

12.8.2022

Sähköjärjestelmävisio ja luonnosskenaariot

Neuvottelukunta 17.-18.8.2022

FINGRID

Fingridin sähköjärjestelmävisio

- Sähköjärjestelmävisio on jatkoa 2021 julkaistulle verkkovisioille
- Visiotyössä päivitetään aiemmat skenaariot vuosille 2035 ja 2045
- Kuten aiemmassa verkkovisiossa, skenaarioiden pohjalta käsitellään sekä kantaverkon liittämisen- ja vahvistustarpeita.
- Lisäksi visiossa käsitellään myös skenaarioiden kuvaaman murroksen vaikutusta sähköjärjestelmän eri näkökulmiin

Työssä ei pyritä täydellisiin tai lopullisiin vastauksiin, vaan tavoitteena on fasilitoida keskustelua energiamurroksesta yhdessä asiakkaiden ja sidosryhmien kanssa!



Visiotyön aikataulu

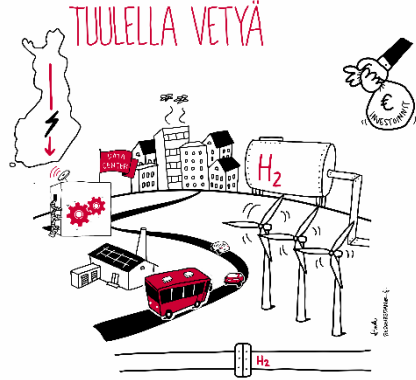
- Skenaarioluonnokset sekä sähköjärjestelmän näkökulmia käsittelevä dokumentti julkaistaan elokuun loppupuolella. Työtä esittelevä webinaari järjestetään 29.8.
- Sidosryhmiltä toivotaan palautetta skenaarioluonnoksista sekä sähkömarkkinoiden ja –järjestelmän toimintaan liittyvistä kysymyksistä.
- Julkaisemme saamastamme palautteesta yhteenvedon syksyn aikana.
- Viimeistelemme skenaariot sidosryhmäpalautteen pohjalta ja julkaisemme 22/23 vuodenvaihteessa skenaariot sekä niiden pohjalta tehdyt tarkastelut kantaverkon tulevaisuuden vahvistustarpeista.



Skenaarioluonnokset

Tausta ja valinnat

- Skenaarioiden tarkoitus on auttaa käsittelemään, mitä Suomen ja Euroopan ilmastoneutraaliustavoitteiden mukainen ja kilpailukykyinen kehitys edellyttää kantaverkolta sekä koko sähköjärjestelmältä.
- Skenaarioissa on tietoinen valinta ajatella isosti ja siirtää katseet tulevaisuuden järjestelmään. Muutostarpeen arviointi haastavien skenaarioiden kautta auttaa varmistamaan, että keinoja sähköistymiskehityksen mahdollistamiseksi ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi pystytään arvioimaan kattavasti ja ajoissa.
- Mukana ei ole Suomen negatiivista investointiympäristöä sisältävää ”Viimeinen sammuttaa valot” – skenaariota, koska se ei ohjaa kehittämään järjestelmää pitkäjänteisesti, vaan ohjaisi ratkaisemaan ainoastaan lyhyen aikavälin haasteita.



Kaikissa skenaarioissa liikenne, lämmitys ja teollisuus sähköistyvät, sektori-integraatio etenee ja hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan

Sähköä tuotteiksi

- Suomi kehittyi merkittäväksi P2X-tuotteiden viejämaaksi.
- Tuuli- ja aurinkovoima kasvavat merkittävästi.
- P2X prosessien tarvitsema vety tuotetaan lähellä kulutuskohteita, eikä keskitettyä vetyvarastointia tai –verkkoa synny. Tämä kasvattaa sähköverkon vahvistustarpeita ja lisää tarvetta sähköjärjestelmän joustolle.

6

Tuulella vetyä

- Vedyn tuotanto kasvaa Suomessa, ja Suomi kehittyi vedyn viejämaaksi.
- Vetyjärjestelmä toimii energiavarastona, mikä mahdollistaa erittäin suuren maatuulivoiman tuotannon. Samalla perinteisen sähköntuotannon määrä supistuu voimakkaasti.
- Voimakkaasti muuttuva tuotanto- ja kulusrakenne haastaa sähköjärjestelmän teknisen toimivuuden ja näkyy erittäin suurena pohjois-eteläsuuntaisena energiansiirtotarpeena.

Merellä tuulee

- Sähkön kulutus kasvaa kun fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla.
- Merituulivoima hallitseva tuotantomuoto.
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle, mikä haastaa sähkön siirron länsirannikolta kulutuskeskittymiin.

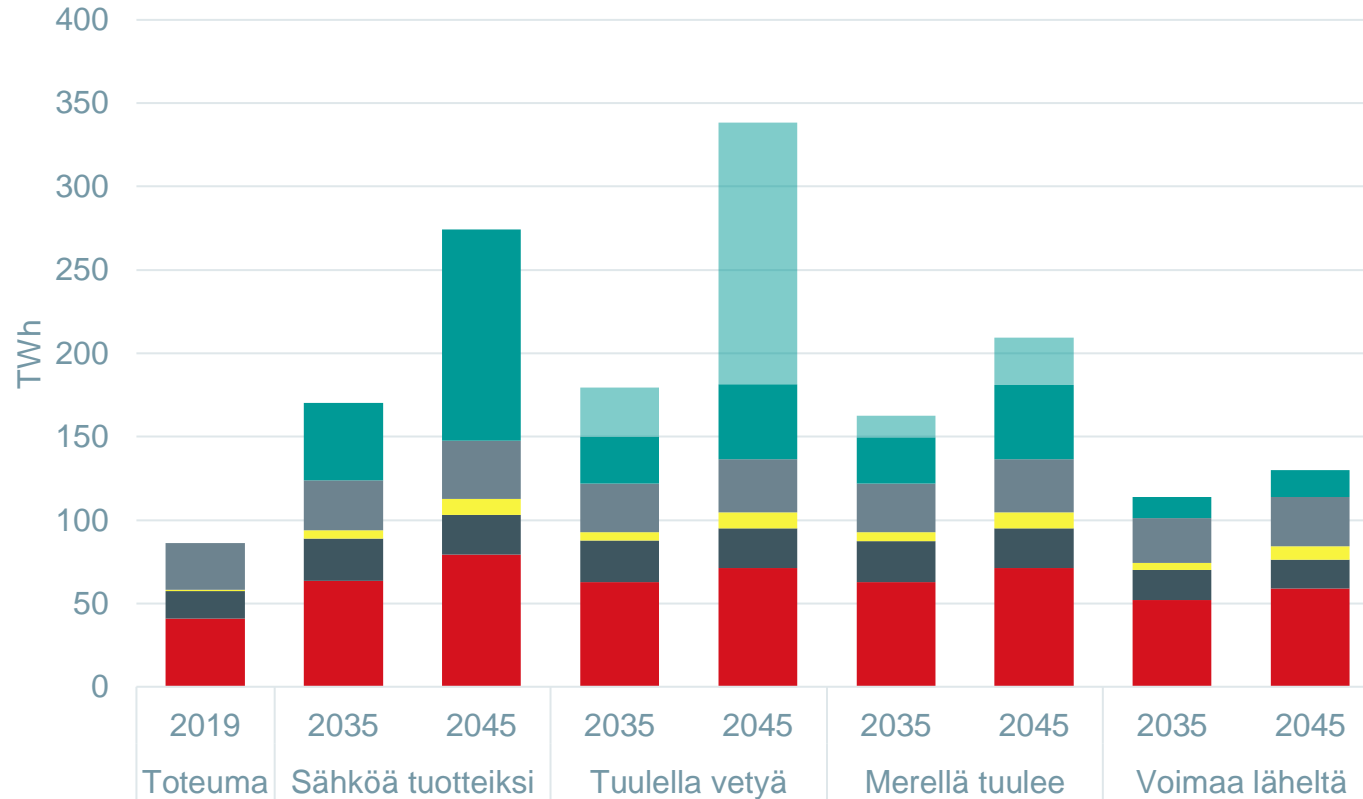
12.8.2022

Voimaa läheltä

- Sähkön kulutus kasvaa, mutta maltillisemmin kuin muissa skenaarioissa.
- Sähkön tuotannon kasvu muodostuu useista eri teknologioista, tuulivoimasta, aurinkovoimasta ja SMR-ydinvoimasta.
- Tuotannosta suhteellisesti suurempi osuus sijaitsee Etelä-Suomessa lähellä kulutuskeskittymiä.

FINGRID

Sähkön kulutuksen kasvua ajaa etenkin sähköintensiivinen teollisuus ja vedyn tuotanto



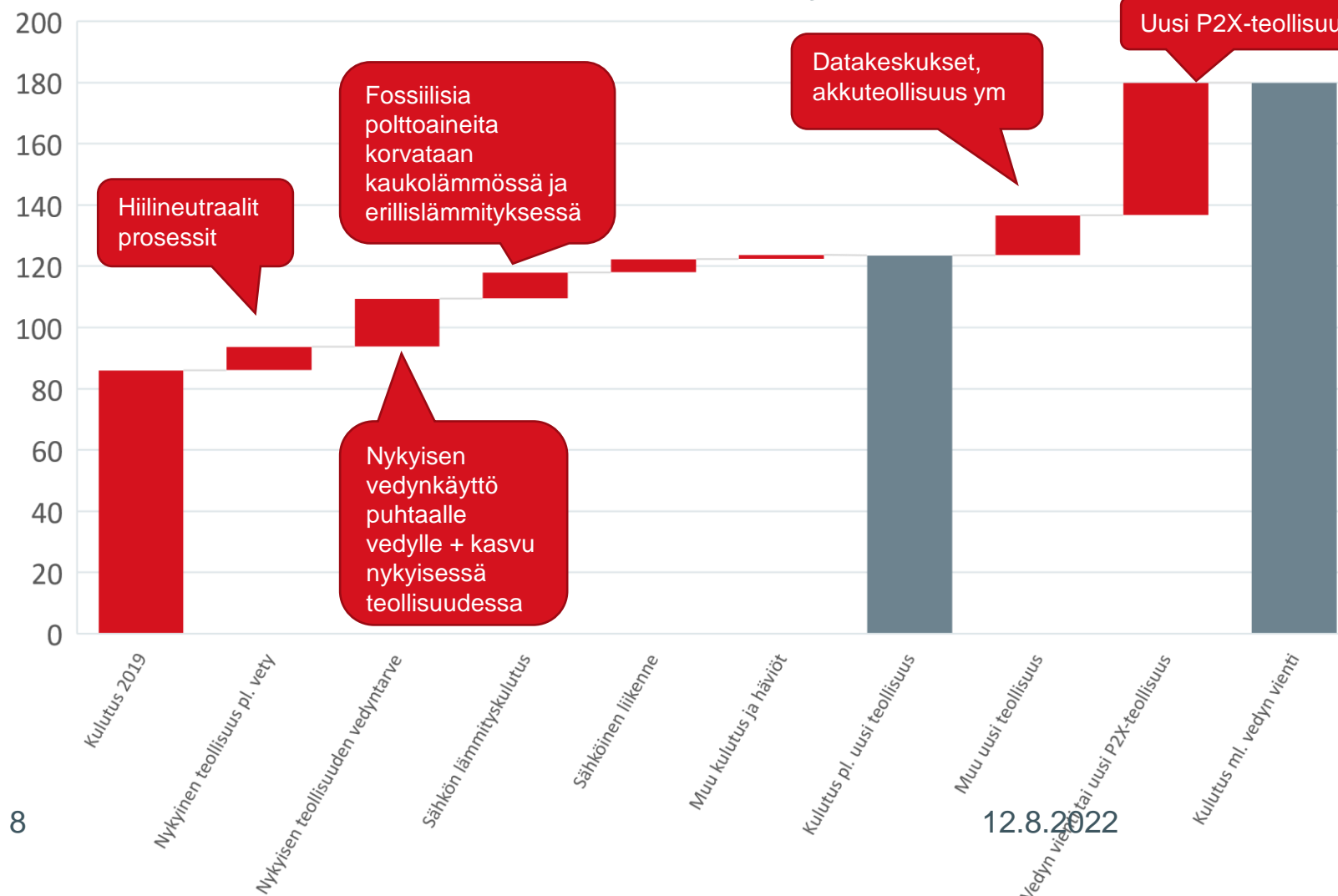
- Kulutus kasvaa voimakkaasti kaikissa skenaarioissa
- Skenaarioissa varioitu vedyn käyttökohteita (kotimainen/vienti) ja tuotannon joustavuutta
- Liikenne ja lämmitys sähköistyvät vähintään vähähiilitiekarttojen mukaisesti

■ Teollisuus ■ Lämmitys ■ Liikenne
■ Muu kulutus ja häviöt ■ Vety (kotimaan käyttöön) ■ Vety (vientiin)

Voisiko sähkön kulutus kaksinkertaistua 2035?

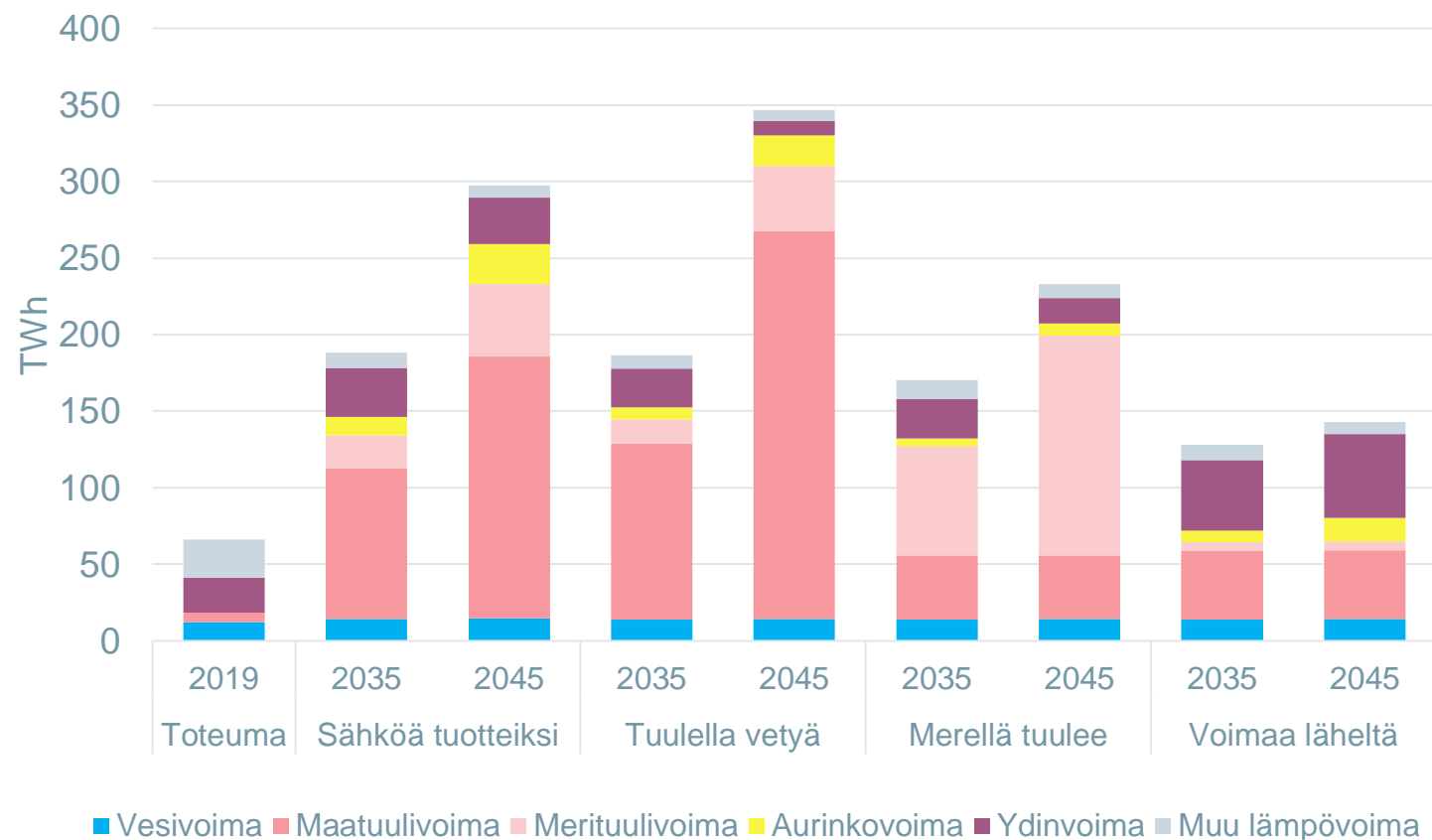
Useita kasvuajureita – mitkä toteutuvat ja kuinka suurina?

Kulutuksen kasvu Tuulella vetyä -skenaariossa



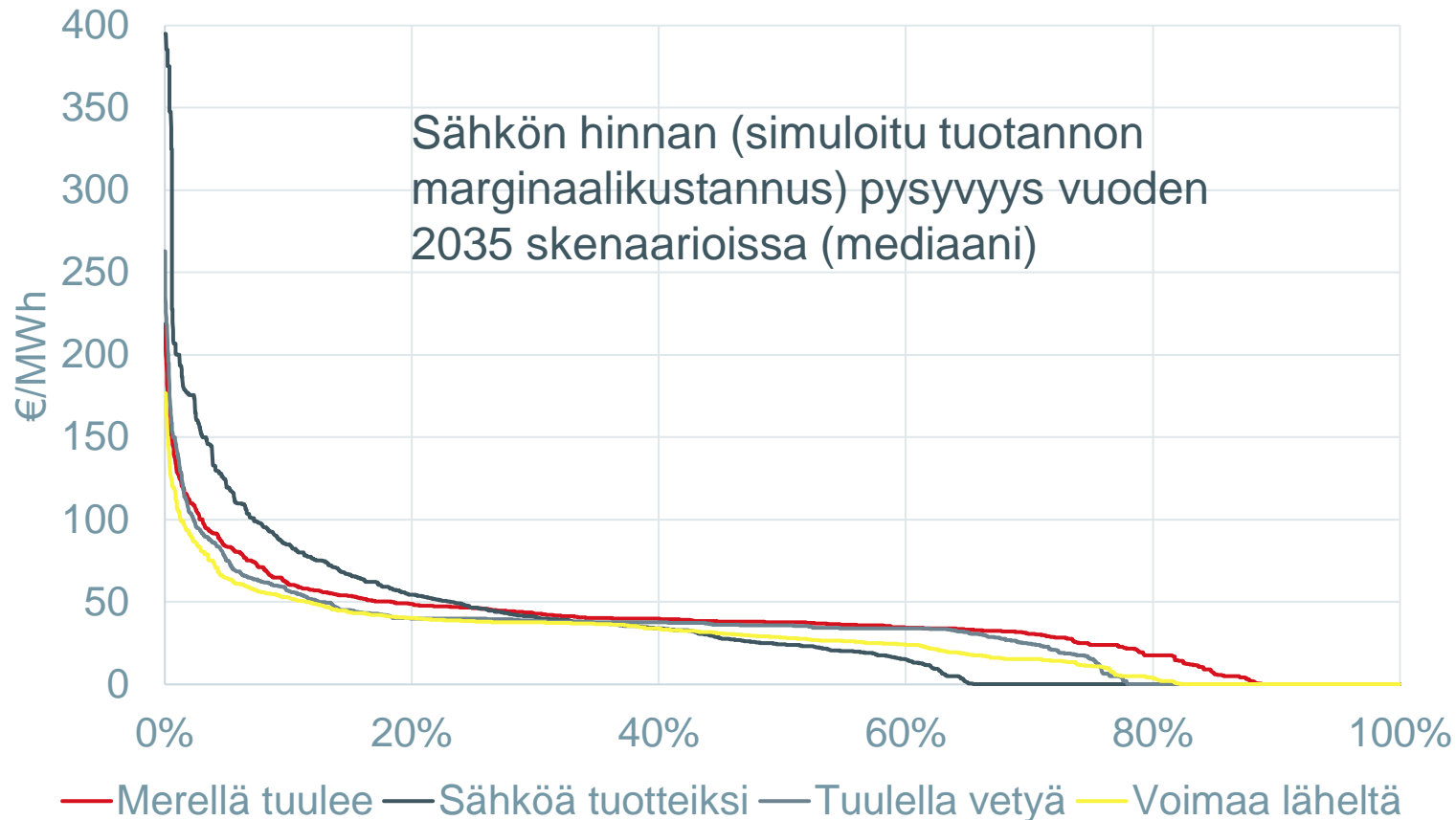
- Nykyisen teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen päästövähennykset voivat nostaa kulutusta noin 40-45 % vuoteen 2035 mennessä
- Vedystä voi tulla todella voimakas kasvuajuri jo 2020-luvulla
- Vedyn lisäksi muitakin uusia teollisia kasvuajureita, esim. datakeskukset ja akkuteollisuus

Tuulivoima on keskeisin tuotantomuoto



- Tuulivoima on keskeisin tuotantomuoto, tuotanto erittäin suurta, mutta selvästi alle jo saatujen liityntäkyselyiden potentiaalin (~600 TWh)
- Aurinkovoima kasvaa kaikissa skenaarioissa, myös suuria aurinkopuistoja
- Voimaa läheltä –skenaariossa SMR-yksiköt kääntävät ydinvoiman selvään kasvuun
- Fossiilinen sähköntuotanto marginaalista 2035 (<1%) kaikissa skenaarioissa

Sähkön hinnan vaihtelu on voimakasta

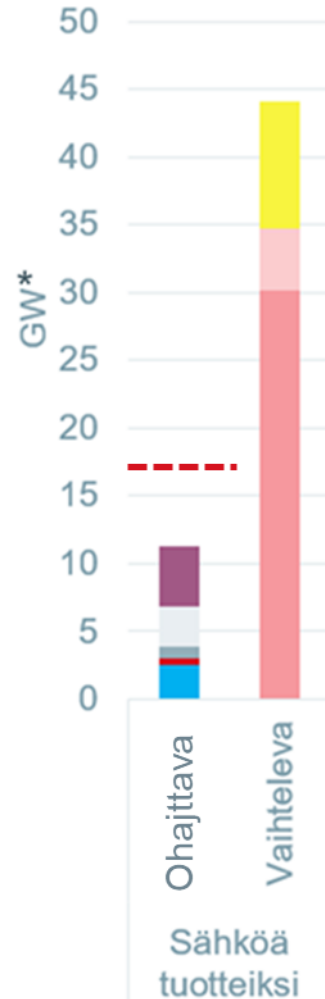


- Skenaarioissa 10-35% tunteja, jolloin sähkön arvo on matala → osuus riippuu voimakkaasti varastojen (vety, lämpö, sähkö) määrästä
- Äärimmäiset hintapiikit huomattavasti matalia hintoja harvinaisempia
- Hinnan vaihtelu luo skenaarioissa kannusteita energian varastointiin ja joustavuuteen

Mistä sähköä säällä kuin säällä?

- 1
- Ohjattava tuotantokapasiteetti (perustuen varastoitaviin energianlähteisiin) kattaa valtaosan hintariippumattomasta kulutuksesta

- 4
- Rajasiirtoyhteydet tukevat sähkön riittävyyttä (silloin kun naapurialueilla tilanne parempi kuin Suomessa)



- 2
- Vaihtelevaa tuotantoa varastoidaan kun sähkön tarjonta on korkealla, ja varastoja puretaan vähäisen tuotannon aikoina (vety- ja lämpövarastot, akut)
 - Varastot mahdollistavat valtaosan oletetusta kulutuksen hintariippuvuudesta

- 3
- Nykyistä parempi tuulivoiman maantieteellinen hajautus (Itä-Suomi) sekä kasvava aurinkovoiman osuus tasaa vaihtelevaa tuotantoa (mutta ei tee siitä tasaista)
 - Suurilla asennetuilla tehoilla jo verrattain pieni osuus tuuli- ja aurinkokapasiteetista vastaa absoluuttisesti suurta tehoa

■ Vesivoima

■ Ydinvoima (perint.)

■ Akut

■ Maatuulivoima

■ Moottorivoima

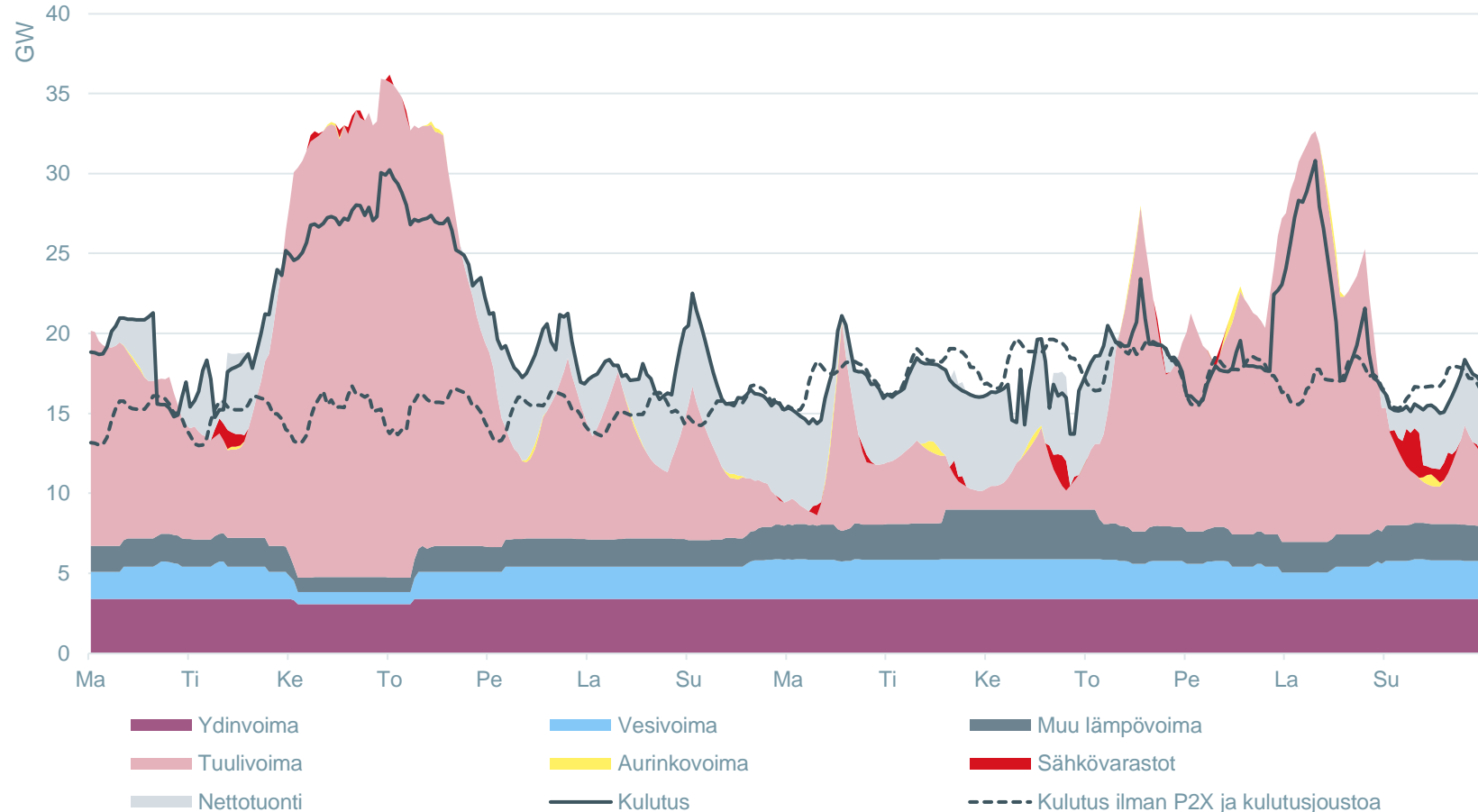
■ Merituulivoima

■ Yhteistuotanto (CHP)

■ Aurinkovoima

--- Hintariippumaton kulutus (kylmä talvipäivä)**

Tuotannon ja kulutuksen vaihtelu – esimerkkiviikko Tuulella vetyä -skenaariosta



- Tuulivoiman tuotannon taso vaihtelee voimakkaasti. Tuotanto korkeimmillaan 27 GW, alimmillaan alle 1 GW!
- Muu järjestelmä säättää ja joustaa tuulivoiman tuotannon mukaan
 - Kulutus (erityisesti vety- ja lämpövarastojen sekä sähköautojen kautta)
 - Vesivoima, yhteistuotanto, suuret sähkövarastot
 - Sähkön vienti ja tuonti



Ei vain yhtä ratkaisua - tarvitaan kaikki joustot!

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

- Visiossa käsitellään erilaisia haasteita, joita skenaarioiden kuvaama energiamurros aiheuttaa sähköjärjestelmän eri näkökulmille.
- Tarkoituksena on nostaa yhteiseen keskusteluun energiamurroksesta aiheutuvia muutoksia, haasteita sekä mahdollisia polkuja ratkaisujen löytämiseksi.
- **Visio ei esitä valmista näkemystä tai ehdotusta siitä, miten asiat tulisi ratkaista. Sen sijaan pyrimme avaamaan erilaisia näkökulmia ja mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja sidosryhmien edelleen pohdittavaksi!**

Sähköjärjestelmän näkökulmat



Sähköjärjestelmän toimintaympäristö muuttuu radikaalisti

Nykyiset energia-alalla vallalla olevat periaatteet, sähkömarkkinoiden toiminta sekä yhteiskunnan odotukset sähkön riittävydelle sekä verkon käyttövarmuudelle perustuvat perinteiseen järjestelmäämme.

Nykytila: Perinteinen järjestelmä

- Varastoitaviin energianlähteisiin perustuva säädettävä tuotanto on tasannut sähkön kulutuksen vaihtelun
- Tahtikoneiden ominaisuudet ovat ylläpitäneet järjestelmän luontaista stabiilisuutta
- Tuotannon ja kulutuksen vuosittaiset lisäykset olleet yksittäisiä ja hyvin ennakoitavissa

Energiamurros on käynnissä ja kiihtyy! Toimintaympäristön muuttuessa radikaalisti kustannustehokkaimpien ratkaisujen löytäminen voi vaatia aikaisempien periaatteiden uudelleen tarkastelua, uusia teknisiä ratkaisuja, uusia markkinapaikkoja ja mekanismeja, järjestelmän teknisten vaatimusten uudistamista, vastuiden uudelleen määrittelyä sekä uutta sääntelyä.

Vuoden 2035 järjestelmä

- Murroksen suurin vaihe on toteutunut ja Suomi on siirtynyt hiilineutraaliin tuotantorakenteeseen
- Tuotannosta valtaosa on suuntaajakytkettyä sekä sään mukaan vaihtelevaa
- Sähköjärjestelmän riittävästä toimivuudesta ja yhteiskunnan tarpeiden täyttämisestä vastaavat mahdollisimman kustannustehokkaasti erilaiset puhtaan tuotannon, kulutuksen, varastoinnin teknologiat sekä uudet ratkaisut niin tekniikan kuin markkinamekanismienkin saralla

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Sähkömarkkinat murroksessa



- Skenaarioissa markkinahintojen vaihtelu kasvaa ja matalien hintojen esiintyminen on yleisempää, mutta skenaarioissa esiintyy myös hyvin korkeita hintapiikkejä.
- Murroksessa on huolehdittava, että sähkömarkkinamalli tukee muutosta kohti päästötöntä energiajärjestelmää.

Pitäisikö sähkömarkkinoiden sääntöjä muuttaa ja jos, niin miten?

Millaiset sähkömarkkinarakenteet, esimerkiksi finanssimarkkinat, fyysiset markkinat ja reservimarkkinat edistävät Suomen kilpailukykyä energiamurroksessa?

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Sähkön riittävyys



- Skenaarioissa on vuoteen 2035 mennessä oletettu tapahtuneen investointeja, jotka lisäävät järjestelmän joustavuutta ja tukevat näin sähkön riittävyyttä.
- Luotammeko energiaperusteisen markkinamallin mahdollistavan oikea-aikaiset investoinnit, vai onko tulevaisuudessa tarvetta kapasiteettimekanismeille?

Mitä haasteita näette skenaarioissa sähkötehon riittävyyden näkökulmasta?

Millä ratkaisuilla tulisi mielestänne ratkaista sähkötehon riittävyyteen liittyviä haasteita?

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Kulutuksen ja tuotannon tasapainottaminen reservimarkkinoilla



- Skenaarioissa lämpövoiman määrä pienenee ja vesivoiman tuotantokapasiteetin ei oleteta kasvavan. Tulevaisuuden reservitarpeiden kattamiseksi on tärkeä selvittää eri tuotantomuotojen, kulutuksen ja varastojen osallistumista reservimarkkinoille.
- 15 minuutin taseselvitysjaksoon siirtymisen odotetaan kannustavan toimijoita tulevaisuudessa tarkempaan tasehallintaan. Toimijoiden omalla tasehallinnalla on myös vaikutuksia siihen, kuinka paljon kantaverkkoyhtiön tarvitsee tasapainottaa tuotantoa ja kulutusta reaaliajassa.

Miten voidaan lisätä toimijoiden kiinnostusta osallistua lyhyen ajan säätöön?

Miten näette markkinoimijoiden ja kantaverkkoyhtiön tehtävänjaon tehotasapainon hallinnassa tulevaisuudessa?

Millä toimenpiteillä voidaan lisätä tarjontaa reservimarkkinoilla?

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Siirtokapasiteetin riittävyys



- Verkkoa suunnitellaan rakennettavasti niin nopeasti kuin mahdollista, mutta skenaarioiden perusteella näyttää todennäköiseltä, ettei kulutuksen ja tuotannon kasvusta aiheutuviin siirtotarpeisiin voida kaikissa skenaarioissa vastata pelkästään verkkoa rakentamalla.

Mitä menetelmiä voitaisiin käyttää verkkoinvestointien tukena siirtokapasiteetin riittävyyden takaamiseksi, jos verkon rakentaminen ja tekniset ratkaisut eivät yksinään riitä? (esim. tarjousaluejako, pitkät sopimukset, joilla toteutetaan ajojärjestyksen muutosta, siirto- ja liittymismaksuilla tapahtuva ohjaus, jokin muu keino?)

Sähköjärjestelmän näkökulmia skenaarioihin

Sähköjärjestelmän tekninen toiminta



- Skenaarioissa suuntaajakytketty tuotanto- ja kulutus kasvavat, mikä vaikuttaa useisiin sähköjärjestelmän teknisiin ominaisuuksiin.
- Järjestelmän tekninen toimivuus tulee taata myös tulevaisuudessa. Jotta suuntaajakytkettyä tuotantoa ei tarvitse teknisen toimivuuden näkökulman takia rajoittaa, tarvitaan uusia ratkaisuja, millä varmistaa tarvittavat järjestelmäpalvelut.
- Esimerkkejä ratkaisuista ovat verkkoa tukevien laitteistojen rakentaminen, järjestelmäpalvelujen hankkiminen markkinoilta sekä suuntaajakytkettyjen liityntöjen teknisten vaatimusten laajentaminen.

Mitkä esitetyistä esimerkkiratkaisuista pidätte erityisen tavoiteltavina tai toisaalta haastavina, miksi?

Mitä mahdollisia haasteita tai ratkaisuja näette skenaarioiden mukaisessa tulevaisuudessa sähköjärjestelmän tekniseen toimintaan liittyen?

Kiitos!

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi

FINGRID