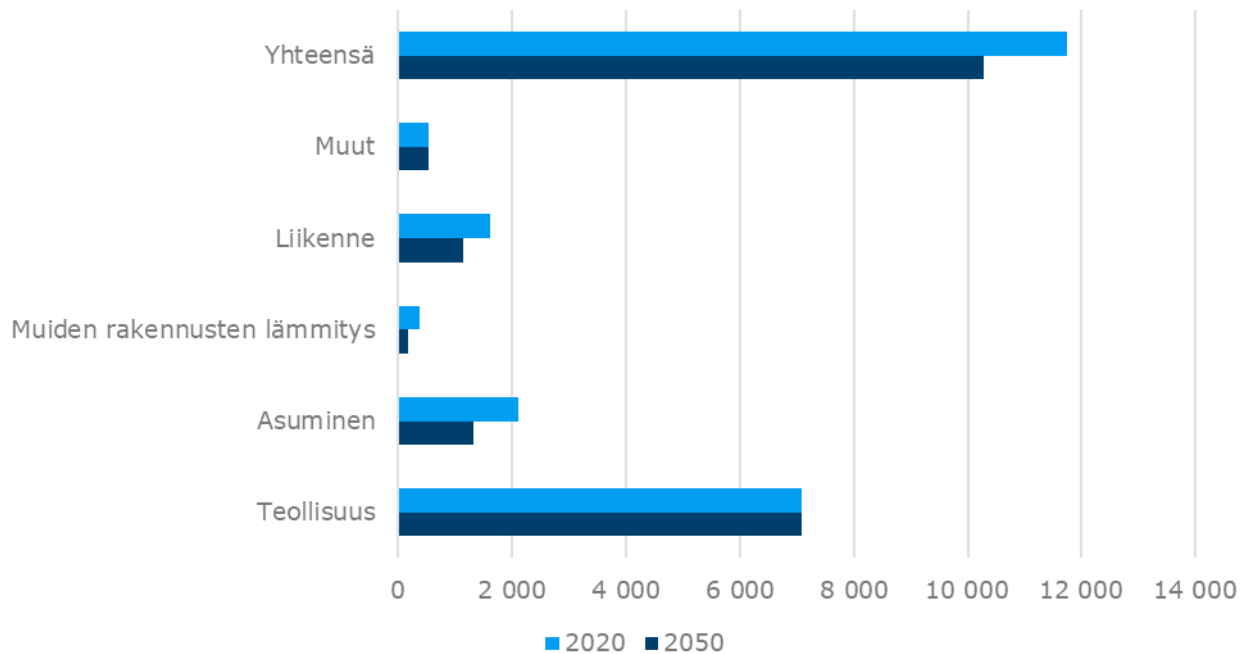
ENERGIAN TARVE 2050

SELVITYKSEN ENNUSTE ENERGIAN KOKONAISTARPEESTA MAAKUNNISSA 2050

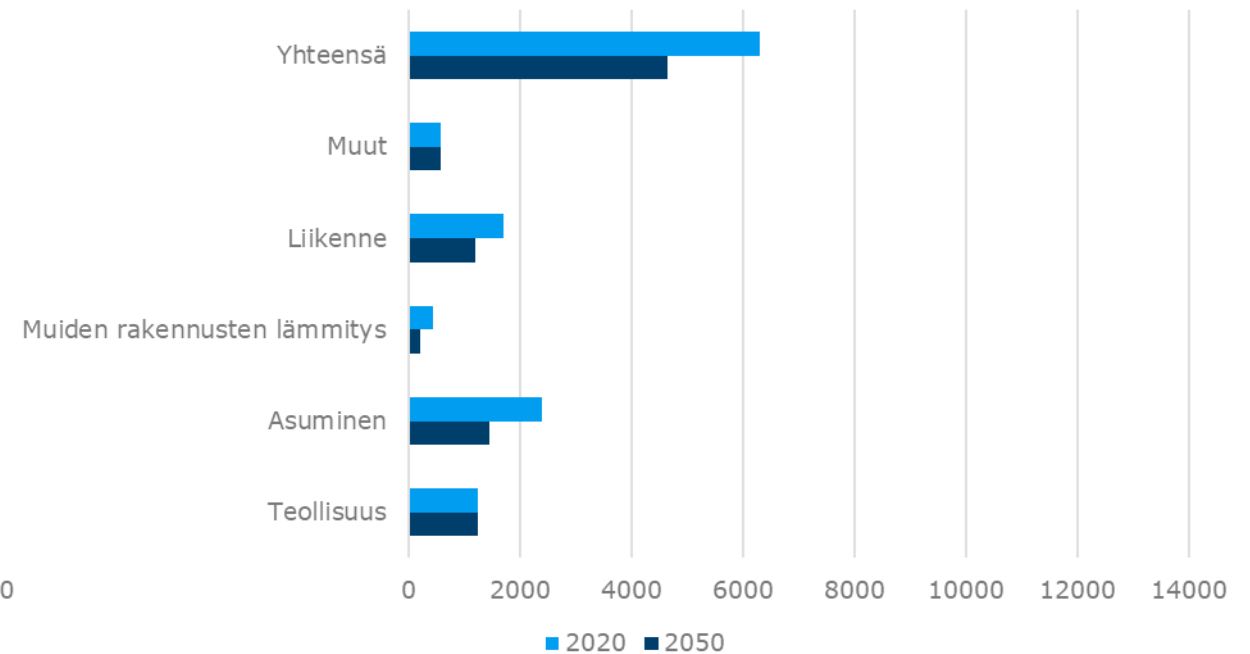
Laadittu ennuste energian tarpeen kehittymisestä perustuu seuraaviin oletuksiin

- Teollisuuden kokonaisenergiatarve pysyy ennallaan (sähköistyminen, kts. seuraava sivu)
- Liikenteen energiantarpeen kehittymisessä on sovellettu LVM:n Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045-raportin taustaoletuksia huomioiden kuitenkin että maakunnissa ei ole suurkaupunkeja, jolloin on otettu 30 % laskuvauhdiksi 43 %:n sijasta
- Asumisen, lämmityksen ja muun energiantarpeen kehitys noudattaa koko Suomen kehitystä suhteutettuna maakuntien väestömäärään ja sen kehityksen

Energian käytön jakautuminen Pohjanmaalla 2020 & 2050



Energian käytön jakautuminen Etelä-Pohjanmaalla 2020 & 2050



ENERGIAN TARVE 2050

SÄHKÖN TARPEEN KEHITTYMINEN SUOMESSA

Energia-alan hiilineutraaliustiekartassa vuodelta 2020 on arvioitu, että sähköistyminen tulee lisääntymään tulevina vuosina ja kasvattamaan sähkön tarvetta. Tiekartan oletuksena on, että vuonna 2010-luvulla sähkön käyttö on ollut noin 86 TWh.

Perusuran mukaisella kehityksellä vuonna 2030 sähkön tarve olisi noin 90 TWh, 2040 noin 100 TWh ja vuonna 2050 noin 105 TWh. Voimakkaan sähköistymisen kehitysuralla lähdettäisiin samalta tasolta (86 TWh), mutta vuonna 2030 kulutus olisi jo yli 100 TWh, 2040 noin 120 TWh ja vuonna 2050 noin 135 TWh.

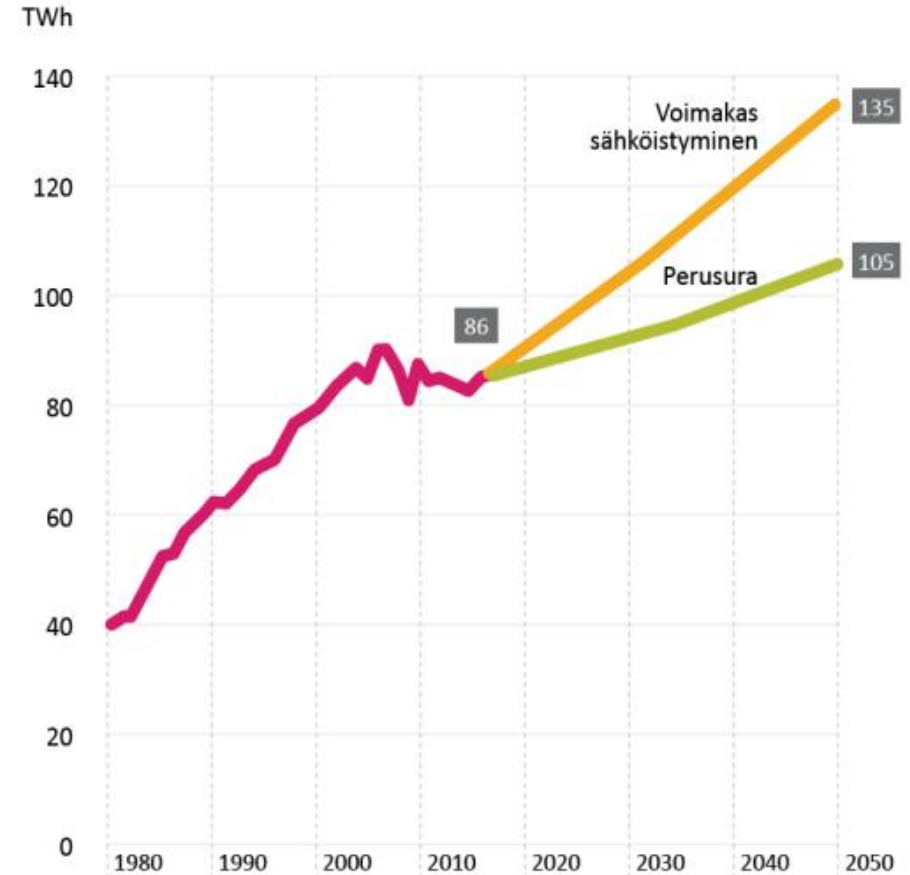
Energia-alan vähähiilisyystiekartan voimakkaan sähköistymisen skenaariossa oletetaan erityisesti teollisuuden sähköistyvän voimakkaasti.

Sähkön kulutuksen kehittyminen Suomessa voimakkaan sähköistymisen skenaariolla

| Koko Suomi (TWh/a) | Muut sektorit | Teollisuus | Häviöt | Yhteensä |
|--------------------|---------------|------------|--------|----------|
| 2017 | 42 | 40 | 4 | 86 |
| 2035 | 45 | 62 | 5 | 112 |
| 2050 | 50 | 80 | 7 | 137 |

Lähde: Energiateollisuus, https://energia.fi/files/238/Hiilineutraali_visio_vuodelle_2050.pdf

RAMBOLL



Kuva: Energia-alan vähähiilisyystiekartan ennuste sähkön tarpeen kehityksestä. Lähde: [Energia-alan vähähiilisyystiekartta](#).

ENERGIAN TARVE 2050

SELVITYKSEN ENNUSTE SÄHKÖN TARPEESTA MAAKUNNISSA 2050

Työ- ja elinkeinoministeriö on arvioinut, että Suomessa sähköntarve kasvaa 13,9 % vuoteen 2050 mennessä. Hyödyntäen samaa valtakunnallista arviota maakuntien nykyiseen energiantarpeeseen voidaan arvioida, että Etelä-Pohjanmaalla tarvitaan sähköä vuonna 2050 noin 2 830 000 GWh ja Pohjanmaalla noin 3 940 000 GWh.

Pohjoismaisen sähkön kulutuksen odotetaan nousevan noin 40 TWh:lla vuoteen 2030 ja edelleen noin 65 TWh:lla vuoteen 2050 mennessä. Merkittävimmät ajurit kulutuksen kasvun taustalla ovat digitalisoitumisen edellyttämän datakeskuskapasiteetin kasvu, liikenteen sähköistyminen ja teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavien prosessien sähköistäminen. Suomen sähkön kulutuksen on selvityksessä oletettu kasvavan 92 TWh:iin vuoteen 2030 mennessä ja edelleen 100 TWh:iin vuoteen 2050 mennessä. Suomalainen sähköntuotanto lisääntyy ydin- ja tuulivoimainvestointien myötä yli 30 TWh ensi vuosikymmenen loppuun mennessä. Kun kulutuksen kasvu on samaan aikaan noin viidennes tästä, laskee tuontisähkön tarve ja Suomesta tulee sähkön nettoviejä. Suomi säilyy sähkön nettoviejänä kunnes ydinkapasiteetin ikääntyminen 2040-luvun lopulla kääntää Suomen jälleen sähkön nettotuojaksi.

Sähkön tarpeen kehittymiseen vaikuttaa moni tekijä: eri energiaa kuluttavien alojen sähköistymisen vauhti (teollisuuden sähköistyminen, polttoon perustamattoman lämmöntuotannon yleistymisen, liikenteen sähköistyminen. Toisaalta mm. väestön vähentyminen voi vaikuttaa sähköntarpeeseen vähentävästi.

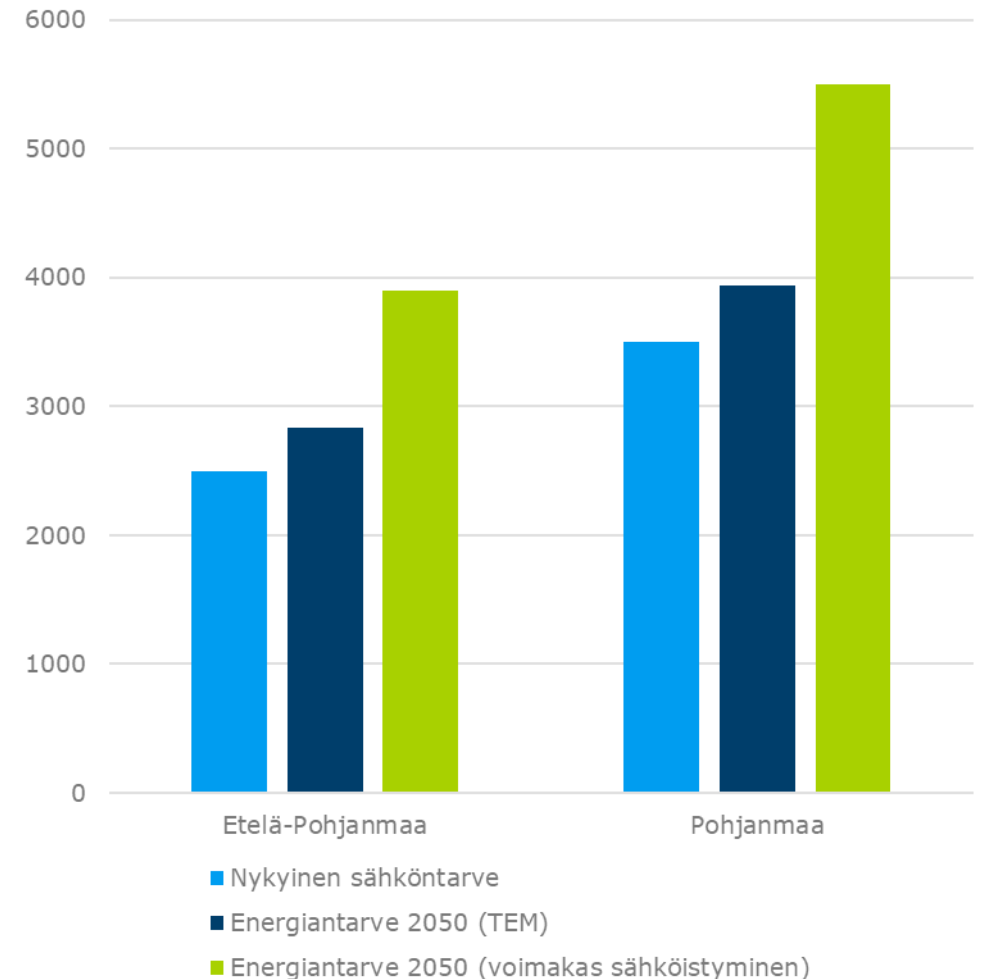
Energiatehokkuuden voidaan olettaa hillitsevän sähkön tarpeen kehitystä, mm. Euroopan Union tavoitteena on energiatehokkuuden parantuminen 32,5 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta.

Lähde: [Sähköntuotannon skenaariolaskelmat vuoteen 2050](#), Työ- ja elinkeinoministeriö

Laadittu ennuste sähkön tarpeen kehittämisestä perustuu seuraaviin oletuksiin:

- TEM: sähkön tarpeen kasvuennuste 13,9 %
- Voimakkaan sähköistymisen skenaario: sähkön tarpeen kasvuennuste + 56 %

Sähkön tarpeen kehittyminen (GWh)



ENERGIAN TARVE 2050

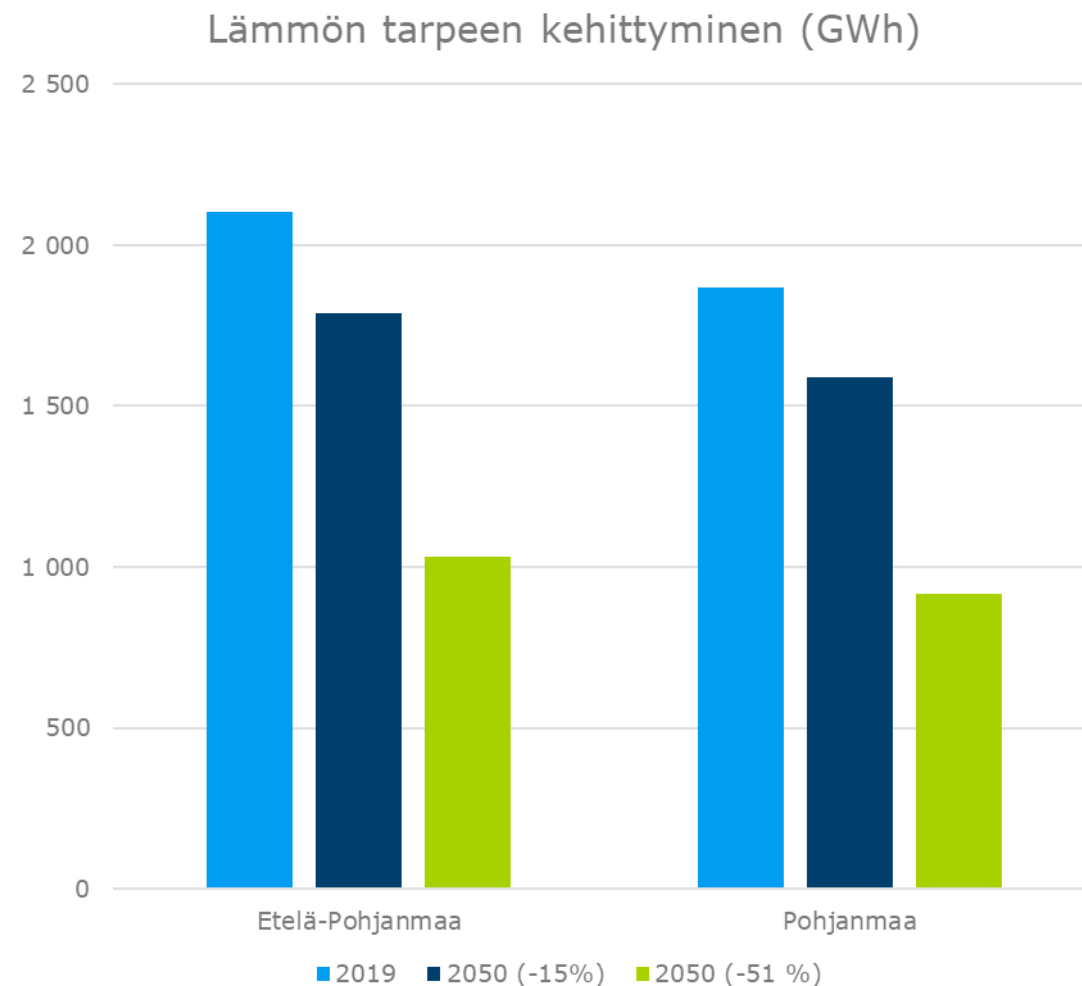
LÄMMITYSENERGIAN TARPEEN KEHITTYMINEN SUOMESSA JA ENNUSTE MAAKUNTIIN

Ilmatieteenlaitos on tutkimuksissaan mallintanut, että ilmaston muuttumisen takia lämmitysenergian kulutus pienenee noin 10 % vuoteen 2030, 15–18 % vuoteen 2050 ja 20–40 % vuoteen 2100 mennessä. Lämmitystekniikoiden kehityksen ansiosta lämmitysenergian kulutus voi pienentyä vielä enemmänkin. Sen sijaan jäähdytysenergian tarpeen arvioitiin kasvavan vuosisadan loppuun mennessä 40–80 %. Huomattavasta kasvusta huolimatta rakennusten jäähdyttämisen tarve pysyy kuitenkin melko pienenä lämmittämiseen verrattuna. Niinpä rakennusten kokonaisenergiankulutus lämmitykseen ja jäähdytykseen vähenee Ilmatieteenlaitoksen tutkimusten mukaan Suomessa 20–35 % vuosisadan loppuun mennessä.

Mikäli rakennusten (asuin ja muiden) lämmitystarpeen oletetaan vähentyvän 51 % vuoteen 2050 mennessä Ympäristöministeriön Korjausrakentamisen strategian mukaisesti voidaan Etelä-Pohjanmaalla arvioida lämmitysenergiatarpeen olevan noin 1030 GWh/v ja Pohjanmaalla noin 915 GWh/v vuonna 2050. Strategiassa otetaan huomioon sekä ilmastonmuutoksen vaikutukset että kiinteistöjen energiatehokkuuden parantuminen korjausrakentamisen edetessä.

Laadittu ennuste lämmitysenergian tarpeen kehittymisestä perustuu seuraaviin oletuksiin:

- Ilmastonmuutoksen edetessä lämmitysenergian kulutus pienenee -15 % vuoteen 2050 mennessä
- Lämmitysenergiatarve pienenee -51 % ilmastonmuutoksen sekä YM:n korjausstrategian (mm. energiatehokkuuden parantumisen) etenemisen perusteella

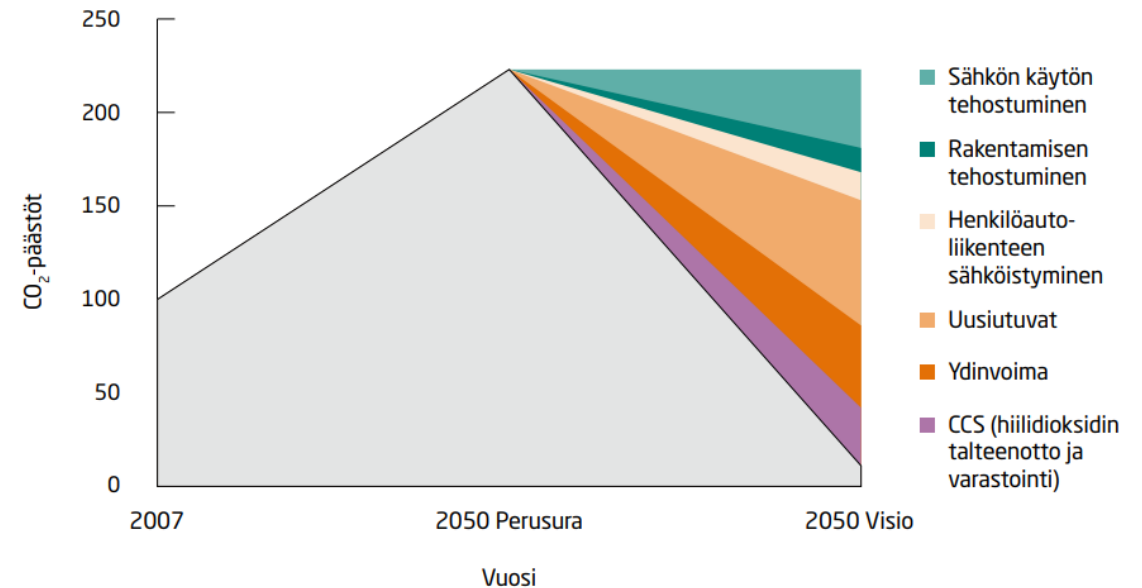


ENERGIAN TARVE 2050

PÄÄSTÖKEHITYS SUOMESSA VUOTEEN 2050 MENNESSÄ

Kuvassa on esitetty Energiateollisuuden näkemys valtakunnallisesta päästökehityksestä energiasektorilla ns. perusuralla ja 2050 visiolla. Tarkastellut päästöt sisältävät energiasektorin CO₂-päästöt (noin 70 prosenttia Suomen CO₂-päästöistä). Valtakunnallisena tavoitteena on energiasektorin vähähiilistyminen erilaisilla energiankäytön tehostamisilla ja tuotantorakenteen muutoksilla (fossiilisista uusiutuviin). Kuvassa on arvioitu eritoimenpiteiden päästövähennyspotentiaaleja, joilla perusuralta päästäisiin vision mukaiseen tavoitteeseen.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ja Suomen ympäristökeskus SYKE:n Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys (PITKO) -selvityksen tulosten mukaan Suomi voi saavuttaa 85–90 %:n päästövähennystavoitteen vuonna 2050 erilaisia polkuja pitkin. Kriittisiä tekijöitä ovat energian käytön tehostuminen yhteiskunnan kaikilla osa-alueilla, uusiutuvan energian merkittävä lisäys, energiajärjestelmän sähköistyminen sekä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin (CCS) käytettävyys bioenergian ja teollisuuden prosessien yhteydessä.



Kuva: Energiankäytön tehostumisen ja tuotantorakenteen muutosten vaikutukset CO₂-päästöihin. **Lähde:** Energiateollisuus

Valtakunnallisten ennusteiden perusteella molemmat maakunnat voivat saavuttaa päästövähennystavoitteen sekä päästöttömän energiajärjestelmän erilaisia kehityspolkuja pitkin.

YHTEENVETO ENERGIAN TARPEEN KEHITTYMISESTÄ 2020 - 2050

Energian kokonaistarve ja sen jakautuminen Etelä-Pohjanmaalla 2050

| GWh/a | 2020 | 2050 |
|-----------------------------|-------------|--------------|
| Teollisuus | 1234 | 1234 |
| Asuminen | 2 377 | 1 445 |
| Muiden rakennusten lämmitys | 425 | 208 |
| Liikenne | 1 705 | 1 194 |
| Muut | 564 | 564 |
| Yhteensä | 6305 | 4 644 |

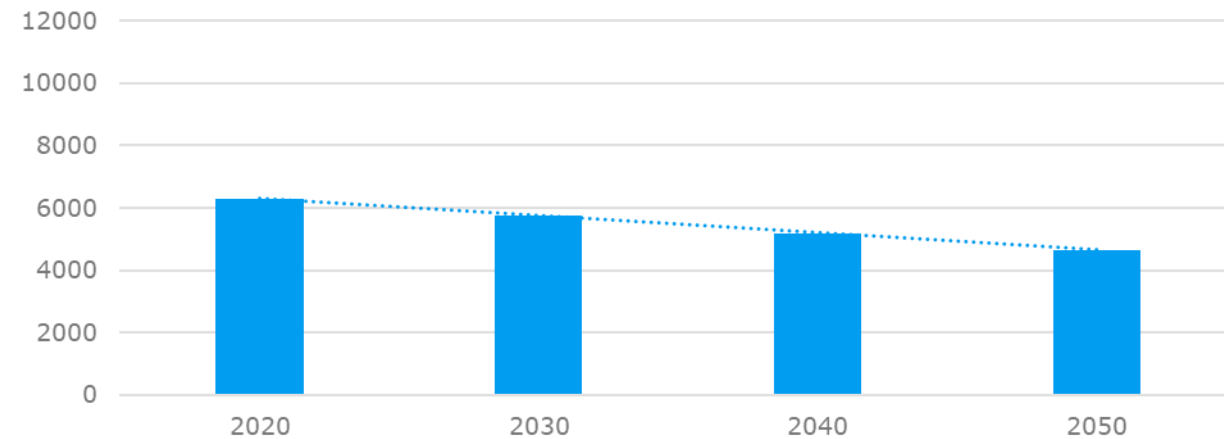
Energian kokonaistarve ja sen jakautuminen Pohjanmaalla 2050

| GWh/a | 2020 | 2050 |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| Teollisuus | 7 083 | 7 083 |
| Asuminen | 2 116 | 1 330 |
| Muiden rakennusten lämmitys | 375 | 184 |
| Liikenne | 1 625 | 1138 |
| Muut | 537 | 537 |
| Yhteensä | 11 736 | 10 271 |

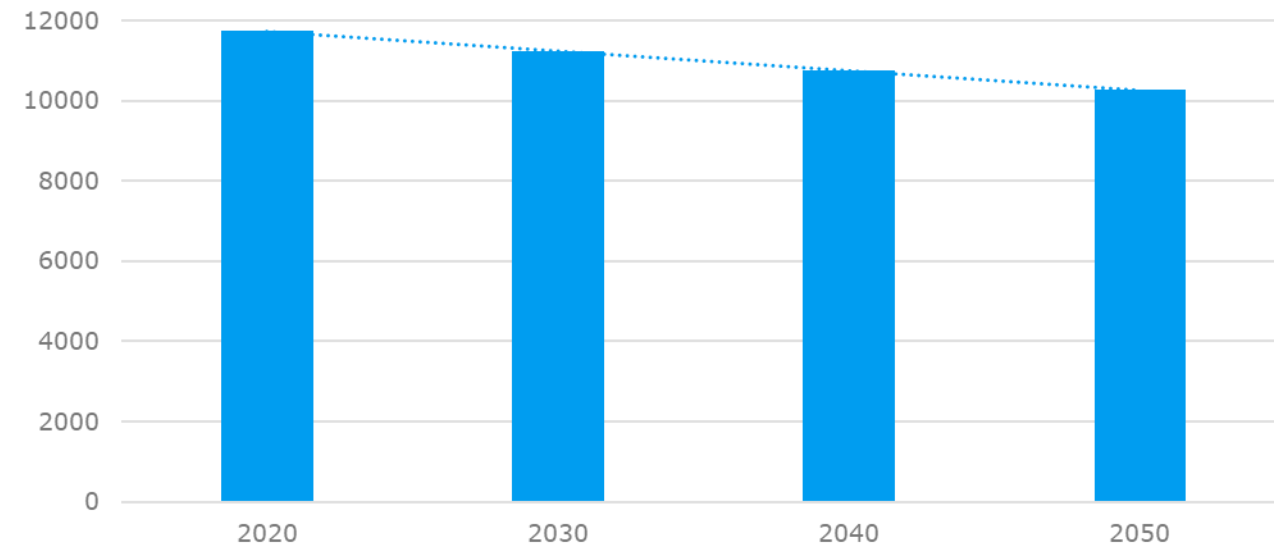
Kaaviokuvassa on esitetty energiatarpeen kehittyminen lineaarisen kehityksen pohjalta.

On kuitenkin todennäköistä, että jotkut muutokset painottuvat tarkastelujakson loppupäähän, uusien teknologioiden ja ratkaisujen kypsyessä kaupalliseen käyttövalmiuteen.

Energian tarpeen kehitys Etelä-Pohjanmaalla 2050



Energian tarpeen kehitys Pohjanmaalla 2050



4. VIREILLÄ OLEVAT ENERGIAHANKKEET

RAMBOLL



VIREILLÄ OLEVAT ENERGIAHANKKEET MAAKUNNITTAIN

TARKASTELUN TAVOITE JA TARKASTELUKEHIKKO

Kunkin esitellyn hankkeen yhteyteen on liitetty paneeli, jossa on kuvattu hankkeen merkitystä energajärjestelmän kehittämisessä.

| Hankkeen merkitys energajärjestelmän kehittämisessä |
|---|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen |
| Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon |
| Lämmön tai sähkön varastointi |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөөn |
| Muu tavoite |

Tarkastelussa on alussa molempia maakuntia koskevia hankkeita:

- Sähkön siirto
- Tuulivoima
- Liikenne

Maakunnittain on tehty muutamia kiinnostavia nostoja. Tarkastelu ei kata kaikkia vireillä olevia energiahankkeita, mutta pyrkii tekemään tärkeitä nostoja aiheen tiimoilta.

VIREILLÄ OLEVAT HANKKEET

SÄHKÖN SIIRTO: Fingridin kantaverkon visio 1/2021

Verkkovisiotyössä todetaan, että Suomen vuodelle 2035 asetettu hiilineutraaliustavoite voidaan saavuttaa kantaverkon näkökulmasta. Tavoitteen mahdollistaminen edellyttää merkittäviä investointeja kantaverkkoon seuraavan 15 vuoden aikana.






Vuoden 2035 tarpeisiin vastaavat verkkovahvistustarpeet on esitetty viereisissä kuvissa. Vasemmanpuolisessa kartassa on esitetty vahvistukset, jotka tarvitaan todennäköisimmin. A10 Kristiinankaupunki-Melo (Nokia) tarvitaan jo 2020-luvulla, mikäli alueen tuulivoimakapasiteetti kasvaa odotetusti.

Oikeanpuolimmaisessa kuvassa vahvistukset, jotka ovat osittain toisilleen vaihtoehtoisia ja joiden tarve riippuu tietystä kehityskulusta B10 Alajärvi-Seinäjoki, B11 Seinäjoki-Melo (Nokia) tarvitaan, jos Pohjanmaan tuulivoiman jatkuva kasvu sekä länsirannikolle syntyvä merituulivoima toteutuvat.

Johtoinvestointien lisäksi tarvitaan merkittävästi kompensointi- ja muuntajakapasiteettia.

Kuvassa on esitetty myös tunnistetut tarpeet uusille siirtoyhteyksille Ruotsiin ja Viroon vuoteen 2035 mennessä.

Kuva: Yleiskuva tunnistetuista verkkovahvistustarpeista vuodelle 2035.
Lähde: Verkkovisio 1/2021, Fingrid Oyj

-  Tarvitaan todennäköisesti
-  Tarve riippuu tietystä kehityskulusta / Ratkaisut vaihtoehtoisia toisilleen
-  Asiakashanke
-  Kolmas 400 kV AC -yhdysjohto Ruotsiin
-  Mahdollinen uusi rajasiirtoyhteys

Hankkeen merkitys energijärjestelmän kehittämisessä

Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen

Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen

Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta

Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi

Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen

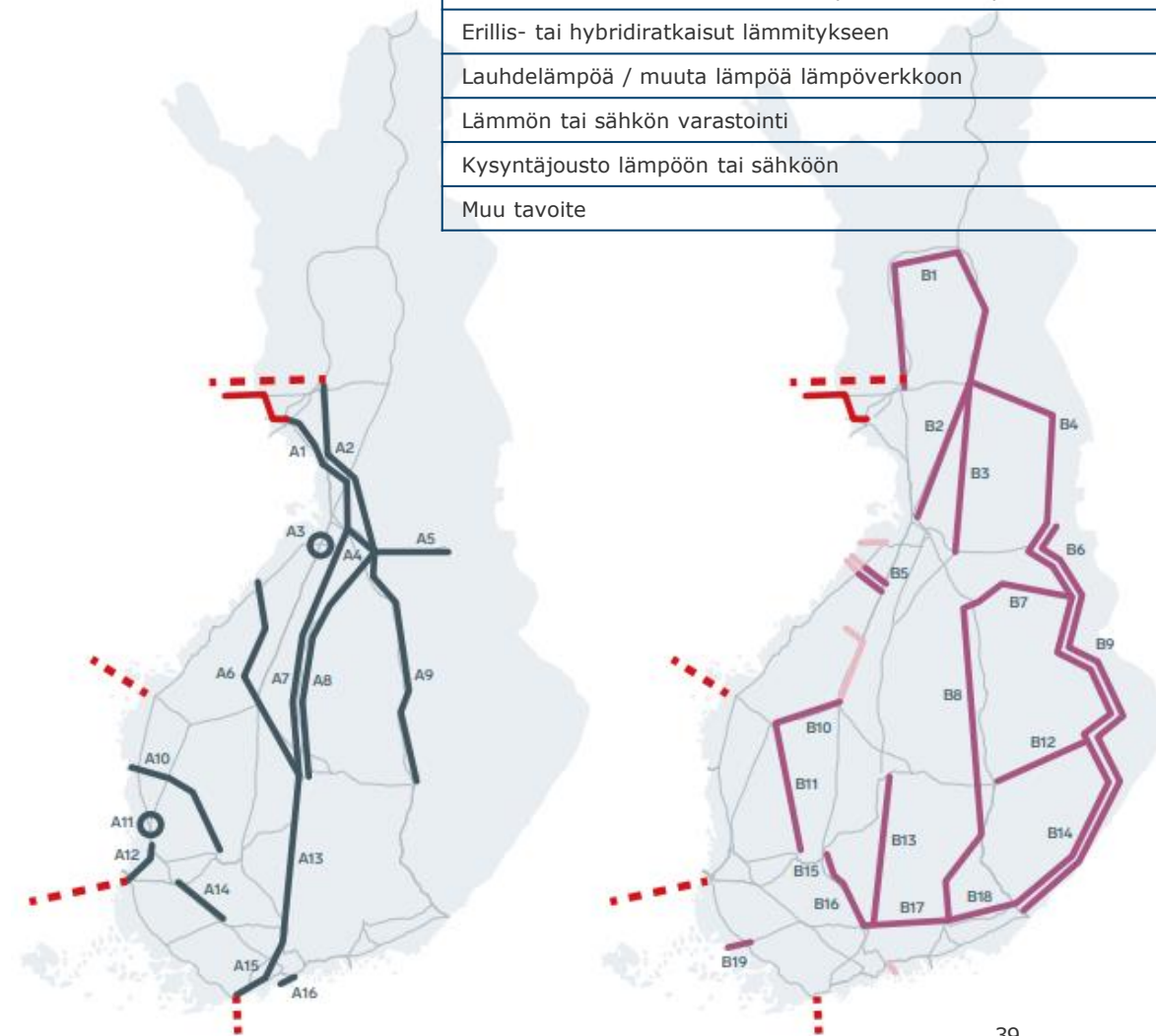
Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen

Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon

Lämmön tai sähkön varastointi

Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөөn

Muu tavoite



VIREILLÄ OLEVAT TUULIVOIMA-HANKKEET

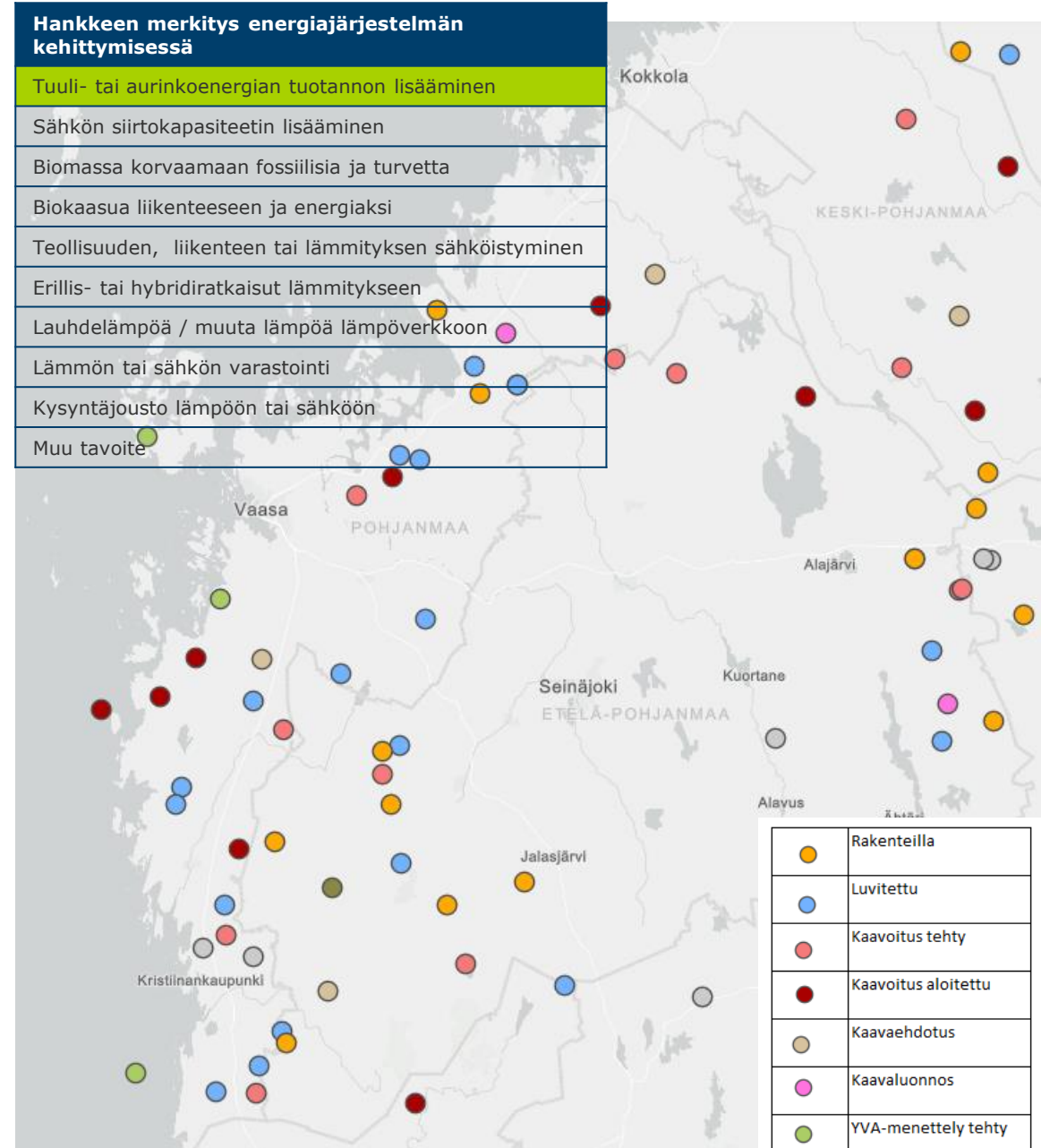
| Maakunnittain suunnitteilla olevat tuulivoimahankkeet | Projektit | Projektit % | MW | MW % | Voimalat | Voimalat % |
|---|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Pohjanmaa | 37 | 14,9 % | 3211 | 15,0 % | 617 | 13,8 % |
| Etelä-Pohjanmaa | 25 | 10,0 % | 2234 | 10,4 % | 393 | 8,8 % |
| Yhteensä koko Suomessa | 249 | 100 % | 21408 | 100 % | 4470 | 100 % |

Tuulivoimahankkeita Etelä-Pohjanmaalla on vireillä 25, joissa suunnitteilla 393 voimalaa ja hankkeiden teho 2 234 MW. Suunnitteluvaiheet vaihtelevat esiselvityksistä rakenteilla oleviin hankkeisiin, suunnitellut käyttöönottovuodet vaihtelevat 2021 ja 2025 välillä.

Tuulivoimahankkeita Pohjanmaalla on vireillä 37, joissa suunnitteilla 617 voimalaa ja hankkeiden teho 3 211 MW. Suunnitteluvaiheet vaihtelevat esiselvityksistä rakenteilla oleviin hankkeisiin, suunnitellut käyttöönottovuodet vaihtelevat 2021 ja 2030 välillä.

Hankkeen merkitys energiajärjestelmän kehittämisessä

| |
|---|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen |
| Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon |
| Lämmön tai sähkön varastointi |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөө |
| Muu tavoite |



Kuva: Vireillä olevat tuulivoimahankkeet. Värät kuvaavat eri suunnittelun vaiheita. **Lähde:** Tuulivoimayhdistys

LIIKENTEEN ENERGIANKÄYTTÖÖN LIITTYVÄT VIREILLÄ OLEVAT HANKKEET

Energiavirasto liikenteen infrastruktuurituen haussa molempiin maakuntiin on tulossa uusia biokaasun tankkausasemia. Linja-autojen sähkölatauspisteisiin ei kumpaakaan maakuntaan tullut hyväksytyjä tukipäätöksiä.

Traficomien tilastotietokannan mukaan 31.12.2020 Pohjanmaalla oli 323 kaasujoneuvoa ja Etelä-Pohjanmaalla 117.

Täyssähköajoneuvoja oli samana ajankohtana Pohjanmaalla 214 ja Etelä-Pohjanmaalla 229. Molemmissa maakunnissa määrät olivat kaksinkertaistuneet vuodessa.

Suurtehoisille latauspisteille tuli hyväksytyjä tukipäätöksiä molempiin maakuntiin.

| Hankkeen merkitys energiajärjestelmän kehittämisessä |
|--|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi (biokaasun tankkausasemat) |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen |
| Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon |
| Lämmön tai sähkön varastointi |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөөn |
| Muu tavoite |

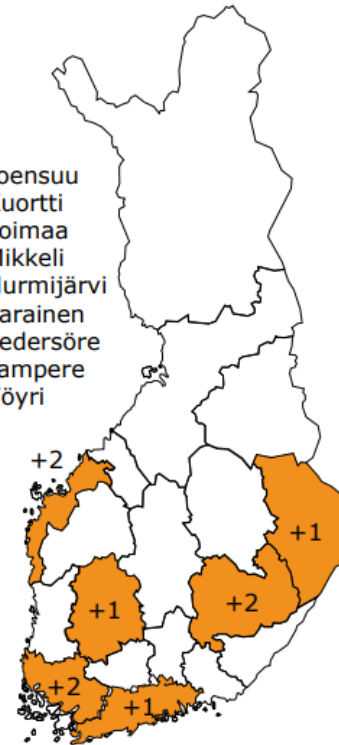


Lyhenne: LBG , Liquified biogas, Nesteytetty biokaasu

Hyväksytyt tukipäätökset 2019

9 kpl

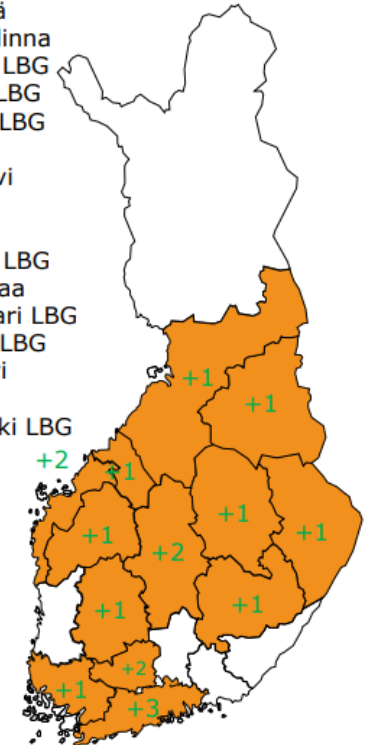
- Joensuu
- Kuortti
- Loimaa
- Mikkeli
- Nurmijärvi
- Parainen
- Pedersöre
- Tampere
- Vöyri



Hyväksytyt tukipäätökset 2020

18 kpl

- Alavus
- Forssa LBG
- Hyvinkää
- Hämeenlinna
- Joensuu LBG
- Kajaani LBG
- Kokkola LBG
- Kuopio
- Lapinjärvi
- Laukaa
- Lohja
- Naantali LBG
- Pertunmaa
- Pietarsaari LBG
- Pirkkala LBG
- Pyhäjärvi
- Vöyri
- Äänekoski LBG



Kuva: Hyväksytyt tukipäätökset biokaasuntankkausasemille. **Lähde:** Energiavirasto

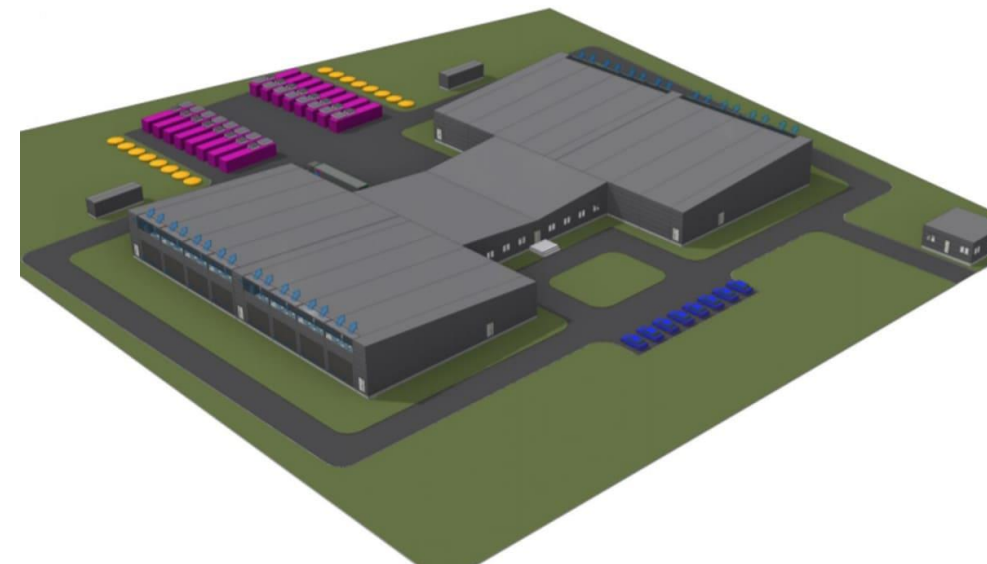
VIREILLÄ OLEVAT ENERGIAHANKKEET MAAKUNNITTAIN ETELÄ-POHJANMAA

Kiinteistö Oy DC Seinäjoki on hakenut työ- ja elinkeinoministeriöltä uuden energiateknologian ja suurten demonstraatioiden hankkeiden investointeihin 2021 tukea Seinäjoen Datakeskus -hankkeelle. Tukipäätökset on tarkoitus tehdä syksyllä 2021.

Nurmon keskitetty biokaasulaitos (Nurmon Bioenergia Oy) laitospohjainen konsepti on ensimmäinen alkutuotannon massavirtoja nesteytetyksi biokaasuksi (LBG) ja kierrätysravinteiksi jalostava laitos Suomessa, mahdollisesti jopa ensimmäinen maailmassa. Rakennustyöt käynnistetään, kun LBG:n myynnin esisopimukset saadaan kasaan.

Seinäjoen Energia Kapernaumin uusi kaukolämpökattila 50 MW. Uusi kattila mahdollistaa polttoaineiden laajan käytön ja uusiutuvien polttoaineiden käytön lisäämisen tuotannossa.

EPV Energiaolla on suunnitteilla Suomen suurin aurinkopuistohanke Lapualla Heininevan turvetuotantoalueelle. Kaikkiaan 170 hehtaarin turvesuosta aiotaan ottaa aurinkovoimalan tarpeisiin 140 hehtaarin ala, johon tulisi 300 000–400 000 aurinkopaneelia, 80 – 100 MW.



Kuva: Havainnekuva Seinäjoen datakeskuksesta YLE:n uutisesta 2020, <https://yle.fi/uutiset/3-11568804>

| Hankkeen merkitys energijärjestelmän kehittämisessä |
|---|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen (Heinineva) |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta (Kapernaum) |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi (Nurmo) |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen |
| Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon (Seinäjoki) |
| Lämmön tai sähkön varastointi |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөөn |
| Muu tavoite (Heinineva, turvetuotantoalueen uusi käyttö) |

VIREILLÄ OLEVAT ENERGIAHANKKEET MAAKUNNITTAIN

POHJANMAA

Wärtsilä Finland, Vaasan Sähkö, EPV Energia ja Vaasan kaupunki ovat solmineet aiesopimuksen, jonka tavoitteena on rakentaa yhdessä ns. Power-to-X-to-Power -järjestelmä Vaasaan. Järjestelmä tuottaa uusiutuvasta energiasta vetyä, joka varastoidaan ja myös jatkojalostetaan. Varastoitua vetyä voidaan hyödyntää sekä energiantuotannossa että liikenteessä. Ratkaisu ei kuitenkaan rajaudu pelkästään vedyn käyttöön – termin X-kirjaimella viitataan myös muihin synteettisiin eli e-polttoaineisiin kuten esimerkiksi synteettiseen metaaniin, metanoliin ja ammoniakkiin.

Työ- ja elinkeinoministeriö on tehnyt ensimmäiset päätökset kivihiilen energiakäytöstä luopumista nopeuttavien hankkeiden investointituesta. Vaasan Sähkö Oy:lle myönnettiin 1 857 700 euroa lämmön talteenottoon Pättin jätevedenpuhdistamon jätevedestä ja 860 000 euroa lämmön talteenottoon Wärtsilä Smart Technology Hubin moottorien koeajon hukkalämmöistä. Hankkeet ovat osa laajempia suunnitelmia, joilla Vaasan seudulla siirrytään nopeutetulla aikataululla pois kivihiilen käytöstä. Kyseisen tuen saajat toteuttavat myös muita toimenpiteitä, jotta kivihielestä voidaan luopua vuoteen 2025 mennessä.

Westenergyllä on käynnissä paljon erilaisia hankkeita: mm. hiilineutraalin jätehuollon logistiikkaselvitys sekä hiilidioksidin talteenoton, hyötykäytön ja varastoinnin selvittäminen, pilotointi ja demonstrointi jäte-energia-alalla.

EPV Energia investoi lämpövarastoon Pohjanmaalla: syväälle kallioon louhittu entinen öljyvarasto muuntui Vaasassa lämpövarastoksi. Vaskiluodon Voima Oy on Pohjolan Voima Oy:n ja EPV Energia Oy:n yhdessä omistama alueellinen voimayhtiö. Vaasan Sähkö Oy taas on EPV Energia Oy:n suurin omistaja.

EPV Energia Oy on hakenut työ- ja elinkeinoministeriöltä uuden energiateknologian ja suurten demonstraatioiden hankkeiden investointeihin 2021 tukea skaalautuvan aurinko- ja tuulisähkön varastointi ja käyttö -hankkeelle. Tukipäätökset on tarkoitus tehdä syksyllä 2021.

| Hankkeen merkitys energijärjestelmän kehittämisessä |
|--|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen |
| Lauhelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon (Vaasan Sähkö, hukkalämmöt) |
| Lämmön tai sähkön varastointi (Power-to-X, lämpövarasto) |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähkөөn |
| Muu tavoite |

YHTEENVETO TARKASTELLUISTA HANKKEISTA

Kehitys-, tutkimus- ja selvityshankkeet (katsaus erilaisiin hankkeisiin)

- Kiertotalousselvitys Kristiinankaupungissa
- CERM-hanke Pohjanmaalla
- MTK ja Thermopolis: Hajautetun biokaasun tuotannon selvityshanke
- VAMK: Hiilineutraalit yritykset –hanke
- VAMK: Tulevaisuuden sähköverkot –hanke
- Thermopolis: ZeroCO2 – lähes nollapäästöisten rakennusten kehittäminen poliittisten ratkaisujen avulla
- Alavuden ja Kuortaneen biokaasun selvityshanke
- Vaasan yliopistolla paljon erilaisia energiatutkimushankkeita
- Maaseudun muuttuva energiantuotanto –hanke
- FAIR – sähkölentoliikenteen kehittämishanke
- Biokaasun mahdollisuudet Pohjanmaalla –hanke
- Hevoselännän polttokäytön ja potentiaalin selvityshanke Etelä-Pohjanmaalla
- Pohjoisen vetylahden kehittäminen, BotH2nia -hanke (Click Innovation)
- Maatalouden biomassakartoitus Rannikkopohjanmaalla

| Yhteenvettoa vireillä olevista hankkeista | |
|---|--|
| Tuuli- tai aurinkoenergian tuotannon lisääminen | Molemmissa maakunnissa paljon hankkeita vireillä tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon lisäämiseen. |
| Sähkön siirtokapasiteetin lisääminen | Fingridin visiosta on havaittavissa panostukset maakuntien sähkönsiirtokapasiteettien lisäämiseksi tuulivoimainvestointien takia. |
| Biomassa korvaamaan fossiilisia ja turvetta | Kauko- ja aluelämpölaitoksilla investointisuunnitelmia uusiin kattiloihin sekä mm. savukaasupesureihin. |
| Biokaasua liikenteeseen ja energiaksi | Paljon selvityshankkeita teemaan liittyen sekä investointeja biokaasun tuotannon lisäämiseksi. Molempiin maakuntiin tulossa lisää biokaasuntankkausasemia. |
| Teollisuuden, liikenteen tai lämmityksen sähköistyminen | Investointeja sekä selvityshankkeita molemmissa maakunnissa, liikenteen sähköistyminen vielä alkutekijöissään. |
| Erillis- tai hybridiratkaisut lämmitykseen | Pienempimuotoisia kiinteistökohtaisia hankkeita on, vaikka eivät nouse tälle listalle |
| Lauhdelämpöä / muuta lämpöä lämpöverkkoon | Hukkalämpöjen hyödyntämiseen liittyviä investointeja ja hankkeita vireillä. |
| Lämmön tai sähkön varastointi | Lämpövarastointiin liittyviä investointeja, sähkön varastointiin vähemmän. |
| Kysyntäjousto lämpöön tai sähköön | Varastointihankkeet tukevat tätä |
| Muu tavoite | Kivihillestä luopumiseen haettu ja saatu tukea työ- ja elinkeinoministeriöstä. |
| Tutkimus ja kehitys | Paljon tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä korkeakouluissa, kehitysyhtiöissä, energiaklusterissa että seutu- ja kaupunkivetoisesti. |

5. KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT ULKOISET TEKIJÄT (MUUTOSVOIMAT)

RAMBOLL



ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT ULKOISET TEKIJÄT (MUUTOSVOIMAT)

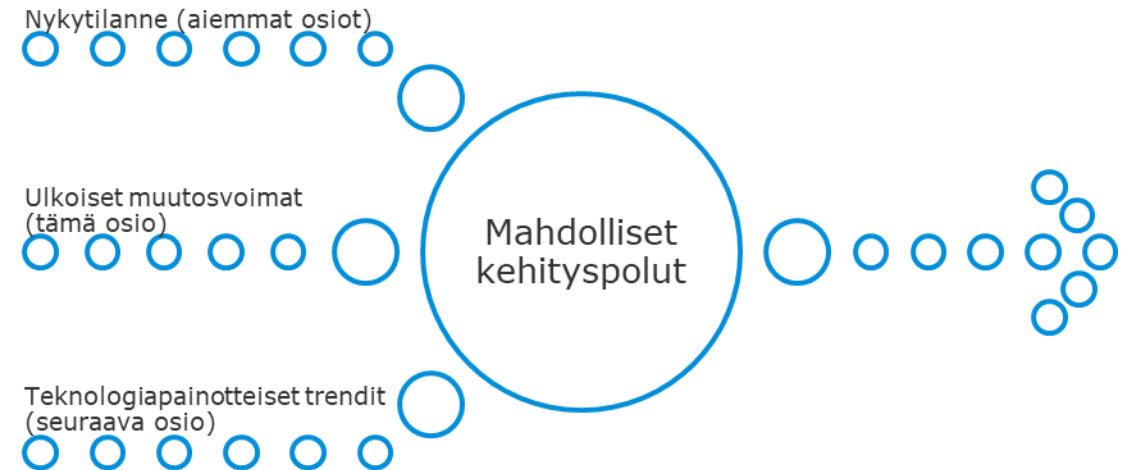
TARKASTELUN TAVOITTEET JA TARKASTELUKEHIKKO

Aiemmissa osioissa on tarkasteltu Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan nykytilannetta ja meneillään olevia kehityshankkeita. Tässä osiossa tarkastellaan energiamuotojen ja energiajärjestelmän kehitykseen vaikuttavia ulkoisia tekijöitä, jotka voidaan myös nimetä muutosvoimiksi.

Energiantuotannon ja energiajärjestelmään vaikuttavia teknologiakehitykseen liittymättömiä keskeisiä muutosvoimia ovat mm. poliittiset linjaukset ja tukien kehitys, lainsäädäntö, alueelliset erityispiirteet ja ilmastositoumukset. Näitä tekijöitä on tässä tarkastelussa kuvattu ja ryhmitelty PESTLE-mallilla. PESTLE-lyhenne tulee sanoista Political, Economic, Sociological, Technological, Legal ja Environmental, jotka sanoina ryhmittelevät toimialaan kohdistuvia ulkoisia muutosvoimia. Tunnistetut muutosvoimat on ryhmitelty kahteen luokkaan: tiedetty trendimuotoinen kehitys (vaikutus 2020-2030) ja epävarmuudet (vaikutus noin 2025 jälkeen). Muutosvoimien arvioidut vaikutukset energiajärjestelmään on koottu kunkin sivun alaosaan.

Teknologiapainotteiset trendit on kuvattu seuraavassa luvussa, niitä ei ole käsitelty tässä, joten tarkastelu supistuu PESTLE-tarkastelun sijasta PESLE-tarkasteluksi.

Lopussa esitetään yhteen vetäviä ennusteita ulkoisten muutosvoimien vaikutuksista lämpö- ja sähköjärjestelmiin sekä liikenteen energiankäyttöön.



ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT – POLIITTINEN KEHITYS

| Keskeiset vaikuttavat tekijät (muutosvoimat) | Keskeiset epävarmuudet |
|--|--|
| <p>Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030 (hyväksytty vuonna 2016)</p> <ul style="list-style-type: none">• Uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020-luvulla• Jätteen ja sivuvirtojen hyödyntämistä lämmön ja sähkön tuotannossa sekä liikenteen polttoaineena edistetään• Suomi luopuu kivihiiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä• Energiaverotuksella kannustetaan käyttämään CHP (sähkön ja lämmön yhteistuotanto) ja lämmön erillistuotannossa metsähaketta ja metsäteollisuuden sivutuotteita.• Turpeen verotuksella pyritään varmistamaan turpeen kilpailukyky bio- ja fossiilisten polttoaineiden välissä• Biokaasun tuotanto ja käyttö kasvaa ja biokaasun ympärille kehittyvä kasvavaa suomalaista liiketoimintaa• Liikenteen päästöjä vähennetään vuoteen 2030 mennessä noin 50 prosenttia verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen.• Liikenteen biopolttoaineiden energiasisällön osuus tieliikenteen polttoaineesta nostetaan 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä <p>Marinin hallituksen valmistelema uusi ilmasto- ja energiastrategia Toimialojen vähähiilisyystiekartat ja fossiilittoman liikenteen tiekartta Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 (työryhmän loppuraportti, ehdotus)</p> <ul style="list-style-type: none">• Tavoitteena noin 670 000 sähköautoa ja noin 130 000 kaasuautoa v. 2030 ja noin 2 miljoonaa sähköautoa ja noin 250 000 kaasuautoa v. 2045.• Nestemäisten biopolttoaineiden osuus polttoaineista on 30 % vuonna 2030 ja 100 % vuonna 2045 kotimaisessa liikenteessä. <p>Etelä-Pohjanmaan maakuntaohjelma</p> <ul style="list-style-type: none">• Vuonna 2040 energiantuotanto pohjautuu vahvasti uusiutuviin lähteisiin ja energiatehokkuuteen.• Maakunnassa tavoitellaan omavaraisuutta sähkön ja lämmön tuotannossa. <p>Pohjanmaan maakuntaohjelma: Tavoitteena on, että vuonna 2040 maakunnassa on</p> <ul style="list-style-type: none">• Hiilidioksidineutraali sähkön- ja lämmöntuotanto sekä liikenne• Omavarainen ja uusiutuvaan energiaan pohjautuva energiantuotanto <p>Pohjanmaan innovaation ja kasvun strategia 2019–2022: Älykäs erikoistuminen. Priorisointialueita:</p> <ul style="list-style-type: none">• Energiateknologia ja uusiutuvan energian järjestelmäratkaisut• Kiertotalous ja hiilineutraali talous <p>Pohjanmaan ilmastostrategia – Energiarannikko 2040. Päättävöite: Kestävä energiajärjestelmä, Toimenpiteet:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lisääntynyt energiatehokkuus ja vähentynyt energiankulutus• Älykkäät sähköverkot hajautetun sähköntuotannon mahdollistamiseksi• Biopolttoaineasemien verkosto | <p>Valmisteilla olevat EU:n ilmastotavoitteet ja Ilmastolaki: ”nettopäästötavoitteet” 2030 -> hiilinielujen huomiointi laskentatapa, hiilinielulaskennan vaikutus metsätalouteen ja puun energiakäyttöön, liikenteen päästövähennystavoitteet</p> <p>EU:ssa valmisteilla oleva päästökaupan (ETS) uudistus: päästökaupan laajentaminen liikenteeseen</p> <p>EU:n liikenteen vähäpäästöisiä ratkaisuja koskeva poliittisvetoinen kehitys, erityisesti raskas liikenne (kaasu – vety – sähkö)</p> <p>Kansallisten huoltovarmuusvaatimusten kehittyminen polttoaineiden osalta</p> |



Hiilen käyttö loppuu kokonaan ja turpeen käyttö vähenee merkittävästi tai loppuu kokonaan energiantuotannossa. Puupolttoaineen osuus CHP- ja lämmöntuotannossa kasvaa merkittävästi ja biokaasun jonkin verran. Henkilöautoliikenne siirtyy sähköön, raskas liikenne sähköön ja (bio)kaasuun, myöhemmin myös vetyyn. Rakennusten öljylämmitystä korvataan muilla lämmitysmuodoilla. Pohjanmaasta kehitetään CO₂-neutraali, Vaasasta vahvistuva energiateknologian keskus. Etelä-Pohjanmaalla kehittämisen fokuksessa paikalliset polttoaineet ja omavaraisuus.

ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT – TALOUDELLINEN KEHITYS

| Keskeiset vaikuttavat tekijät (muutosvoimat) | Keskeiset epävarmuudet |
|---|---|
| <p>Kansallinen ja maakunnallinen taso</p> <ul style="list-style-type: none">• Tuuli- ja aurinkoenergian markkinaehtoistuminen ja kilpailukyvyyn kasvu• Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen siirtyminen sähköön -> sähkön kysynnän kasvu, sähköstä riippuvuuden kasvu• Datakeskushankkeissa ja laitosinvestoinneissa huomioidaan alusta lähtien hukkalämpöjen hyödyntäminen• Lämpövarastoille haetaan kustannustehokkaita sijoituspaikkoja muusta käytöstä poistuvista rakenteista (luolat ym.)• Perinteisen ydinvoimatuotannon kustannusten muuttuminen suhteellisesti epäedullisemmaksi (rakennuskustannukset)• Sähkön markkinahinnan suuret vaihtelut ja halvan sähkön kausien esiintulo hintaprofiilissa• Päästöoikeuden hinnan merkittävä nousu, joka vaikuttaa merkittävästi fossiilisten polttoaineiden ja turpeen kilpailukykyyn• Energiaverotuksen uudistaminen, mikä vähentää fossiilisten polttoaineiden ja turpeen kilpailukykyä• Uusien / päästöttömien ratkaisujen taloudelliset tuet päätetään teknologianeutraaleissa kilpailuissa - hintakilpailu <p>Maakunnallinen taso</p> <ul style="list-style-type: none">• Vahvan yrittäjyysperinteen jatkuminen, koskien sekä Pohjanmaata että Etelä-Pohjanmaata• Pohjanmaan teollisuuden kehittyminen entisestään: Pohjanmaa on Suomen teollistunein maakunta, viennin osuus 74 % (Etelä-Pohjanmaalla 21 %). Pohjanmaan teollinen kilpailukyky on arvioitu maan kolmanneksi parhaimmaksi• Vaasan energiaklusterin kehitys maakunnan veturina: Pohjoismaiden merkittävin energiateknologiateollisuuskeskittymä, jonka yhteenlaskettu liikevaihto on noin 4 miljardia euroa ja joka työllistää yli 10 000 ihmistä. Osuus koko maan energiateknologian viennistä on noin 30 % ja kaikesta teknologiaviennistä noin 12 %.• Kotimaisen ruoan kysynnän kasvu ja sitä myötä elintarviketeollisuuden volyymin kehitys (todennäköisesti kasvava)• Maatilojen lukumäärän väheneminen ja tilakoon kasvu (vaikutus suuri Etelä-Pohjanmaalla) – ”teollistuminen”• Puutuoteteollisuuden positiivinen kehitys puurakentamisen myötä (vaikutus suurta erityisesti Etelä-Pohjanmaalla, mutta myös Pohjanmaalla)• Sektori-integraation (sektorikytkentöjen) kehittyminen ja sitä kautta niiden edistymisen vauhti<ul style="list-style-type: none">• energia – teollisuus (erityisesti Pohjanmaalla)• energia – maatalous (erityisesti Etelä-Pohjanmaalla)• energia – liikenne (sähköinen liikenne, kaasu/vety raskaassa liikenteessä ja meriliikenteessä) | <p>Miten nopeasti talous siirtyy kasvu-uralle koronan jälkeen</p> <p>Ydinvoiman osuus energiasäätelyjärjestelmässä – esim. toteutuuko Hanhikivi1</p> <p>Jatkuuko yrittäjyyden perinne maakunnissa sukupolvien yli ?</p> <p>Teollisuuden kilpailukyvyyn säilyminen: Mikäli Pohjanmaan/Vaasan teollisuus ei pärjää, globaalit yritykset voivat siirtää tuotantoa muualle.</p> <p>Pietarsaaren seudun teollisen aktiviteetin ja rakenteen kehitys</p> <p>Uusiutumiskyky suurteollisuutta palvelevien (Pohjanmaa) ja kuluttajatuotteita tekevien (Etelä-Pohjanmaa) pk-yritysten piirissä</p> <p>Pohjanmaan satamien liikenteen merkitys energiamuutoksessa: volyymit, ympäristö-ystävälliset polttoaineet (LNG, vety)</p> |

Energia-alan merkitys talouden kasvun ajurina vahvistuu. Sähkön siirto- ja jakeluverkon kapasiteetin, ominaisuuksien ja rajaliitännöiden merkitys kasvaa. Sähkön kysynnän kasvu yhdistettynä tuotantovolyymin ja markkinahinnan vaihteluihin luo tarpeen tätä tasaaville lämpövarasto-, power-to-x- ja sähkövarastoratkaisuille.

Lämpöverkkojen lisääntyvä kaksisuuntaisuus eri lämmönlähteineen vahvistaa lämpövarastojen tarvetta. Päästöoikeuden hinnan nousu voimistaa siirtymää päästöttömään energiantuotantoon. Vaasan energiaklusterin kehityksen tukemisella on suuri merkitys Pohjanmaalla, seudullisilla kokeilu- ja pilotointialustoilla voi olla tässä suuri rooli. Etelä-Pohjanmaan kasvavista ja monipuolistuvista maataloista voidaan kehittää kiertotalous- ja energiateollisuutta, joissa on biokaasu- ja ravinnetuotantoa ja metsäperäisen energian ratkaisuja. Energia-alan sektori-integraatiolla teollisuuden, liikenteen ja maatalouden kanssa on merkittävä muutosvaikutus tulevaisuuden energiasäätelyjärjestelmään

ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT – YHTEISKUNNALLINEN KEHITYS

| Keskeiset vaikuttavat tekijät (muutosvoimat) | Keskeiset epävarmuudet |
|--|--|
| <p>Etelä-Pohjanmaa</p> <ul style="list-style-type: none">Väestö vähenee, asutus on muuta maata keskimääräistä hajautuneempaa ja taajama-aste on alhaisempi. Maakuntakeskus Seinäjoella on ollut Suomen tasolla nopea suhteellinen väestönkasvu, ja tämä kehitys jatkunee | <p>Tyhjeneekö maaseutu vai syntyykö sinne uutta toimintaa?</p> <p>Seinäjoen kehittyminen ja kasvu kansallisesti merkittävänä maakuntakeskuksena – miten jatkuu</p> |
| <p>Pohjanmaa</p> <ul style="list-style-type: none">Väestö kasvaa - tosin hyvin vähän - Suupohjan rannikkoseutua lukuun ottamatta koko Pohjanmaan alueella. | |
| <p>Väestörakenteen kehitys</p> <ul style="list-style-type: none">Väestön ikääntyminen erityisesti kasvukeskusten ulkopuolellaEnergia-alalla ja teknologiateollisuudessa osaavan työvoiman puute | |
| <p>Aluekehitys</p> <ul style="list-style-type: none">Väestön ja yritystoiminnan keskittyminen kasvukeskuksiin (Vaasa, Seinäjoki), joihin syntyy energiankäytön keskittymiäEnergiaälykkäät ja omavaraiset teollisuus- ja asuinalueet ja asukkaiden energiayhteisöt, energiaosuuskunnat yms. lisääntyvätMaatalous keskittyy suurmaatiloille, joissa omaa energiantuotantoa ja kiertotaloutta | |
| <p>Asuminen</p> <ul style="list-style-type: none">Lämpöpumppeihin perustuvat ratkaisut kiinnostavat enemmän ja yleistyvät erilaisissa rakennuksissa, myös kaukolämpöön liitetyissä/potentiaalisesti liitettävissä | |
| <p>Kulutustottumukset</p> <ul style="list-style-type: none">Kuluttajien ja yritysten sitoutuminen puhtaaseen energiaan lisääntyy ja näkyy valinnoissa ja ostopäätöksissäOsallistuminen ja vaikuttaminen (yhteisöllisyys) omaan energiaratkaisuun vahvistuuKuluttajien aktiivisuus ja tietoisuus lisääntyy, ja sähkön käyttöä optimoidaan kunkin omista tavoitteista lähtien (hinta ja/tai päästöttömyys ja/tai paikallisuus). Toisaalta kuluttajat vaativat helpokäyttöisiä kokonaispalvelujaLiikenteen puhtaat käyttövoimat on uusi normaali, mikä lisää lataus- ja jakeluasemien tarvetta | |

Teollisuuskeskittymien, taajamien, harvaan asuttujen alueiden ja maatilojen energiaratkaisut lähtevät eriytymään toisistaan, "yksi koko ei sovi kaikille". Tästä syystä energia-alalta vaaditaan uudentyyppisiä ratkaisuja ja palveluja, esimerkiksi lämpöverkkoihin kaksisuuntaisia ja hybridiratkaisuja sekä toiminta-alustoja ja hallintapalveluja energiayhteisöille. Tämän kehityksen myötä energia-alalle syntyy uusia toimijoita ja toimintamalleja

ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT – LAINSÄÄDÄNNÖN KEHITYS

| Keskeiset vaikuttavat tekijät (muutosvoimat) | Keskeiset epävarmuudet |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Päästökauppadirektiivi ja -laki (2011) ja sen jaksot• EED: Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU ja tarkistettu direktiivi (EU) 2018/2002 ja näiden kansallinen toimeenpano• Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi 2010/31/EU ja sen muutosdirektiivi (EU) 2018/844 ja näiden kansallinen toimeenpano• RED II - Direktiivi 2018/2001 uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Suomi on ilmoittanut tavoittelevansa vähintään 51 %:n uusiutuvan energian osuutta vuonna 2030. Toimeenpanoa<ul style="list-style-type: none">• Hallituksen esitys laiksi biopolttoaineista ja bionesteistä annetun lain muuttamisesta• Uusiutuvan energian direktiivin lupamenettelyiden organisointia ja kestoja koskevien vaatimusten kansallinen toimeenpano• Hallituksen esitys laiksi energian alkuperän varmentamisesta ja ilmoittamisesta• Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045• LULUCF-asetus: Maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloussektoria koskeva asetus määrittelee laskentasäännöt sille, miten maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsänhoidon nielut ja päästöt otetaan huomioon EU:n ilmastotavoitteissa kaudella 2021–2030.• Lainsäädäntö biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä 802/2020: Tieliikenteen biopolttoaineiden jakeluvaihtoehtoprosentti kaikkien kulutukseen luovutettujen liikennepolttoaineiden energiasisällöstä on 18 prosenttia vuonna 2021, 24 prosenttia vuonna 2025, 30 prosenttia vuonna 2029 ja sen jälkeen• CVD (Clean Vehicle Directive) –direktiivin toimeenpano Suomessa: lisätään nolla- ja vähäpäästöisten ajoneuvojen osuutta julkisissa ajoneuvo- ja kuljetuspalveluhankinnoissa• Muutokset rakennusten aurinkosähkötuotantoon liittyvissä määräyksissä• Energiayhteisöjä koskeva lainsäädäntö | <p>Uusiutuvan energian direktiivin kestävyyskriteerien toimeenpano</p> <p>Valmisteilla oleva EU:n Ilmastolaki</p> |



Uusiutuvan energian osuus energiasisällössä kasvaa merkittävästi, mikä edesauttaa kehittämään niiden tuotantoteknologioita ja laskee energian hintoja. Rakennusten energiatehokkuus paranee ja ne integroituvat energiasisällöön aktiivisena toimijana (esimerkiksi kysyntäjousto ja oma tuotanto aurinkopaneelilla). Liikenteessä puhtaiden käyttövoimien (sähkö, kaasu, vety) osuus kasvaa. Julkisissa liikennehankinnoissa (bussiliikenne, KELA-taksit ym.) edellytetään kasvavalla osuudella puhtaita käyttövoimia, mikä henkilöautojen osalta tarkoittaa pitkälti sähköä ja raskaan liikenteen osalta uusiutuvaa dieseliä tai kaasua.

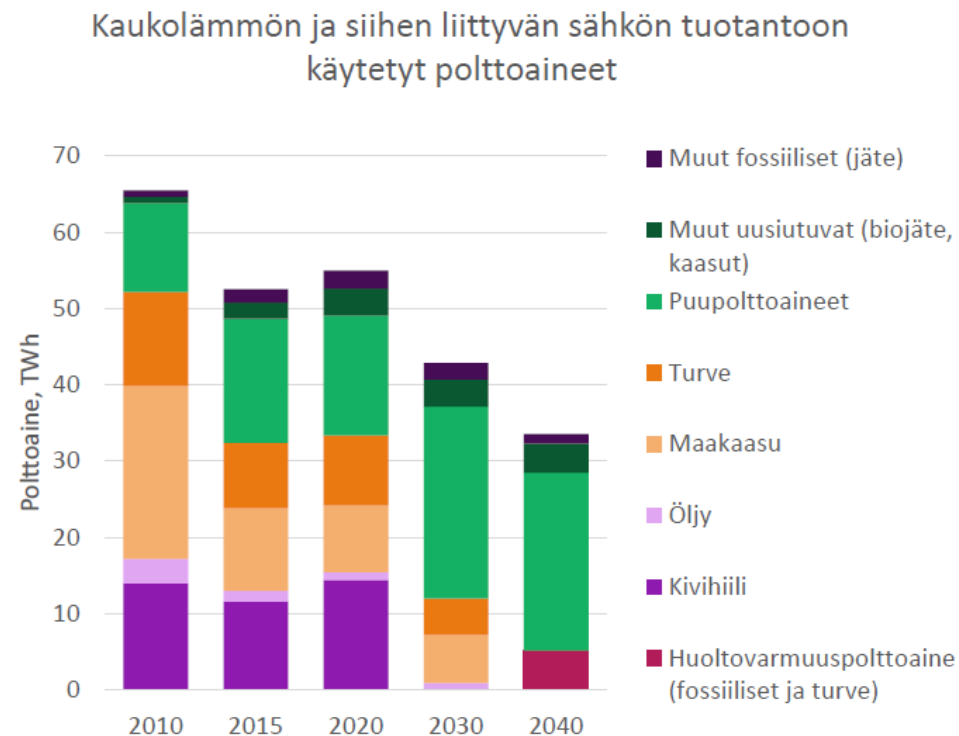
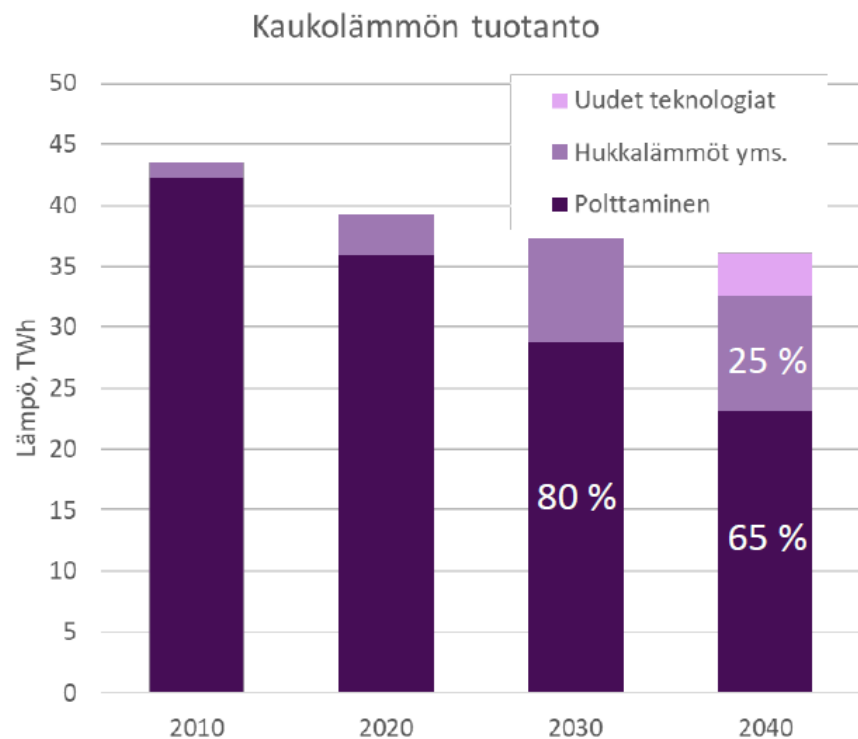
ENERGIAMUOTOJEN JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYKSEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT – YMPÄRISTÖTEKIJÄT

| Keskeiset vaikuttavat tekijät (muutosvoimat) | Keskeiset epävarmuudet |
|---|--|
| <p>Ilmastonmuutoksen ehkäisy ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on laajenevassa määrin ”uusi normaali”, elämäntapa, yritysten arvopohja ja markkinointitekijä</p> <p>Kuluttajilla ja yrityksillä puhtaan energian ostosta tulee uusi normaali</p> <p>Yrityksissä tehdään merkittäviä siirtymiä puhtaisiin energiamuotoihin (esim. teräksen tuotanto); puhdas energia muuttuu brändäystekijäksi. Lisäksi yrityksissä energiansäästöä, hukkalämmön uudelleenkäyttöä, muuta energiakierrätystä</p> <p>Kiertotalouden kehittyminen ”uudeksi normaaliksi”: Jätteet syntypaikkalajitellaan kotitalouksissa ja yrityksissä ja niille haetaan kierrätyskäyttöä. Teollisuuden jätteille ja sivuvirroille haetaan kierrätyskäyttöä</p> <p>Metsätalouteen kohdistuvat hiilinielu- ja luonnon monimuotoisuusvaatimukset, mitkä vaikuttavat bioenergian imagoon ja käyttöön</p> <p>Lisääntyvä ympäristövastuu yritysten keskuudessa tuo kiristyvät vaatimuksia asiakkaille, sijoittajille, yhteiskunnalle ja lainsäädännölle</p> | <p>Ympäristövastuullisuuden muuttuminen valinnoiksi ja ostopäätöksiksi mahdollisesta korkeammasta hinnasta huolimatta – muutoksen nopeus</p> <p>Suhtautuminen suurimittakaavaisen ja pienydinvoimaan päästöttömänä energiantuotantomuotona</p> <p>Jätteenpolton tulevaisuus syntypaikkalajittelun ja kierrätyksen kehittyessä</p> <p>Kiertotalouden merkitys kotitalouksien ja yritysten toiminnassa</p> |



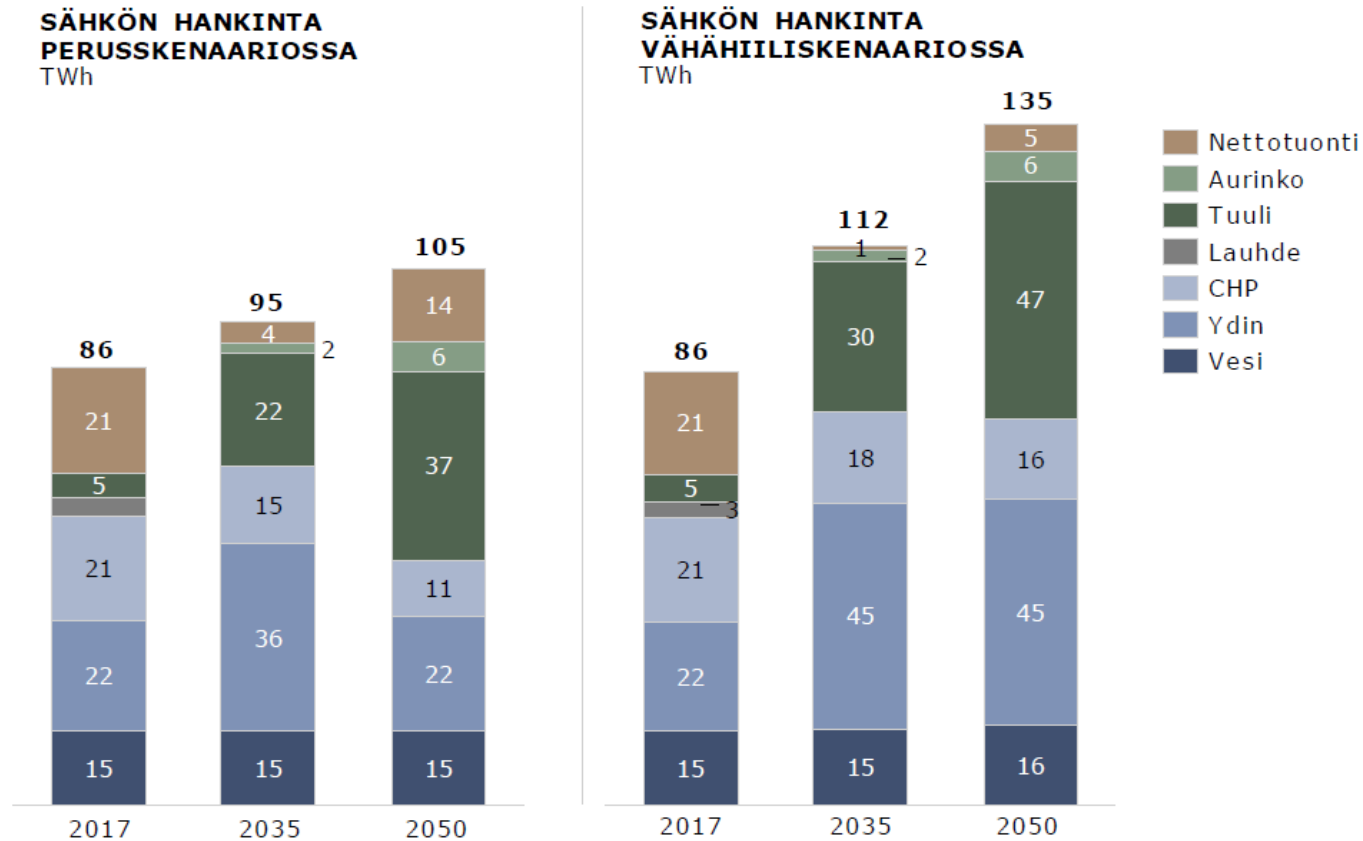
Vähäpäästöisen ja päästöttömän energiantuotannon sekä energian kierrätyksen (hukkalämmöt, power-to-x, ...) osuus vahvistuu. Päästöttömän ydinvoiman rooli tulevaisuuden energiajärjestelmässä on epävarma (toteutuuko Fennovoiman Hanhikivi-1, kaupallistuuko pienydinvoima esimerkiksi lämmöntuotantoon). Jätteenpolton tulevaisuudessa on kysymysmerkkejä – uusia polttolaitoksia tuskin rakennetaan Suomeen. ”Aidon” kiertotalouden ja energian integraatio vahvistuu (esimerkkeinä biokaasu ja hukkalämmön hyödyntäminen). Metsäperäisen bioenergian hyödyntäminen ei ole sekään ongelmatonta. Puhtaan liikenteen ratkaisut integroituvat energiajärjestelmään (akut ja latausinfra sähkövarastoina, biokaasun tuotanto ja jakelu liikennepolttoaineena, vedyn tuotanto ja jakeluliikennepolttoaineena)

YHTEENVETÄVIÄ ENNUSTEITA MUUTOSVOIMIEN VAIKUTUKSISTA KAUKOLÄMMÖN TUOTANNON MUUTOKSET KOKO SUOMEN TASOLLA



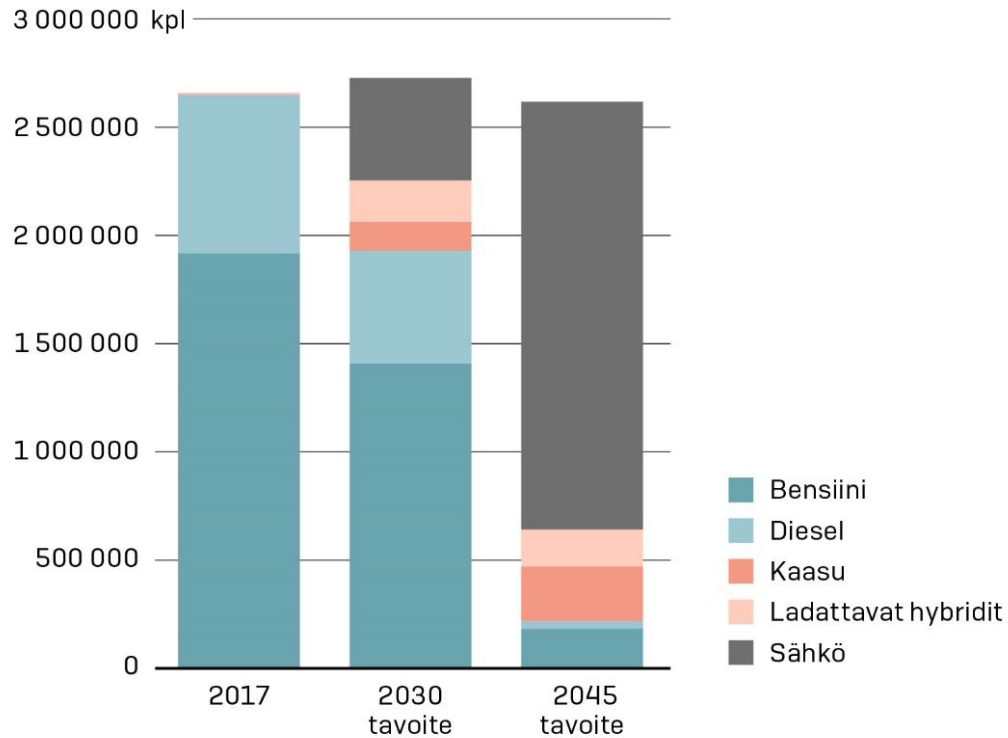
Kaukolämmön tuotanto vähenee. Polttamisen osuus vähenee ja siirrytään vahvasti puupolttoaineisiin. Hukkalämpöjen yms. hyödyntäminen lisääntyy merkittävästi (sektori-integraatio).

YHTEENVETÄVIÄ ENNUSTEITA MUUTOSVOIMIEN VAIKUTUKSISTA SÄHKÖN HANKINNAN MUUTOKSET KOKO SUOMEN TASOLLA

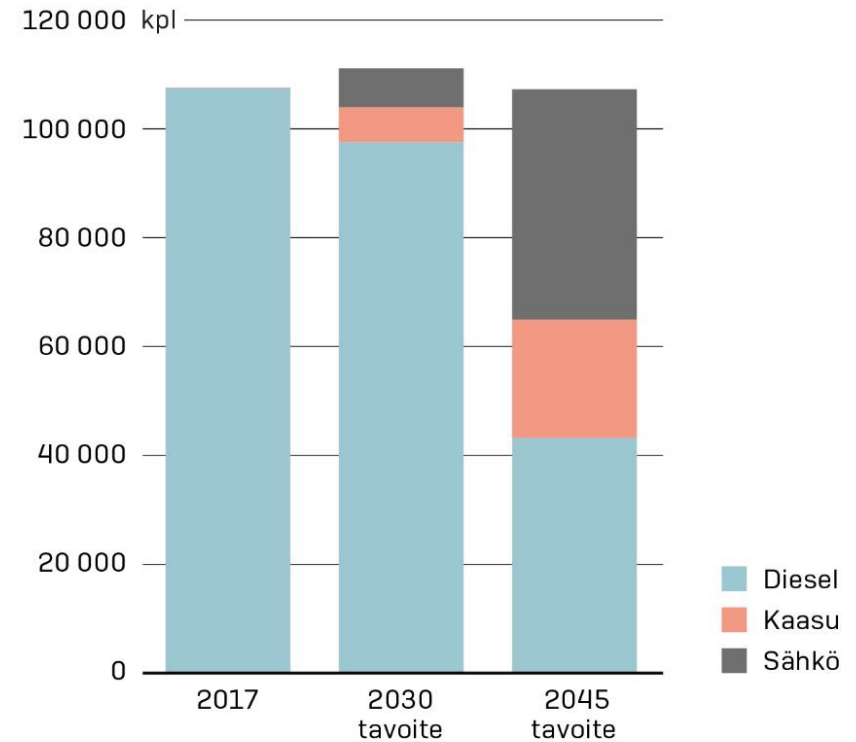


Sähkön käyttö kasvaa. Sähkön hankinnassa vahvistuvat merkittävästi ydin- ja tuulivoimalla tuotettu sähkö.

YHTEENVETÄVIÄ ENNUSTEITA MUUTOSVOIMIEN VAIKUTUKSISTA LIIKENTEEN ENERGIANKÄYTÖN MUUTOKSET KOKO SUOMEN TASOLLA



Liikennekäytössä olevien henkilöautojen määrä vuonna 2017 sekä tavoitteet vuosille 2030 ja 2045.



Liikennekäytössä olevien linja- ja kuorma-autojen määrä vuonna 2017 sekä tavoitteet vuosille 2030 ja 2045. (Pakettiautoilla vastaava kehitys).

Lähde: Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 : Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, 2018

6. ENERGIANTUOTANNON JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYSVAIHTOEHDOT

RAMBOLL



ENERGIANTUOTANNON JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYSVAIHTOEHDOT: TARKASTELUN TAVOITTEET JA TARKASTELUKEHIKKO

Seuraavilla sivuilla kartoitetaan potentiaalisia energiantuotantovaihtoehtoja vuoteen 2050 mennessä, niiden teknistä valmiusastetta, kustannuksia, CO₂-ominaispäästöjä sekä nykytilassa että odotettavissa olevan kehityksen näkökulmasta. Kartoituksessa on tunnistettu olennaisimmat ja kiinnostavimmat vaihtoehdot ja keskitytty näihin. Tulevaisuuspainotteisuuden ja vähäpäästöisyystavoitteiden takia fossiiliset polttoaineet on jätetty pois tarkastelusta.

Tarkasteltuja puhtaasti energiantuotantoon liittyviä tulevaisuuden vaihtoehtoja ovat sähköntuotannon osalta

- Maatuulivoima
- Merituulivoima
- Biosähkö
- Aurinkosähkö
- Aaltovoima

ja lämmöntuotannon osalta

- Biolämpö
- Geoterminen energia
- Aurinkolämpö alueellisena ratkaisuna
- Modulaarinen pienydinvoima
- Lämpöpumput eri lämmönlähteillä (teollisuus, maa, ilma, vesistöt)
- Kiinteistökohtaiset tuotantoratkaisut (pelletti, maalämpö, kaukolämpö, muut lämpöpumput; aurinkoenergia)
- Erillistarkastelu: Turpeen korvaaminen muilla ratkaisuilla

Tuotannon ja kulutuksen muodostamaan kokonaisuuteen (energiajärjestelmään) liittyvinä vaihtoehtoina on tarkasteltu seuraavia ratkaisuja

- Kiinteistöjen energiatehokkuus ja energianhallinta
- Lämmön varastointiratkaisut
- Sähkön varastointiratkaisut (ml. Power-to-X -ratkaisut)
- Teollisuuden energiatehokkuusratkaisut
- Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistysratkaisut

Tarkastelujen lopussa on yhteenvedot, jossa eri vaihtoehtojen valmiusastetta, kustannustasoa ja vähäpäästöisyyttä on arvioitu suhteellisesti / suhteessa toisiinsa liikennevaloanalogialla.

POTENTIAALISET ENERGIAANTUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|-------------------------------------|---|---|
| Aaltovoima | <ul style="list-style-type: none"> Aaltovoima hyödyntää veden liikkeen energiaa sähköntuotannossa. Teknologiat ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta lähellä kaupallistumista. Ennuste ensimmäisten kaupallisten aaltovoimaloiden LCOE¹-kustannuksista ovat 110-430 €/MWh. Teknologia on tuotantovaiheessa päästötöntä. | <ul style="list-style-type: none"> Teknologia on tällä hetkellä lähellä kaupallistumista. Kustannusten odotetaan laskevan tekniikan kehittymisen myötä. Merkittävä potentiaali Pohjanmaan puolella (merialueilla/rannikolla), mutta jäät estänevät tuotannon talvella. Laajemmassa mittakaavassa voi häiritä veneilyä ym. vesialueiden käyttöä ja aiheuttaa sitä kautta vastustusta. |
| Aurinkosähkö | <ul style="list-style-type: none"> Aurinkopaneelien tekniikka on kaupallisella tasolla ja aurinkosähköjärjestelmiä on käytössä Suomessa. Voimalaitoskokoaluokassa (>1MW) aurinkosähkön LCOE-kustannus on noin 110 €/MWh, mikä ei vielä ole kilpailukykyisellä tasolla sähkön syöttämiseksi verkkoon. Kiinteistökokoluokan laitoksien arvioitu nykyinen LCOE-kustannus ilman investointitukea on: 10 kWp³ - yli 250 kWp 120 €/MWh, alle 10 kWp 170 €/MWh. Kiinteistökohtaisten laitosten kannattavuutta parantaa säästyvät siirtomaksut, mikäli sähkö käytetään omaan käyttöön. Paneeleista ei synny käytönaikaisia päästöjä. | <ul style="list-style-type: none"> Sähköpaneelien tekninen kehitys ja erityisesti hintojen lasku voimakasta viime vuosina. Myös uusia teknologioita kehitetään. IEA:n² ennustamien investointikustannusten mukaan arvioitu aurinkosähkön LCOE-kustannus on noin 75 €/MWh, mikä ei nykyarvion mukaan edelleenkään ole kilpailukykyinen taso verkkoon syötettävälle sähkölle ilman investointitukea. Varastointitekniikoiden kehitys ja mahdollinen kustannusten lasku voi muuttaa aurinkoenergian roolia tulevaisuuden energiajärjestelmissä. Valtava teoreettinen potentiaali. Nykyisin kannattavat voimalat tällä hetkellä lähinnä kiinteistökohtaisia järjestelmiä kiinteistöjen katoilla. Aurinkovoimaloita voidaan toteuttaa myös maa-asenteisesti, mutta ne kilpailevat muiden maankäyttömuotojen kanssa. Suomen Ympäristökeskuksen arvion mukaan Pohjanmaalla aurinkosähkön potentiaali on noin 69 GWh/v ja Etelä-Pohjanmaalla noin 85 GWh/v. |
| Biosähkö | <ul style="list-style-type: none"> Biomassan polttamiseen perustuvat teknologiat ovat kypsää, kaupallista teknologiaa. Biomassan käyttö energiantuotannossa koostuu Suomessa lähinnä puuperäisistä polttoaineista. Bio-CHP:llä⁴ tuotetun (sähkö)energian LCOE²-kustannus on nykyisin 50-60 €/MWh. Biomassalla tuotettu energia on laskennallisesti päästötöntä (kunhan tarkasteltavan alueen hiilinielu ei kutistu). | <ul style="list-style-type: none"> Suomen mittakaavassa biomassan kysyntä kasvaa ja siitä syystä polttoaineen hinnan odotetaan nousevan. Kehitykseen vaikuttavat myös bioenergian/polttoprosessien hyväksyttävyyden tulevaisuudessa sekä linjaukset hiilinielujen osalta/EU:n politiikka maankäytön, maankäytön muutosten ja metsien ilmastovaikutusten suhteen (LULUCF). Epävarmuus sähkön hinnan kehityksestä hillitsee kiinnostusta investoida CHP-kapasiteettiin. Alueellisesta/maakunnallisesta näkökulmasta bioenergiaan vaikuttaa metsäteollisuuden pysyvyys alueella. Metsäteollisuus tuottaa ja kuluttaa paljon bioenergiaa erityisesti Pohjanmaan maakunnassa. Biokaasun saatavuus energiantuotantoon on nykyisin rajallista. Lisäspotentiaali on kuitenkin suuri. |

Lähteet:

AFRY: Finnish Energy – Low carbon roadmap
 ÅF, Uudet energiateknologiat
 U.S. Department of Energy: Powering the Blue Economy
 Suomen Ympäristökeskus: Uusiutuvan energian potentiaali maakunnissa

¹ Levelized Cost Of Energy (LCOE), tuotetun energian hinta, huomioi sekä investoinnin että käytön

² International Energy Agency (IEA)

³ Piikkikilowatti (kWp) kuvaa aurinkopaneelien sähköntuottoteho standardiolosuhteissa

⁴ Combined Heat and Power, lämmön ja sähkön yhteistuotanto

POTENTIAALISET ENERGIANTUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|-------------------------------------|---|--|
| Maatuulivoima | <ul style="list-style-type: none"> Maatuulivoimateknologia on kaupallisella tasolla ja jo laajasti käytössä Suomessa. Teknologian kehitys on kuitenkin edelleen nopeaa. Suomessa on jo markkinaehtoisesti toimivia maatuulivoimaloita. Maatuulivoima LCOE¹-kustannus on nykyisin 30 - 40 €/MWh. Tuulivoimasta ei synny suoria CO₂-päästöjä tuotantovaiheessa. | <ul style="list-style-type: none"> Tuulivoimaloiden tekninen kehitys jatkuu ja turbiinikoko kasvaa. Tällä saavutetaan uusille voimaloille korkeammat käyttöasteet. Tuulivoiman LCOE-kustannusten odotetaan laskevan ja merituulivoiman voimakkaammin kuin maatuulivoiman. Tuulivoimaprojekteja suunnitteilla runsaasti. Pohjanmaalla (2695 MW) ja Etelä-Pohjanmaalla (1965 MW) on Pohjois-Pohjanmaan jälkeen eniten suunnitteilla olevaa tuulivoimakapasiteettia (luvut sis. maa- ja merituulivoiman). Läheskään kaikki projektit eivät kuitenkaan toteudu. Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan tuulivoiman energiapotentiaali Pohjanmaalla on noin 5 835 GWh/v ja 5 415 GWh/v. Vuoteen 2050 mennessä nykyisiä tuulivoimaloita tullaan jo purkamaan. Maatuulivoiman merkitys Suomen 2050-luvun energiaratkaisuissa nähtiin suurena myös haastateltujen teknologiaedustajien keskuudessa. Kansallisen tason toimijat nimesivät maatuulivoiman yhdeksi Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan vahvuudeksi ja keskeiseksi rooliksi energiantuotannon kansallisessa kentässä. |
| Merituulivoima | <ul style="list-style-type: none"> Merituulivoimateknologia on vielä kehitysvaiheessa. Merituulivoiman LCOE-kustannus on vielä korkea, 80-120 €/MWh. Kustannus riippuu myös voimakkaasti siitä, miten verkkoliittymän kustannukset on huomioitu tarkastelussa. Tuulivoimasta ei synny suoria CO₂-päästöjä tuotantovaiheessa. | <ul style="list-style-type: none"> Tuulivoimaloiden tekninen kehitys jatkuu ja turbiinikoko kasvaa. Tällä saavutetaan uusille voimaloille korkeammat käyttöasteet. Korkeista kustannuksista huolimatta kiinnostusta merituulivoimaan kuitenkin on erityisesti maatuulivoimaa vähemmän vaihtelevan tuotannon ansiosta. Merituulivoimalla ei myöskään ole vastaavia haittoja (melu ym.) lähialueiden asukkaille. Merituulivoimakapasiteettia ei Suomessa juurikaan ole, mutta hankekehitys on viime aikoina aktivoitunut. Merituulivoimalle potentiaalia on vain Pohjanmaan puolella. |

YHTEENVETO POTENTIALIAALISTEN ENERGIANTUOTANTOMUOTOJEN KARTOITUKSESTA

Taulukossa on yhteenveto raportissa tarkasteltujen sähköntuotantoteknologioiden nykyisestä valmiusasteesta, kustannustasosta sekä tuotantovaiheen CO₂-päästötasosta. Aaltovoiman ja muiden kehitysvaiheessa olevien teknologioiden osalta kustannustaso on ennuste kaupallisen vaiheen kustannuksista. Muiden (kypsien) teknologioiden osalta kustannustaso vastaa nykytilannetta.

Teknologioita on tarkasteltu suhteessa toisiinsa liikennevaloasteikolla:

- sininen = kehitysasteella/korkea kustannustaso/suuret päästöt,
- keltainen = kehittyvä teknologia/keskitason kustannukset/keskitason päästöt,
- vihreä = kypsä teknologia/matala kustannustaso/alhaiset päästöt.

| Sähköntuotantoteknologia | Teknologian valmiusaste | Kustannustaso (huomioi investoinnin ja käytön) | CO ₂ -päästötaso |
|------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| Aaltovoima | | | |
| Aurinkosähkö | | | |
| Maatuulivoima | | | |
| Merituulivoima | | | |
| Biosähkö (CHP ¹) | | | |

Maatuulivoima, aurinkosähkö ja biosähkö potentiaalisimmat tuotantomuodot lyhyemmällä aikavälillä, merituulivoima ja aaltovoima pitemmällä.

POTENTIAALISET ENERGIAANTUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|--------------------------------------|--|--|
| Aurinkolämpö alueellisena ratkaisuna | <ul style="list-style-type: none"> Aurinkolämpö on kypsää kaupallista tekniikkaa. Sovelluskohteet ovat nykyisin lähinnä kiinteistökohtaisia järjestelmiä. Hyödyntäminen kauko- ja aluelämmössä on Suomessa vielä vähäistä, mutta esimerkiksi Tanskassa on useita aurinkolämpökenttiä osana aluelämpöjärjestelmiä. LCOE¹-kustannus ilman tukia on 5 000-20 000 m² järjestelmille noin 50 €/MWh. Pienemmissä järjestelmissä LCOE saattaa ylittää 100 €/MWh. Tuotantovaiheessa aurinkolämmöstä ei synny päästöjä. Järjestelmän pumput kuluttavat kuitenkin vähäisen määrän sähköä. | <ul style="list-style-type: none"> Aurinkolämpö sopii parhaiten osaksi hybridijärjestelmää, koska tuotanto riippuu sääoloista ja vaihtelee voimakkaasti. Suomessa aluetason aurinkolämpöä voi hyödyntää osana alueellista lämmöntuotantoa. Lämmönvarastointitekniikan kehitys voi edistää myös aurinkolämmön hyödyntämistä. |
| Geoterminen energia | <ul style="list-style-type: none"> Geotermistä energiaa hyödyntävät teknologiat ovat vielä kehitysvaiheessa. Suomessa rakenteilla/suunnitteilla on tällä hetkellä ensimmäiset pilottilaitokset. Teknologia hyödyntää maankuoren lämpöenergiaa (yli 300 m syvyydeltä). Teknologia jaetaan syviin (6-8 km, 90-120 °C) ja keskisyviin (1-4 km, 15-40 °C, vaatii lämpöpumpun) reikiin. Arviot tulevaisuuden kaupallisten laitosten lämmön LCOE-kustannuksista: syvä 30-50 €/MWh, keskisyvä 70-120 €/MWh. Geoterminen energia on tuotantovaiheessa päästötöntä (pumput ja lämpöpumput kuluttavat sähköä). | <ul style="list-style-type: none"> Geoterminen energia soveltuu kustannusrakenteensa puolesta peruskuorman tuotantoon. Mikäli tavoitteiden mukaiset investointikustannus- ja energiantuotantotasot saavutetaan, voidaan sillä korvata polttamiseen perustuvaa tuotantoa. Sekä syvä että keskisyvä tekniikka on vielä kehitys-/pilottivaiheessa. Keskisyvien reikien konsepti on jo kuitenkin lähellä kaupallista tasoa. Geoterminen energia soveltuu parhaiten suurempiin kaupunkeihin, joissa on riittävästi lämmöntarvetta myös kesällä. Nykyisten pilottikohteiden toimivuus/kannattavuus vaikuttaa paljon tulevaan suosioon. Geotermisen lämmön potentiaali vaihtelee alueittain kallioperästä riippuen. Maalämpöpumppujen energianpotentiaali Pohjanmaalla on noin 330 GWh/v ja Etelä-Pohjanmaalla 368 GWh/v. |

POTENTIAALISET ENERGIAN TUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|---|--|---|
| Kiinteistökohtaiset energiantuotannon ratkaisut | <p>Kiinteistökohtaiset lämmitysratkaisut</p> <ul style="list-style-type: none">• Kiinteistöjen lämmitysratkaisuksi on tarjolla runsaasti kypsiä ja kaupallisia teknologioita edustavia vaihtoehtoja. Näitä ovat esimerkiksi pelletti, maalämpö, kaukolämpö, muut lämpöpumput; aurinkoenergia.• Näistä pelletillä, maalämpö- ja muilla lämpöpumppuratkaisuilla sekä aurinkoenergialla tuotettu lämpö ei aiheuta tuotantovaiheessa CO₂-päästöjä (pelletti laskennallisesti CO₂-neutraali). Kokonaispäästöt riippuvat laitteiden kuluttaman sähkön tuotannosta. <p>Kiinteistökohtaiset jäähdytysmuodot</p> <ul style="list-style-type: none">• Kiinteistökohtainen jäähdytys on tyypillisesti toteutettu välillisellä järjestelmällä, jossa kylmäntuotto on toteutettu sähkökäyttöisillä kompressoreilla ja rakennuksen jäähdytyspiirissä kiertää vesi, jolla jäähdytetään ilmanvaihdon tuloilmaa sekä tiloja. Lauhdutus on järjestetty useimmiten välillisesti kylmäliuoskierrolla (esimerkiksi glykoli) ja lämpö siirretään ulkoilmaan liuosjäähdyttimellä.• Kiinteistöihin on tarjolla myös useita kypsiä ja kaupallisen tason jäähdytysteknologioita. Jäähdytys voidaan toteuttaa esimerkiksi lämpöpumpuilla ja vedenjäähdytyskoneilla.• Jäähdytyksen päästöt riippuvat laitteiden käyttämän sähkön tuotannosta. | <p>Kiinteistökohtaiset lämmitysratkaisut</p> <ul style="list-style-type: none">• Kaupungeissa ja kaupunkimaisissa ympäristöissä kaukolämmöllä on yleisin menetelmä. Maalämpö on kuitenkin kilpailukykyisen hintansa ansiosta kasvattanut suosiotaan myös suurempien kiinteistöjen lämmitysmuotona. Myös muut lämpöpumppuratkaisut (ilmalämpöpumput, lämmön talteenotto, hybridiratkaisut) yleistyvät.• Lämpöpumppuratkaisuilla on suuri potentiaali haja-asutusalueilla, erityisesti kohteissa, jossa nykyisin on käytössä suora sähkölämmitys tai öljylämmitys.• Suomen Ympäristökeskuksen arvion mukaan ilmalämpöpumppujen energiapotentiaali on Pohjanmaalla noin 68 GWh/v ja Etelä-Pohjanmaalla noin 85 GWh/v.• Myös kiinteistötason kehitykseen vaikuttanevat jossain määrin bioenergian/polttoprosessien hyväksyttävyyden tulevaisuudessa sekä linjaukset hiilinielujen osalta/EU:n politiikka maankäytön, maankäytön muutosten ja metsien ilmastovaikutusten suhteen (LULUCF).• Aurinkoenergian hyödyntäminen kiinteistökohtaisissa lämmityksen hybridiratkaisuissa yleistyy myös. Pientuotanto kiinteistökohtaisesti osana kiinteistön järjestelmiä ja paikallinen omavaraisenergia: aurinkosähkö, lämpöpumput, tuulienergia sekä auton lataaminen ja yksisuuntaiset latauspisteet. Älykäs lataus sekä sähköautojen käyttö vuorokausivarastoina ja lyhyiden sähkökatkojen aikana lähitulevaisuutta.• Kiinteistökohtaisten ratkaisujen merkitys Suomen 2050-luvun energiaratkaisuissa nähtiin suurena myös tätä selvitystä varten toteutettuun kyselyyn vastanneiden teknologiaedustajien keskuudessa.• Kyselyssä paikallisten kaukolämpöyhtiöiden edustajat näkivät kaukolämmön edelleen varteenotettava vaihtoehto myös pientalojen lämmitykseen. Pientaloja oli aikomus liittää edelleen mahdollisuuksien mukaan kaukolämpöverkkoon. Uusien pientalojen kohdalla kaukolämpöä ei välttämättä nähty kannattavan lämmitysmuotona. <p>Kiinteistökohtaiset jäähdytysmuodot</p> <ul style="list-style-type: none">• Vaatimukset sisäilman laadulle ja lämpötilalle ovat kasvaneet, ja jäähdytyksen tarve kasvanut kiinteistöissä. Myös ilmaston lämpeneminen kasvattaa jäähdytyksen tarvetta.• Hybridilämpöpumppuratkaisulla voidaan tuottaa samalla koneella sekä lämmitystä että jäähdytystä. Näin vältetään investoimasta erilliseen jäähdytysratkaisuun, jos kiinteistöön tulee kiinteistökohtainen lämmitys.• Lauhdelämpöjen hyödyntäminen tulee yleistymään tulevaisuudessa. Jäähdytyksen lauhdelämpö voidaan myös hyödyntää kiinteistön lämmityksessä, laittaa lämmön kausivarastoon tai vaihtoehtoisesti myydä kaukolämpöverkkoon, jos lämpötila on tarpeeksi korkea. |



Lähteet:

POTENTIAALISET ENERGIAN TUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|---|--|---|
| Lämpöpumput eri lämmönlähteillä | <ul style="list-style-type: none"> Lämpöpumput ovat olleet kaupallisen tason tekniikkaa jo pitkään. Tästä huolimatta lämpöpumppujen ja niissä käytettävien kylmäaineiden kehitys on tällä hetkellä nopeaa. Kustannustaso riippuu käytettävästä tekniikasta, hyödynnettävän lämmönlähteen lämpötilasta ja sähkön hinnasta sekä siitä, kuinka tasaista kuormaa lämpöpumpulla voidaan tuottaa. Laskentaesimerkkejä LCOE¹-kustannuksista eri lämpöpumppujärjestelmistä eri lämmönlähteillä: <ul style="list-style-type: none"> Jätevesi (10 MW) noin 40 €/MWh Merivesi (20 MW) 50-60 €/MWh Maalämpö: pien-, rivi- ja kerrostalot n. 80-115 €/MWh; kerrostalot, liikekiinteistöt n. 80-120 €/MWh Ilma-vesilämpöpumput (pientalot, rivitalot ja kerrostalot) 85-110 €/MWh. Lämmöntuotanto päästötöntä (kokonaisvaikutus riippuu sähköntuotannosta ja COP-kertoimesta). | <ul style="list-style-type: none"> Nykyisin lämpöpumpuilla pystytään jo tuottamaan korkeimpiakin kaukolämmön tarvitsemia lämpötiloja. Kuumimmista lämpötiloista COP-kerroin (coefficient of performance) kuitenkin heikkenee. Nyt kehitys kohdistuu ilmastoneutraalien kylmäaineiden käyttöönottoon sekä tuotettavan maksimilämpötilan nostamiseen. Korkeammat lämpötilat mahdollistaisivat lämpöpumppujen käytön myös joissain teollisuusprosesseissa. Nykyisin yleisten kiinteistökohtaisten lämpöpumppuratkaisujen lisäksi lämpöpumpuilla nähdään merkittävää potentiaalia myös kaukolämpötuotannossa. Potentiaalia on vielä paljon tarjolla ilman, luonnonvesien, jätevesien teollisuuden hukkalämpöjen, savukaasujen sisältämän lämmön hyödyntämisessä. Myös jäädytyksen tuotanto (kaukokylmä, datakeskukset) tarjoaa runsaasti potentiaalia. Kaukolämpöverkkoon lämpöä tuottavien lämpöpumppujen sähkövero lasketaan sähköveroluokkaan II (nykytasolla 22,5 €/MWh → 0,5 €/MWh). Lämpöpumppuratkaisujen merkitys Suomen 2050-luvun energiaratkaisuissa nähtiin suurena myös haastateltujen teknologiaedustajien keskuudessa. |
| Modulaarinen ydinvoima (pienoisydinvoima) | <ul style="list-style-type: none"> Ydinvoima on ollut kaupallista teknologiaa jo vuosikymmeniä. Käynnissä oleva projekti on kuitenkin osoittaneet haasteet uuden suuren kokoluokan voimaloiden rakentamisessa. Uudet modulaariset reaktorit (SMR) ovat vielä kehitysvaiheessa ja kaupallinen kehitys epävarmaa. Kiinnostus teknologiaa kohtaan on kuitenkin suurta. SMR-tekniikalla on arvioitu olevan mahdollisuuksia saavuttaa 15-30 €/MWh:n LCOE-tasoon. Ydinvoima ei aiheuta tuotantovaiheessa CO₂-päästöjä. | <ul style="list-style-type: none"> Pienvoimalat vielä kehitysvaiheessa, tekniikka tuotantovalmista ehkä 10-15 vuoden päästä. Pienet reaktorit nähdään yhtenä mahdollisena tulevaisuuden lämmöntuotantoratkaisuna. Tarve vähentää CO₂-päästöjä voi tulevaisuudessa vähentää ydinvoiman vastustusta. Korkea poliittinen epävarmuus pidättää nykyisin kehitystä. Suuremmille laitoksille suunniteltu luvitusprosessi on tällä hetkellä este SMR-tekniikalle. Lämmöntuotannossa tuotantoyksikkö pitäisi sijoittaa lähemmäksi asutuskeskuksia kuin nykyisin on sallittua. Myös tekniikan yleinen hyväksyttävyyden voi olla este kehitykselle. |

POTENTIAALISET ENERGIANTUOTANNON KEHITYSVAIHTOEHDOT

| Energiantuotantomuoto (-teknologia) | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|---|--|---|
| <p>Turpeen korvaaminen kaukolämmöntuotannossa</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Turve on kotimainen polttoaine, joka on viime aikoina joutunut epäsuosioon sen korkeiden CO₂-päästöjen takia. • Turvetta on mahdollista korvata kaukolämpötuotannossa esimerkiksi käyttämällä energiapuuta polttoaineena tai kokonaan polttamiseen perustumattomilla menetelmillä, esimerkiksi lämpöpumpuilla. Turvetta voidaan korvata puulla lämmön erillistuotannossa ilman suurempia muutoksia lämmöntuotantoprosessiin. Korkeampia höyrynarvoja tarvitsevassa lämmön ja sähkön yhteistuotannossa (sähköntuotannon takia) turpeen korvaaminen puulla kasvattaa kattilan korroosioriskiä, mikä aiheuttaa tarvetta lisäaineiden käytölle (rikin syöttö). • Energiapuun polttaminen on laskennallisesti nollapäästöistä. Lämpöpumpulla tuotettu lämpö ei aiheuta suoria CO₂-päästöjä, mutta kokonaispäästöt riippuvat pumpun käyttämän sähkön tuotantomenetelmästä. Molemmilla menetelmillä saavutetaan kuitenkin selvät päästövähennykset turpeen polttoon nähden. • Turpeen korvaamisella on tällä hetkellä lievä lämmön hintaa korottava vaikutus, mutta turpeen verotuksen todennäköisesti kiristyessä vaihtoehtoisten tuotantotapojen kannattavuus paranee. | <ul style="list-style-type: none"> • Turve on Etelä-Pohjanmaalla tärkeä polttoaine, joka herättää voimakkaita mielipiteitä puoleen ja toiseen. • Turve on Etelä-Pohjanmaalla myös tärkeä työllistäjä, minkä takia turpeesta luopuminen on myös keskeinen sosiaalinen kysymys. • Voimakkaat mielipiteet oli havaittavissa myös tässä selvityksessä paikallisille energiatoimijoille toteutetussa kyselyssä, jonka vastauksissa näkyi vahva turpeen energiakäytön kannatus. Puolet kyselyyn vastanneista yrityksistä kertoi jo luopuneensa turpeen käytöstä omassa lämmöntuotannossaan. • Turpeella nähtiin myös tulevaisuudessa roolia huoltovarmuuspolttoaineena. |

YHTEENVETO POTENTIAALISTEN ENERGIANTUOTANTOMUOTOJEN KARTOITUKSESTA

Taulukossa on yhteenveto raportissa tarkasteltujen lämmöntuotantoteknologioiden nykyisestä valmiusasteesta, kustannustasosta sekä tuotantovaiheen CO₂-päästötasosta. Kypsien teknologioiden osalta kustannustaso vastaa nykyistä. Kehitysvaiheessa olevien teknologioiden osalta kustannukset ovat ennusteita.

Teknologioita on tarkasteltu suhteessa toisiinsa liikennevaloasteikolla:

- sininen = kehitysasteella / korkea kustannustaso / suuret päästöt
- keltainen = kehittyvä teknologia / keskitason kustannukset / keskitason päästöt
- vihreä = kypsä teknologia / matala kustannustaso / alhaiset päästöt

| Lämmöntuotantoteknologia | Teknologian valmiusaste | Kustannustaso (huomioi investoinnin ja käytön) | Vähäpäästöisyys |
|---|-------------------------|--|-----------------|
| Aurinkolämpö alueellisena ratkaisuna | Vihreä | | Vihreä |
| Biomassan poltolla tuotettu lämpö (CHP ¹ ja HOB ²) | Vihreä | | Vihreä |
| Geoterminen energia (syvä) | | | Vihreä |
| Geoterminen energia (keskisyvä) | | | Vihreä |
| Lämpöpumput eri lämmönlähteillä | Vihreä | | Vihreä |
| Modulaarinen ydinvoima | | Vihreä | Vihreä |
| Kiinteistökohtaiset energiantuotannon ratkaisut | Vihreä | | Vihreä |
| Turpeen korvaaminen kaukolämmöntuotannossa | Vihreä | | Vihreä |

Turpeen korvaaminen on lämmöntuotannossa on ajankohtaista, muttei ongelmattonta. Potentiaalisimmat uudet päästöttömät lämmöntuotantomuodot lyhyemmällä aikavälillä löytyvät biomassan poltosta, lämpöpumpuista ja kiinteistökohtaisista ratkaisuista.

TUOTANNON JA KULUTUKSEN KOKONAISUUDEN (ENERGIAJÄRJESTELMÄN) KEHITYSVAIHTOEHTOJA

| Tuotannon ja kulutuksen kokonaisuuden (energiajärjestelmän) ratkaisu | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|--|---|--|
| Kiinteistökohtaiset energianhallinnan ratkaisut | <p>Kaukolämmön ja sähkön älykkäät ratkaisut</p> <ul style="list-style-type: none"> Etäluettava reaaliaikainen tuntitehomittausjärjestelmä tekee mahdolliseksi käyttäjille suunnatut energiankulutuslukemat ja palvelut. Markkinoilla on nykyään tarjolla kiinteistökohtaisia älylaitteita/-järjestelmiä kaukolämmön ja sähkön kulutuksen optimoimiseksi. Kiinteistöistä mitattua kulutusdataa, tekoälyä ja sääennusteita hyödyntäen järjestelmät optimoivat energiankulutusta sekä mahdollista energian myyntiä verkkoon (kaksisuuntainen asiakkuus) minimoiden kulutuksesta aiheutuvat kustannukset ja maksimoiden energianmyynnistä saatavat tulot. Älyjärjestelmien avulla voidaan saavuttaa päästövähennyksiä mm. ehkäisemällä ylikulutusta (lämmitystä) sekä kohdentamalla kulutusta ajankohtiin, jolloin energiantuotannon päästöt (ja kustannukset) ovat alhaiset. | <ul style="list-style-type: none"> Älykkäät järjestelmät mahdollistavat myös energiankulutuksen kysyntäjoustop hinnan ollessa korkea. Kokoamalla suuri määrä kohteita vastaavan sähkönkulutusta ohjaavan älyjärjestelmän käyttäjiksi on kohteista mahdollista muodostaa ”virtuaalivoimala” ja hankkia lisätuottoja osallistumalla voimalan kuormalla säätösähkömarkkinoille. Kaukolämmöstä vastaava tunneittain muuttuva hinta(signaali) vielä puuttuu. Tästä syystä asiakkaalla ei käytännössä ole mahdollisuuksia hyötyä kaukolämmön kysyntäjoustopista taloudellisesti. Kaukolämpöyhtiöt ovat viime aikoina alkaneet tarjota myös kiinteistökohtaisia älyjärjestelmiä. Yhtiöt pystyvät tätä kautta tekemään taloudellista optimointia koko kaukolämpöjärjestelmän näkökulmasta (tuotanto sekä kulutus). Em. tuotetta on alettu myös paketoida ”olosuhdepalveluksi”, jossa kaukolämpöä (voi sisältää myös lämmönjakokeskusinvestoinnin) myydään asiakkaalle kiinteään kuukausihintaan. Kohteiden määrä on kuitenkin nykyisin vielä vähäinen. |
| Lämmönvarastointiratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Lämpöä varastoidaan nykyään tyypillisesti isoihin vesisäiliöihin/-varastoihin. Varastoinnilla tähdätään huippulämmöntarpeen kattamiseen kustannustehokkaasti ja vähäpäästöisesti. Vesivarastot ovat kypsää ja kaupallista teknologiaa, jota on käytetty jo vuosikymmeniä. Lämpövarastojen investointikustannus vaihtelee 1 300-1 500 €/MWh. | <ul style="list-style-type: none"> Lämmönvarastoinnin tarve on kasvanut tuotantoteholtaan vaihtelevien (uusiutuvan energian) tuotantomuotojen yleistymisen seurauksena. Sähkön hinnan volatiliteetin odotetaan kasvavan tulevaisuudessa vaihtelevan sähköntuotantokapasiteetin kasvun myötä. Halvan sähkön aikana sähkö voidaan muuttaa esimerkiksi lämpöpumpun avulla lämmöksi ja varastoida sitä huipputarpeita varten. Lämpövarastointi on kehittymässä kohti suurempia yksiköitä ja kausivarastointia. Lämmön kausivarastoinnilla tarkoitetaan kesällä esimerkiksi auringonlämmön varastoimista talven varalle. Kausivarastoina voidaan hyödyntää esimerkiksi maalämmön porakaivokenttää tai erillistä lämpövarastoa, esimerkiksi Helen tekee selvitystä Helsinkiin Kruunuvuorenrannan kausivarastoon, joka varastoi meriveden lämpöä kesällä talvea varten. |

TUOTANNON JA KULUTUKSEN KOKONAISUUDEN (ENERGIAJÄRJESTELMÄN) KEHITYSVAIHTOEHTOJA

| Tuotannon ja kulutuksen kokonaisuuden (energiajärjestelmän) ratkaisu | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|--|---|--|
| Sähkönvarastointiratkaisut | <p>Akut</p> <ul style="list-style-type: none"> Akkujen investointikustannukset ovat edelleen suuria ja liiketoiminta ottaa ensiaskeleita Suomessa. Pilotteja on käynnissä useilla energiayhtiöillä sekä suurissa liikekiinteistöissä. Valtavirtana tällä hetkellä Litium-akkuteknologian kehitys, jossa on vielä paljon tehtävää. Liian korkeat investointikustannukset estävät toistaiseksi litiumakkujen laajan yleistymisen. Litiumakkujen ilmastovaikutus on positiivinen, mutta elinkaaripäästöjen määrittämisessä on huomattavia epävarmuuksia. Markkinaennusteissa Li-ion -akkujen teknologian investoinnit ovat suurimmat ja massatuotanto kehittyy nopeimmin vs. muut teknologiat: esimerkkiennusteissa akustojen hintojen arvioidaan laskevan globaalisti jopa nykyisestä noin 270 €/kWh → alle 90 €/kWh seuraavan 10 vuoden aikana. <p>Power-to-Gas</p> <ul style="list-style-type: none"> Muita varastointiteknologioita edustaa esimerkiksi Power-to-Gas (P2G) -teknologia, joka on vielä tutkimus- ja kehitysasteella. Menetelmässä vettä hajotetaan ylijäämäenergialla (elektrolyysillä) vetykaasuksi, joka varastoidaan. Eurooppaan on perustettu kymmeniä teknologian pilotointiprojekteja. Vedyn varastoinnin ja koko vetytalouden osalta suurin haaste on korkeat kustannukset. Kustannustehokasta toimintaa ei oleteta syntyvän vielä 2020-luvulla. Power-to-Gas teknologian läpimurtoa on ennustettu vuosien 2035-2050 aikavälille. Ennusteet P2G-sähkön tuotantohinnasta vaihtelevat voimakkaasti esim. v. 2030 110-330 €/MWh. Teknologian ympäristövaikutus on positiivinen, mikäli käytetty sähkö on puhdasta. P2G:n hyötysuhde on kuitenkin heikko muihin sähkönvarastointiteknologioihin verrattuna. | <p>Akut</p> <ul style="list-style-type: none"> Teknologian kehitykseen riskejä tuo raaka-aineiden riittävyys. Uusia akkuteknologiaa tutkitaan, mm. Liquid organic hydrogen batteries ja energiaa keräävät komponentit rakennuksissa (OPV-aurinkomoduuli). Markkinaennusteissa näkyy rakennusten suurempi integroituminen energiaverkkoihin omalla tuotannolla (prosumer) ja sähkövarastoilla etenkin kysyntäjoustossa toimijana, ei vain kuluttajana. Sähköisten kulkuneuvojen akkuteknologian kehitys on avaintekijä verkkokokoluokan akustojen markkinakehityksessä Sähköisten kulkuneuvojen lisääntyminen kasvattaa tulevaisuudessa akkukapasiteettiä merkittävästi. Samalla kasvaa potentiaali syöttää sähköä akuista verkkoon (Vehicle-to-Grid, V2G). <p>Power-to-Gas</p> <ul style="list-style-type: none"> Power-to-gas elektrolyysiteknologioiden ennustetaan kehittyvän: energiatehokkuus kasvaa ja kustannukset laskevat nykyisestä. |

TUOTANNON JA KULUTUKSEN KOKONAISUUDEN (ENERGIAJÄRJESTELMÄN) KEHITYSVAIHTOEHTOJA

| Tuotannon ja kulutuksen kokonaisuuden (energiajärjestelmän) ratkaisu | Nykytilanne: teknologinen ja kaupallinen valmiusaste, kustannukset, päästöt | Kehitysnäkökulmat |
|--|---|---|
| Teollisuuden energiatehokkuusratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Pohjoismaisen energiasäästöpotentiaalit ovat 10–30 % teollisuudenalan mukaan, kun verrataan parhaimpaan mahdolliseen saatavilla olevaan teknologiaan. Suurimmat energiasäästöpotentiaalit löytyvät tyypillisesti paineilmajärjestelmistä, moottori- ja pumppukäytöstä, höyry- ja lauhdejärjestelmistä, prosessissa käytettävien vesien ym. materiaalien lämmityksestä ja jäähtymisestä sekä teollisuuskiinteistön lämmityksestä, jäähtymisestä ja valaistuksesta Näihin tyypillisiin kohteisiin hyödynnetään kaupallisesti saatavilla olevia ratkaisuja, joiden investointipäätöksissä varmistetaan kustannus-hyötysuhde (se että investointi kannattaa) Teollisuuden integroituminen energiajärjestelmiin esim. hukkalämpöjen osalta on melko alkuvaiheessa, poikkeuksena "IT-teollisuus" eli konesalit, joiden sijoittumisessa oletuksena on jäähtymisen saanti ja hukkalämmön hyödyntäminen Energiasäästö vähentää oletusarvoisesti päästöjä | <ul style="list-style-type: none"> Motivan toteuttamassa kyselyssä vastaajista 90 % uskoo, että yrityksen energiatehokkuus paranee seuraavan 5–10 vuoden aikana ja 73 % uskoo, että yrityksen investoinnit energiatehokkuuteen lisääntyvät. Teollisuuden sekä kiinteistö- ja palvelualan vastaajista lähes 70 % aikoo investoida uuteen energiatehokkaaseen kiinteistötekniikkaan. Suomalaisyrittäjien lähitulevaisuuden energiainvestoinnit kohdistuvat aurinkosähköön, lämpöpumppuihin, energian talteenottoon ja kierrätykseen sekä hiilineutraaliutta ja kysyntäjoustoa edistäviin ratkaisuihin, Teollisuudessa merkittävimmät kulutusmuutokset tulevat tulevaisuudessa kuitenkin uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista (vrt. SSAB;n hiilineutraali teräksentuotanto). Sähköistymisen edistyminen teollisuudessa saattaa lisätä myös energiatehokkuutta uusien ratkaisujen ollessa energiatehokkaampia kuin vanhojen. |
| Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistysratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Teollisuus, liikenne ja lämmöntuotanto tulevat kokemaan lähitulevaisuudessa "sähköistymistä". Teollisuuden osalta tämä tarkoittaa ennen polttamiseen perustuneiden prosessien muuttamista enemmän sähköllä toimiviksi. Liikenteen sähköistyminen ilmenee sähkökäyttöisten autojen muiden kulkuneuvojen lisääntymisenä. Lämmöntuotannon sähköistyminen tarkoittaa erityisesti lämpöpumppujen lisääntymistä kiinteistä kohteissa ratkaisuihin sekä keskitetyissä kaukolämmöntuotannon ratkaisuihin (esim. jätevedet, merivesi ym. lämmönlähteinä). Myös sähkökattiloiden hyödyntäminen lämmöntuotannossa yleistyy. Hyödynnettävät teknologiat ovat monelta osin jo kaupallisella tasolla (esim. lämpöpumput ja sähköakut/-autot). Tekninen kehitys ja kustannusten lasku sähköistämisen ratkaisuihin on silti nopeaa. Teollisuuden, liikenteen ja lämmöntuotannon sähköistyminen tulee vähentämään näiden alojen suoraa CO₂-päästöjä merkittävästi. Kokonaispäästöt riippuvat kuitenkin sähköntuotannosta. | <ul style="list-style-type: none"> Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistyminen tulee lisäämään sähkönkulutusta merkittävästi. Tästä johtuen tarvitaan investointeja uuteen sähköntuotannon ja siirron kapasiteettiin. Edellä mainittujen alojen sähköistyminen lisää myös sähkön kysyntäjoustokapasiteettia merkittävästi. Teollisuuden sähköistysratkaisujen merkitys Suomen tasolla 2050-luvun energiaratkaisuissa nähtiin suurena myös haastateltujen teknologiaedustajien keskuudessa. |

ENERGIAJÄRJESTELMÄN KEHITYS

KITEYTYS ENERGIANTUOTANNON, KÄYTÖN JA JAKELUVERKKOJEN KEHITYKSESTÄ

Energiantuotannon muutokset ja energiavarastointi

- Sääriippuvaisen, vaihtelevan tuotannon (tuuli, aurinko) lisääntyminen vallitsevana trendinä
- Teknologioiden kehittyminen ja uusien teknologioiden kustannusten alentuminen: hajautettu tuotanto ja pientuotanto, lämmityksen hybridiratkaisut
- Varastoinnin kehittyminen:
 - 1) sähkövarastot kiinteistöissä ja sähköautoissa etenkin Li-ion – teknologia, odotettavissa kustannusten alentuminen
 - 2) lämpövarastot

Energiaverkkojen muutokset

- Vaikuttavana trendinä sähköverkoissa mikroverkkoteknologian kehitys ja kohteiden määrän lisääntyminen (kiinteistöjen mikroverkot ja pienalueiden mikroverkot)
- Kaukolämpöverkoissa matalammat lämpötilat mahdollistavat hukkalämpöjen kaksisuuntaisen lämpökaupan tehokkaan hyödyntämisen

Käyttäjälähtöinen älykäs rakennus ja sen integroituminen älyverkkoon

- Vallitsevina trendeinä energianhallinta ja kysyntäjouoston hyödyntäminen
- Sisältää reaaliaikaisesti reagoivia, käyttäjän kanssa vuorovaikutussuhteessa olevia tietoteknisiä ja rakenneteknisiä järjestelmiä sekä energian tuotto-/siirtojärjestelmiä
- Käyttäjäkeskeiseen energia-pilvialustaan liittyminen ja kysyntäjouoston mahdollistuminen kiinteistöautomaatiolla tai IoT-ratkaisuilla
- Tavoitteena myös Digital Twin = Kiinteistön digitaalinen kaksonen, jolla voidaan simuloida ja ohjata energiankäyttöä

Järjestelmien yhteen liityntä ja älykkäät kaupungit

- "Building-To-Grid (B2G)" = Älyverkon IT-ratkaisut, rakennuksen optimointijärjestelmät, hajautettujen tuotantoresurssien hallinta
- Transportation-to-grid (T2G) tai Vehicles-to-Grid (V2G) = Älyverkon IT-ratkaisut, liikenteen mobiilit sähkövarastot ja ohjausjärjestelmät

Energia-alustojen disruptio (murros) ja käyttäjäkeskeiset energia-pilvialustat, sekä datan määrään merkittävä lisääntyminen.

- Teknologian laaja soveltaminen avaa mahdollisuuksia: big data, tekoäly (AI), esineiden internet (IoT), lohkoketjut

YHTEENVETO TUOTANNON JA KULUTUKSEN KOKONAISUUDEN (ENERGIAJÄRJESTELMÄN) KEHITYSVAIHTOEHDOISTA

Taulukossa on yhteenveto raportissa tarkasteltujen tuotannon ja kulutuksen kokonaisuuden kehitysvaihtoehtojen nykyisestä valmiusasteesta, kustannustasosta sekä tuotantovaiheen CO₂-päästötasosta.

Teknologioita on tarkasteltu suhteessa toisiinsa liikennevaloasteikolla:

- Sininen = kehitysasteella / korkea kustannustaso / suuret päästöt
- keltainen = kehittyvä teknologia / keskitason kustannukset / keskitason päästöt
- vihreä = kypsä teknologia / matala kustannustaso / alhaiset päästöt

| Tuotannon ja kulutuksen kokonaisuuden (energiajärjestelmän) ratkaisu | Teknologian valmiusaste | Kustannustaso | Vähäpäästöisyys |
|--|-------------------------|---------------|-----------------|
| Kiinteistökohtaiset energianhallinnan ratkaisut | Vihreä | Vihreä | Vihreä |
| Lämpövarastot | Vihreä | Keltainen | Vihreä |
| Sähkövarastot | Keltainen | Sininen | Vihreä |
| Teollisuuden energiatehokkuusratkaisut | Keltainen | Vihreä | Vihreä |
| Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistysratkaisut | Keltainen | Keltainen | Vihreä |

Kiinteistökohtaiset energianhallinnan ratkaisut, lämpövarastot sekä teollisuuden energiatehokkuuden parantaminen ovat lyhyemmällä aikavälillä käyttökelpoisia tapoja optimoida tuotannon ja kulutuksen kokonaisuutta. Teollisuuden energiatehokkuusratkaisuissa hyödynnetään tyypillisesti valmista tekniikkaa, jonka kustannustehokkuus on osoitettavissa (investointi kannattaa) ja jotka oletusarvoisesti vähentävät päästöjä. Toisaalta teollisuuden energiatehokkuus- ja vähäpäästöisyysratkaisuihin on meneillään myös merkittäviä kehityshankkeita, esimerkiksi hiilineutraalin teräksentuotannon kehittäminen.

7. ENERGIANTUOTANTO- MUOTOJEN SYNERGIA- MAHDOLLISUUDET

RAMBOLL



ENERGIANTUOTANTOMUOTOJEN SYNERGIAMAHDOLLISUUDET

TARKASTELUN TAVOITE JA KÄYTETTY TARKASTELUKEHIKKO

Potentiaalisten energiantuotantomuotojen tarkastelussa otetaan huomioon eri energiamuotojen synergiamahdollisuudet: lämpö- ja sähköjärjestelmien integrointi sekä teollisuuden sähköistysratkaisut ovat lähtökohtaisesti merkittävässä osassa tulevia vaihtoehtoja.

Potentiaalisimpina energiantuotantomuotoina tarkastellaan edellisen luvun pohjalta sähköntuotannossa maatuulivoima, merituulivoima, biosähkö ja aurinkosähkö ja lämmöntuotannossa biolämpö (sisältäen turpeen korvaamisen), geoterminen energia, lämpöpumput eri lämmönlähteillä (teollisuus, maa, ilma, vesistöt) sekä kiinteistökohtaiset tuotantoratkaisut (pelletti, maalämpö, kaukolämpö, muut lämpöpumput, aurinkoenergia)

Synergiamahdollisuuksien tarkastelussa käsitellään kahta näkökulmaa (alla).

| Lyhenne | Näkökulma | Tarkempi kuvaus / kysymyksenasettelu |
|---------|--------------------------------------|--|
| S | Energiantuotannon sisäiset synergiat | Voivatko tarkastellut vähäpäästöiset / päästöttömät sähkön ja lämmön tuotantomuodot toimia paremmin yhtenä optimoituna kokonaisuutena kuin erillään ? |
| M | Maankäytön ja kaavoituksen synergiat | Voidaanko samalla maankäytön ja kaavoituksen toimenpiteellä vaikuttaa edistävästi useampaan vähäpäästöiseen / päästöttömään energiantuotantomuotoon? Onko siirtoverkkoon liittyviä synergioita, voidaanko samaa verkkoinfraa hyödyntää? |

ENERGIANTUOTANTOMUOTOJEN SYNERGIAMAHDOLLISUUDET

| | Merituulivoima | Aurinkosähkö (Aurinkovoimala) | Biosähkön tuotanto (voimala) | Biolämmön tuotanto (voimala), turpeen korvaaminen | Maalämpökentät | Lämpöpumput aluelämmössä | Kiinteistökohtainen lämpö |
|----------------|--|--|---|---|--|---|---|
| Maatuulivoima | S: Negatiivinen synergia - tuotannon samanaikainen tuuliriippuvuus | S: Vaihteluiden taseus mahdollista M: Voivat sijaita samalla alueella. Siirtoverkon synergioita | S: Tuulivoiman vaihteluja voidaan tasata biosähköllä | S: Sähkökattila lämpökattilan rinnalla, halvan sähkön hyödyntäminen | S: Maalämpöpumput tarvitsevat sähköä, joten ratkaisut tukevat toisiaan | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä lämmön varastointiin |
| Merituulivoima | | S: Vaihteluiden taseus mahdollista | S: Tuulivoiman vaihteluja voidaan tasata biosähköllä | S: Sähkökattila lämpökattilan rinnalla, halvan sähkön hyödyntäminen | S: Maalämpöpumput tarvitsevat sähköä, joten ratkaisut tukevat toisiaan | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä lämmön varastointiin |
| | | Aurinkosähkö (Aurinkovoimala) | S: Voivat olla toisiaan täydentäviä esim. omavaraisella alueella M: Voimalan katolle aurinkopaneelit, siirtoverkon synergiat | S: Sähkökattila lämpökattilan rinnalla, halvan sähkön hyödyntäminen M: Voimalan katolle aurinkopaneelit M: Turpeen tuotantoalueille aurinkovoimaloita | S: Maalämpöpumpuilla voidaan tuottaa jäähdystystä kesällä ja samalla ladata maalämpökaivoja, aurinkosähkö täydentävänä ratkaisuna. | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä | S: Voi hyödyntää ajoittain halpaa sähköä lämmön varastointiin |
| | | | Biosähkön tuotanto (voimala) | S: Yhteistuotanto CHP:llä (sama laitos) M: Polttoainelogistiikan synergiat | S: Maalämpöpumput tarvitsevat sähköä, joten ratkaisut tukevat toisiaan | S: Lämpöpumput tarvitsevat sähköä, joten ratkaisut tukevat toisiaan | |
| | | | | Biolämmön tuotanto (voimala) | S: Voivat tuottaa lämpöä samaan ratkaisuun M: sama lämpöverkko | S: Voivat tuottaa lämpöä samaan ratkaisuun M: sama lämpöverkko | S: Synergia hybridilämpöratkaisussa |
| | | | | | Maalämpökentät | Voivat tuottaa lämpöä samaan lämpöverkkoon | S: Synergia hybridilämpöratkaisussa |
| | | | | | | Lämpöpumput aluelämmössä | S: Synergia hybridilämpöratkaisussa |

ENERGIANTUOTANTOMUOTOJEN SYNERGIAMAHDOLLISUUDET

YHTEENVETO: SUURIMMAT SYNERGIAMAHDOLLISUUDET

Seuraavaan taulukkoon on koottu tehdyn tarkastelun pohjalta eri energiamuotojen merkittävimmät synergiamahdollisuudet.

| | |
|--|---|
| S- Energiantuotannon sisäiset synergiat | <ul style="list-style-type: none">• CHP-laitos (yhdistetty lämmön- ja sähköntuotanto) biosähkön ja -lämmön tuotantoon• Erilaiset lämmöntuotantomuodot optimoituina, toimimassa alueellisesti samassa lämpöverkossa tai kiinteistökohtaisessa hybridijärjestelmässä• Vaihtelevan sähköntuotannon (tuuli, aurinko-) yhdistäminen muihin sähköntuotantomuotoihin ja sähkövarastoihin• Sähkön hyödyntäminen lämpöpumppujärjestelmissä• Sähkökattilat osana lämmöntuotantoratkaisua, hyödynnetään erityisesti halvan tuuli- tai aurinkosähkön aikana |
| M - Maankäytön ja kaavoituksen synergiat | <ul style="list-style-type: none">• Tuuli- ja aurinkovoimaloiden sijoittaminen samalle alueelle, jos olosuhteet molemmille riittävän edullisia.• Jos bioenergialla korvataan turvetuotantoa, niin aurinkovoimaloita voidaan sijoittaa entisille turvetuotannon alueille.• Bioenergian tuotantolaitosten polttoainekuljetuksiin (tiestöön) liittyvät synergiat |

Ulkoisilla synergioilla voidaan kuvata sähkö- tai lämmöntuotantomuotojen synergioita teollisuuden, liikenteen tai muun yhdyskuntahuollon kanssa. Tässä kategoriassa suurimmat synergiamahdollisuudet löytyvät

- Hukkalämpöjen hyödyntämisestä lämpöverkoissa: teollisuuden hukkalämmöt, veden- ja jätevedenkäsittelyn hukkalämmöt
- Sähköjärjestelmän integroitumisessa liikenteen ja teollisuuden sähköistymiseen varastointi- ja kysyntäjoustoratkaisuina
- Energiantuotannon integroitumisessa jätehuoltoon: metsäteollisuuden/ metsätalouden jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntäminen energiana jätteenpolto, biokaasun tuotanto orgaanisista jätteistä

8. KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

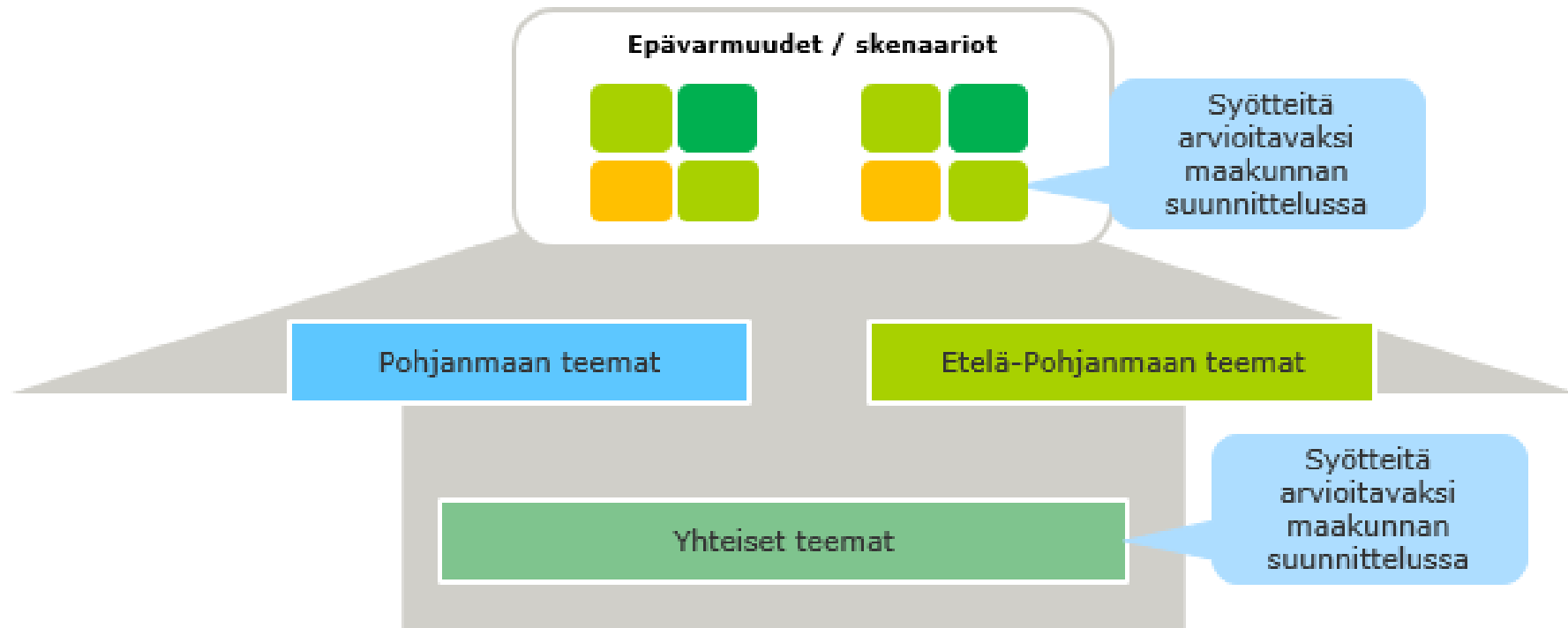
RAMBOLL



KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN TAVOITTEET JA KÄYTETTY TARKASTELUKEHIKKO

Tässä osiossa käsitellään energiamuotojen ja energiajärjestelmän kehitysvaihtoehtojen soveltuvuutta Pohjanmaalle ja Etelä-Pohjanmaalle sekä hahmotellaan vaihtoehtoisia kehityspolkuja päästöttömään energiajärjestelmään tarkastelualueella vuoteen 2050 mennessä. Tarkastelussa on kaksi näkökulmaa

- 1. Todennäköisimmät trendimäiset muutokset** -> näistä johdetaan **kehityspolun teemat** -> teemojen osalta kuvataan seikkoja / asioita (syötteitä), joita voidaan arvioida ja/tai työstää maakuntakaavoituksen yhteydessä
- 2. Keskeiset epävarmuudet** -> kuvataan niihin liittyvät **tulevaisuusskenaariot** -> kuvataan skenaarioihin liittyviä seikkoja / asioita (syötteitä), joita voidaan arvioida ja/tai työstää maakuntakaavoituksen yhteydessä



KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

YHTEENVETO: TODENNÄKÖISIMMÄT TRENDIMÄISET MUUTOKSET 2020-2050

Kauko- ja aluelämpö

- Biomassan osuus polttoaine-mixissä kasvaa, se korvaa fossiilisia polttoaineita ja turvetta, joiden osuus vähenee lähes marginaaliseksi
- Lämpöpumppujen ja geotermisen lämmön sekä hukkalämpöjen osuus kasvaa lämpöratkaisuissa, polttaminen vähenee
- Hybridiratkaisut (= kauko-/aluelämpö yhdistettynä muihin ratkaisuihin) rakennusten lämmitykseen lisääntyvät
- Lämpöpumput ja sähkökattilat hyödyntävät alhaisen sähkön hinnan kausia ja tarjoavat kysyntäjoustoa järjestelmän tasapainottamiseksi
- Lämpöverkot kehittyvät kaksisuuntaisiksi ja lämpövarastoja rakennetaan, mikä lisää koko energiajärjestelmän joustopotentiaalia

Sähkö

- Uusiutuva sääriippuvainen sähköntuotanto, erityisesti maatuulivoima ja myöhemmin myös merituulivoima, lisääntyy merkittävästi ja kustannusten laskun myötä hinta kehittyy markkinaehtoiseksi ja kilpailukykyiseksi (ei tukia)
- Sähkön kysyntä kasvaa merkittävästi teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistymisen myötä
- Kysyntäjoustopotentiaali rakennuksissa ja teollisuudessa kasvaa ja muuttuu kaupalliseksi toiminnaksi
- Myös kaupallisia sähkön varastointiratkaisuja tulee enemmän käyttöön paikallisesti kun niiden hyöty-/kustannussuhde kehittyy edullisemmaksi
- Investointeja uuteen sähköntuotantokapasiteettiin sekä siirto-/jakeluverkon kapasiteettiin ja "jousto-ominaisuuksiin" tarvitaan lisää

Liikenne

- Puhtaiden käyttövoimien osuus kasvaa ja niiden jakeluinfrastruktuuria kehitetään, aluksi tuettuna, myöhemmin markkinaehtoisesti

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

KEHITYSPOLUN TEEMAT: YHTEISET TEEMAT MOLEMMILLE MAAKUNNILLE

Tavoitteena päästötön energiajärjestelmä

Liikennratkaisun integroituminen energiaan

Liikenteen käyttövoimien muutos

Kauko- ja aluelämmön muutokset (bio-, geo-hukkalämmöt; lämpövarastot; 2-suunt.; hybridit)

Sähkön kysyntäjouston ja varastoinnin lisääntyminen

Sähkön käytön lisääntyminen – tuotanto- ja siirtokapasiteetin lisääminen

Tuulivoima- ja aurinkoenergiatuotannon merkittävä kasvu

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

YHTEISET TEEMAT - SYÖTTEITÄ ARVIOITAVAKSI MAAKUNNAN SUUNNITTELUSSA

Tavoitteena päästötön energiajärjestelmä

- Latausinfraan yhteyteen sähköntuotantoa ja -varastoja (esim. aurinkopaneelit)
- Biokaasulaitosten yhteyteen kaasuntankkausasemia

- Julkisten latauspisteiden lisääntyminen - sijoituspaikat

- Julkisten latauspisteiden sijoituspaikat
- Kaasun tankkauspaikat
- LNG laivoihin satamissa

- Turvesoiden ennallistaminen, niille aurinko - tai tuulivoimaloita?
- Maalämpökentät, sijoituspaikat ja verkkoyhteydet
- Bioenergiaterminaalit, sijoituspaikat ja logistiikka
- Lämpövarastot, sijoituspaikat ja verkkoyhteydet
- Kiinteistöjen ratkaisut

- Sijoituspaikat lämpövarastoille
- Uusien asuinalueiden suositellut lämmitysratkaisut

Liikennetankkauksen integroituminen energiaan

Liikenteen käyttövoimien muutos

Kauko- ja aluelämmön muutokset (bio-, geo-, hukkalämmöt; lämpövarastot; 2-suunt.; hybridit)

Sähkön kysyntäjoukon ja varastoinnin lisääntyminen

- Sijoituspaikat ja verkkoyhteydet sähkövarastoille

- Siirto- ja jakeluverkon tilavaraukset

Sähkön käytön lisääntyminen - tuotanto- ja siirtokapasiteetin lisääminen

- Sijoituspaikat tuulivoimaloille
- Sijoituspaikat aurinkovoimaloille
- Verkkoyhteydet

Tuulivoima- ja aurinkoenergiatuotannon merkittävä kasvu

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

KEHITYSPOLUN TEEMAT: YHTEISET JA MAAKUNTIEN ERITYISTEEMAT

Tavoitteena päästötön energiajärjestelmä

Pohjanmaa

Merituulivoima kasvu-uralle

Vaasan seudun energiaklusterin edellytysten ja kehityksen tukeminen

Energian sektori-integraatio teollisuuteen (teollisuusalueilla)

Etelä-Pohjanmaa

Energiapuun ja bioenergian tuotannon lisääminen

Biokaasun tuotannon ja käytön lisääminen

Energian sektori-integraatio maatalouteen ja elintarviketeollisuuteen

Liikenne ratkaisun integroituminen energiaan

Liikenteen käyttövoimien muutos

Kauko- ja aluelämmön muutokset (bio-, geo-, hukkalämmöt; lämpövarastot; 2-suunt.; hybridit)

Sähkön kysyntäjoustop ja varastoinnin lisääntyminen

Sähkön käytön lisääntyminen – tuotanto- ja siirtokapasiteetin lisääminen

Tuulivoima- ja aurinkoenergiatuotannon merkittävä kasvu

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN MAAKUNTIEN TEEMAT- SYÖTTEITÄ ARVIOITAVAKSI MAAKUNNAN SUUNNITTELUSSA

Tavoitteena päästötön energiajärjestelmä

Pohjanmaa

Merituulivoima kasvu-uralle

Vaasan seudun energiaklusterin edellytysten ja kehityksen tukeminen

Energian sektori-integraatio teollisuuteen (teollisuusalueilla)

- Merialueiden varaukset

- Vety-
infrastruktuurin
aluevaraukset
sekä
akkuklusterin
kehittymisen
tukeminen
- Seudulliset
pilotointi-
/koealueet

- Teollisuuden lämmöntuotantomahdollisuuksien selvittäminen
- Teollisuusalueille lämpöverkot hukkalämpöjen hyödyntämiseen
- Yhteishankkeet (energia-varastot, power-to-x)

Etelä-Pohjanmaa

Energiapuun ja bioenergian tuotannon lisääminen

Biokaasun tuotannon ja käytön lisääminen

Energian sektori-integraatio maatalouteen ja elintarviketeollisuuteen

- Bioenergia-terminaalit, sijoituspaikat ja logistiikka
- Turvesoiden ennallistaminen, niille aurinko – tai tuulivoimaloita

- Laitospaikat biokaasulaitoksille
- Biokaasun jakeluasemat osana liikennejärjestelmäsuunnittelua

- Laitospaikat uusille jalostuslaitoksille, esim. bioetanol
- Logistiikkaratkaisut syötteiden kuljettamiselle jalostuslaitoksiin

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN KEHITYSPOLKUJEN VASTAAMINEN MUUTTUVAAN ENERGIATARPEESEEN - LÄMPÖ

Lämmitysenergian tarpeen kehitystä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3 kahden perustellun vaihtoehdon pohjalta: - 15 % ja - 51 % .

| Lämmitys TWh/v | 2019 | 2050 (-15 %) | 2050 (-51 %) |
|-----------------|------|-----------------|------------------|
| Etelä-Pohjanmaa | 2,1 | 1,8 (-0,3 TWh) | 1,030 (-1,1 TWh) |
| Pohjanmaa | 1,9 | 1,6 (-0,3 TWh) | 0,9 (-1 TWh) |

Kehityspolkujen tärkeimmät teemat muutokseen vastaamisessa alla

Pohjanmaa: Energian sektori-
integraatio teollisuuteen
(teollisuusalueilla)

Etelä-Pohjanmaa: Energiapuun ja
bioenergian tuotannon lisääminen

Yhteinen: Kauko- ja aluelämmön
muutokset (bio-, geo-, hukkalämmöt;
lämpövarastot; 2-suunt.; hybridit)

Turpeen- ja fossiilisten poltolla tuotetaan tällä hetkellä kaukolämpöä 1,2 TWh Etelä-Pohjanmaalla ja 0,4 TWh Pohjanmaalla. Näistä luopumisella ja osittaisella korvaamisella muilla energianlähteillä on merkittävä rooli muuttuvaan (vähenevään) lämmöntarpeeseen vastaamisessa, toki kehitysvauhdit tulee synkronoida keskenään. Lämpövarastoilla ja joustavilla monen energialähteen lämpöverkoilla varaudutaan ennustettuihin ilmastomuutoksen tuomiin säävaihteluihin.

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN KEHITYSPOLKUJEN VASTAAMINEN MUUTTUVAAN ENERGIATARPEESEEN - SÄHKÖ

Sähkön tarpeen kehitystä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3 kahden perustellun vaihtoehdon pohjalta: + 13,9% ja + 56 %.

| Sähkö TWh/v | 2019 | 2050 (+13,9 %) | 2050 (+56 %) |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|
| Etelä-Pohjanmaa | 2,5 | 2,8 (+ 0,3 TWh) | 3,9 (+ 1,4 TWh) |
| Pohjanmaa | 3,5 | 3,9 (+0,4 TWh) | 5,5 (+ 2 TWh) |

Kehityspolkujen tärkeimmät teemat muutokseen vastaamisessa alla

Pohjanmaa: Merituulivoima kasvu-uralle

Yhteinen: Sähkön käytön lisääntyminen – tuotanto- ja siirtokapasiteetin lisääminen

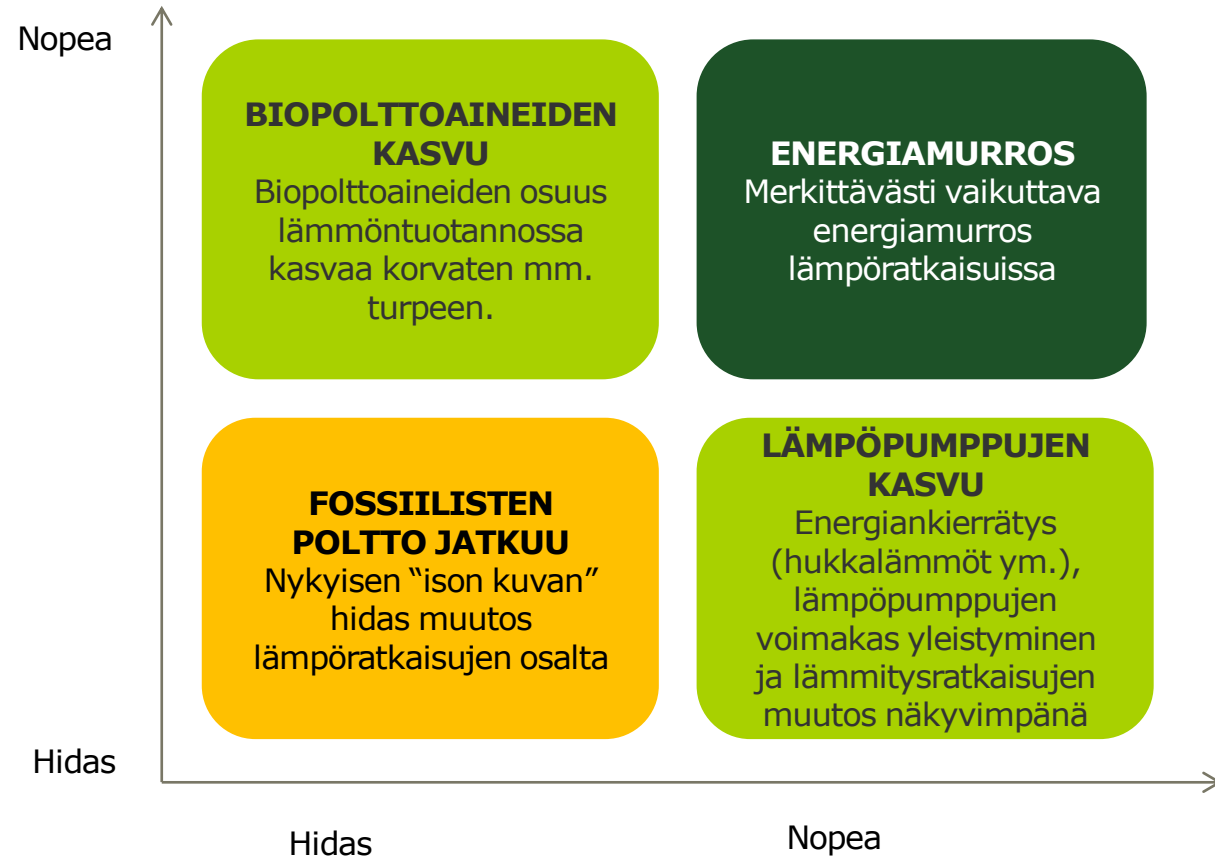
Yhteinen: Tuulivoima- ja aurinkoenergiatuotannon merkittävä kasvu

Tuulivoimahankkeita Etelä-Pohjanmaalla on vireillä 25, joissa hankkeiden teho on yhteensä 2 234 MW, suunnitellut käyttöönottovuodet vaihtelevat 2021 ja 2025 välillä. Tuulivoimahankkeita Pohjanmaalla on vireillä 37, joissa hankkeiden teho on yhteensä 3 211 MW, suunnitellut käyttöönottovuodet vaihtelevat 2021 ja 2030 välillä. Varovaisella 20 %:n huipunkäyttöajalla (1750 h) näiden voimaloiden yhteenlaskettu tuotanto olisi 9 500 000 MWh/v eli 9,5 TWh, mikä kattaa hyvin maakuntien sähkönkäytön kasvun ja maakunta kehitty sähkönettovejänä.

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 1: LÄMMÖNTUOTANNON MUUTOSTEN EPÄVARMUUDET JA NIIDEN POHJALTA MUODOSTETUT SKENAARIOT

Polttoon perustuvassa lämmityksessä siirtymä uusiutuviin polttoaineisiin



Siirtymä polttoon perustumattomaan lämmitykseen

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 1: MAHDOLLISIA SYÖTTEITÄ ARVIOITAVAKSI

MAAKUNNAN SUUNNITTELUSSA

Polttoon perustuvassa lämmityksessä siirtymä uusiutuviin polttoaineisiin

- Biopolttoaineiden hankinnan logistiikka (tiestö)
- Terminaalit tasaamaan metsäenergian korjuun kausivaihteluita
- Voimalaitosten sijaintipaikat
- Yhdyskuntarakenteen eheys kaukolämpöverkkojen läheisyyteen

Nopea

BIOPOLTTOAINEIDEN KASVU

Biopolttoaineiden osuus lämmöntuotannossa kasvaa korvaten mm. turpeen.

ENERGIAMURROS

Merkittävästi vaikuttava energiamurros lämpöratkaisuissa

- Yhdistelmä kahdesta muusta

Hidas

FOSSIILISTEN POLTTO JATKUU

Nykyisen "ison kuvan" hidias muutos lämpöratkaisujen osalta

LÄMPÖPUMPPUJEN KASVU

Energiankierrätys (hukkalämmöt ym.), lämpöpumppujen voimakas yleistymisen ja lämmitysratkaisujen muutos näkyvimpänä

- Vaatimukset yhdyskuntarakenteelle
- Sähkön siirtoyhteydet

Siirtymä polttoon perustumattomaan lämmitykseen

Hidas

Nopea

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 2: MUUTOSVAUHDIN EPÄVARMUUKSIEN POHJALTA MUODOSTETUT SKENAARIOT

Tuuli- ja aurinkovoiman osuuden kasvuvauhti

Nopea

TUULTA TUPAAN
Sähköjärjestelmän "isoon kuvaan" tulee merkittävästi enemmän uusiutuvaa ja hinnaltaan/ volyymiltaan vaihtelevaa sähköä

ENERGIAMURROS
Merkittävästi vaikuttava energiamurros sekä sähkö- että lämpöratkaisuissa

POLTTO JATKUU
Nykyisen "isoon kuvan" hidaskasvu sekä sähkö- että lämpöratkaisujen osalta

HUKKAA PUKKAA
Energiankierrätys (hukkalämmöt ym.) ja lämmitysratkaisujen muutos näkyvimpänä

Hidas

Hidas

Nopea

Sektori-integraation vauhti

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 2: MAHDOLLISIA SYÖTTEITÄ ARVIOITAVAKSI

MAAKUNNAN SUUNNITTELUSSA

Aurinko- ja tuulisähkön osuuden kasvuvauhti

- Rakennusten aurinkopaneelit
- Alueelliset aurinkovoimalat - sijoituspaikat
- Tuulivoimaloiden lisääntyminen - sijoituspaikat
- Siirtoyhteysien vahvistaminen - "käytävät"
- Sähkövarastojen lisääntyminen - sijoituspaikat

Nopea

TUULTA TUPAAN
Sähköjärjestelmän "isoon kuvaan" tulee merkittävästi enemmän uusiutuvaa ja hinnaltaan/ volyymiltaan vaihtelevaa sähköä

ENERGIAMURROS
Merkittävästi vaikuttava energiamurros sekä sähkö- että lämpöratkaisuissa

- Yhdistelmä kahdesta muusta

POLTTO JATKUU
Nykyisen "isoon kuvan" hidas muutos sekä sähkö- että lämpöratkaisujen osalta

HUKKAA PUKKAA
Energiankierrätys (hukkalämmöt ym.) ja lämmitysratkaisujen muutos näkyvimpänä

- Teollisuuslaitosten sijoittumisessa niiden hukkalämmölle käyttö ja lämpöverkkoyhteys
- Lämpöverkkojen muutos

Hidas

Hidas

Nopea

Sektorin integraation vauhti

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 3: SÄHKÖISTYMISEN VAUHTIIN LIITTYVIEN EPÄVARMUUKSIEN POHJALTA MUODOSTETUT SKENAARIOT

Liikenteen sähköistyminen

Nopea

SÄHKÖLLÄ LIIKETTÄ
Sähköjärjestelmässä isompi rooli latausinfra ja ajoneuvojen akuilla; CHP:llä jatko aika lämmöntuotannossa

POLTTO POISTUU
Polttomoottoriautot marginaaliin ja CHP:n nopeahko alasajo

POLTAA POLTTAA
Sekä polttomoottoriautojen että CHP:n jatko aika

SÄHKÖSTÄ LÄMPÖÄ, EI LIIKETTÄ
Lämpöjärjestelmässä polttaminen vähenee merkittävästi, mutta liikenteessä polttomoottoriautoilla edelleen vahva rooli

Hidas

Hidas

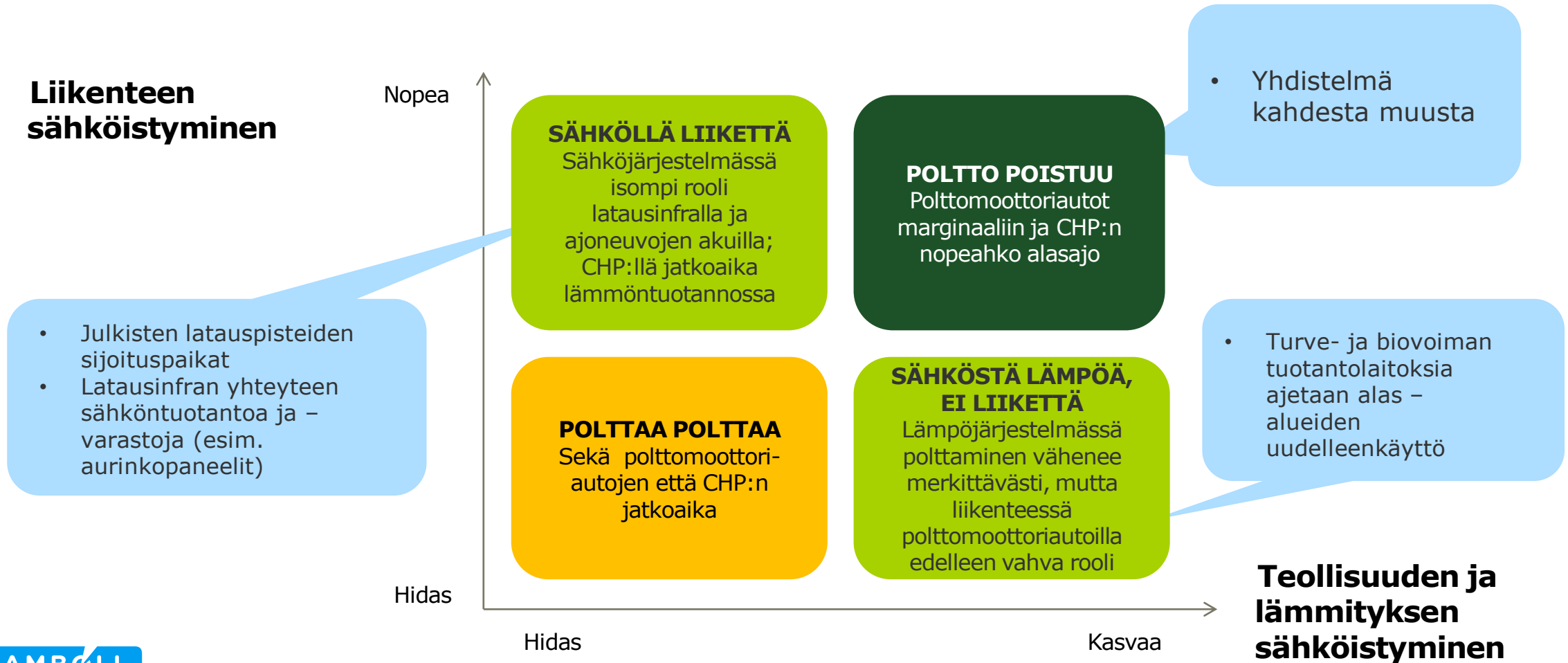
Nopea

Teollisuuden ja lämmityksen sähköistyminen

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 3: MAHDOLLISIA SYÖTTEITÄ ARVIOITAVAKSI

MAAKUNNAN SUUNNITTELUSSA



KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

SKENAARIOTARKASTELU 4: VETYTALOUDEN TOTEUTUMISEN EPÄVARMUUDET

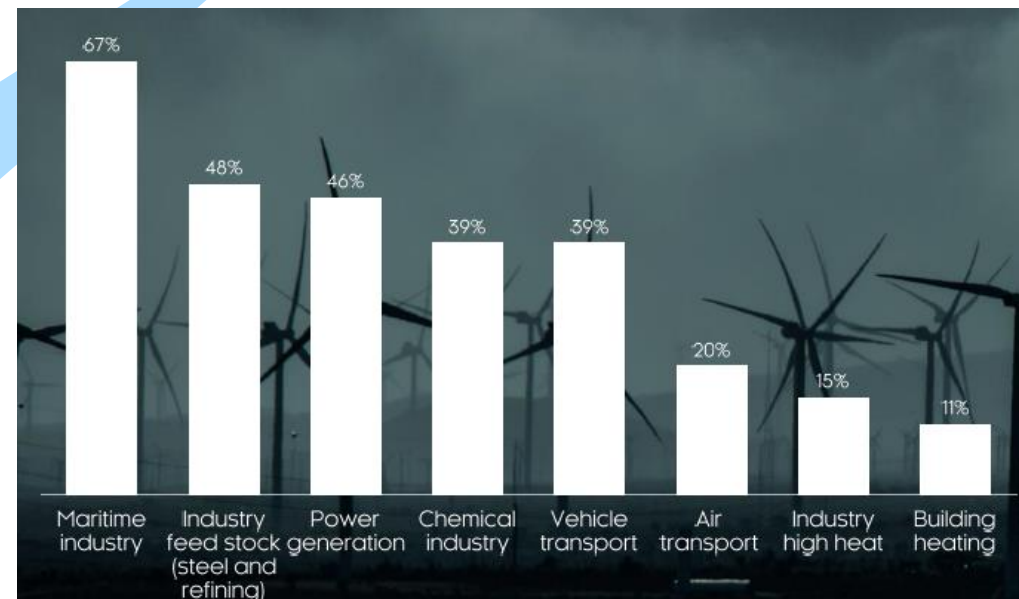
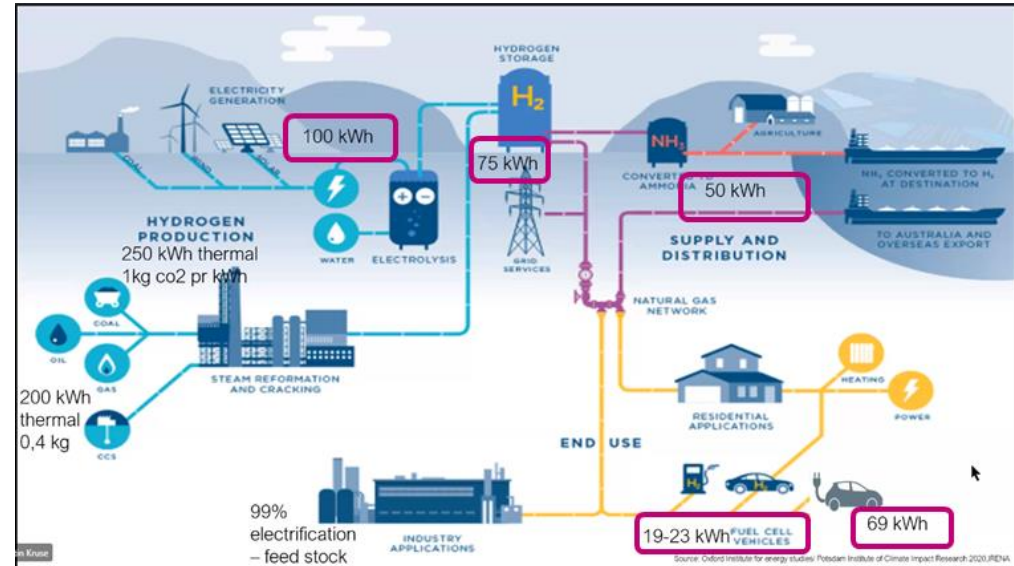
Monien lähteiden mukaan vetytaloudella on merkitystä 2040-luvulla, mahdollisesti jo 2030 -luvulla. Vedyn käyttäminen energianlähteenä vaatii monivaiheisen ketjun, jossa energiaa häviää jonkin verran konversioissa. Vedyn tuottamiseksi pitää rakentaa teollisen mittakaavan elektrolyysilaitoksia, jotka ovat satojen miljoonien eurojen investointeja. Lisäksi tarvitaan luolastoja tms. sen varastoimiseksi sekä jakelulogistiikkaa.

Vetytalouden vauhdin tärkeimpinä määrääjinä (draivereina) nähdään

- taloudellisten kannustimien (tukien) saatavuus
- investoinnit tuotantolaitoksiin
- uusiutuvan sähkön (tuuli, aurinko) saatavuus ja halpa hinta
- vedyn varastoinnin ja jakelulogistiikan ratkaiseminen

Kansainvälisen asiantuntijajapaneelin näkemyksen mukaan (alempi kuva) vedyn merkitys vuoteen 2040 mennessä on suurin laivaliikenteen polttoaineena, teollisuuden energialähteenä ja sähköntuotannossa.

Suomeen on perustettu kansallinen vetyklusteri edistämään laitosinvestointeja ja parantamaan toimintaympäristön edellytyksiä. Klusterissa on aloitusvaiheessa mukana noin 30 vetytalouden kehittäjän kannalta merkittävää yritystä, mm. ABB:n, Aurelia Turbines, Gascom Finland, Fortum, Neste, SSAB, UPM ja Wärtsilä.



Mahdollisia syötteitä arvioitavaksi ja työstettäväksi maakunnan suunnittelussa, jos vetytalouden vauhti on nopea:

- Vedyn varastot
- Vedyn jakeluinfra

KEHITYSPOLUT PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN YHTEENVETO SYÖTTEISTÄ ARVIOITAVAKSI MAAKUNTAKAAVOITUKSESSA

| Aluevaraukset | Laitokset | Verkkoinfrastruktuuri | Polttoainelogistiikan muutokset | Liikenteen muutokset | Muut |
|--|---|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Maatuulivoima Merituulivoima? Aurinkovoimalat Maalämpökentät Alueelliset isohkot lämpövarastot – erillisiä vesisäiliöitä tai esim. käytöstä poistuneita nesteiden varastoluolia Alueelliset sähkövarastot (“isot akut”) | <ul style="list-style-type: none"> Mahdollisten uusien biovoimalaitosten sijainnit ja laitospaikat (lämmöntuotanto) Uudet laitospaikat erityisesti biokaasulaitoksille, mutta mahdollisesti myös esim. bioetanolin tai vedyn tuotannolle Mahdollinen polttavien laitosten alasajo, laitospaikkojen uudelleenkäyttö muuhun energiantuotannon tarkoitukseen (energiavarastot, P2X-laitokset) | <ul style="list-style-type: none"> Enemmän vahvempaa sähköverkkoa - siirto- ja jakeluverkon tilavaraukset Lämpöverkkojen ulottaminen teollisuusalueille ja liittäminen teollisuuslaitoksiin (hukkalämpöjen hyödyntäminen) Datayhteyksien kehittäminen (älykkään energiaverkon mahdollistaja) Konesali-investointien yhteydessä hukkalämmön hyödyntämisen järjestelyt Tulevaisuudessa: vedyn jakeluverkosto | <ul style="list-style-type: none"> Biopolttoaineiden logistiikka metsästä eteenpäin (tiestö, mobiilihaketus) Bioenergiaterminaalit haketukseen ja vastaamaan metsäenergian korjuun kausivaihteluihin – sijoituspaikat. logistiikka Hakkeen kuljetusyhteydet laitoksiin, varastointi laitosalueella Maatalouden syötteiden kuljettaminen biokaasu- ym. jalostuslaitoksiin | <ul style="list-style-type: none"> Sähköajoneuvojen julkiset latausasemat Liikennekaasun tai -vedyn tankkausasemat tiestön ja katujen yhteydessä tai tuotantolaitosten yhteydessä Satamien muutokset – LNG laivojen polttoaineeksi, sen varastointi ym. | <ul style="list-style-type: none"> Uusien asuinalueiden suositellut lämmitysratkaisut Turvesoiden ennallistaminen, esim. energiakasvien kasvatusta bioenergiaterminaalien läheisyydessä tai tuulivoiman / aurinkovoimaloiden sijoittaminen Energiaklusterin edellytysten turvaaminen Vaasassa, esimerkiksi pilotointialueet Energian sektori-integraation pilotointi-/koalueet teollisuusalueilla Yhdyskuntarakenteen eheys kaukolämpöverkkojen läheisyydessä Hajautettujen kiinteistökohtaisten ratkaisujen tukeminen, esim. rakennusten aurinkopaneelit |

YHTEENVETO KEHITYSPOLUISTA PÄÄSTÖTTÖMÄÄN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄN

Teollisuuden ja asumisen sähkön tuotanto

- Erityisesti tuulivoiman lisärakentamisella sähkö on mahdollista tuottaa hiilipäästöttömästi. Myös aurinkosähköllä voi olla merkittävä vaikutus.
- Tuulivoima ja aurinkovoima vaativat kuitenkin maa- ja merialueita tuotantoon sekä sähköverkko jatkuvaa kehitystä.

Teollisuuden lämpö

- Teollisuus pystyy korvaamaan fossiilisten polttoaineiden käytön biopolttoaineiden käytön, sähköistyksen ja vetytalouden avulla.
- Vaihtoehtoiset energiajärjestelmät vaativat erityisesti edullisen sähkön hyvää saatavuutta sekä vetytalouden kehittymistä.

Asuminen ja muiden rakennusten lämmitys

- Kaukolämmössä CO₂-päästötön tuotanto on hyvin mahdollista kustannustehokkain ratkaisuin. Biopolttoaineet, lämpöpumput ja sähkökattilat korvaavat turvetta ja fossiilisia polttoaineita.
- Kiinteistökohtaisissa ratkaisuissa CO₂-päästötön tuotanto on myös hyvin mahdollista kustannustehokkain ratkaisuin erityisesti lämpöpumppeihin perustuen.

Liikenne

- Liikenteessä CO₂-päästötön järjestelmä on mahdollista. Päästöt pienenevät liikenteen sähköistyessä ja biopolttoaineiden käytöllä.
- Tämän edistämiseksi tarvitaan sähköajoneuvojen latausasemia, liikennekaasun tai -vedyn tankkausasemia sekä satamien muutoksia LNG/H₂-laivoja varten.
- Liikenteen päästöttömyys vaatii vaihtoehtoisten energianjakelujärjestelmien lisäämistä ja liikennöintivälineiden uusiutumista käyttämään uusia energialähteitä.

Energian kokonaistarve ja sen jakautuminen 2050

| GWh/a | Etelä-Pohjanmaa | Pohjanmaa |
|-----------------------------|-----------------|---------------|
| Teollisuus | 1234 | 7 083 |
| Asuminen | 1 445 | 1 330 |
| Muiden rakennusten lämmitys | 208 | 184 |
| Liikenne | 1 194 | 1138 |
| Muut | 564 | 537 |
| Yhteensä | 4 644 | 10 271 |

9. SUUNTAVIIVAT MAAKUNTA- KAAVOITUKSELLE



SUUNTAVIIVAT MAAKUNTAKAAVOITUKSELLE

MAAKUNNAN SUUNNITTELUN OHJAUSKEINOT

Maakuntakaavoituksen suuntaviivoissa on tehty lyhyt katsaus nykyisiin maakuntakaavojen linjauksiin, tiedossa oleviin muutoksiin ja tehty ehdotuksia painotuksiksi tulevaisuudessa.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 25 §)

- Maakunnan suunnitteluun kuuluvat maakuntasuunnitelma, muuta alueiden käytön suunnittelua ohjaava maakuntakaava ja alueellinen kehittämisohjelma. Alueellisesta kehittämisohjelmasta säädetään erikseen.
- Maakunnan suunnittelussa otetaan huomioon valtakunnalliset tavoitteet sovittaen ne yhteen alueiden käyttöön liittyvien maakunnallisten ja paikallisten tavoitteiden kanssa.
- Maakuntasuunnitelmassa osoitetaan maakunnan tavoiteltu kehitys.
- Maakuntakaavassa esitetään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet ja osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita. Aluevarauksia osoitetaan vain siltä osin ja sillä tarkkuudella kuin alueiden käyttöä koskevien valtakunnallisten tai maakunnallisten tavoitteiden kannalta taikka useamman kuin yhden kunnan alueiden käytön yhteen sovittamiseksi on tarpeen

Maakuntakaava ohjauskeinona

Maakuntakaavoitus on jatkuvasti täydentyvä prosessi, jossa uudet kaavat osin korvaavat ja osin täydentävät tai tarkentavat aiemmin laadittujen maakuntakaavojen muodostamaa kokonaisuutta. Maakuntakaavoituksen sisältö peilaa muuttuvaa toimintaympäristöä ja sen haasteita, joihin kaavan avulla pyritään tarjoamaan yhteisiä ratkaisuja koko maakunnan osalta.

Maakuntakaavassa tulisi käsitellä ensisijaisesti vain sellaisia ylikunnallisia suunnittelukysymyksiä, jotka merkittävydeltään tai laajakantoisuudeltaan vastaavat maakuntakaavan muuta sisältöä. Arvioitaessa alueidenkäyttökysymyksen käsittelytarvetta maakuntakaavatasolla, tulisi huomiota kiinnittää kuntien yleiskaavalliseen suunnitteluvalmiuteen sekä alueidenkäyttöratkaisun vaikutusten laaja-alaisuuteen

Teknisen huollon verkostojen ja alueiden sijoittumista ja suunnittelua on maakuntakaavassa mahdollista ohjata kehittämisperiaatemerkinnöillä, alueiden erityisominaisuuksia kuvaavilla merkinnöillä, aluevarauksilla, kohdemerkinnöillä reittivarauksilla ja yhteystarvemerkinnoilla. Teknisen huollon verkostoille tai alueille osoitetuilla alueilla on MRL 33 § mukaisesti voimassa rakentamista koskeva rajoitus, jota voidaan erityisellä määräyksellä laajentaa tai supistaa.

SUUNTAVIIIVAT MAAKUNTAKAAVOITUKSELLE

TUULIVOIMA

Tuulivoiman osalta seudullisesti merkittävänä tuulivoimaloiden alueina on molempien maakuntien maakuntakaavoissa pidetty vähintään 10 voimalan kokonaisuuksia.

Tuulivoimaloiden tekninen kehitys on ollut nopeaa ja nykyiset maakuntakaavat ovat nopeasti vanhentuneet. Voimalatyypit ovat aiempaa tehokkaampia ja suurempia ja ne myös sijoitetaan kauemmas toisistaan. Huolimatta tehon lisäyksestä voimalat eivät kuitenkaan vaikutuksiltaan merkittävästi eroa aiemmista ollen melun osalta jopa aiempaa hiljaisempia. Voimaloiden kehityksen ansiosta myös pienempien hankkeiden toteuttaminen on ollut teknistaloudellisesti mahdollista eikä etäisyys sähköverkkoonkaan ole rajoittanut hankkeiden kehittämistä yhtä merkittävästi kuin aiemmin.

Hankekohtaisissa selvityksissä potentiaalisia seudullisesti merkittävän kokoluokan tv-hankealueita on tunnistettu usein enemmän ja osin eri alueilta kuin maakuntakaavan yleispiirteisissä selvityksissä. Myös 10 voimalaa pienemmillä hankkeilla on voinut olla seudullista merkitystä itsenäisinä hankkeina tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa.

Rakentumassa olevien hankkeiden valmistuessa seuraavien vuosien aikana tuulivoima tulee nykyistä näkyvämmiin esiin maakuntien maisemassa. Sosiaalisen ja poliittisen hyväksyttävyyden saavuttaminen tuleville hankkeille ja maakuntakaavoissa osoitettaville uusille alueille edellyttää vastapainoksi riittävän yhtenäisiä ja saavutettavia tuulivoimalta vapaaksi jääviä alueita, joissa on mahdollisuus luonnossa virkistytymiseen hiljaisessa luonnonmaisemassa.

Maakuntakaavoissa tulisi selvittää mahdollisuus käyttää tv-alue rajausten rinnalla myös vyöhykkeisiä kehittämisperiaate-merkintöjä, joilla voitaisiin joustavasti ohjata myös pienempien hankkeiden sijoittumista.

Tuulivoiman merkittävä lisärakentaminen edellyttää kantaverkon kapasiteetin lisäämistä. Hankekohtaisten sähkösiirtojohtojen vaikutukset korostuvat etäälle kantaverkosta ja kantaverkon sähköasemista sijoittuvilla hankkeilla. Luontoalueiden pirstoutumisen ja maankäyttövaikutusten minimoimiseksi tulisi sähkönsiirron osalta pyrkiä keskitettyihin ratkaisuihin. Mahdollisille tuulivoiman kehitysalueille/vyöhykkeille tulisi selvittää yhteisten sähköasemien perustamisen mahdollisuus, joista alueen eri hankkeiden sähkö johdettaisiin keskitetysti kantaverkkoon. Myös kantaverkon uusien sähköasemien sijoituksessa tulisi huomioida tuulivoimalle potentiaalisten alueiden sijainti siten, että hankkeiden liityntävoimajohtojen rakentamistarve olisi mahdollisimman vähäinen. Merituulivoimalle osoitettavilta alueilta tulisi selvittää mahdolliset liittymäkohdat kantaverkkoon.

Tuulivoimaloiden käyttöään päättyessä alueiden jatkokäyttö tuulivoimatuotannon alueina tulee uudelleen arvioida. Mahdollisuuksien mukaan tulee hyödyntää olemassa olevaa infrastruktuuria.

SUUNTAVIIVAT MAAKUNTAKAAVOITUKSELLE

AURINKOENERGIA

Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavoissa ei tähän mennessä ole käsitelty aurinkoenergiaa. Pohjanmaan maakuntakaavaa 2040 varten on laadittu aurinkoenergiaselvitys, mutta sen perusteella ei todettu tarpeelliseksi osoittaa kaavassa seudullisesti merkittäviä aurinkoenergia-alueita. Maakuntakaavassa on kuitenkin yleinen suunnittelumääräys koskien aurinkoenergian sijoittamisessa huomioitavia asioita.

Maakunnallisesti merkittävästä aurinkovoimalaitoksen mittakaavasta ei ole yksiselitteistä määritelmää, jota voitaisiin pitää yleisenä lähtökohtana maakunnallisessa suunnittelussa. Melko suuriakin aurinkoenergian tuotantoalueita voidaan toteuttaa kuntakaavoituksella.

Aurinkoenergiahankkeissa 10-15 MW tuotantolaitokset on tapauskohtaisesti liitettävä joko 20 kV:n sähköasemaan tai 110 kV:n suurjänniteverkkoon, jolloin ainakin voimansiirtokysymysten osalta liikutaan maakunnallisesti merkittävässä tuotannon mittakaavassa (Esiselvitys aurinkoenergian tuotantoalueista, Satakuntaliitto).

Aurinkoenergia-alueiden osalta on syytä arvioida liittykö niihin ylikunnallista suunnittelutarvetta tai ylikunnallisia ympäristövaikutuksia, ja onko maakuntakaavassa ylipäättään perusteltua ja tarpeellista osoittaa aluevarauksia aurinkoenergia-alueille riippumatta niiden tuotantotehosta tai aluetarpeesta. Joustavammin aurinkoenergia-alueiden sijoittumista olisi mahdollista ohjata maakuntakaavan yleismääräyksillä tai vyöhykkeittäin kehittämisperiaatemerkinnöillä. Näillä voidaan tukea myös aurinkoenergian hajautetun tuotannon kehittämistä.

Aurinkoenergian tuotantoalueet tulee ensisijaisesti pyrkiä sijoittamaan olemassa olevan yhdyskuntarakenteen ja sähköverkon liityntäpisteiden läheisyyteen. Aurinkoenergialla ei juurikaan ole haitallisia ympäristövaikutuksia paikallisia vaikutuksia lukuun ottamatta. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon yhteensovittaminen kulttuuri-, maisema-, luonto- ja virkistysarvoihin sekä olemassa oleviin elinkeinoihin ja asutukseen.

Potentiaalisia aurinkoenergia-alueita voivat olla esim. sähkönsiirtoverkon läheisyydessä sijaitsevat muusta käytöstä poistuneet alueet, kuten entiset turvetuotantoalueet, peitetyt kaatopaikat/jätteenkäsittelyalueet ja läjitys- ja täyttöalueet. Maakuntakaavojen päivitystä varten tulisi kartoittaa mahdolliset aurinkoenergian keskitettyyn tuotantoon soveltuvat alueet ja selvittää, onko mahdollista maakunnalliseen ohjaukseen..

Maakuntakaavalla tai sen taustaselvityksillä voidaan antaa ohjausta kuntakaavoitukseen, mm.:

- Asemakaavoissa rakennusten ja kattokulmien suuntaaminen sekä tilojen sijoittelu aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta edullisesti
- Asemakaavoissa alueellisen sähkövaraston tarpeen selvittäminen ja tarvittaessa tilavaraus. Voi olla osa muita rakennuksia tai oma rakennuksensa.
- Asemakaavoissa lämpövaraston (maanjäätymisen tai maanalainen) tarpeen selvittäminen ja tarvittaessa tilavaraus. Osoitetaan tehokasta rakentamista lämpövaraston läheisyyteen.
- Yleiskaavoissa keskitettyyn aurinkosähköön soveltuvien alueiden selvittäminen ja tilavaraukset yleiskaavoissa ja tarvittaessa asemakaavoissa.

SUUNTAVIIVAT MAAKUNTAKAAVOITUKSELLE

BIOENERGIA

Bioenergian polton vähentäminen ja käytön monipuolistaminen edellyttää biomassojen käyttöä myös muussa energian tuotannossa, kuten biokaasun, -öljyn tai etanolin muodossa.

Maakuntakaavan tehtävänä on mahdollistaa ja tukea bioenergia-alan kehittämistä. Energiapuun logistiikan kehittäminen on keskeisessä osassa bioenergian käytön kehittämisessä.

Maakuntakaavojen päivitystä varten tulee selvittää aiemmissa maakuntakaavoissa bioenergiailaitoksille ja puutavaraterminalleille osoitettujen merkintöjen ajantasaisuus ja selvittää mahdolliset muut bioenergiailaitoksille ja puutavaraterminalleille soveltuvat sijainnit sekä mahdolliset tie- ja rautatieyhteyksien parantamistarpeet.

Puutavaraterminalit tulee pyrkiä kehittämään ensisijaisesti olemassa oleville lastausalueille. Terminalin/terminalien tulee mahdollistaa biomassojen suurimittakaavainen varastointi ja kuljetukset eri liikennemuotoja hyödyntäen. Terminalien sijoitus tulee suunnitella alueellinen kattavuus, käyttötarpeet ja ympäristövaikutukset huomioiden. Junalastauspaikkoja tulisi Etelä-Pohjanmaalla olla kattavasti jokaisella maakunnan rataosuudella.

Maakuntakaavassa tulisi esittää vain vaikutuksiltaan seudullista tai vähintään ylikunnallista merkitystä omaavat bioenergiailaitokset. Kaavassa esitettyjen laitosten sijoituspaikkojen lisäksi uusia laitoksia voi kuitenkin syntyä myös muualle maakuntaan. Laitosten mahdollisia sijoituspaikkoja selvitetessä tulee pyrkiä synergiahyötyihin.

Käytöstä poistuvia turvetuotantoalueita ennallistettaessa tulee erityisesti puutavaraterminalien läheisyydessä selvittää mahdollisuus energiakasvien kasvattamiseen.

SUUNTAVIIVAT MAAKUNTAKAAVOITUKSELLE

MUUT

Kaukolämpö

Keskitetyn lämmönjakelun kannattavuuden pohjan muodostaa eheä ja riittävän tehokas yhdyskuntarakenne.

Kaukolämmön säilymistä kilpailukykyisenä lämmitysmuotona voidaan maakuntakaavoituksella edistää lähinnä ohjaamalla tehostamaan ja tiivistämään rakentamista kaukolämpöverkoston piirissä sekä osoittamalla merkittävimmät laitokset maakuntakaavassa.

Älykkäiden energiaverkkojen toteuttamista voidaan maakuntakaavalla edistää selvittämällä mahdolliset dataverkon kehittämistarpeet ja osoittamalla dataverkko kaavassa.

Liikenne ja logistiikka

Sähköajoneuvojen latausinfra kehittäminen osana energiajärjestelmää. Maakuntakaavalla voitaisiin edistää latausverkoston toteuttamista ohjaamalla selvittämään kuntakaavoituksessa latauspisteiden toteuttamistarve.

Päätie- ja rataverkoston kehittämistarpeet bioenergian hyödyntämisen edistämiseksi tulee selvittää.

Sähkönsiirtoverkko

Maakuntakaavojen päivityksissä tulee varautua kantaverkon kapasiteetin kasvutarpeisiin ja uusiin kantaverkon voimajohtolinjatarpeisiin.

Kantaverkon uusien sähköasemien sijoituksessa tulisi huomioida erityisesti tuulivoimalle potentiaalisten alueiden sijainti siten, että hankkeiden liityntävoimajohtojen rakentamistarve olisi mahdollisimman vähäinen.

Merenkurkusta Ruotsiin osoitettavan kantaverkon yhteystarvemerkinän tarpeellisuus tulee selvittää Pohjanmaan maakuntakaavan päivityksen yhteydessä.

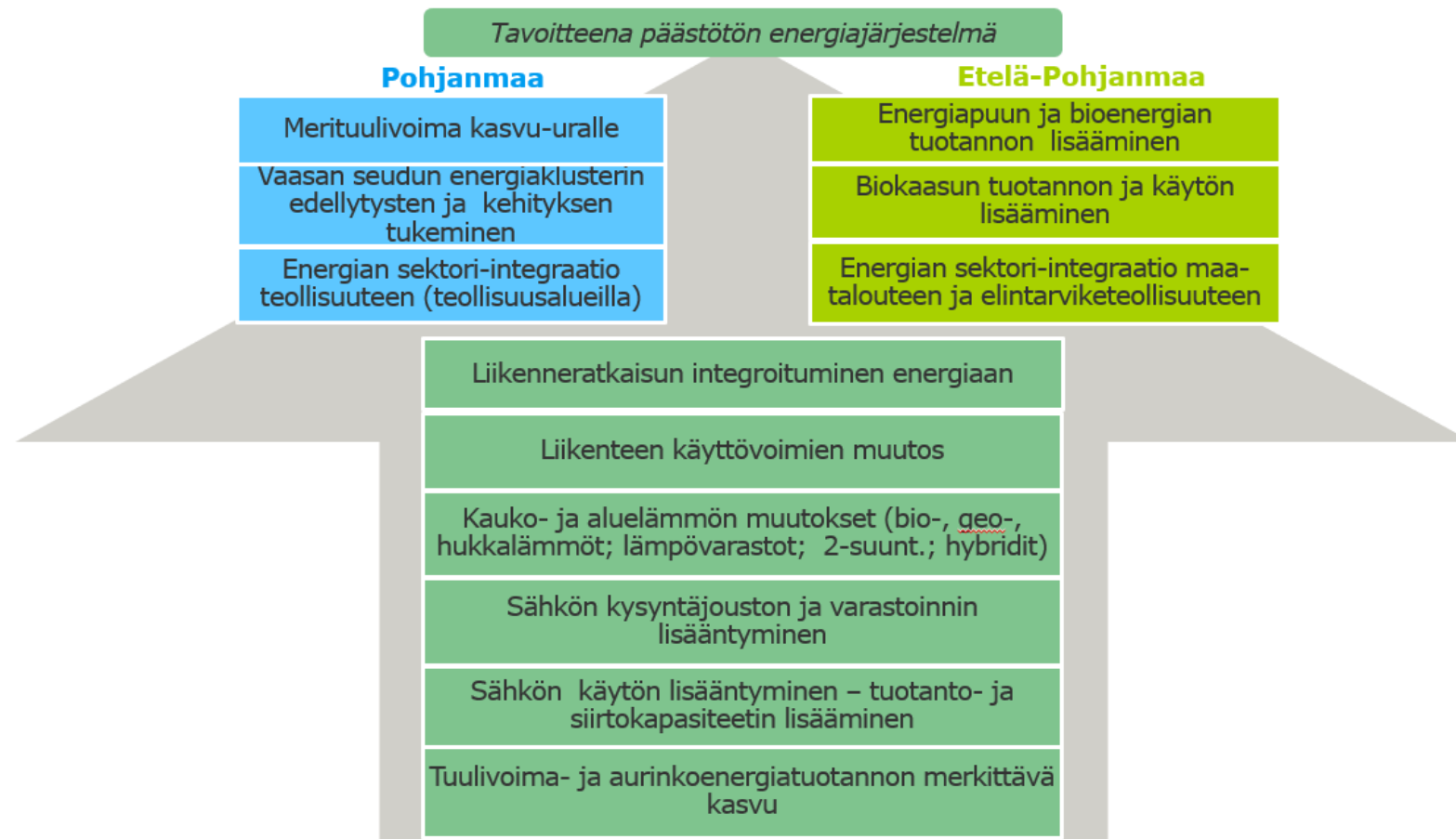
10. KESKEISIMMÄT VAIKUTUKSET JA NIIDEN KOHTEET



KESKEISIMMÄT VAIKUTUKSET JA NIIDEN KOHTEET

ENERGIANTUOTANTOMUODOT JA ENERGIAJÄRJESTELMÄN MUUTOKSET

Seuraavilla sivuilla on kuvattu esitettyjen energiantuotantomuotojen ja energiasjärjestelmän muutosten keskeisimmät vaikutukset ja niiden kohteet. Tarkastelussa on keskitytty niihin päästöttömään energiasjärjestelmään tähtääviin ratkaisuihin, joita on tuotu esille kehityspoluissa



VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

| Energiantuotanto muoto | Vaikutukset luontoon | Vaikutukset maankäyttöön | Sosiaaliset vaikutukset |
|---------------------------------|---|---|---|
| Merituulivoima Maatuulivoima | <ul style="list-style-type: none"> Tuuli on uusiutuva luonnonvara ja tuulivoima lähes päästötön energialähde. Tuulivoimala tuottaa sen rakentamisessa, käytössä ja purkamisessa käytetyn energian yleensä alle vuodessa. Merkittävin tuulivoimalan raaka-aine on teräs, jota voidaan kierrättää. Luontovaikutuksista merkittävimmät kohdistuvat useimmiten linnustoon sekä merituulivoiman osalta myös vedenalaiseen luontoon. Paikallisten luontovaikutusten lisäksi maatuulivoimahankkeet teineen ja voimajohtoreitteineen lisäävät luontoalueiden pirstoutumista ja saattavat vaikuttaa ekologisiin yhteyksiin. Tuulivoiman rakentaminen merialueilla lisää meriluontotyyppeihin kohdistuvaa painetta. Lisäksi vedenalainen melu voi olla haitallista vedenalaiselle ekosysteemille varsinkin rakennusvaiheessa. | <ul style="list-style-type: none"> Tuulivoimaloiden lähivaikutukset (melu, välke) rajoittavat lähialueiden käyttöä loma-asutukseen ja asutukseen. Myös alueen muuhun käyttöön (esim. virkistys, maa- ja metsätalous, maa-ainesten ottaminen) aiheutuu sopeutumisen tarvetta. Vastaavasti tuulivoimala-alueilla parannettava ja ylläpidettävä metsätieverkosto hyödyttää myös alueen muuta käyttöä. Tuulivoimalla on myös laajemmalle ulottuvia vaikutuksia (maisemavaikutukset, sähkönsiirron vaikutukset), minkä vuoksi tuulivoiman sijoittumisen ohjaaminen maakuntakaavalla on tarpeellista. Alueen lopullinen soveltuvuus tuulivoimaloiden sijoituspaikaksi ratkaistaan kuitenkin lähtökohtaisesti kuntakaavoilla, jossa alueen ympäristöolosuhteet ja maankäytön eri tarpeiden yhteensovittaminen voidaan selvittää ja ratkaista riittävällä tasolla. | <ul style="list-style-type: none"> Tuulivoimaloiden vaikutukset ihmisiin ja luontoon vaihtelevat niiden sijainnista, koosta ja määrästä riippuen. Ne muuttavat maisemaa sekä tuottavat ääntä ja välkettä, ja voivat siten huonosti sijoitettuna häiritä ihmisiä. |
| Biosähkö Biolämpö | <ul style="list-style-type: none"> Puubiomassalla voidaan korvata fossiilisia tuotteita ja polttoaineita, mutta mikäli bioenergian käyttö lisää metsänhakkuita, kokonaisvaikutus voi olla luontohaittoja lisäävä ja ilmastoa lämmittävä aikajänteellä, jolla tavoiteltuja ilmastotoimia pyritään saamaan aikaan. Metsien hakkuilla on myös epäsuoria vaikutuksia monimuotoisuuteen ilmastovaikutuksen kautta, sillä avohakattu metsä muuttuu hiilen nielusta hiilen lähteeksi seuraavien vuosikymmenien ajaksi hakkuutähteistä ja maaperästä vapautuvan hiilen vuoksi, ja hakkuukertymän hiilestä merkittävä osa vapautuu ilmakehään lyhyessä ajassa, eikä kasvava metsä saavuta ennen hakkuuta vallinnutta hiilen varastoa vielä useisiin vuosikymmeniin. Mikäli bioenergian käytön lisääntyminen nopeuttaa metsänhakuukiertoa ja vähentää vanhojen metsien määrää, aiheutuu siitä vaikutuksia vanhan metsän lajiston säilymiselle. | <ul style="list-style-type: none"> Uusien bioenergialaitosten ympärille vaadittavat muut hankkeet, kuten esim. tiet, syväväylät, liikenteen lisääntyminen lisäävät maankäytön vaikutuksia. | <ul style="list-style-type: none"> Sosiaalinen hyväksyttävyys bioenergian hyödyntämiselle ja mm. avohakkuille on noussut keskusteluihin viime vuosina. |
| Biokaasu | <ul style="list-style-type: none"> Lannan ja erityisesti lietteen käyttäminen biokaasun tuotannossa ja sen paikallinen käyttö maatilalla tai maatilaklusterissa on todennäköisesti monimuotoisuuden kannalta epäsuorasti hyväksi ilmastomuutoksen hillinnän ja mahdollisesti myös ravinnekuormituksen vähentymisen johdosta, jos mädäte jatkojalostetaan kierrätyslannoitevalmisteiksi. | <ul style="list-style-type: none"> Biokaasulaitosten aluevaraukset syötteiden läheisyydessä, todennäköisesti mautilojen läheisyydessä. | <ul style="list-style-type: none"> Mahdolliset haju- ja muut haitat voidaan minimoida sijoittamalla maaseutualueille. |

VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

| Energiantuotanto muoto | Vaikutukset luontoon | Vaikutukset maankäyttöön | Sosiaaliset vaikutukset |
|---|---|---|--|
| Geoterminen energia | <ul style="list-style-type: none"> Lämmityksen päästöjä voidaan alentaa vähentämällä fossiilisen polttoöljyn käyttöä, parantamalla rakennusten energiatehokkuutta ja investoimalla turve- ja kivihiihivoimaloita korvaaviin syvämaalämpöhankkeisiin. Syvämaalämpöhankkeen korvatussa turpeen polttoa ja kysyntää sillä on suora positiivinen vaikutus monimuotoisuuteen, kun turvetuotantoalueet voidaan ennallistaa tai jättää palautumaan kohti luonnontilaa. | <ul style="list-style-type: none"> Ei vaikutuksia maankäyttöön, voidaan huomioida mahdollisesti laadittavissa maanalaisissa yleiskaavoissa sekä tarvittaessa asemakaavoissa hyödyntämiseen tarvittavien kaivojen sijoittelun suhteen | <ul style="list-style-type: none"> Sosiaaliset vaikutukset hetkellisiä (rakentamisvaiheeseen liittyviä) |
| Aurinkosähkö ja -lämpö alueellisena ratkaisuna | <ul style="list-style-type: none"> Sijoituspaikasta riippuen suuren aurinkovoimalan vaatima maankäyttö voi aiheuttaa ekosysteemien heikentymistä. Haittoja voidaan välttää sijoittamalla voimalat jo valmiiksi rakennettuun ympäristöön. | <ul style="list-style-type: none"> Aueratkaisut (yli MW kokoiset järjestelmät) voivat aiheuttaa muutoksia maankäyttöön, mikäli voimaloiden vaatima pinta-ala edellyttää hehtaarien kokoisia alueita. Entisille turvetuotannon alueille soveltuvia uusia energiahankkeita. | <ul style="list-style-type: none"> Aurinkopaneelit eivät aiheuta melu-, värinä- tai pölyhaittoja, mutta heijastushaitat tulee huomioida esim. liikenteen läheisyydessä. |
| Lämpöpumput eri lämmönlähteillä (teollisuus, maa, ilma, vesistöt) | <ul style="list-style-type: none"> Vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä (riippuen osin myös sähkönpäästökertoimen kehityksestä) | <ul style="list-style-type: none"> Ei vaikutuksia maankäyttöön | <ul style="list-style-type: none"> Paikallisia värinä- tai meluvaikutuksia voi ilmetä, mutta niitä voidaan vähentää hyvällä suunnittelulla |
| Kiinteistökohtaiset tuotantoratkaisut ja kiinteistöjen energianhallinta | <ul style="list-style-type: none"> Vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä | <ul style="list-style-type: none"> Ei vaikutuksia maankäyttöön | <ul style="list-style-type: none"> Kiinteistökohtaisilla ratkaisuilla ei laajempia sosiaalisia vaikutuksia |
| Teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen sähköistysratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä sekä mahdollisesti paikallisia melu- ja pienhiukkaspäästöjä | <ul style="list-style-type: none"> Mahdollisesti vahvemmat sähkön siirtoverkot ja sähköautojen latausinfra sekä niiden tilavaraukset | <ul style="list-style-type: none"> Positiivisia vaikutuksia vähentämällä melu-, värinä- ja pienhiukkashaittoja |
| Lämmön varastointiratkaisut Sähkön varastointiratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Vähentämällä kulutuspiikkien aikaista fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä | <ul style="list-style-type: none"> Suuren kokoluokan varastot voivat vaatia sekä aluevarauksia että siirtoyhteyksiä | <ul style="list-style-type: none"> Ei melu- eikä värinävaikutuksia |
| Power-to-X -ratkaisut | <ul style="list-style-type: none"> Vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä | <ul style="list-style-type: none"> Riippuen kokoluokasta voi vaatia aluevarauksia Vetytalous kasvaessa myös kaasuputkiverkoston tarve | <ul style="list-style-type: none"> Teollinen laitos voi aiheuttaa melu ym. Vaikutuksia, jotka arvioitava YVA:ssa sekä lupavaiheissa |

11. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET



YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

ETELÄ-POHJANMAAN JA POHJANMAAN VALMIUS ENERGIAMURROKSEEN JA MATKAAN KOHTI PÄÄSTÖTÖNTÄ ENERGIAJÄRJESTELMÄÄ

Keskeiset elementit sopeutumisessa energiatarpeen muutokseen v. 2050 mennessä

- Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen polton vähentämistä kompensoi ennakoitu lämmöntarpeen väheneminen
- Tuulivoimatuotannon ennakoitu kasvu vastaa hyvin lämmityksen, teollisuuden ja liikenteen voimakkaaseen sähköistymiseen
- Liikenteen sähköistymisen vahvistaminen ja edistäminen
- Sektori-integraation, eli eri energiasektoreiden yhdistyminen niin, että ne voivat tasata toistensa kulutus- ja tuotantopiikkejä, ja energian varastoinnin edistäminen vastaamaan ilmastomuutoksen aiheuttamiin säänvaihteluihin ja volyymiltaan vaihtelevaan energiantuotantoon

Keskeiset elementit uusien mahdollisuuksien hyödyntämisessä

- Merituulivoiman edistämällä merkittävä rooli Pohjanmaan tavoitteissa olla energian viejä
- Vaasan energiaklusterin elinvoiman säilyttämisellä on suuri merkitys Pohjanmaan energiatulevaisuuden muotoilussa
- Energiajärjestelmän integroitumisesta maatalouteen ja elintarviketeollisuuteen voidaan hakea uutta nostetta biokaasulle sen eniten arvoa tuottavassa käytössä, raskaamman liikenteen ja merenkulun liikennepolttoaineena
- Power-to-X, vedyntuotanto ja muut energiamurroksen esiintuomat uudet teknologiat tukevat maakuntien tavoitteita vähähiilisestä energiajärjestelmästä

Maakuntakaavoituksen näkökulmasta tärkeintä on energiamurroksen ennakointi ja siihen reagoiminen: uusien teknologioiden kypsyminen, ilmastomuutoksen hillintä ja sopeutuminen, energian sektori-integraatiot, sekä erityisesti energiamurroksen vaikutusten tunnistaminen omassa maakunnassa. Maakuntakaavan tulisi olla mahdollisimman joustava ja mahdollistava uusien teknologioiden käyttöön ottamiselle. Maakuntakaavoituksessa oleellista on ohjata keskitetyn energiantuotannon ja sen vaatiman sähkönsiirtoverkon sijoittumista yhteensovittaen muun maankäytön tarpeisiin.

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

TUNNISTETUT JATKOSELVITYSAIHIOT

Raportissa on käsitelty eri teemoja eri tarkkuuksilla. Osaa teemoista on tarpeen tutkia tarkemmin joko maakuntien yhdessä tai maakuntien omina selvityksinä.

Selvityksen teon aikana on tunnistettu ehdotuksia maakuntien jatko selvityksiksi. Osaa aiheista on mahdollisesti jo selvitetty, jolloin voidaan arvioida päivitystarvetta. Osasta aiheista on useita selvityksiä ja hankkeita (esim. biokaasu, tuulivoima), jolloin kannattaneet arvioida kokoavien ja yhteen vetävien selvitysten tarvetta. Raportin teon aikana vety nousi aiempaa realistisemmaksi tulevaisuuden skenaarioksi (alla muutama nosto uutisotsikoista):

- YLE: 19.3.: Visiot ovat muuttumassa todeksi juuri nyt: Vihreä vety on tuomassa ennennäkemätöntä mullistusta Suomen teollisuuteen ja energian tuotantoon
 - Nosto uutisesta: "Parasta olisi, jos voitaisiin luoda "vetylaaksoja", joissa olisi lähekkäin vedyn tuottajia, varastoijia, käyttäjiä ja tietenkin paljon uusiutuvaa energiaa."
- Tekniikka ja Talous 5.5.2021: Suomeen kaavaillaan laajaa vetyputkistoa, joka yhdistäisi teollisuuden keskittymät Ruotsiin, Viroon ja Keski-Eurooppaan

- Liikenteen integroituminen energiaan – maakunnalliset tiekartat huomioiden maakuntien lähtötilanteet, valtakunnalliset tavoitteet ja toimenpiteet näiden tavoitteiden saavuttamiseksi maakunnissa
 - Liikenteen sähköistyminen
 - Biokaasun hyödyntäminen raskaassa liikenteessä
- Turpeen asema ja muutokset maakuntien energiankäytössä sekä oikeudenmukaisen siirtymän toteutuminen
- Käytöstä poistuvien turvetuotantoalueiden hyödyntäminen esim. aurinkoenergian hyödyntämisessä
- Aurinkoenergian maakunnallinen selvitys
- Merituulivoimastrategia (kansallinen strategia tai maakunnallinen tiekartta)
- Vety ja Power-to-X –tiekartat ja maakunnalliset strategiat
 - Voisivatko maakunnat olla "vetylaaksoja"?

Bright ideas. Sustainable change.

