

Vesivoiman merkitys Suomen energiajärjestelmälle

ÅF-CONSULT OY



Mikä on vesivoiman rooli energiasysteemissä?

Vesivoima tuottaa merkittävästi päästötöntä joustavuutta sähköjärjestelmään. Rooli järjestelmää tasapainottavana tuotantomuotona todennäköisesti korostuu vielä nykyisestä säästä riippuvaisen tuotannon lisääntyessä ja sähköjärjestelmän muuttuessa.

Työssä selvitettiin vesivoiman roolia sähköjärjestelmässä tänä päivänä sekä tulevaisuudessa, tarkemmin vuonna 2030. Lisäksi tarkasteltiin mahdollisuuksia tuottaa sähköjärjestelmän jousto muilla tavoin kuin vesivoimalla, kiinnittäen huomioita paitsi kustannustehokkuuteen myös ympäristövaikutuksiin.



1. Sähköjärjestelmän toimintaperiaatteet
2. Vesivoima tänään
3. Sähköjärjestelmä tänään ja vuonna 2030
4. Yhteenveto ja johtopäätökset



VESIVOIMAN MERKITYS SUOMEN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

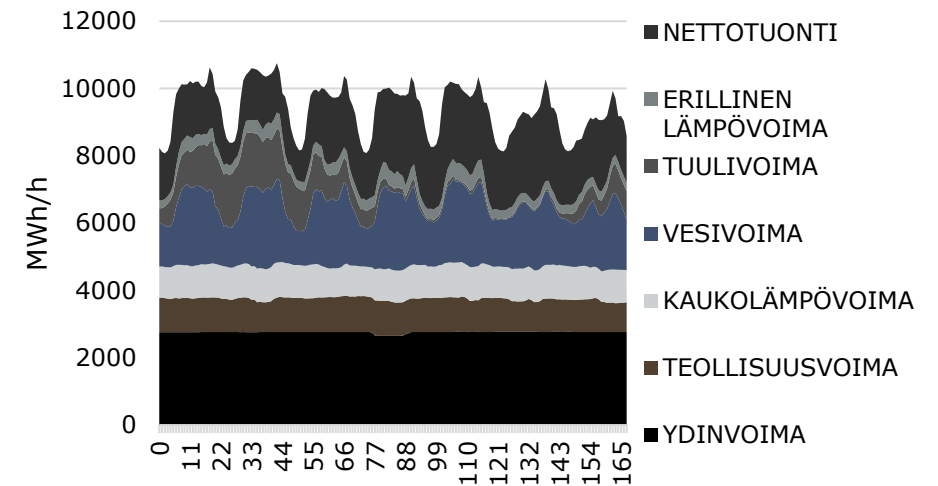
Sähköjärjestelmän toimintaperiaatteet



Suomen sähköjärjestelmä

Suomen fyysinen sähköjärjestelmä on osa Pohjoismaista sähköjärjestelmää.

Suomen sähköntuotanto koostuu vesivoimasta, ydinvoimasta, sähkön- ja lämmön yhteistuotantolaitoksista, lauhdevoimasta, tuulivoimasta ja toistaiseksi vähäisestä määrästä aurinkovoimaa. Myös sähkön tuonti on merkittävässä osassa sähkön tarjontaa.



Sähköntuotannon ja nettotuonnin toteutunut profiili viikolla 40 vuonna 2017.

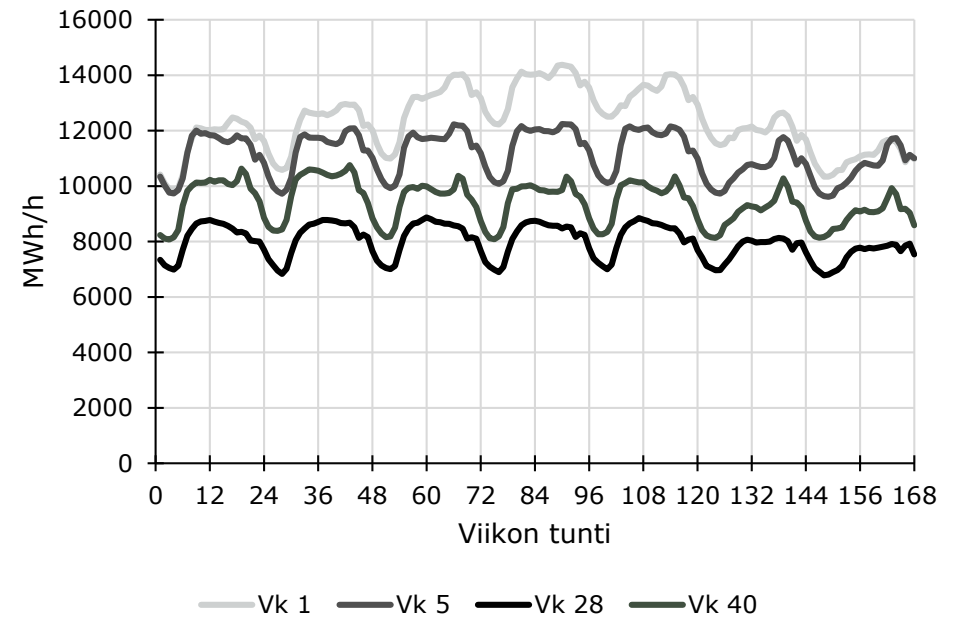


Sähköjärjestelmän on oltava tasapainossa

Sähkön kulutuksen ja tuotannon tulee olla joka hetki tasapainossa.

Sähkön kysyntä vaihtelee vuodenajasta, viikonpäivästä ja vuorokauden ajasta riippuen. Sähköjärjestelmän tulee pystyä vastaamaan sähkön kysynnän ja säästä riippuvan tuotannon vaihteluihin.

Toiset teknologiat tuovat järjestelmään runsaasti energiantuotantokapasiteettia ja volyyymia, kun taas toiset teknologiat nopeaa reagoitakykyä äkillisiin muutoksiin. Vesivoimalla voidaan tarjota näistä molempia. Myös sähkön tuonnilla vastataan merkittävässä määrin vaihtelevaan kysyntään.

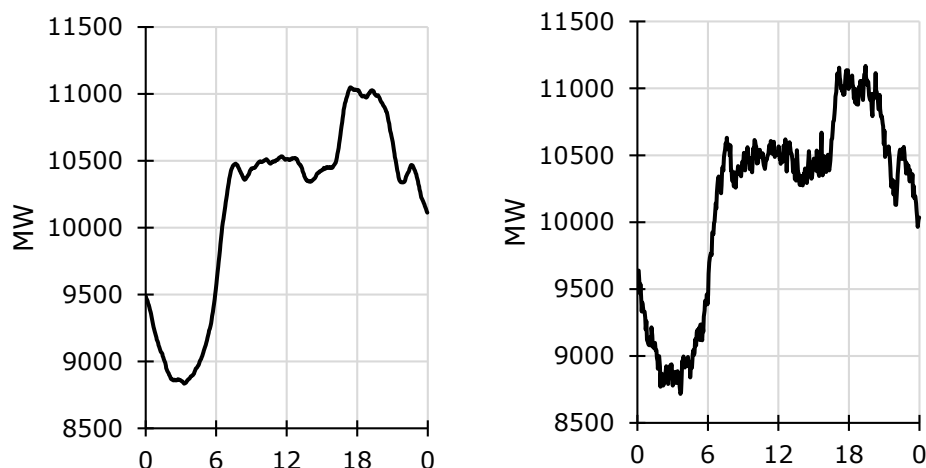


Suomen tyypillisiä sähkön kulutusprofiileita eri vuodenaikoina vuonna 2017. Lisäksi on esitetty viikko, jolla esiintyi vuoden 2017 sähkön huippukulutus 14 200 MW. (data.fingrid.fi)

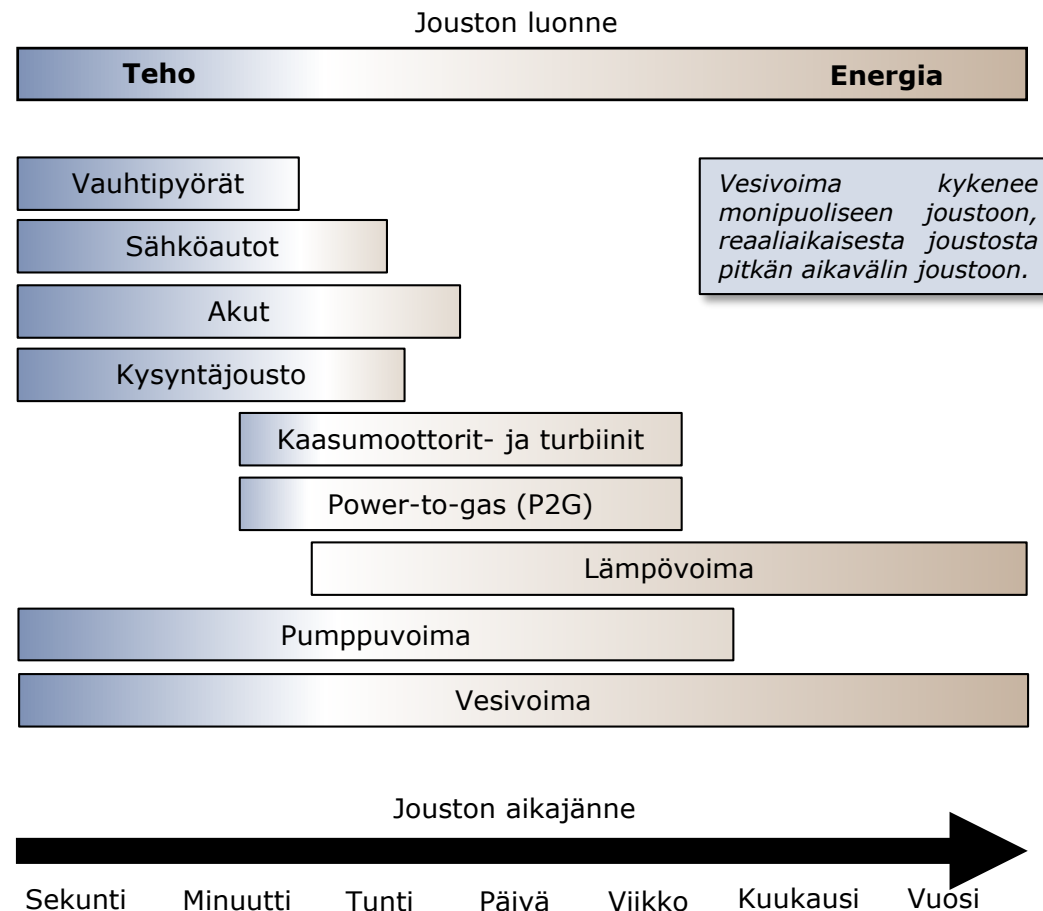


Vesivoima joustaa kaikilla aikajännteille

Säätävää tehoa tarvitaan vastaamaan sekunti- ja minuuttitasojen muutoksiin. Säätävää energiaa puolestaan tarvitaan minuuttitasolta vuorokauden ja jopa vuositason säätöä vasten



Sähkönkulutus esimerkkivuorokauden aikana tunnin ja kolmen minuutin resoluutiolla esitettynä (data.fingrid.fi).



Nopeus ja kesto, jolla kukin teknologia voi tuottaa joustoa sähköjärjestelmään.



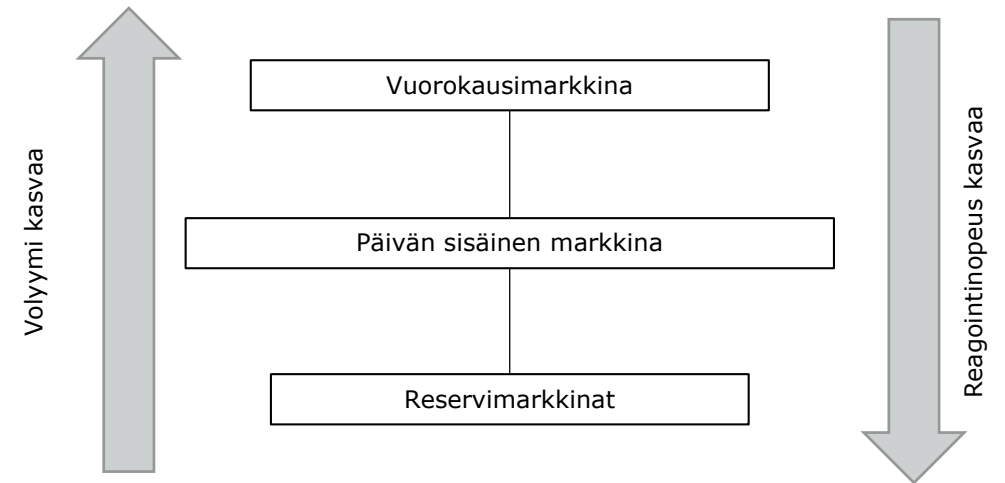
Sähkömarkkinat tuovat tehokkuutta ja ympäristöhyötyjä

Suomi on osa pohjoismaisia tukkusähkömarkkinoita. Sähkön hinta määräytyy kysynnän ja tarjonnan tasapainon perusteella tunneittain tällä yhteisellä markkinalla.

Sähkömarkkina jakautuu eri markkinapaikkoihin.

Fingridin ylläpitämät reservimarkkinat tasaavat kulutusta ja tuotantoa jatkuvasti lähes reaaliajassa ylläpitäen sähköjärjestelmän vakautta.

Markkinamalli ohjaa vesivoimatuottajia kohdentamaan tarjonnan tunneille, jolloin sillä on eniten tarvetta. Tämä pienentää kuluttajan maksamaa sähkönhintaa. Vesivoimatuotannon joustavuus tarkoittaa kuluttajan näkökulmasta edullisempaa sähköä, koska tuotantoa voidaan siirtää alhaisen kysynnän tunneilta suuremman kysynnän tunneille.



VESIVOIMAN MERKITYS SUOMEN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

Vesivoima tänään



Vesivoima on yksi vesistöjemme tarjoamista palveluista

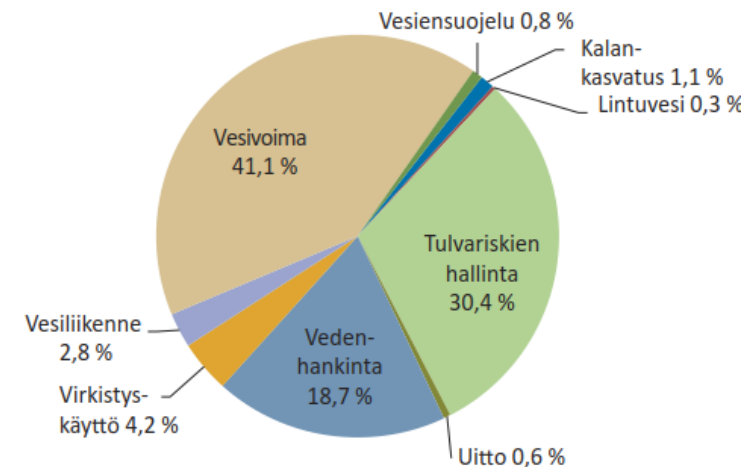
Vesivarat tarjoavat meille monenlaisia palveluita: vesistöt tuottavat ravintoa ja virkistystä käyttäjilleen, maataloudelle kastelu- sekä juomavettä, teollisuudelle raaka-ainetta sekä lauhdevettä ja lisäksi vesivoimalaitosten kautta sähköä.

Vesistöjen käytössä pyritään kestävään ja ekotehokkaaseen hyödyntämiseen. Niiden käyttöä säädelään luonnonympäristön ja vesistön tarjoamien palveluiden suojelemiseksi.

Vesivoimaa säädelään vesilain mukaisilla luvilla.

Vesivoiman tuottamia muita hyötyjä ovat mm. tulvariskien hallinta, vesiliikenteen mahdollistaminen, virkistyskäytön edut, vedenhankinta.

% säännöstelyjen järvien lukumäärästä



Säännöstelyn pääasiallinen tarkoitus suhteutettuna säännöstelyjen järvien lukumäärään. Säännöstelyllä voi olla yhtäaikaaisesti useita tavoitteita. (SYKE, 2016)



VESIVOIMA TÄNÄÄN

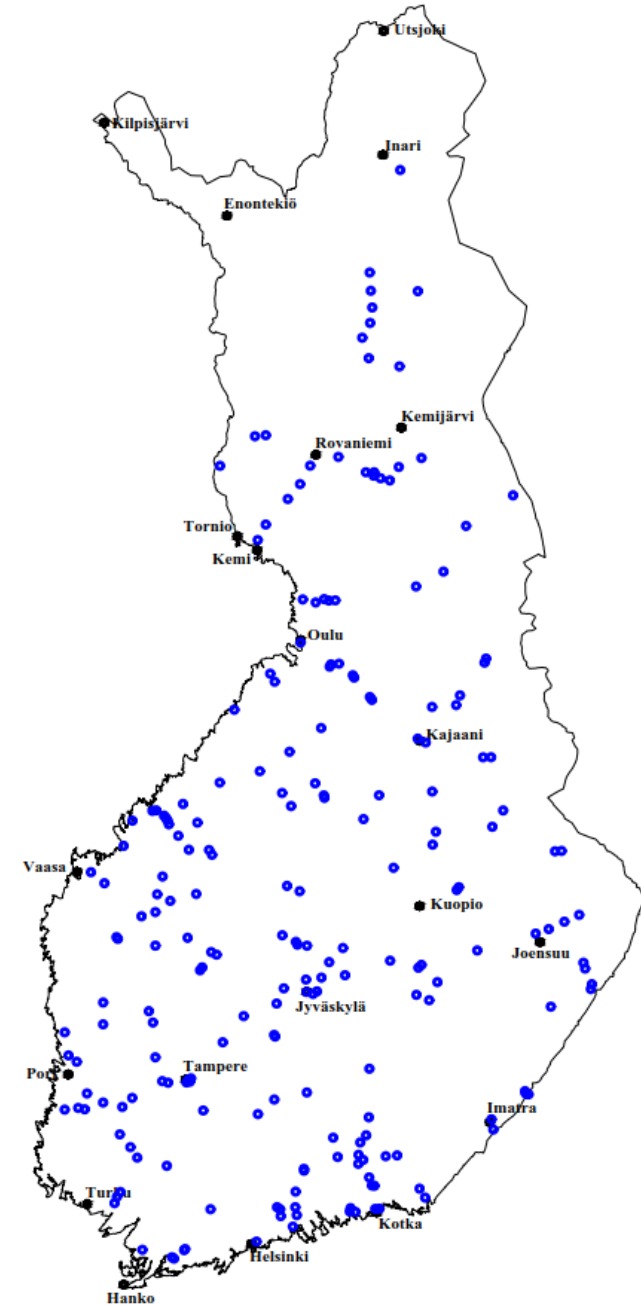
Hajautettu tuotanto lisää toimitusvarmuutta

Suomessa on nykyisin yli 220 vesivoimalaitosta, joiden yhteenlaskettu teho on noin 3100 MW. Sätöön kykenevää vesivoimaa on n. 2100 MW.

Vesivoiman keskimääräinen vuosituotanto on n. 13 TWh, joka 10-20 % kotimaisesta sähköntuotannosta.

Nykyisellä lainsäädännöllä säätökapasiteetin lisäämismahdollisuudet ovat hyvin rajalliset.

Vesivoimalaitoksia on kattavasti ympäri Suomen. Hajautettu tuotanto parantaa sähkön toimitus- ja huoltovarmuutta.

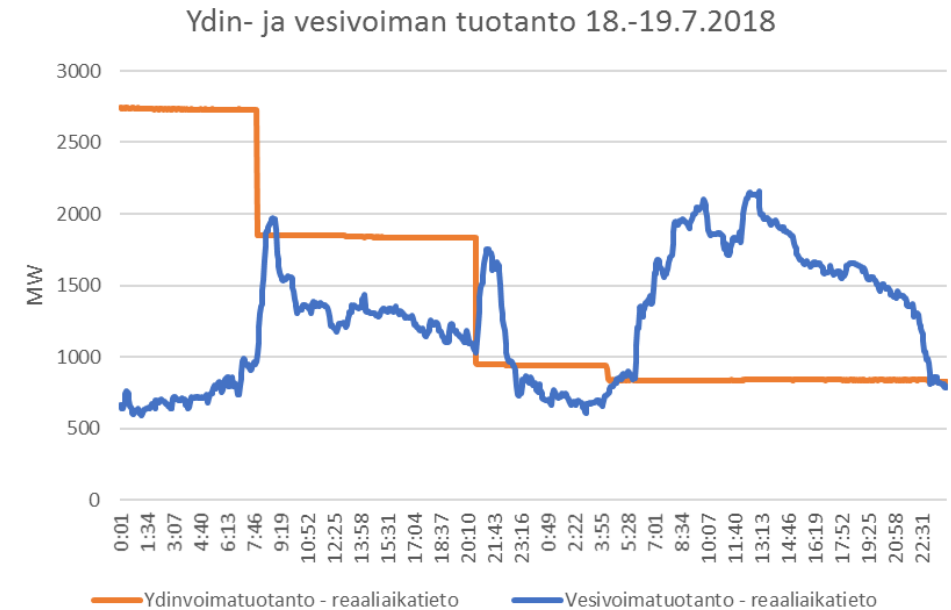


Vesivoiman rooli sähköjärjestelmässä

Vesivoima tuottaa monipuolisesti perusvoimaa, huippuvoimaa vuorokauden ja tuulivoiman vaihteluihin sekä säätövoimaa minuuttitasolla tapahtuvaan satunnaiseen kulutuksen vaihteluun.

Nykyisistä tuotantomuodoista se soveltuu nopeutensa ansiosta parhaiten tuntitason ja sitä nopeampaan säätöön.

Vesivoimalaitosten säätömahdollisuudet tunti- ja vuorokausitasolla vaihtelevat laitoskohtaisesti.

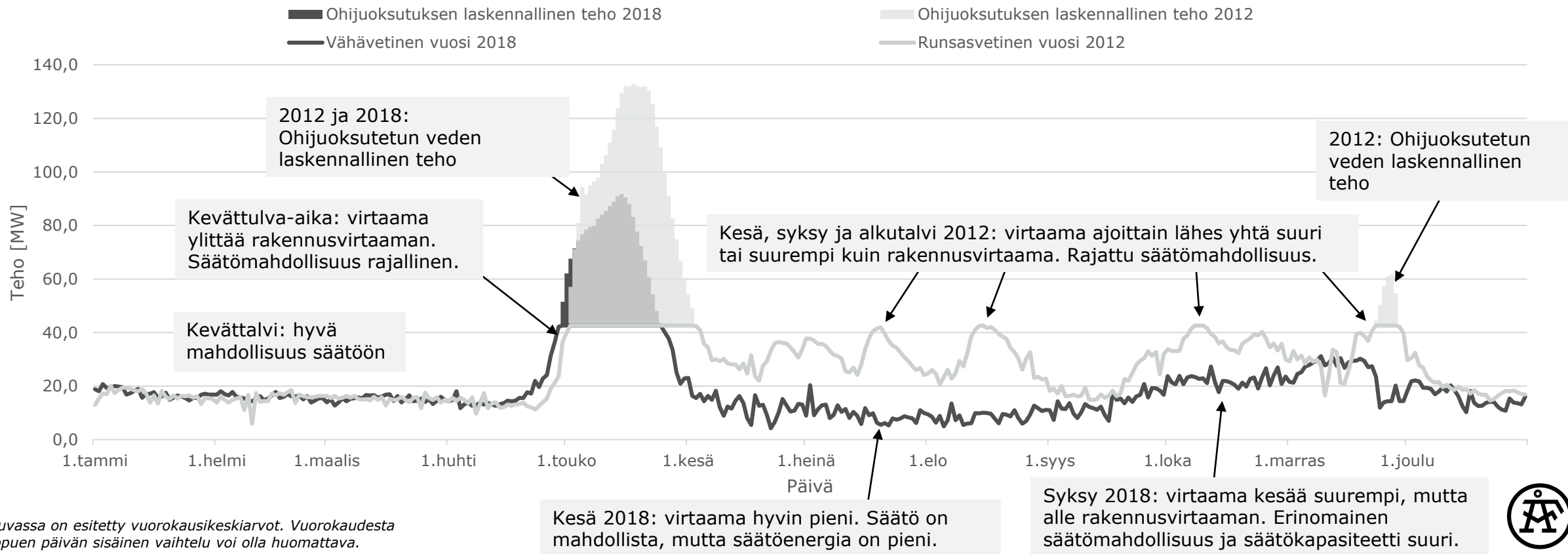


Esimerkki vesivoiman ja ydinvoiman tuotannosta heinäkuussa 2018, jolloin ydinvoiman tuotannossa (OL1 ja OL2) oli häiriö. Ydin- ja vesivoiman tuotantotiedot perustuvat Fingridin dataan.



Säätömahdollisuudet riippuvat paitsi vuodenajasta myös vuodesta

Esimerkkivoimalaitoksen laskennallinen teho [MW] kahtena erilaisena vuotena



VESIVOIMAN MERKITYS SUOMEN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

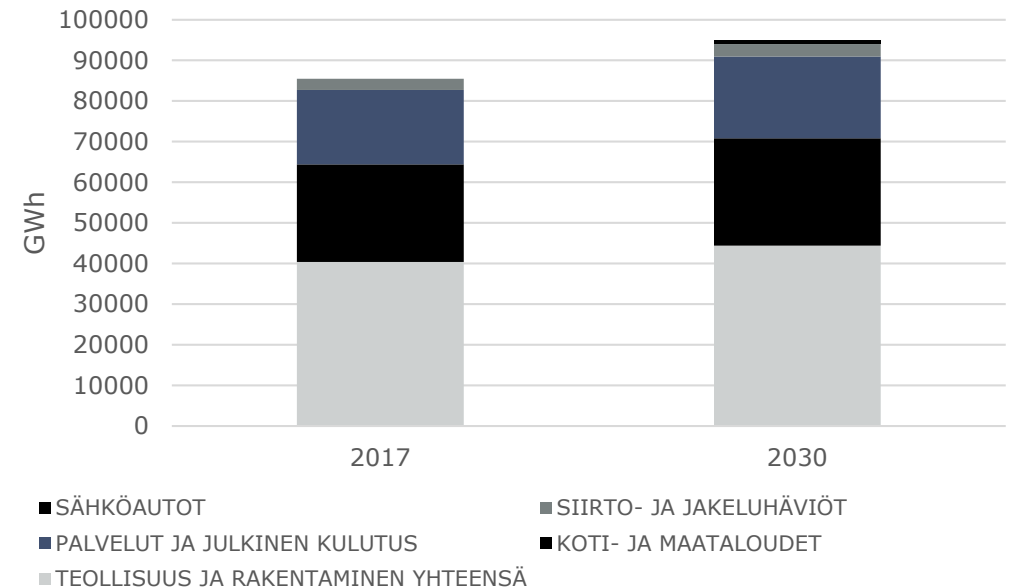
Sähköjärjestelmä tänään ja vuonna 2030



Sähkönkulutus kasvaa

Yhteiskunta sähköistyy yhä edelleen ja sähkönkulutus kasvaa: sähkön kokonaiskulutuksen Suomessa arvioidaan kasvavan 85 TWh:sta 95 TWh:iin vuoteen 2030 mennessä.

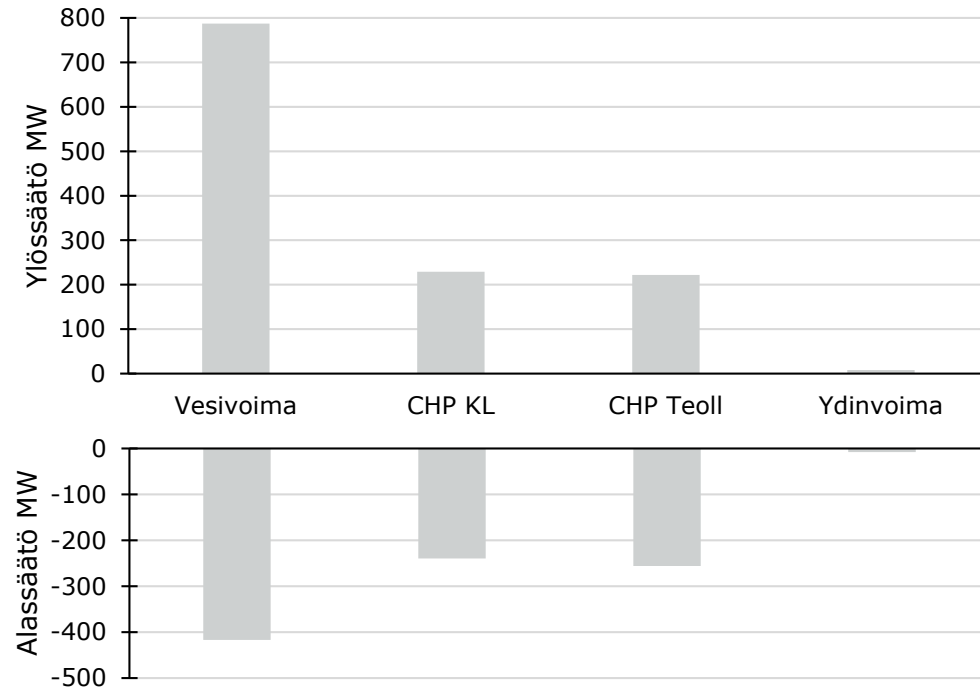
Sähkön vuosikulutuksen lisäksi sähköautojen yleistyminen tulee vaikuttamaan sähkön vuorokauden sisäiseen kulutusprofiiliin.



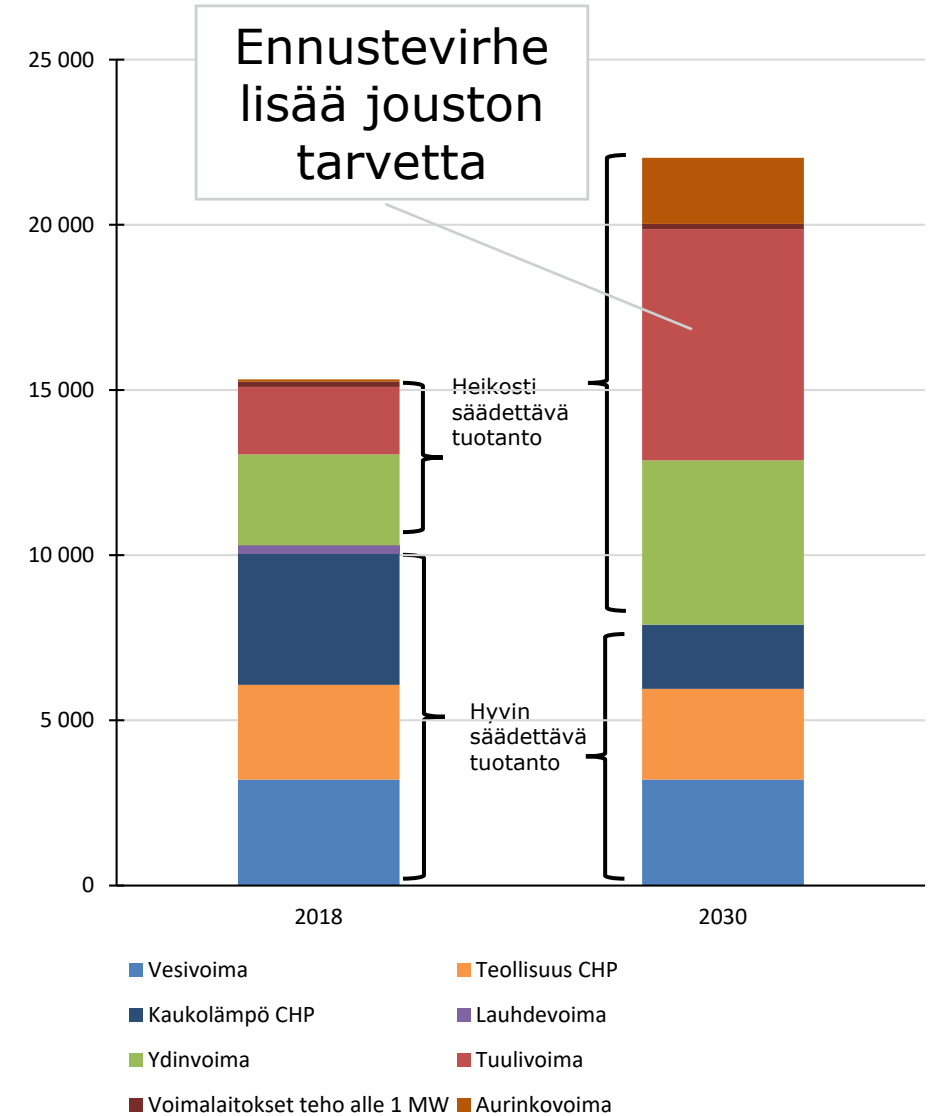
Sähkönkulutus sektoreittain vuosina 2017 (Tilastokeskus, 2018) ja tässä selvityksessä arvioitu sähkÖnkokonaiskulutus vuonna 2030.



Säädettävän tuotannon määrä vähenee



Tuotantotehon suurin muutosnopeus tunnissa marraskuun 2018 ensimmäisellä viikolla. CHP-tuotanto on Suomessa ylössäätänyt maksimissaan hieman yli 200 MW ja alasäättänyt vastaavan määrän. Vesivoima on alasäättänyt yli 400 MW ja ylössäätänyt lähes 800 MW. Ydinvoima ei ole säättänyt kumpaakaan suuntaan.



Sähköntuotantokapasiteetti vuosina 2018 (nimellistehot MW) ja tässä selvityksessä käytetty arvio vuoden 2030 kapasiteeteista (tehot nettotehoja, ks. kpl "Sähköjärjestelmä vuonna 2030").



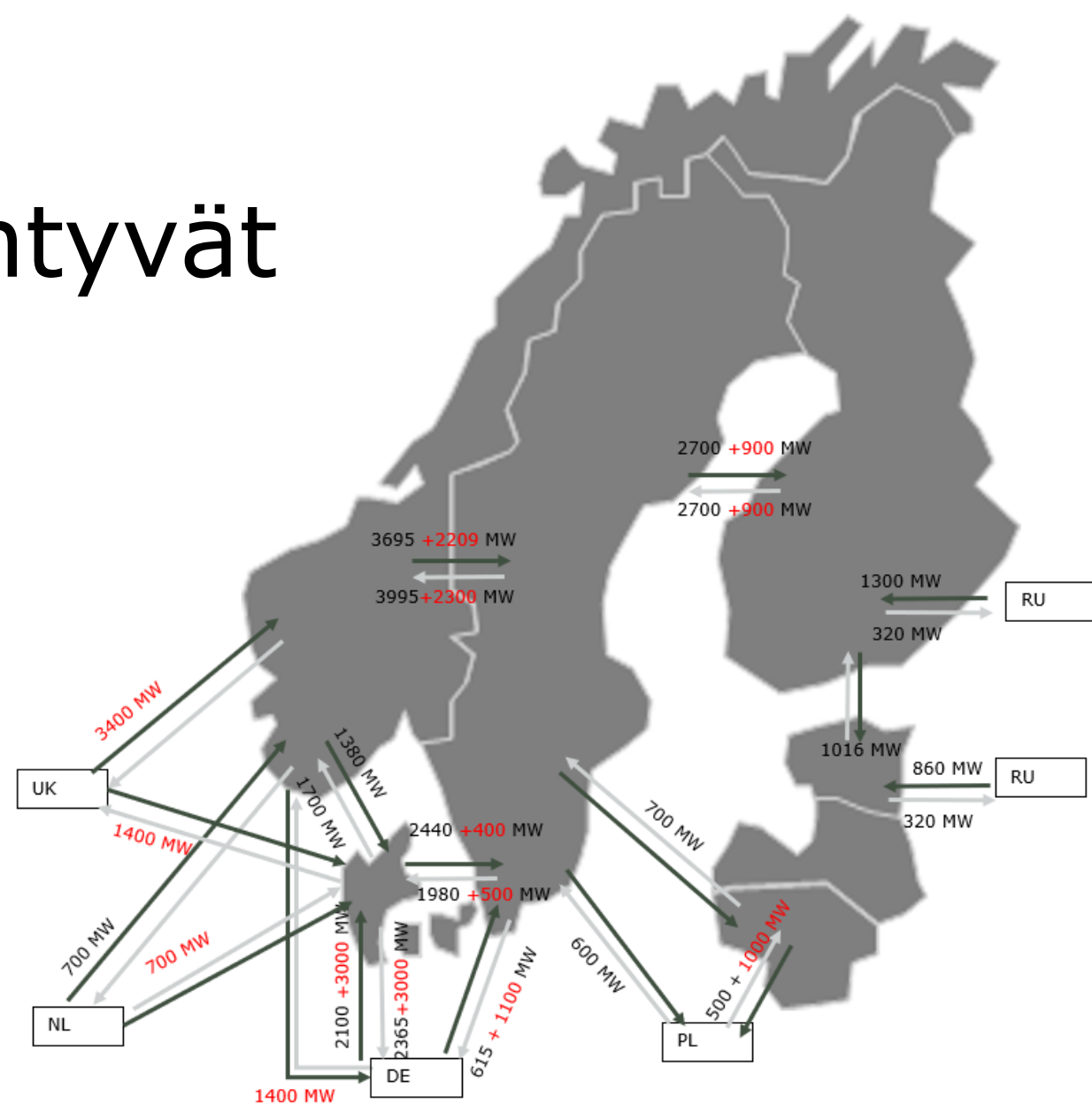
Siirtoyhteydet lisääntyvät

Siirtokapasiteetin Suomen ja Ruotsin välillä odotetaan lisääntyvän nykyisestä vuoteen 2030 mennessä.

Vuonna 2030 siirtoyhteyksien Pohjoismaista ja Baltiasta keskiseen Eurooppaan arvioidaan yli kolminkertaistuvan tasolle 16 800 MW

-> Suomen tuontisähkön hintaan vaikuttaa mm. Keski-Euroopan ja Britannian hintataso sekä tuotantokapasiteettien kehitys.

Tuontisähkön saatavuus ei ole enää itsestäänselvyys kaikkina hetkinä.



Nordpool markkina-alueen maiden väliset sähkösiirtokapasiteetit ja siirtoyhteydet Keski-Eurooppaan ja Britanniaan vuonna 2030. Uudet siirtoyhteydet on merkitty punaisella tekstillä ja vuonna 2018 olemassa olevat mustalla tekstillä.

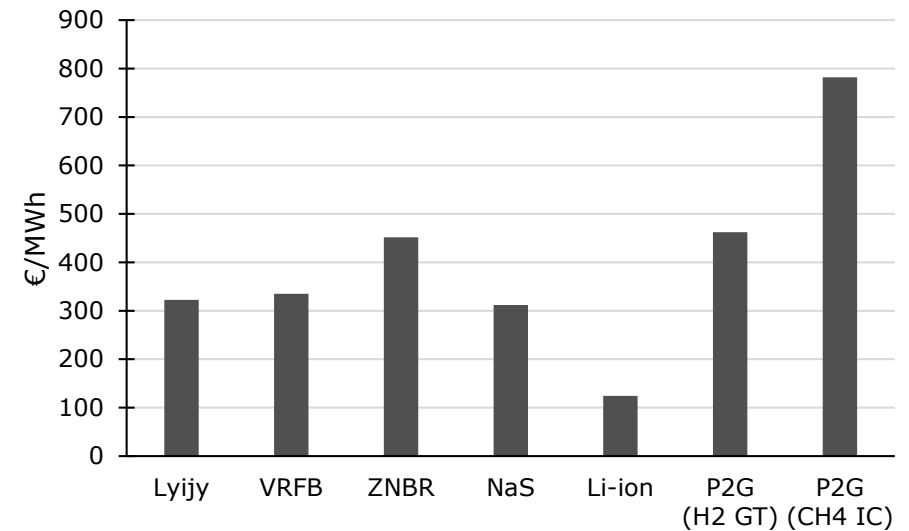


Varastot ja kulutusjousto jouston lähteenä?

Sähkövarastot soveltuvat parhaiten nopeaan taajuussäätöön.

Teknologioiden kypsyys ja kustannustaso eivät toistaiseksi mahdollista näiden teknologioiden taloudellisesti kannattavaa hyödyntämistä. Kannattava varastointi edellyttäisi suurta sähkön hintavaihtelua.

Kysyntäjoustopon mahdollisuudet ovat rajalliset.



Eri varastointitekniikoiden kannattavuuden vaatima lataus- ja purkaussähkön hintaero.



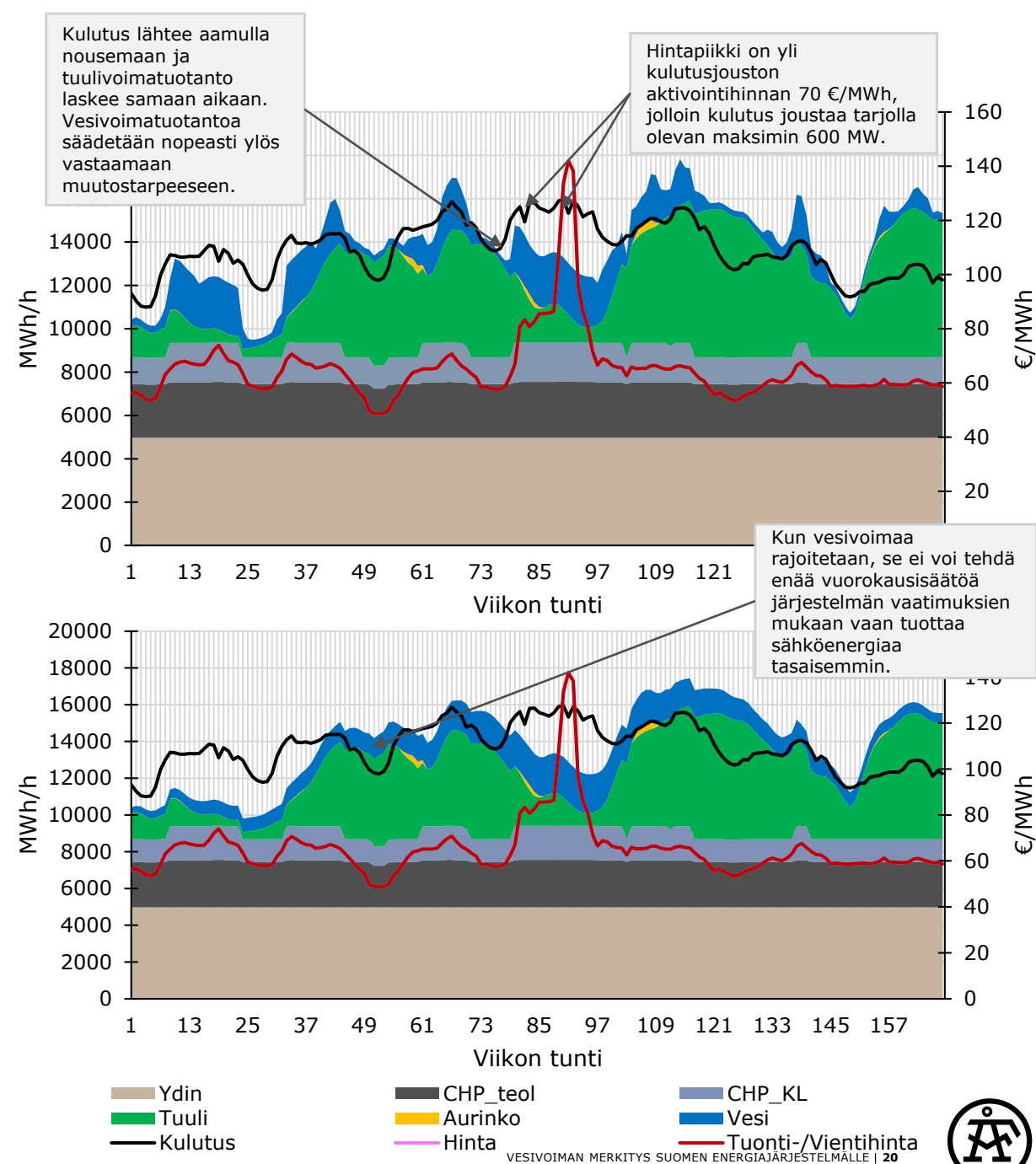
SÄHKÖJÄRJESTELMÄ TÄNÄÄN JA VUONNA 2030

Miltä Suomen sähköjärjestelmä näyttää vuonna 2030?

Suomen sähköjärjestelmän kehittymistä tarkasteltiin neljän eri tulevaisuuden kuvan kautta. Näitä erottavat toisistaan erityisesti vesivoimatuotannon mahdollisuudet Suomessa sekä tuontisähkön hinta.

Sähkömarkkinan tarkastelussa hyödynnettiin Ordena-sähkömarkkinamallia, jolla mallinnettiin neljä esimerkkiviikkoa kussakin neljässä skenaariossa.

Skenaarioiden tarkoituksena oli arvioida vesivoiman joustokyvyn merkitystä tulevaisuudessa. Tilannetta, jossa vesivoiman säätömahdollisuudet ovat nykyisen kaltaiset, verrattiin tilanteeseen, jossa vesivoiman rajoituksia on tiukennettu.



Vesivoimatuotannon rajoittaminen vaikuttaisi monin tavoin

Säästä riippuvan tuuli- ja aurinkovoimatuotannon määrä voi muuttua hyvin nopeasti. Kun vesivoimatuotannon säätö on mahdollista, voidaan sillä nopeasti vastata tähän muutokseen. Rajoitetun säädön skenaarioissa päädytään tilanteisiin, joissa uusiutuvan energian hyödyntämistä ei voida yhtä hyvin ajoittaa niin, että se olisi taloudellisesti ja ympäristövaikutusten kannalta optimaalista. Vesivoimatuotannon muutosnopeuden säätäminen voi vaikuttaa merkittävästi myös vesivoiman toimintaan nopeassa taajuussäädössä.

Vesivoiman säädettävyyden rajoittaminen aiheuttaa isossa kuvassa sähkön hinnan volatilitietin kasvua hyvin säädettävän tuotannon vähentyessä. Vaikutus sähkön kokonaishintaan riippuu siitä, millä joustava vesivoimatuotanto korvattaisiin ja mikä olisi sen tuotantokustannus

Jos vesivoimaa korvataan säädössä tuonnilla, laskee se Suomen omavaraisuutta. Korvaaminen sähköakuilla olisi erittäin kallista ja kasvattaisi sähköjärjestelmän hiilidioksidipäästöjä.

Vesivoimatuotannon rajoittaminen heikentäisi myös tulvasuojelua.



VESIVOIMAN MERKITYS SUOMEN ENERGIAJÄRJESTELMÄLLE

Yhteenveto ja johtopäätökset



Vesivoiman rooli sähköjärjestelmässä merkittävä

Vesivoiman rooli Suomen sähköjärjestelmässä on merkittävä. Vesivoima on päästötön tuotantomuoto ja se mahdollistaa osaltaan säästä riippuvan uusiutuvan energian merkittävän lisäämisen sähköjärjestelmässämme.

Vesivoima vastaa huomattavasta osasta kulutuksen vuorokausivaihtelun vaatimasta säädöstä sekä taajuudensäädöstä. Se on ainoa tuotanto- ja varastointimuoto, joka pystyy tarjoamaan joustoa kaikilla aikajän-teillä.

Vesivoimalla tarvittava säätö voidaan tehdä kotimaisesti ja varmasti päästöjä minimoiden. Vesivoiman tuomaa eri aikajän-teillä tapahtuvaa joustoa ei voida korvata muilla tekniikoilla kustannustehokkaasti ja ympäristöystävällisesti

Vesivoimatuotannon säädettävyyden mahdollisella rajoittamisella olisi monia vaikutuksia sähköjärjestelmässä, mutta myös esimerkiksi tulvasuojelussa.



Vesivoima päästöttömän sähköjärjestelmän mahdollistaja

Vuonna 2030 tilanne on edelleen nykyisen kaltainen: vesivoima on kustannustehokkain ja ympäristöystävällisin tapa sähköjärjestelmän vaatiman jouston tuottamiseen Suomessa saman aikaisesti, kun jouston tarve vielä tämän päiväisestä kasvaa säästä riippuvan tuotannon lisääntyessä.

Siirtoyhteysien kasvu parantaa tuontisähkön saatavuutta. Sen hintatasoon ja hinnan vaihteluun liittyy kuitenkin merkittäviä epävarmuuksia.



Making Future.

