

VJV2024 ja SJV2024 verkkosääntöpäivityksen esittely

Asiakastilaisuus / Aviacongress, Vantaa, 11.4.2024

FINGRID

Agenda

klo

8:30

Aamukahvit

9:00

Tilaisuuden avaus – kantaverkon kuulumiset / Petri Parviainen

9:15

Verkkosääntöpäivityksen tausta, tavoitteet ja aikataulu / Lasse Linnamaa

9:30

Keskeisimmät tekniset muutokset / Lasse Linnamaa

10:20

Tauko

10:40

Keskeisimmät tekniset muutokset / Lasse Linnamaa

11:10

Monitorointi, käyttöönottotestit ja mallinnus / Teemu Rissanen

12:00

Lounas

13:00

Fingridin asiantuntijat tavattavissa

14:00

Tilaisuus päättyy



11.4.2024

Petri Parviainen

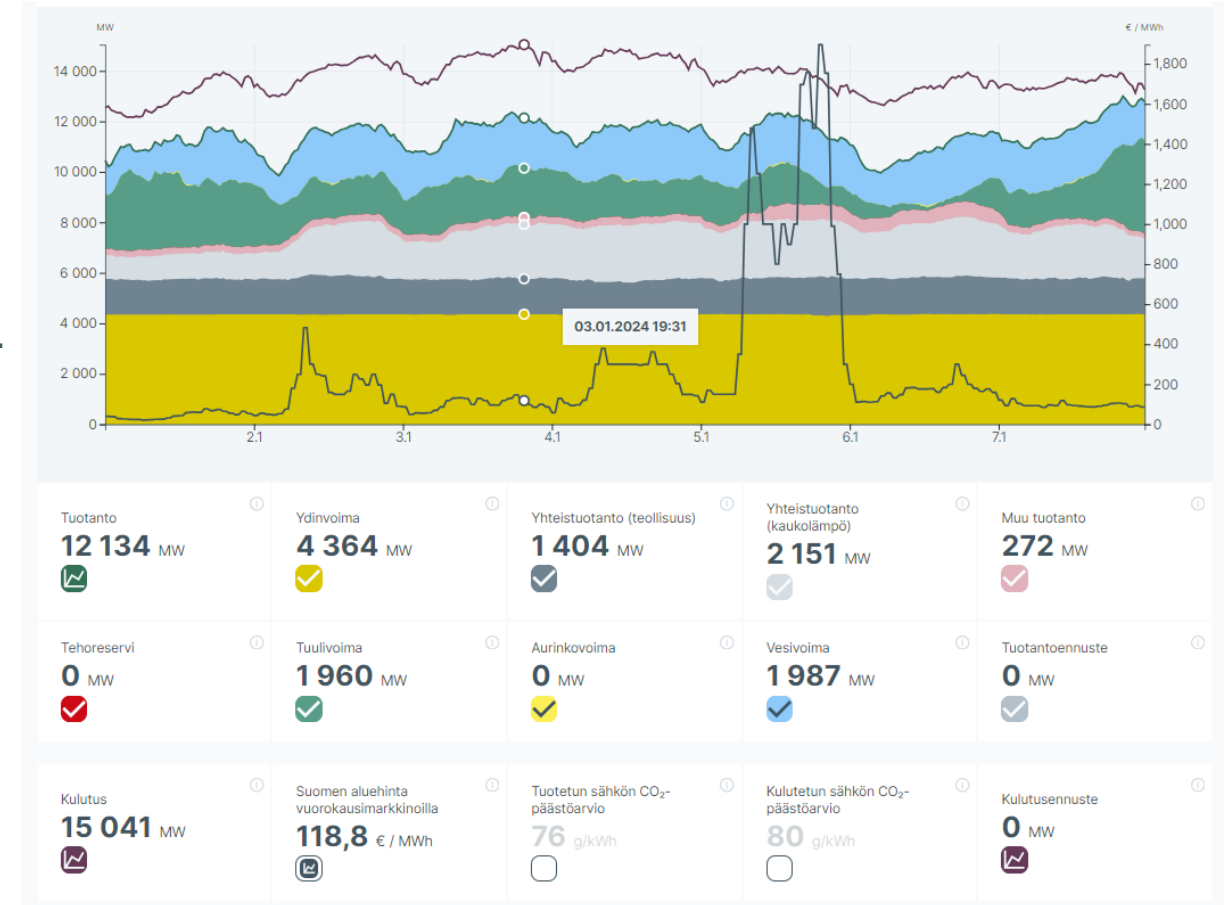
Fingridin ajankohtaiset

Voimalaitosten ja sähkövarastoiden järjestelmätekniisten
vaatimusten päivitys, 11.4.2024

FINGRID

Vuosi 2024 alkoi viileästi

- Viikon huippukulutus tuntikeskitehona 14 993 MWh saavutettiin keskiviikko-iltana. Hetkellisesti ylitettiin 15 000 MW teho useasti viikon aikana.
 - Fingridin talven ennusteessa on arvioitu 14 300 MW huippukulutus kylmän pakkaspäivän hetkelle.
 - Ylössätöhinta oli korkeimmillaan keskiviikkona ja torstaina 3 000 €/MWh
- Suomen ja Ruotsin hinta-ero kasvoi huomattavaksi, Suomi ja Viro samassa hinta-alueessa ja Virosta tuontia huipputilanteissa.
- Suomen DA-hinta nousi lähes 1900€/MWh perjantain iltahuippuun.
- Kulutus jousti perjantaina ennustetusta merkittävästi.
 - Perjantaina tarvittiin alassätöä.



Finnish power system in 2023

Electricity production:
increased by 13%

Electricity consumption:
decreased by 2%

Net imports:
decreased by 86%
Russian imports replaced

CO2 emissions:
decreased by 38%

CO2 intensity:
decreased by 44%

Electricity price:
decreased by 63% to 56 EUR/MWh
– second-lowest* in Europe!

Big leap to the right direction in 2023!

* Weighed average used for countries with multiple bidding zones

Keskeiset tulokset 2023

Uusia tuuli- ja aurinkovoiman asiakasliityntöjä 1460 (770) MW

1920 (1940) MW käyttöönotettua uutta tuuli- ja aurinkovoimaa kantaverkkoon

Auroran, Järvilinja 2 ja Huittinen - Forssa lunastusluvut myönnetty

YVA prosessissa 6 hanketta
Yleissuunnittelussa 555 (740) km voimajohtoa

Kantaverkon siirtovarmuus 99,99995%

Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2024-2033 julkaistu

16 (16) sähköasemaa ja 60 (500) km voimajohtoa käyttöönotettu

Suurin vuosittainen investointiohjelma läpi

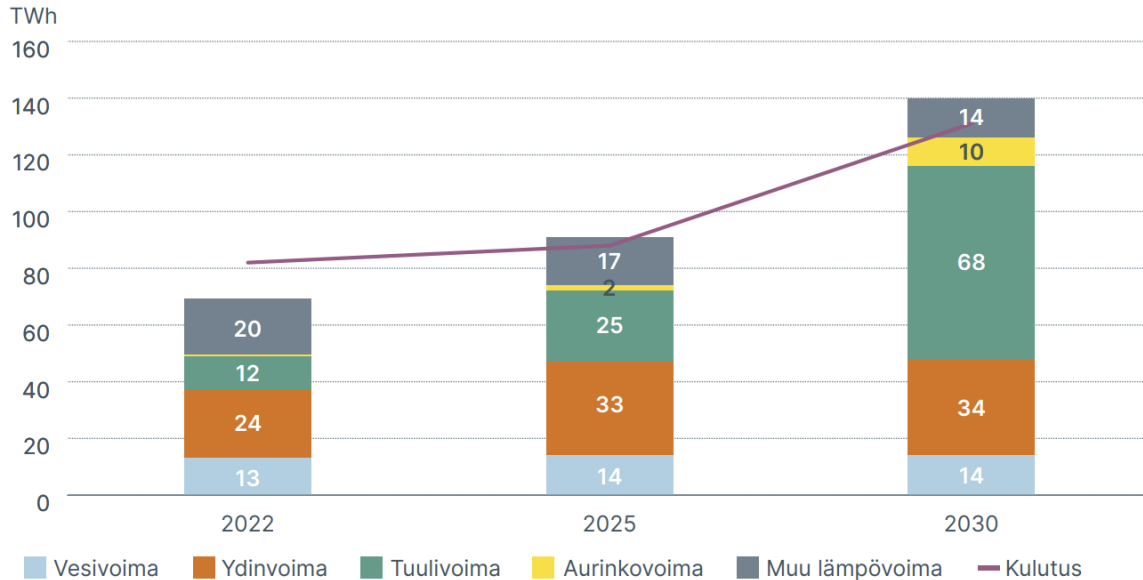
Työtapaturmia per miljoonaa työtuntia (LTIF) 7.2 (5.4)

Best Estimate 1/2024 – Kulutuksen ja tuotannon kasvuennusteet

Sähkön tuotannon ennustettu kehitys (TWh)

Fingridin ennuste, tammikuu 2024.

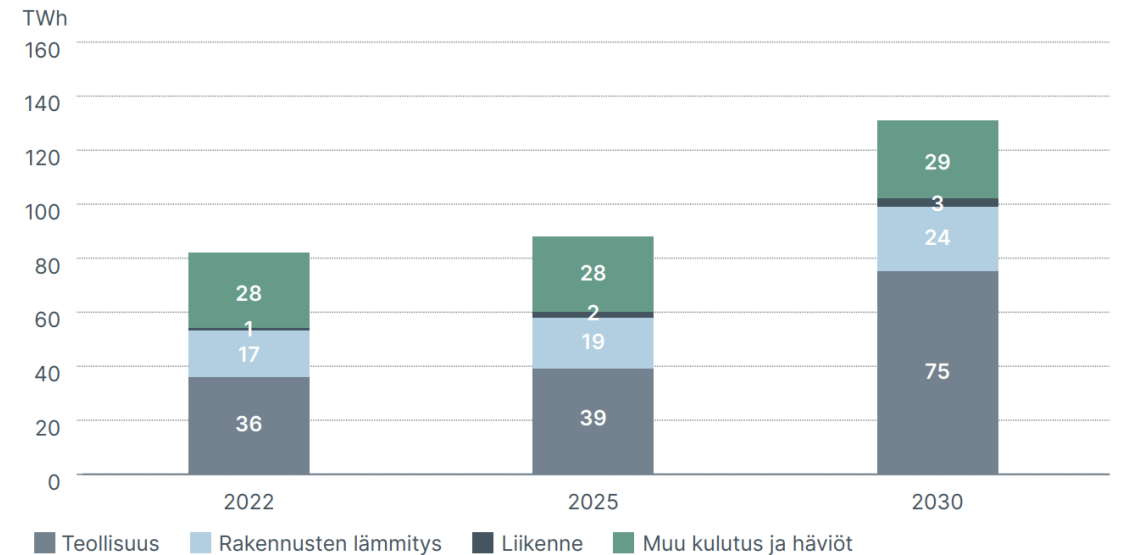
FINGRID



Sähkön kulutuksen kehitys (TWh)

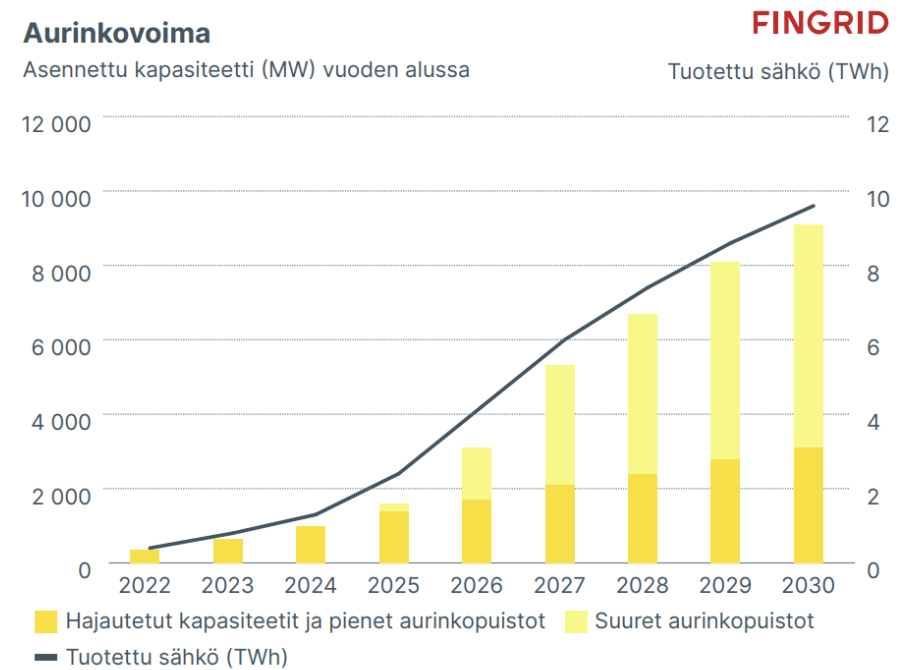
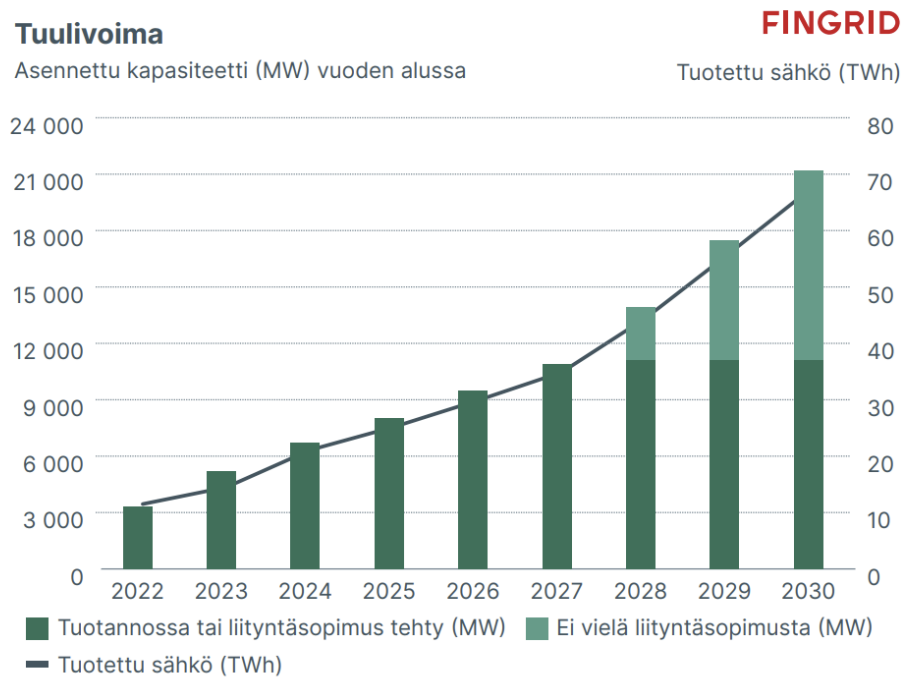
Fingridin ennuste, tammikuu 2024.

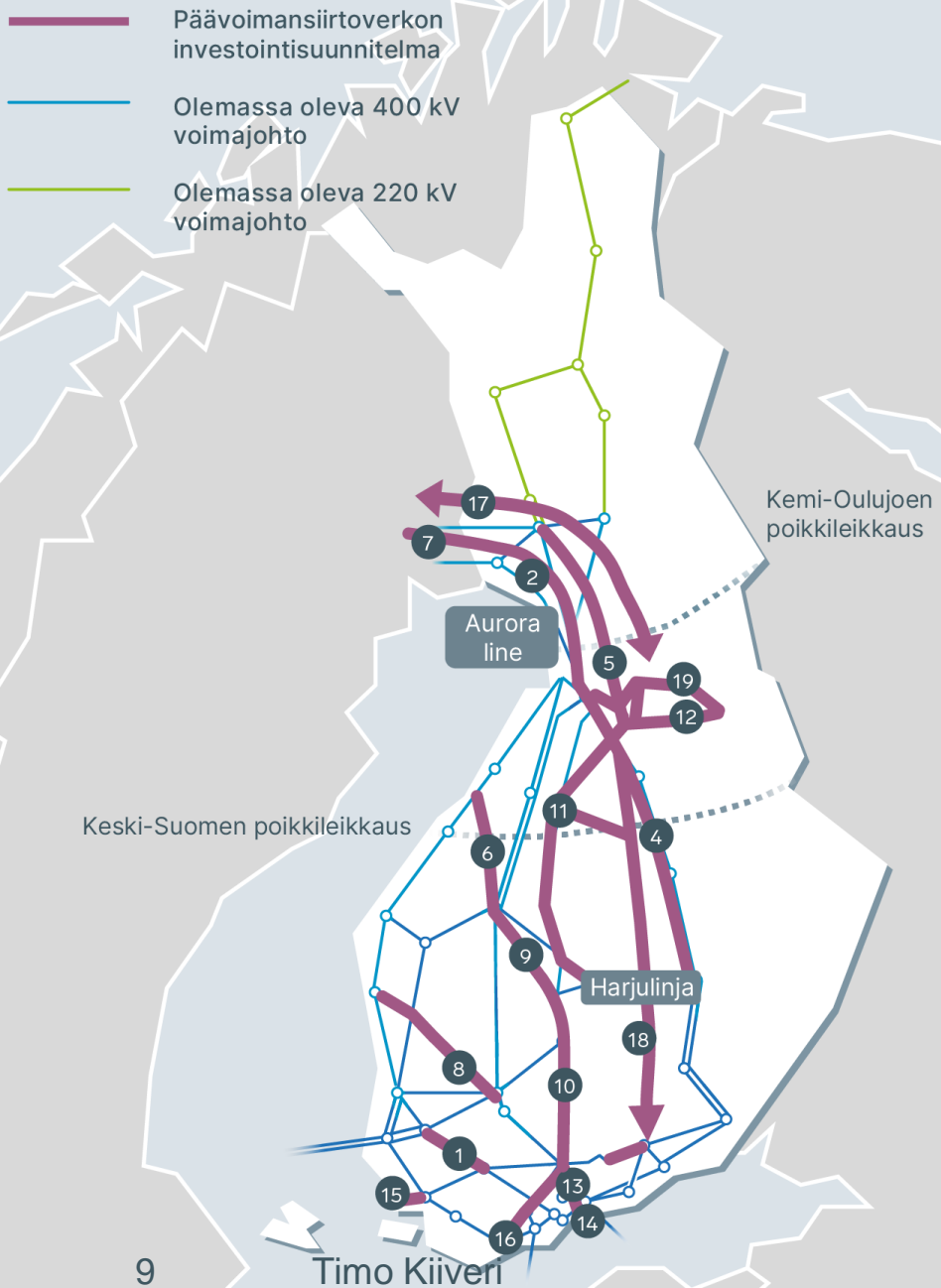
FINGRID



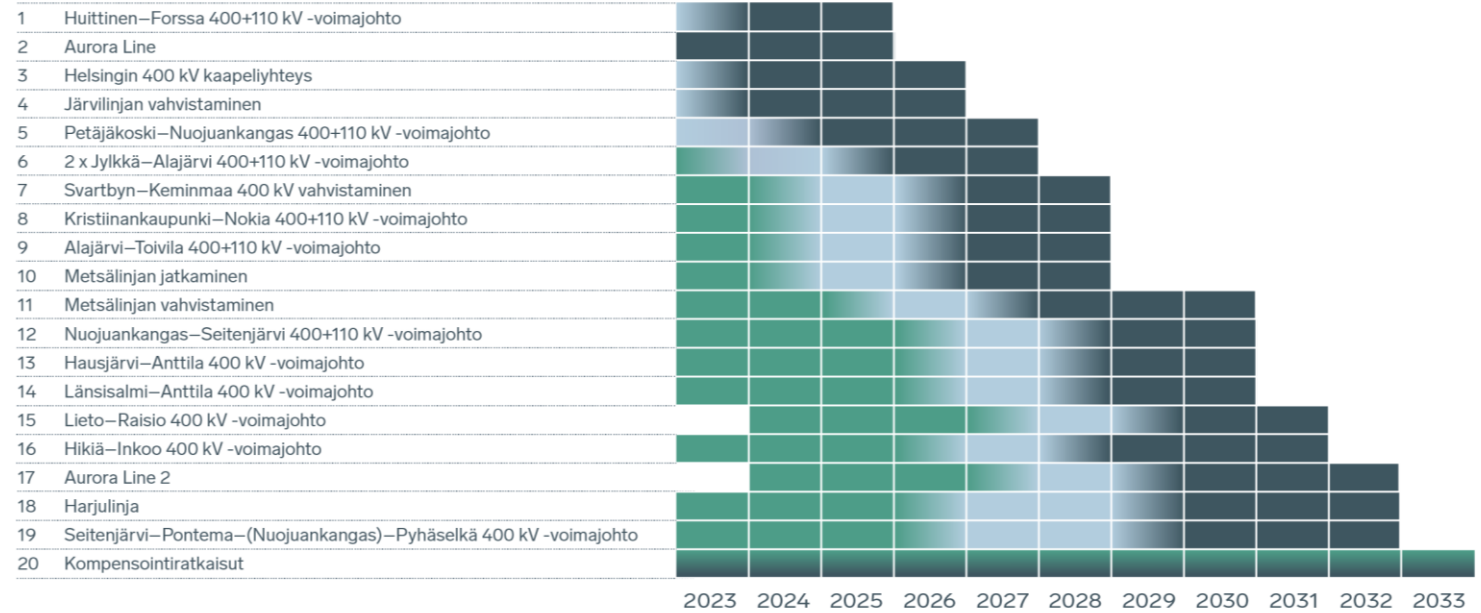
Tuulivoiman kasvuvauhtioletukset ovat hieman maltillistuneet viime syksyn Best Estimate malleista, mutta kasvua oletetaan edelleen +1000 MW per vuosi

Tuuli- ja aurinkovoimakapasiteetin kasvuvuennuste





Investointisuunnitelma 2024-2033



■ YVA-menettely/esisuunnittelu ■ Yleissuunnittelu ja luvitus ■ Rakentaminen

2024 – 2033:

3800 km 400 kV voimajohto

2300 km 110 kV voimajohto

Noin 200 sähköasemaprojektia (uudet, perusparannukset, laajennukset)

26.3.2024

Kolme isoa asiaa markkinaoikeuden ratkaistavana

02.01.2024 10:42

AJANKOHTAISTA,
SÄHKÖMARKKINAT

Fingrid hakee markkinaoikeudesta muutosta Energiaviraston päätökseen tasevastaavien vakuusmallista

Energiavirasto antoi marraskuun lopulla päätöksen tasevastaavien ehdoista, jotka sisältävät vakuusvaateiden määräytymisperiaatteet. Energiaviraston päätös sisältää merkittäviä muutoksia nykyisiin...

02.01.2024 14:36

AJANKOHTAISTA,
LEHDISTÖTIEDOTTEET

Asiakastarve ja Energiaviraston uusi valvontamalli määrittävät investointeja kantaverkkoon

Säänneltyä sähköverkkotoimintaa ja sen tuottoa valvova Energiavirasto on antanut päätöksen sähkön kantaverkkotoiminnan tuoton määrittämistä koskevista menetelmistä kuudennelle 1.1.2024 – 31.12.2027 ja...

12.01.2024 10:39

AJANKOHTAISTA,
LEHDISTÖTIEDOTTEET,
SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

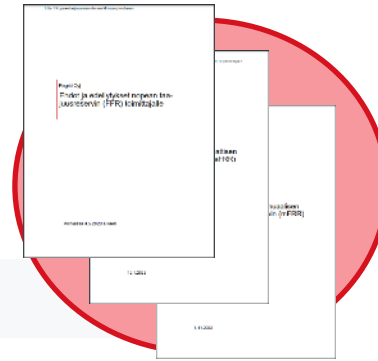
Energiavirasto antoi päätöksen TVO:n tutkintapyynnöstä: Olkiluoto 3:n järjestelmäsuojusta edelleen erimielisyyttä

Energiavirasto antoi eilen päätöksensä Teollisuuden Voiman (TVO) jättämästä tutkintapyynnöstä Fingridin toimintaan liittyen. Viraston päätös on pääosin linjassa Fingridin näkemysten kanssa, mutta...

Verkkosääntöuudistuksen tausta ja tavoitteet

Vaatimuspohja

+Reservi-
vaatimukset

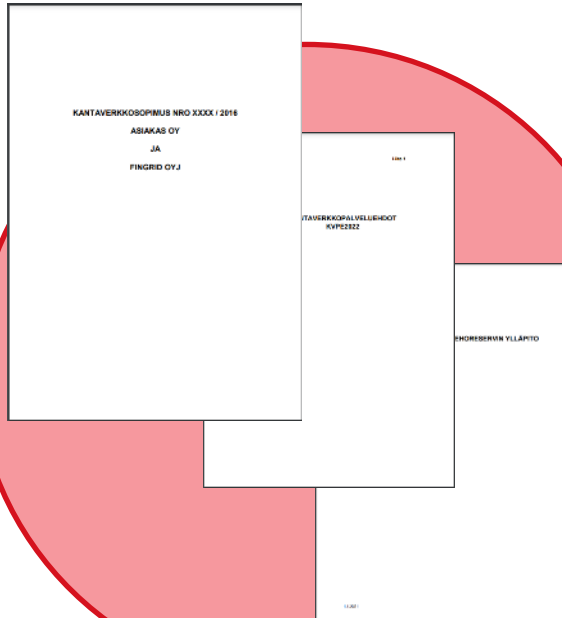


Liittymissopimus

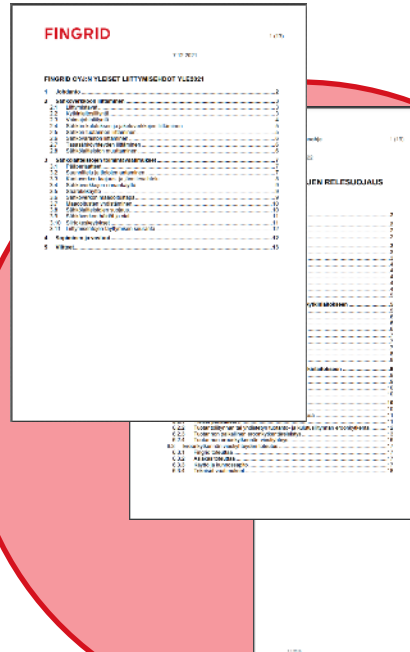
Kantaverkkosopimus
(KVS2016, KVPE2024)

Yleiset liittymisehdot
(YLE2021)

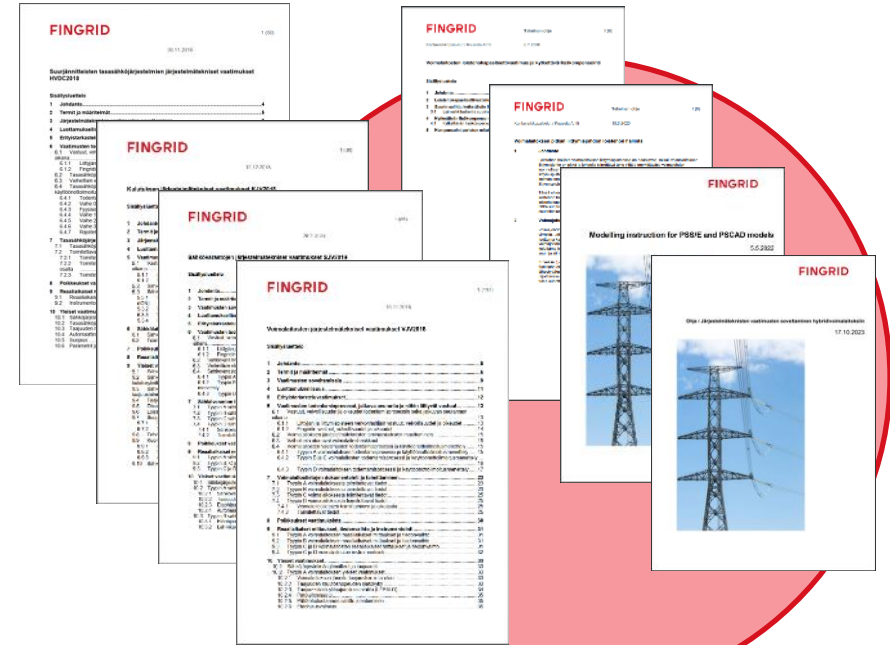
Järjestelmätekniiset vaatimukset
(VJV2018, SJV2019, KJV2018, HVDC2018) + NC ER



Kantaverkkopalveluehdot,
loissähköperiaatteet



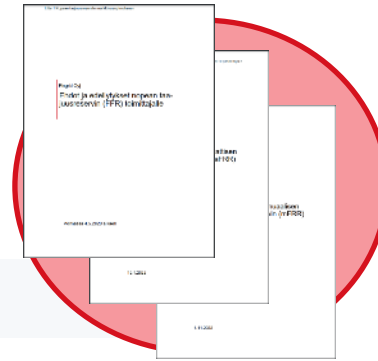
Relesuojausohje,
mallikuvat, maadoitus...



+ tekniset ohjeet,
mallinnusohje

Vaatimuspohja

+Reservi-
vaatimukset

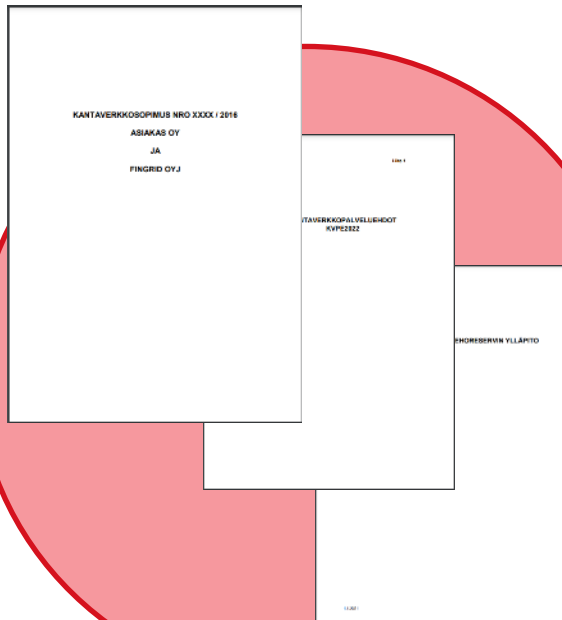


Liittymissopimus

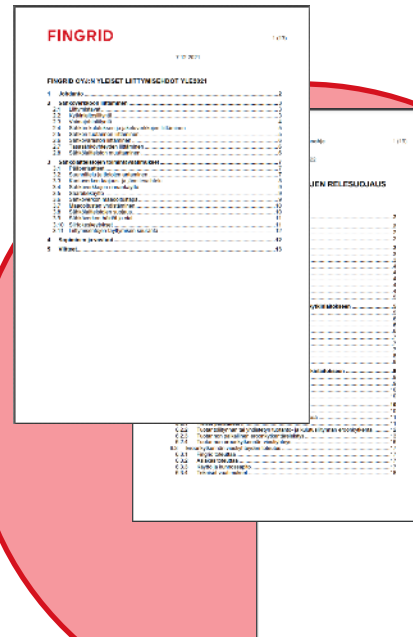
Kantaverkkosopimus
(KVS2016, KVPE2024)

Yleiset liittymisehdot
(YLE2021)

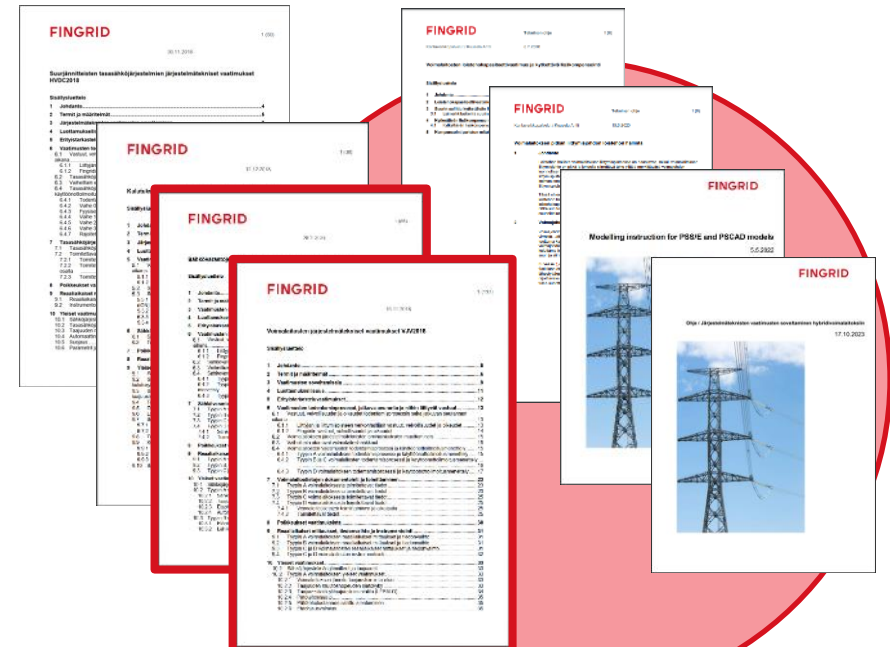
Järjestelmätekniset vaatimukset
(VJV2018, SJV2019, KJV2018, HVDC2018) + NC ER



Kantaverkkopalveluehdot,
loissähköperiaatteet



Relesuojausohje,
mallikuvat, maadoitus...



+ tekniset ohjeet,
mallinnusohje

Vaatimus pohja

+Reservi-
vaatimukset

Kantaverkkosopimus
(KVS2016, KVP

Vaatimukset
(HVDC2018) + NC ER

The screenshot shows the Fingrid website's technical requirements page. The main heading is "Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset" (System technical requirements for power plants). The page is divided into several sections:

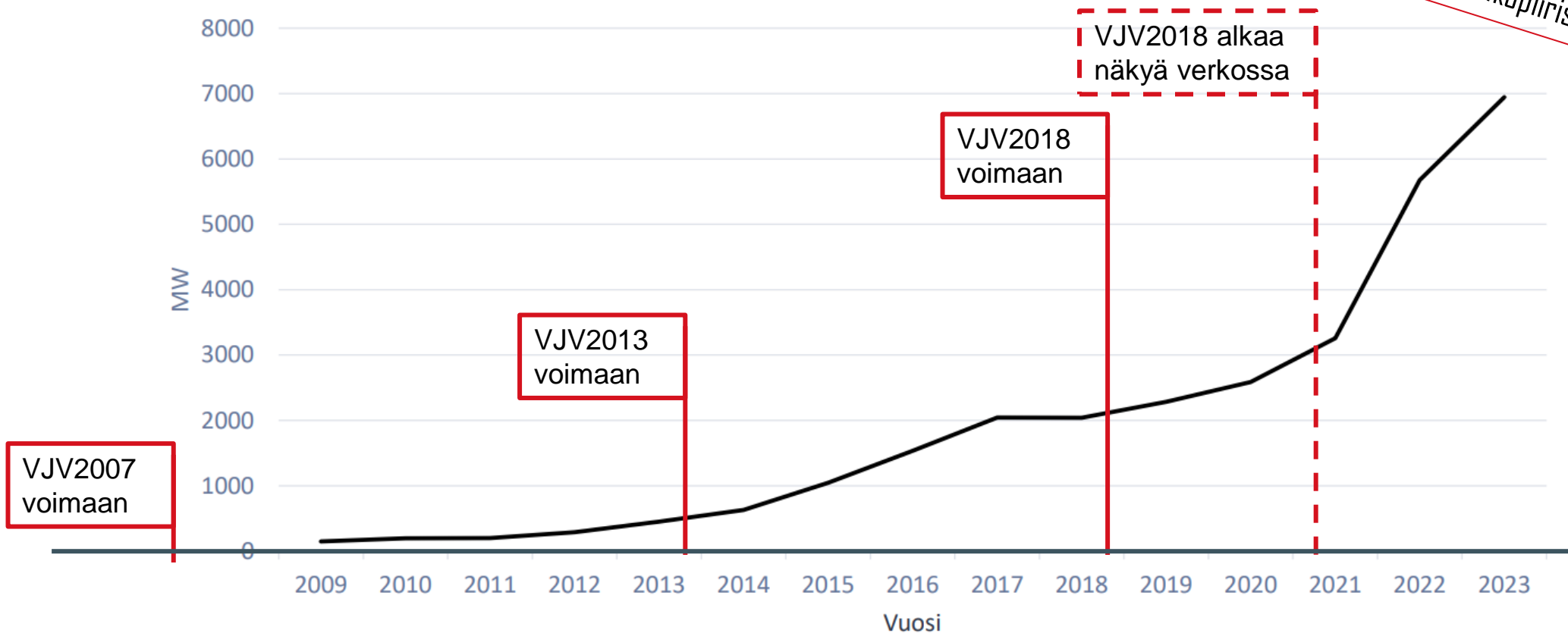
- Navigation:** Includes "Tietoa Fingridistä", "Sijaittajat", "Yhteystiedot", "Kirjautu", "FI", "Hae sivustolta", "Ajankohtaista", "Sähkömarkkinat", "Kantaverkko", and "Avoin data".
- Left Sidebar:** Contains a table of contents with items like "Tarkastele liittämähdoisuuksia", "Tee liittytäkysely", "Yleiset liittämisehdot", "Liittymissopimus ja liittymismaksut", "Kantaverkkosopimus ja kantaverkkopalvelumaksut", "Järjestelmätekniset vaatimukset" (highlighted with a red dashed circle), "Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset", "Kulutuksen järjestelmätekniset vaatimukset", "Suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset", "Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset", "Voimalaitoksia ja sähkövarastoja koskevien järjestelmäteknisten vaatimusten päivitys 2024", "Arkisto", and "Kantaverkkoon liittyjälle".
- Main Content:**
 - Section Header:** "Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset".
 - Text:** "Suomen voimajärjestelmään kytkettyjen nimellisteholtaan yli 0,8 kW voimalaitosten tulee täyttää voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV). Vaatimusten lähtökohdiana on eurooppalainen verkkosääntö (Euroopan komission asetus 2016/631), johon Fingrid on tehnyt kansalliset lisäykset ja täsmennykset. Nykyisin voimassa olevat järjestelmätekniset vaatimukset on esitetty VJV2018-dokumentissa ja ne koskevat Fingridin omistaman verkon lisäksi myös asiakkaan – kuten liittymispisteen verkonhaltijana toimivan jakeluverkkoyhtiön – sähköverkkoon liittyneitä voimalaitoksia. Liittyjän vastuulta on täyttää ja ylläpitää ne järjestelmätekniset vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa voimalaitoksen sitovan hankintasopimuksen allekirjoittamishetkellä."
 - Text:** "Voimalaitokseen kohdistuvat järjestelmätekniset vaatimukset ja niiden todentamiseen liittyvän tiedonvaihto määräytyvät tyyppiluokittain (A, B, C, D) voimalaitoksen tehon ja liittymispisteen jännitteen perusteella. Tahtikonevoimalaitoksille ja suuntaajakytketyille voimalaitoksille on omat vaatimuksensa. Varsinaisten teknisten ja toiminnallisten vaatimusten ohella VJV:ssä on kuvattu laitoksista toimitettavat tiedot, suorituskyyvyn todentamista varten laadittavat laskennalliset mallit sekä valmiille laitokselle suoritettavat käyttöönottokokeet. Suurempien voimalaitosten (tyyppiä D; yli 30 MW tai liittymispisteen jännite vähintään 110 kV) osalta järjestelmäteknisten vaatimusten täytyminen osoitetaan läpäisemällä hankkekohtainen todentamisprosessi, jossa edetään vaiheittain suunnitelmasta käyttöönottoon noudattaen erityistä käyttöönottoilmoitusmenettelyä."
 - Text:** "Liittymispisteen verkonhaltija valvoo vaatimusten todentamista ja vastaa tiedonvaihdosta Liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittyvän asiakkaan tulee ilmoittaa liittymispisteen verkonhaltijalle mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, minkälaisista tekniikka voimalaitokseen suunnitellaan. Vaatimustenmukaisuuden varhainen arviointi on erityisen tärkeää esimerkiksi silloin, kun suunnitelmassa on liittää verkkoon generaattorityyppi, josta ei ole aiempia käyttökokemuksia Suomessa."
 - Text:** "Voimalaitosten toiminnan seuranta on välttämätön osa voimajärjestelmän käyttöä ja valvontaa. Seurannan aikana havaitut mahdolliset poikkeamat selvitetään yhteistyössä Liittyjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin välillä."
 - Bottom Bar:** "Voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia VJV2018 täydentävät"
- Right Sidebar:** "LIITTEET" (Attachments) list:
 - Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2018
 - Taulukot VJV2018
 - Ohje Fingridille toimitettavista PSS/E ja PSCAD-simulointimalleista
 - Erityistarkasteluvaatimukset suuntaajakytketyille voimalaitoksille - SSO
 - Voimalaitosten loistehokapasiteetti-vaatimus ja lisäkompensointi
 - Voimalaitoksen pitkän liittymisjohdon loistehonhallinta
 - Subsynchronous Oscillation Risk of WPPs Connecting to Finnish Series Compensated Network White Paper
 - Tuuli voimalaitoksen tehonkorotuksen vaatimukset ja menettelytavat
 - White paper on ESCR
 - Guidance on ESCR values and voltage control tuning
 - Tuuli voimalan sijoittuminen voimajohdon läheisyyteen
 - Fingrid - Tietopyyntö tuuli voimalaitosten...

Kantaverkkosopimus
loissähköper...

...teet,
...e

FINGRID

Tuulivoimakapasiteetin kasvu



*Samaan aikaan...
Tahtikoneiden määrä / aktiivikäyttö on vähentynyt, joskin uusiakin on rakennettu. Tulevia tahtikonehankkeita ei kuitenkaan ole juurikaan näköpiirissä.*

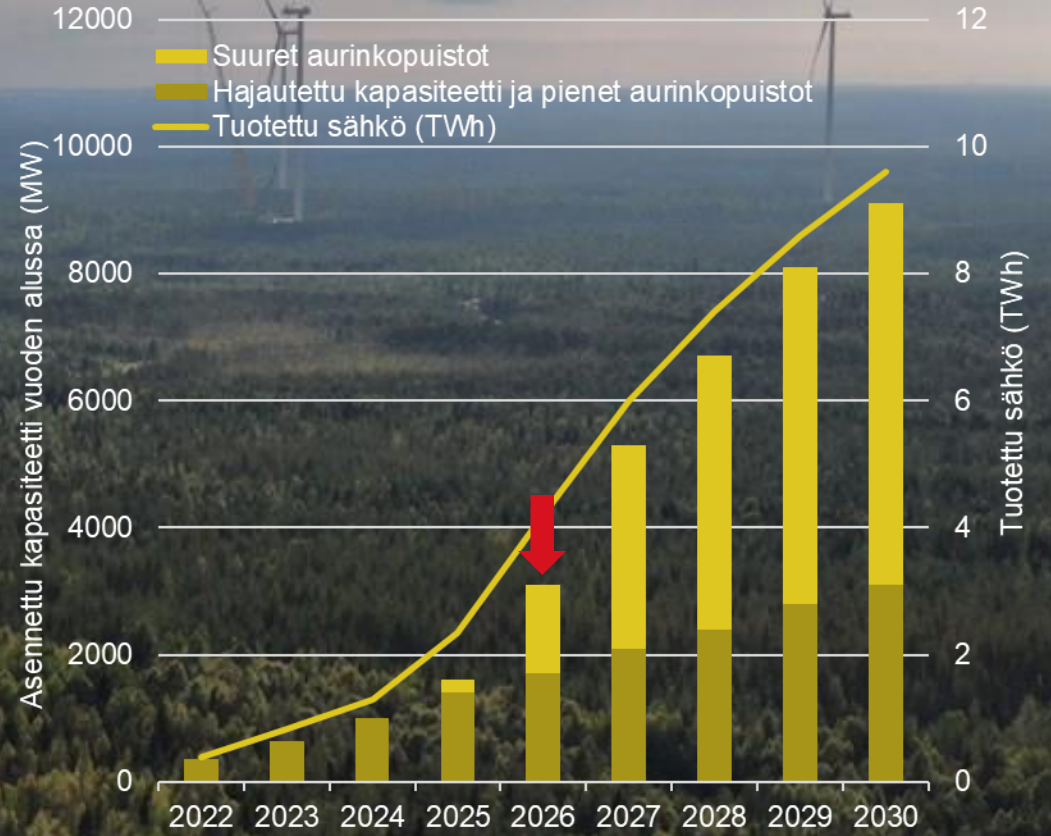
Lähde: Suomen Tuulivoimayhdistys,
https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima_vuositilastot-2023-3.pdf

Tuuli- ja aurinkovoiman kasvuennuste

Tuulivoima:

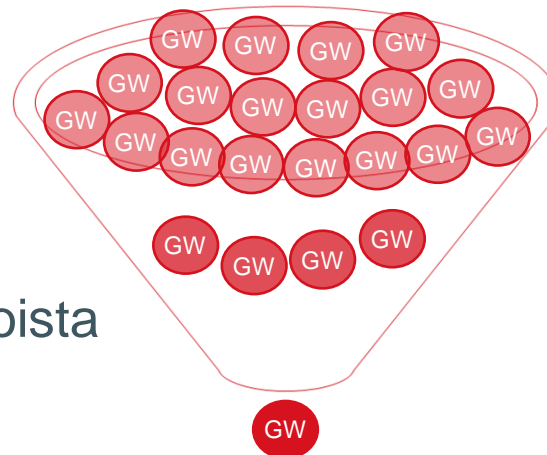


Aurinkovoima:



Sähkövarastojen tilannekuva

- Paljonko?
 - Tuotantokäytössä n. 200 MW, rakenteilla >100 MW
 - Liityntäkyselyitä n. 7 100 MW, joista julkisia hankkeita n. 300 MW
- Minne?
 - Fingrid hahmotellut sijainteja →
- Liittymistapa?
 - Hybridiliitynnät esim. tuulipuiston yhteyteen (<50 MW?)
 - Sähköasemaliitynnät 110 kV (>50 MW?), 400 kV (>125 MW)



• Primary connection points for BESS:

1. Keminmaa 400/110 kV
2. Pikkarala 400/110 kV
3. Pysäysperä 400/110 kV
4. Valkeus 400/110 kV 2027
5. Herva 400/110 kV 2027
6. Arkkukallio 400/110 kV 2027-2028
7. Kärppiö 400/110 kV 2027-2028
8. Höyhtikangas 400/110 kV 2028*
9. Sandås 400/110 kV 2027
10. Viitajärvi 400 kV 2025
11. Saunakumpu 400 kV 2027*

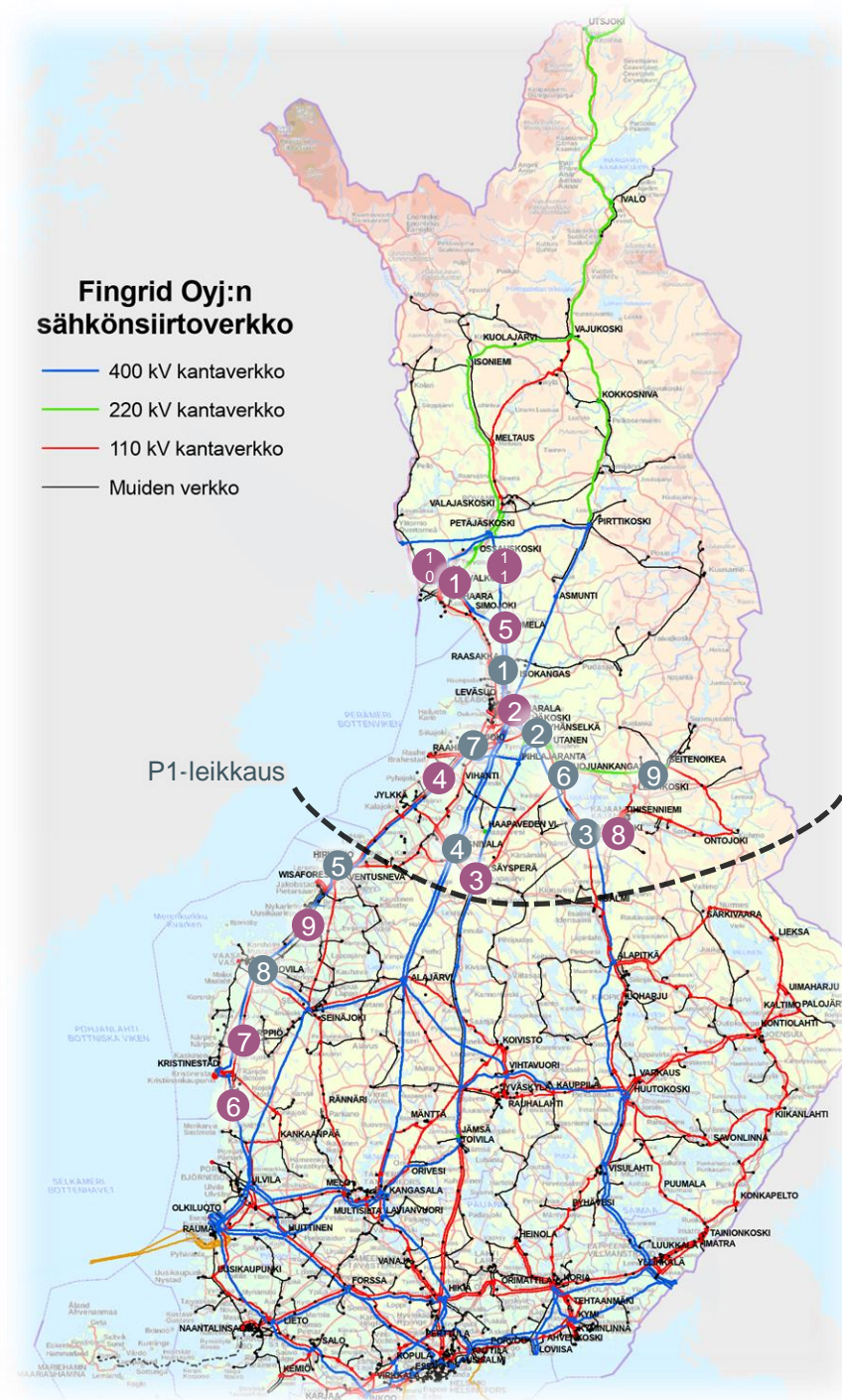
• Secondary connection points for BESS:

1. Isokangas 400/110 kV
2. Pyhänselkä 400/110 kV
3. Vuolijoki 400/110 kV
4. Uusnivala 400/110 kV
5. Hirvisuo 400/110 kV
6. Nuojuankangas 400/110 kV 2026
7. Siikajoki 400/110 kV 2029*
8. Tuovila 400/110 kV 2027-2028
9. Seitenjärvi 400/110 kV 2030

* Estimated schedule, not included in Main grid investment plan Year, when the capacity will increase

Fingrid Oyj:n sähkösiirtoverkko

- 400 kV kantaverkko
- 220 kV kantaverkko
- 110 kV kantaverkko
- Muiden verkko



Suuntaajakytketyn tuotannon osuus kasvaa

13.3.2024 klo 17:33

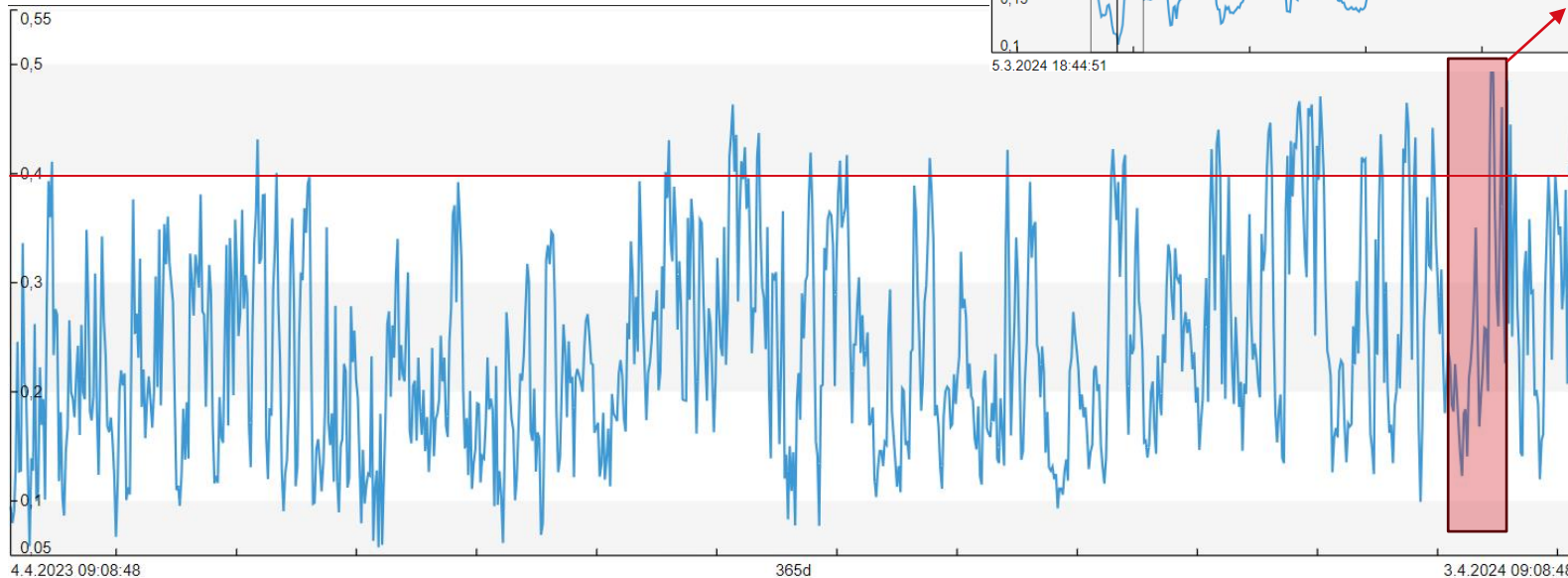
Suomen kokonaistuotanto 8 007 MW, josta
Suuntaajakytkettyä 19 % (tuulivoima: 519 MW
aurinkovoima: 2 MW)



20 h myöhemmin...

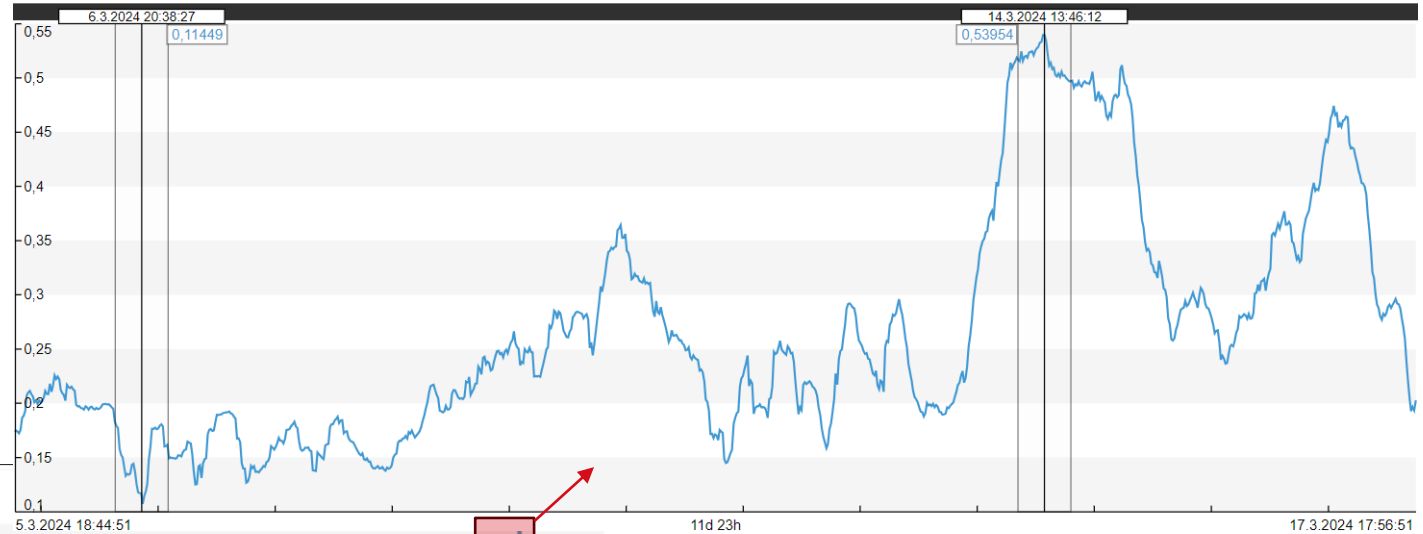
14.3.2024 klo 13:46

Suomen kokonaistuotanto 11 721 MW, josta
Suuntaajakytkettyä 54 % (tuulivoima: 5962 MW
aurinkovoima: 100 MW)



04/2023

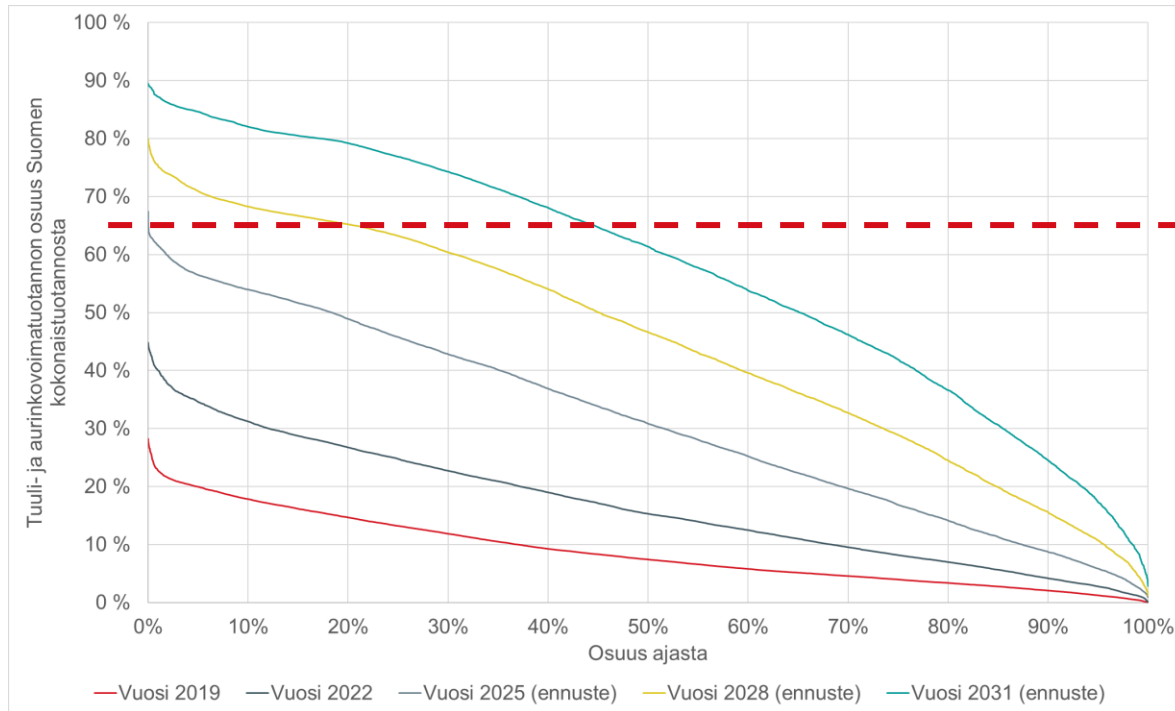
04/2024



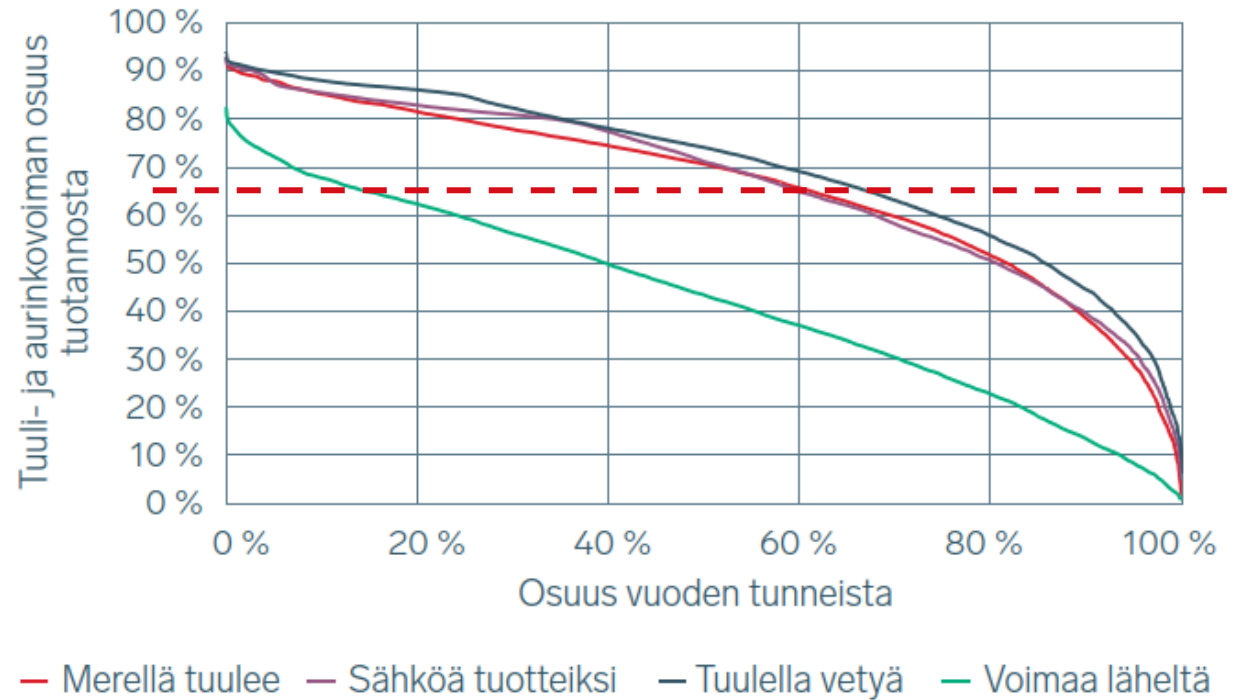
Vastaavia havaintoja
pohjoismaisen
synkronialueen
osalta!

FINGRID

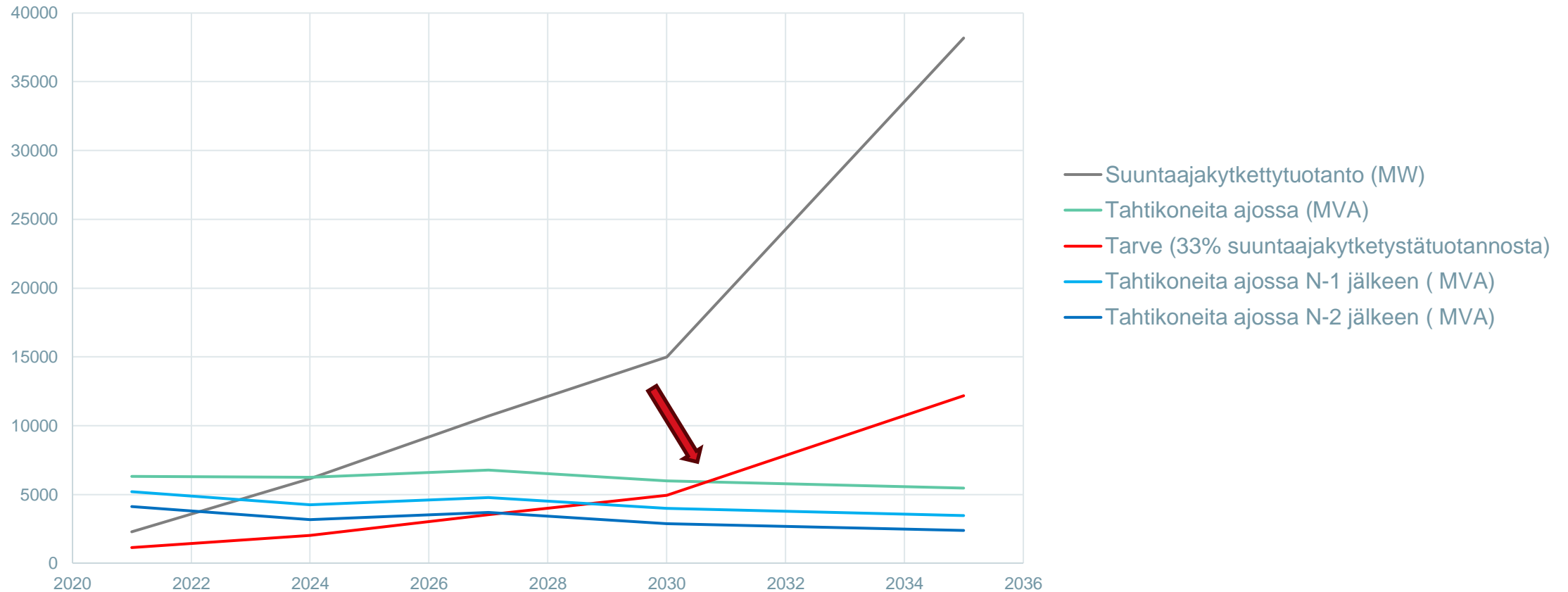
...ja kasvu jatkuu voimakkaana



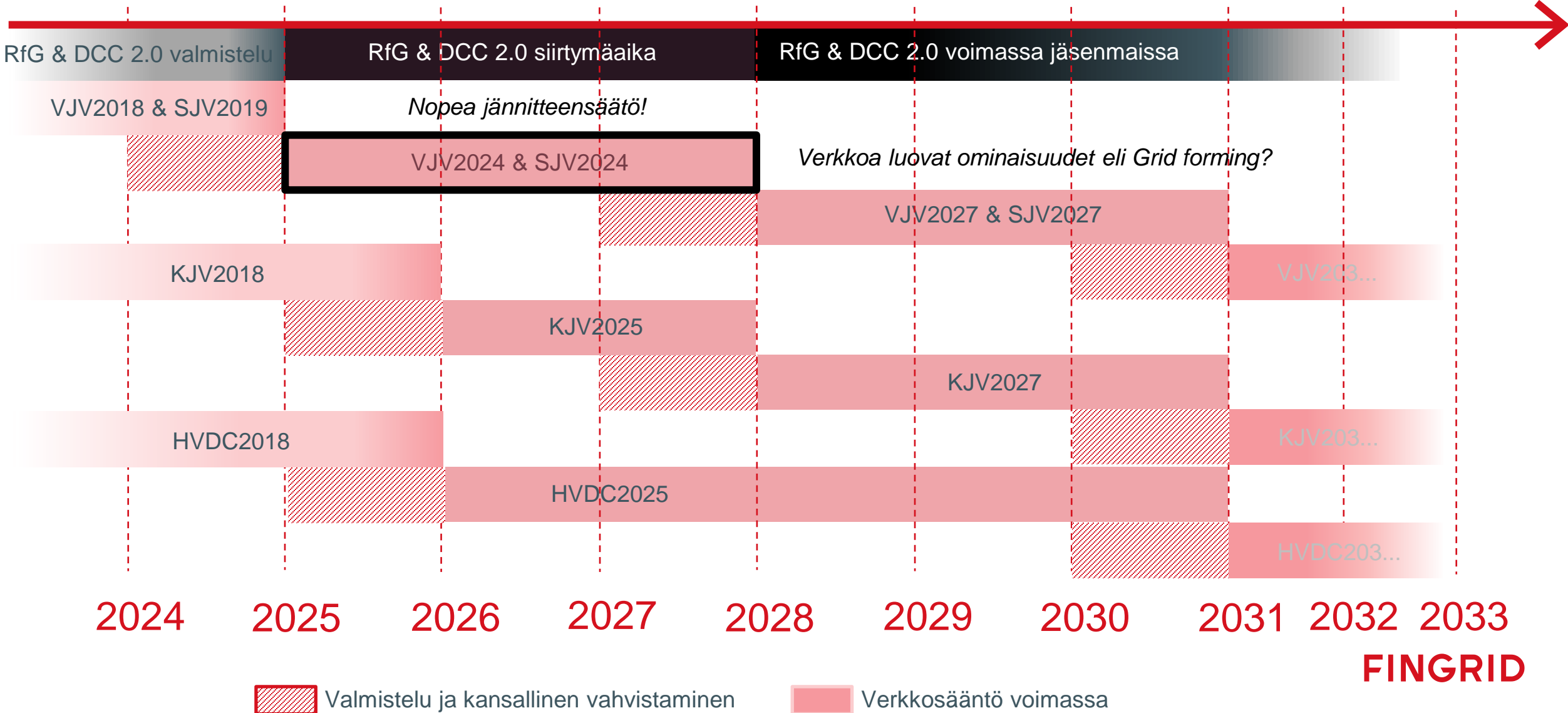
Kuva 21 Tuuli- ja aurinkovoiman osuus tuotannosta skenaariossa vuonna 2035.



Tahtikonekapasiteetti ajossa suurimman suuntaajakytketyn tuotannon osuuden aikana ja tarvittava kapasiteetti ”verkkoa seuraavien” suuntaajien stabiloimiseksi Suomen tasolla (2035 ST skenaario)



Järjestelmätekniisten vaatimusten kehityksen ”iso kuva”



Miksi VJV ja SJV pitää päivittää juuri nyt? (1/2)

- Sähköjärjestelmä on muuttunut valtavasti vuoden 2018 jälkeen ja muutos jatkuu voimakkaana
- Lähes kaikki uudet voimalaitokset ovat suuntaajakytkettyjä. Tahtigeneraattoreita ei enää juurikaan rakenneta ja nykyisiä poistuu käytöstä. Nykyiset suuntaajat kuitenkin tarvitsevat tahtikoneita toimiakseen stabiilisti.
- Suuntaajakytketyt voimalaitokset tuovat monenlaisia teknisiä haasteita, joihin nykyiset vaatimukset, käytetty teknologia ja vakiintuneet toimintamallit eivät enää vastaa:
 - Voimalaitosten tuotanto on sääriippuvaa ja toimii itsenäisesti; asettaa haasteita verkon hallinnalle tuotetun tehon muuttuessa nopeasti ja laitosten ollessa automaation ohjaamia & etävalvottuja
 - Verkossa on nähty viime vuosina useita uusia ilmiöitä. Laitteiden toiminta monimutkaistuu, ohjelmakoodiin perustuva tekniikka lisää epälineaarisuuksia.

Miksi VJV ja SJV pitää päivittää juuri nyt? (2/2)

- Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten stabiili toiminta on korkean käyttövarmuuden ehdoton edellytys, joka pitää pystyä varmistamaan kaikissa käyttötilanteissa ja häiriöissä
 - edellyttää teknistä suorituskykyä, ohjattavuutta, näkyvyyttä ja kykyä ennakoida tulevaa
- Liittyjillä halu rakentaa hybridivoimalaitoksia, joissa saman liittymispisteen taakse liitetään eri tuotantomuotoja (tuuli, aurinko) sekä sähkövarastoja. Myös nykyisiä voimalaitoksia halutaan muuttaa hybridivoimalaitoksiksi.
- Suunta kohti tehokkaasti hyödynnettyä verkkoa ja kustannustehokasta liitettävyyttä
- RfG 2.0 on tulossa, mutta ei anna keinoja lähivuosien kansallisten haasteiden ratkaisemiseksi
- Korkea käyttövarmuus on yhteistyön tulos: Fingrid investoi kantaverkkoon (uudet johdot, JY synkronikompensaattori, KD ja AN GFM STATCOMit) & liittäjät tekevät oman osuutensa täyttämällä verkkosääntöjen vaatimukset

Päivityksen aikataulu



Mitä laitoksia uudet vaatimukset koskevat?

- VJV2024 ja SJV2024 koskevat sellaisenaan **uusia** voimalaitoksia ja sähkövarastoja, joista tehdään liittymissopimus Energiaviraston vahvistettua verkkosäännöt. (Tavoite: 2024 loppuun mennessä)
- **Olemassa olevat laitokset ja käynnissä olevat rakennushankkeet**
 - Uudet verkkosäännöt eivät koske ”takautuvasti” olemassa olevia voimalaitoksia, ellei niihin tehdä muutoksia
 - Kun olemassa oleviin voimalaitoksiin tehdään muutoksia, Fingrid arvioi (liittymispisteen verkonhaltijan kanssa) Liittyjän pyynnöstä uusien vaatimusten sovellusalan.
 - Pääperiaate on, että uudet vaatimukset kohdistuvat vain muutoslaajuuteen, mutta esimerkiksi stabiiliusnäkökulma saattaa aiheuttaa laajempia vaikutuksia (esim. säätöjen toteutus, kaukokäyttö, laitoksen mallintaminen...)

Keskeisimmät tekniset muutokset

Yleistä

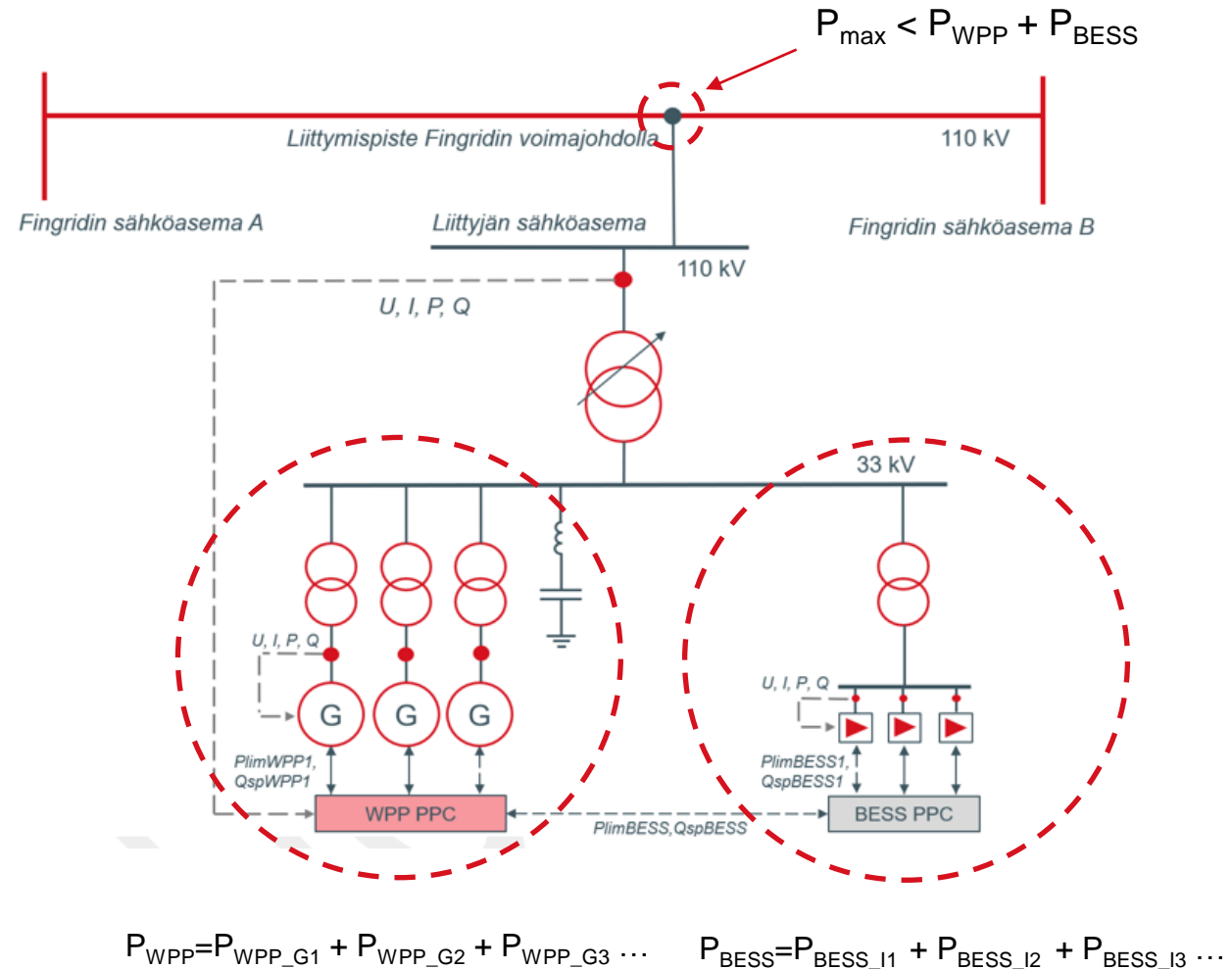
- Paljon muutoksia, lisäyksiä ja tarkennuksia
 - VJV: 117 → 147 (+30 sivua)
 - SJV: 66 → 83 (+17 sivua)
- Voimalaitosten ja sähkövarastojen tyyppiluokitukseen ei ole tehty muutoksia

Tuotantotilan mitoitusteho / liittymispisteen jännite	0,8 kW – < 1 MW	1 MW – < 10 MW	10 MW – < 30 MW	≥30 MW
U < 110 kV	A	B	C	
U ≥ 110 kV	D	D	D	D

Pätötehon ohjelmallinen rajoittaminen

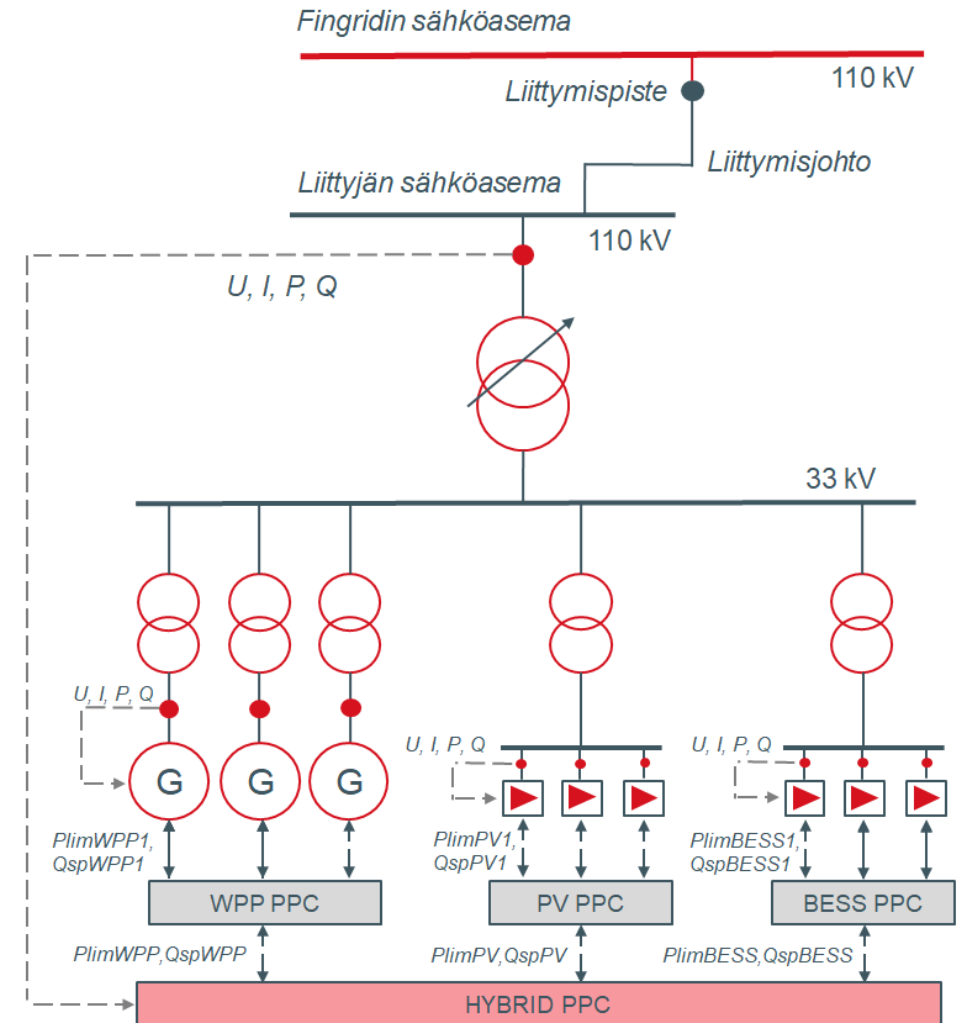
Mitoitusteho (P_{max}): Voimalaitoksen mitoitusteho on voimalaitoksen liittymispisteestä mitattava suurin pätöteho, jolla laitos voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa ja joka on määritetty liittymissopimuksessa tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän kesken. Mitoitusteho ei saa olla ohjelmallisesti rajoitettu liittyjän sähköntuotantolaitteiston nimellistä mitoitustehoa pienemmäksi.

- Mitoitustehon (P_{max}) ohjelmallinen rajoittaminen sallitaan
- Vaaditaan kuitenkin varmentava suojalaite, joka irrottaa tuotantoa
 - $105 \% \times P_{max} / 20 \text{ s}$
 - $120 \% \times P_{max} / 1 \text{ s}$

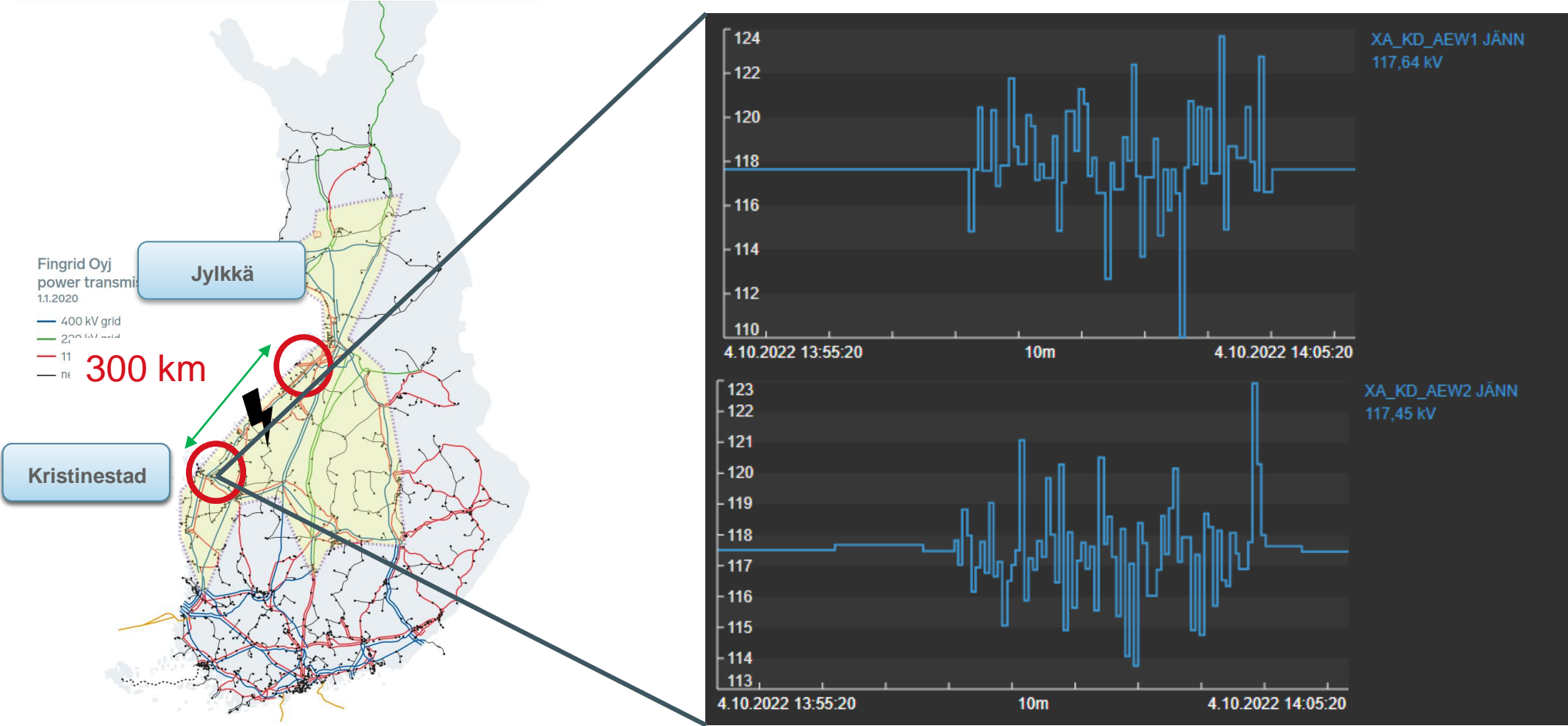


Hybridivoimalaitokset

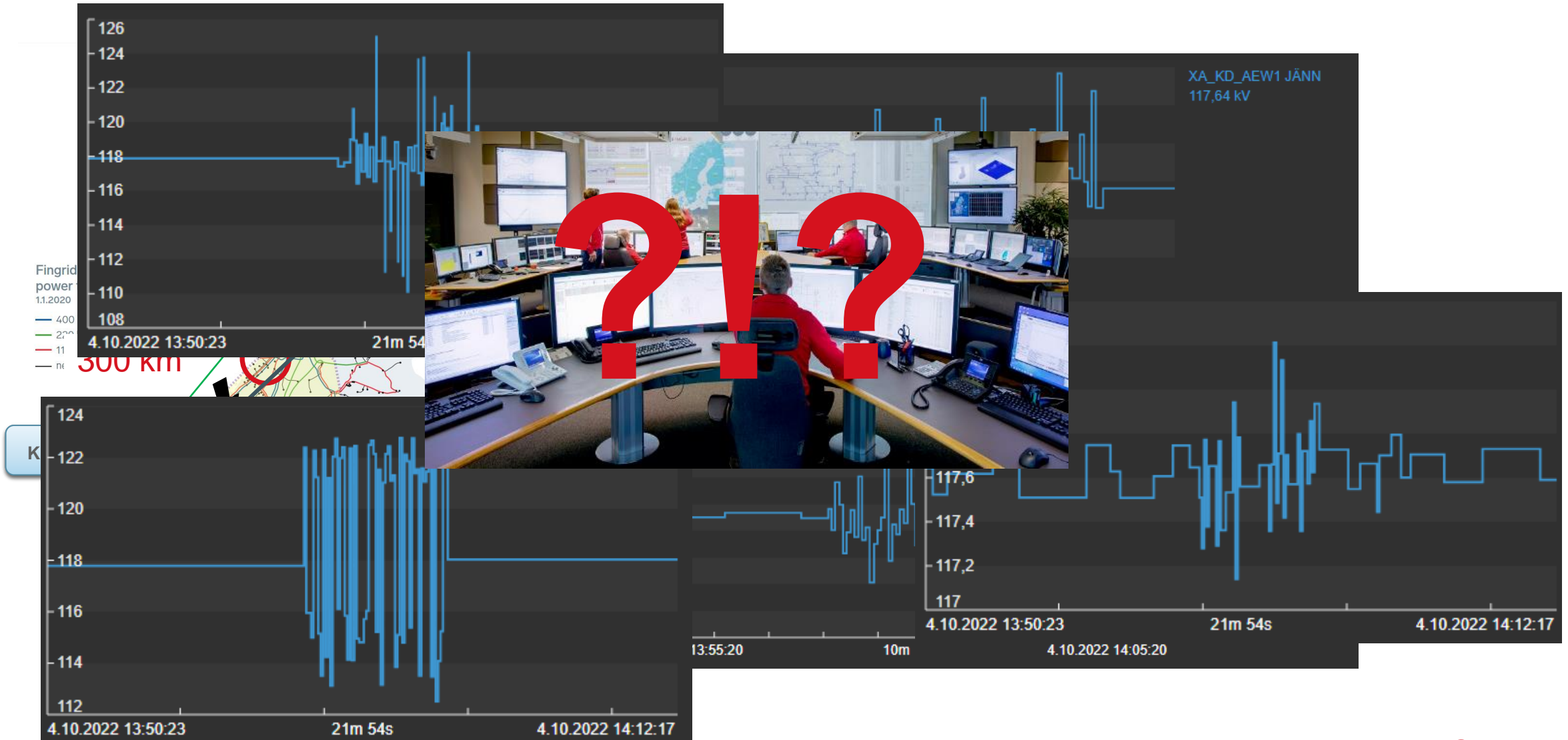
- **Hybridivoimalaitos:** Hybridivoimalaitoksella tarkoitetaan voimalaitosta, jossa **saman liittymispisteen** taakse on liitetty erityyppisiä laitososioita, kuten eri primäärienergianlähteeseen (aurinko, tuuli, vesi) perustuvia voimalaitoksia ja/tai energiavarausta, joiden liittymispisteeseen syöttämää pätötehoa ja/tai loistehoa ohjaa **laitososioille yhteinen säätäjä**.
- Yhteiset resurssit – yhteiset vaatimukset
- Mitoitusteho P_{max} sovitaan – voi ylittää asennetun kapasiteetin (rajoitetaan $\leq P_{max}$ säädöllä, varmistetaan tehosuojalla)
- Loistehokapasiteettivaatimus perustuu mitoitustehoon, ei asennettuun kapasiteettiin ja voidaan täyttää jännitteensätöön osallistuvien laitososioiden loistehokapasiteetteja yhdistelemällä
- Mallintaminen ja testaus vaativaa (tästä kohta lisää!)



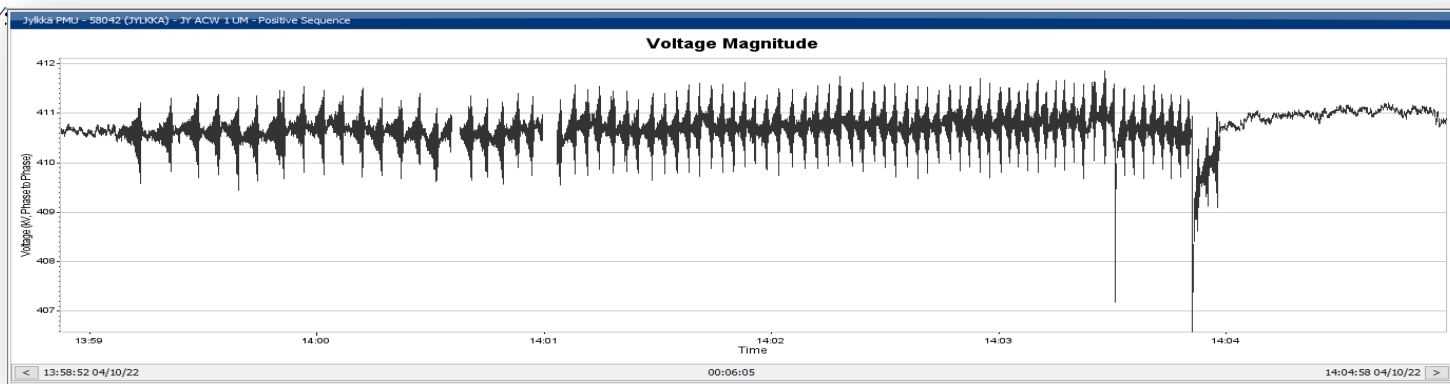
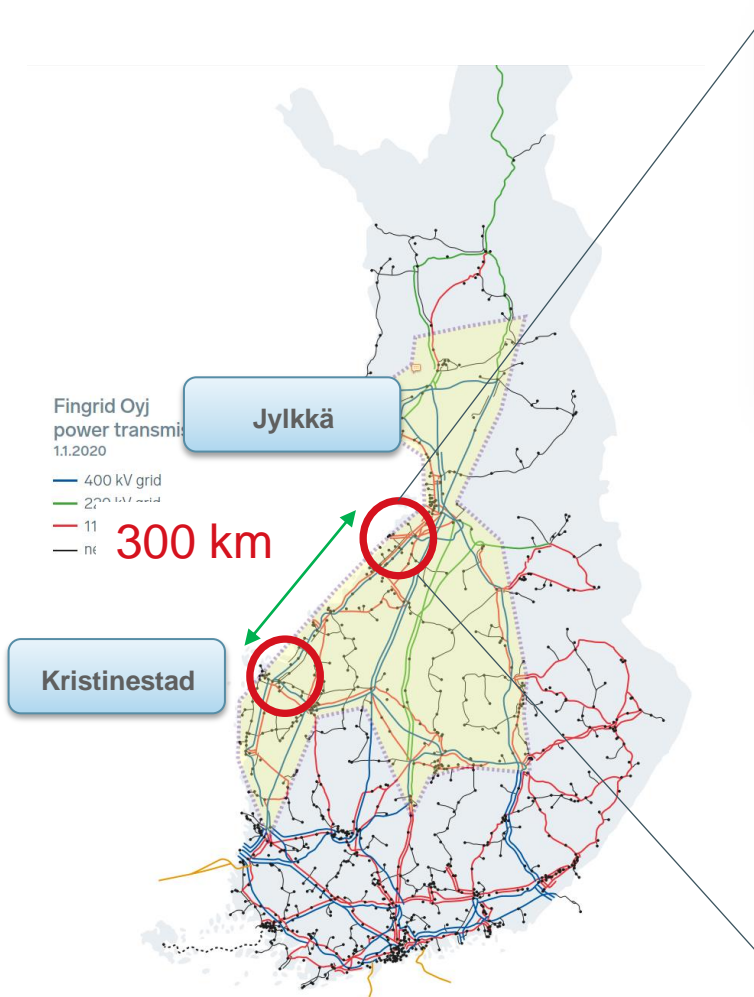
Esimerkki jännitteensäädön alueellisesta epästabiiliudesta



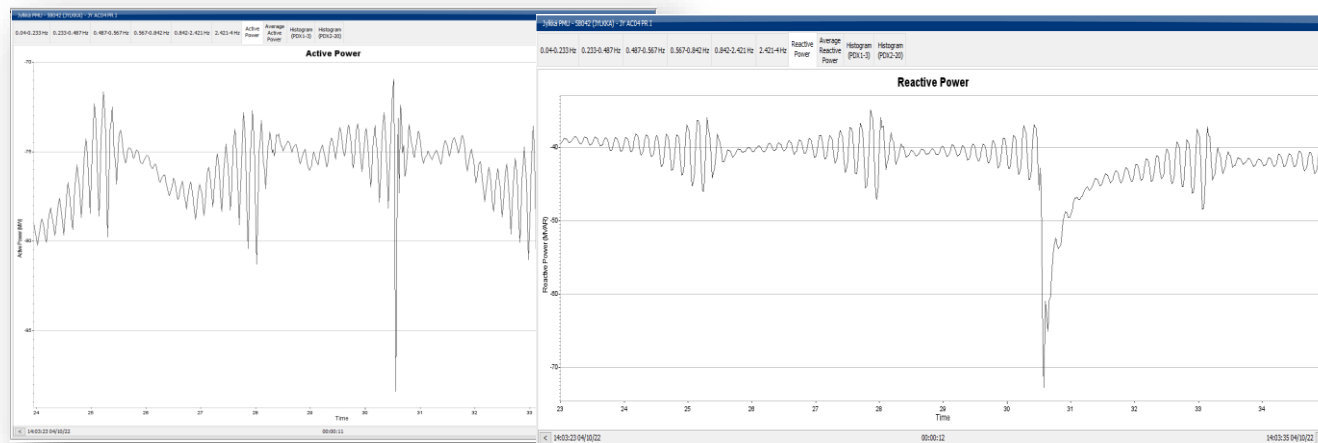
Esimerkki jännitteensäädön alueellisesta epästabiiliudesta



Esimerkki jännitteensäädön alueellisesta epästabiiliudesta



Jännitemittaus



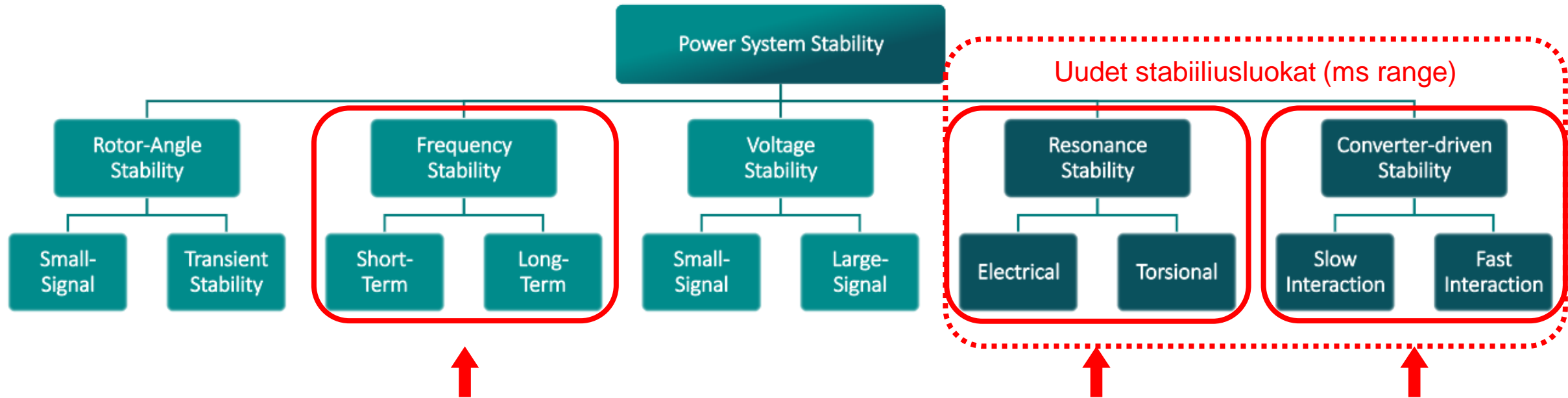
Päto- ja loistehomittaukset

Esimerkki jännitteensäädön alueellisesta epästabiiliudesta



Päto- ja loistehomittaukset

Sähköjärjestelmän stabiiliusilmiöt



Suuntaajavaltaisen sähköjärjestelmän haasteet keskittyvät näihin luokkiin

Mistä oli kysymys? Mitä pitäisi tehdä?

Jännitteensäädön
toiminta

Toiminta
häiriöissä

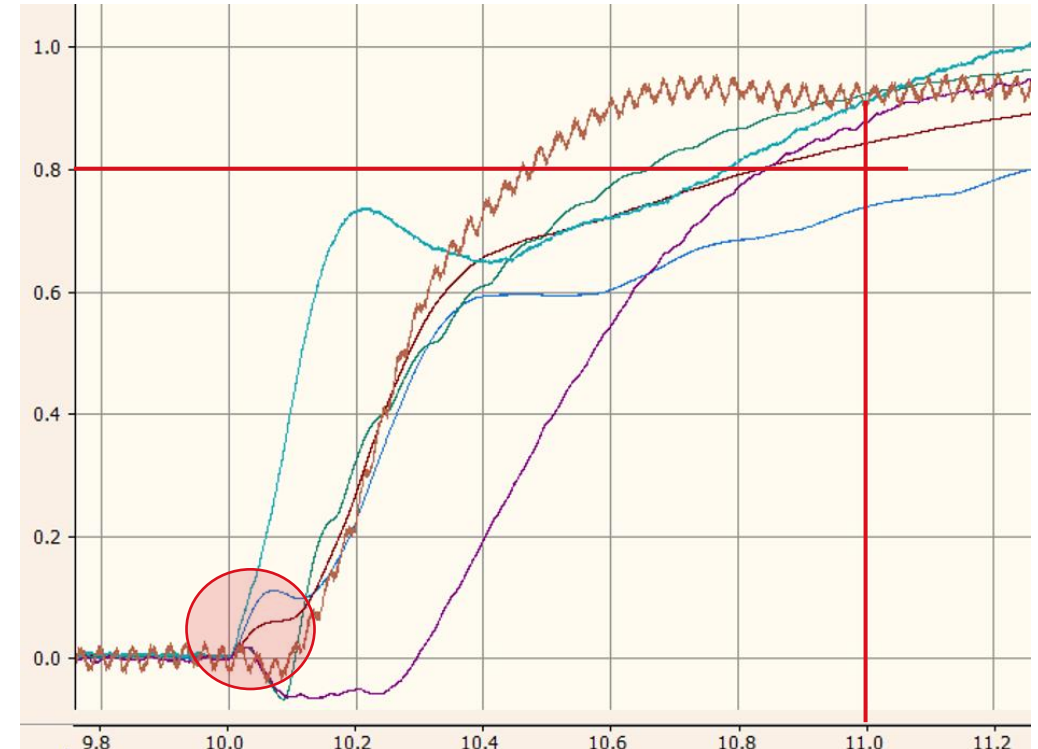
Ohjattavuus

Näkyvyys

Testaus

Jännitteensäädön alkuvaste

- Jännitteensäädön nopealla alkuvaste stabiloi merkittävästi verkkoa seuraavien (GFL) suuntaajakytkettyjen laitosten toimintaa
- Vaaditaan 5 % / <30 ms loisvirran alkuvaste, jonka pitää perustua säätöön
- Laitostason loistehovasteen nousuaika saa olla tällöin nopea, vähintään 80 % / <1 s
- Vaatii käytännössä suuntaajatasoista liitinjännitesäätöä tai nopean väylätoteutuksen laitostason säädöltä
- Fingrid arvioi säädön stabiilin toiminnan osana mallinnustietojen tarkastusta (vaihe 1)



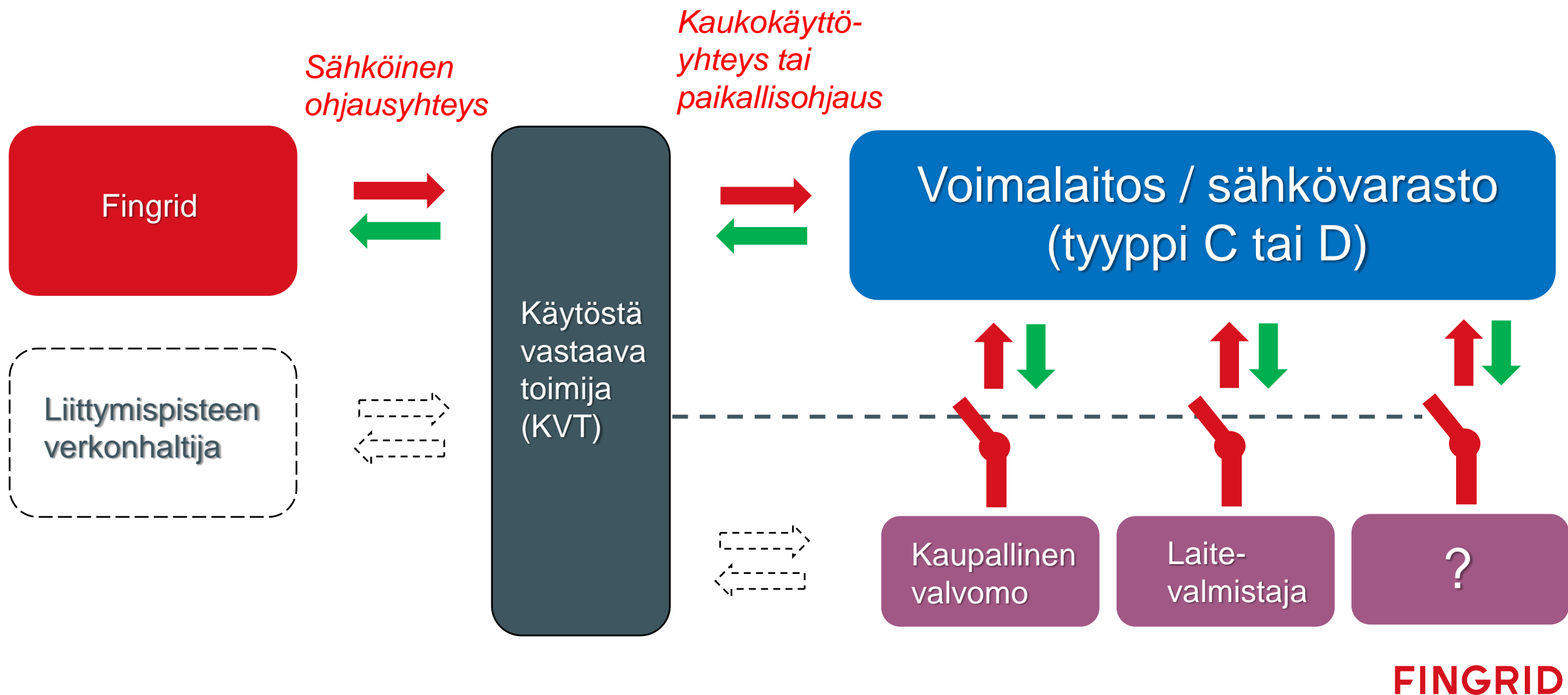
Käytöstä vastaava toimija

- Voimalaitoksella (sähkövarastolla) on oltava **yksi** Liittyjän nimeämä voimalaitoksen (sähkövaraston) **käytöstä vastaava toimija** (lyh. KVT), jolla on
 - joka hetki tieto voimalaitoksen toimintatilasta,
 - oikeus ja mahdollisuudet ohjata voimalaitosta ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa
 - sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia voimalaitoksen ulkopuolelta annettavia ohjauksia.



Kuva: Microsoft Copilot

Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



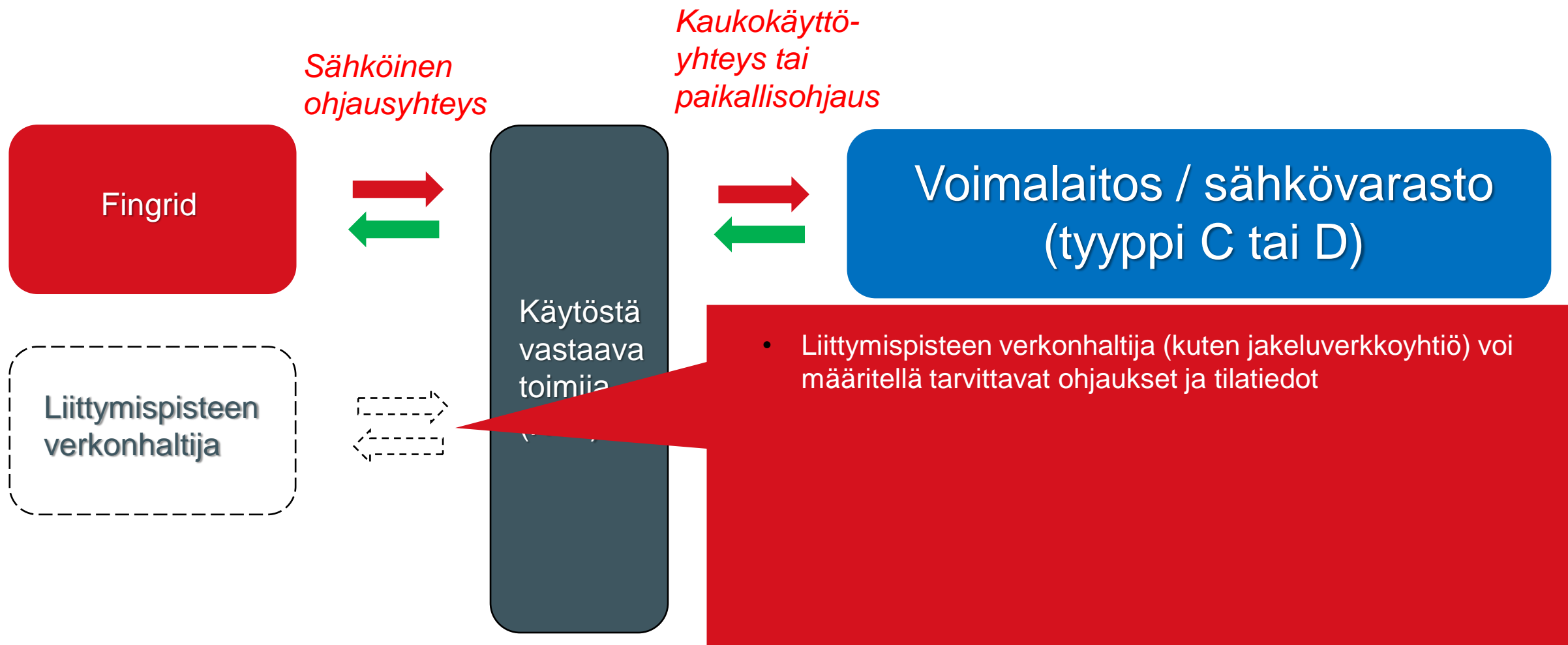
Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



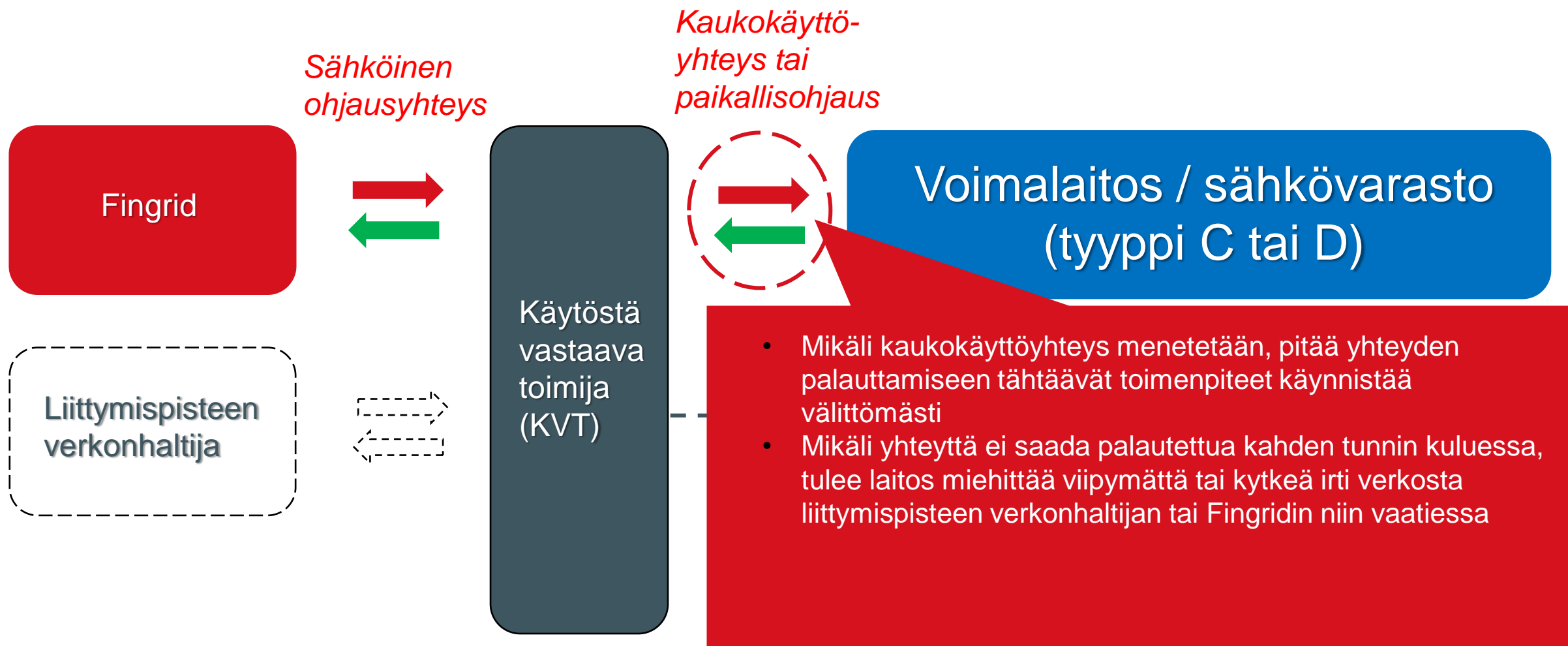
Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



Käytöstä vastaava toimija & kaukokäyttö



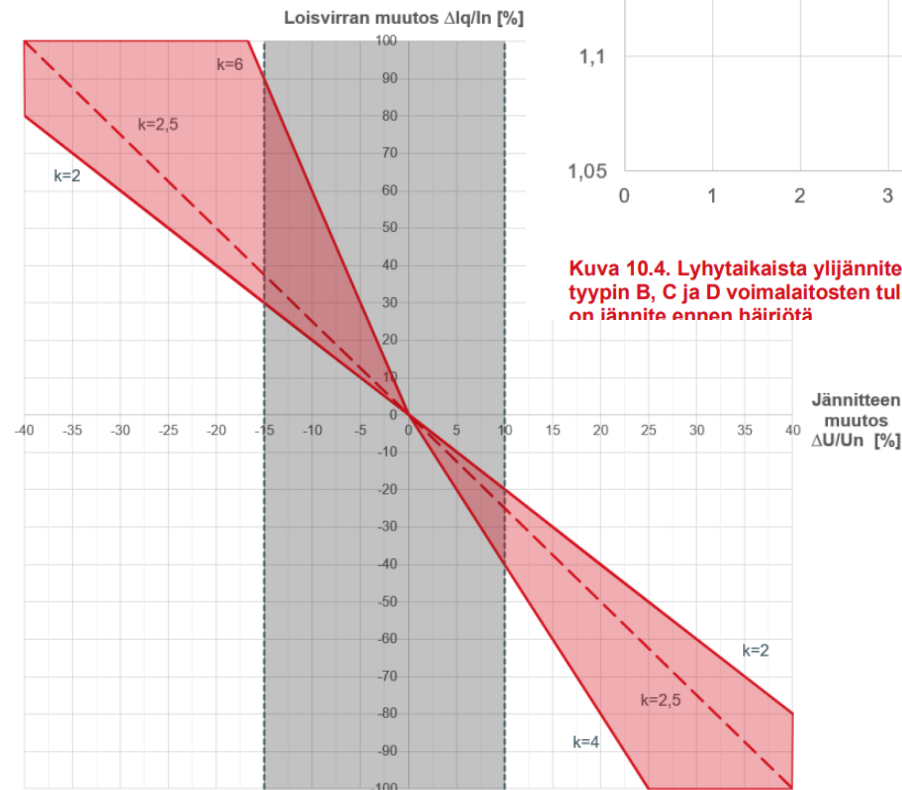
Autonominen kytkeytyminen

- Tarkennettu VJV2018 määritelmää A-tyypille (luvun 10.2.7 termi ”automaattinen” korvattu RfG 2.0:aa ennakoiden ”autonomisella”)
- Lisätty uutena tarkennettu määritelmä lukuun 10.4.2 tyypille C (ja edelleen D). Edellytykset autonomiselle kytkeytymiselle
 - Taajuus 49-51 Hz, jännite normaalilla vaihteluvälillä
 - Voimalaitoksen **kaukokäyttöyhteys oltava käytössä**
 - Toimintapiste ja säätötila olta **KVT:n määrittämä tai valtuuttama**
 - Pätötehon muutosnopeus ei ylitä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittua
- Mikäli voimalaitos on irtikytkeytynyt ulkoisen sähköverkon häiriön seurauksena, pitää **lupa tuotannon aloittamiseen pyytää** liittymispisteen verkonhaltijalta
- **Voimajärjestelmän tila saattaa estää** (laajemman häiriön tapauksessa) autonomisen kytkeytymisen tai vaatia poikkeavaa laiteasettelua → Fingrid antaa tästä tiedon sähköisenä ohjauksena

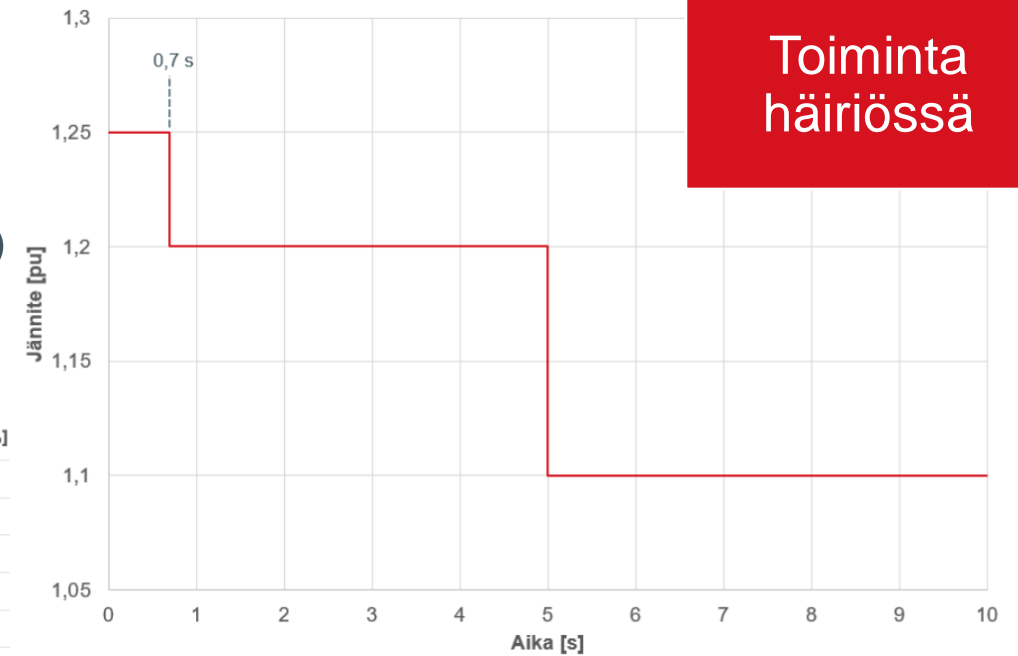
...eli esimerkiksi tuulivoimalaitoksen palautuminen itsenäisesti tuotantoon automaationsa ohjaamana tuulettoman jakson jälkeen

Ylijännitevaatimus ja suuntaajien loisvirransyöttö

- Uusi vaatimus lyhytaikaisesta ylijännitekestoisuudesta
 - 2,0 pu / 20 ms &
 - Kuvan mukaisesti
 - määritetty pääjännitteisiin perustuen
- Suuntaajakytketyille voimalaitoksille uusi vaatimus induktiivisen loisvirran syötöstä ylijännitteiden aikana



Kuva 18.5. Loisvirran aktivointirajat jännitteen perusteella sekä k-kertoimen määrittely. Loisvirran syöttö aktivoituu harmaan alueen ulkopuolella. Nuolen alkupiste kuvaa loisvirransyötön aktivoitumista ja suunta lisäloisvirran kasvua jännitepoikkeaman kasvaessa. Punainen alue kuvaa DFIG-voimalaitoksen k-kertoimen asettelualueita. Katkoviiva kuvaa täyssuuntaajalaitoksen kulmakertoimista $k = 2.5$.



Kuva 10.4. Lyhytaikaista ylijännitettä vastaava liittymispisteen pääjännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B, C ja D voimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on iännite ennen häiriötä

Tauko

FINGRID

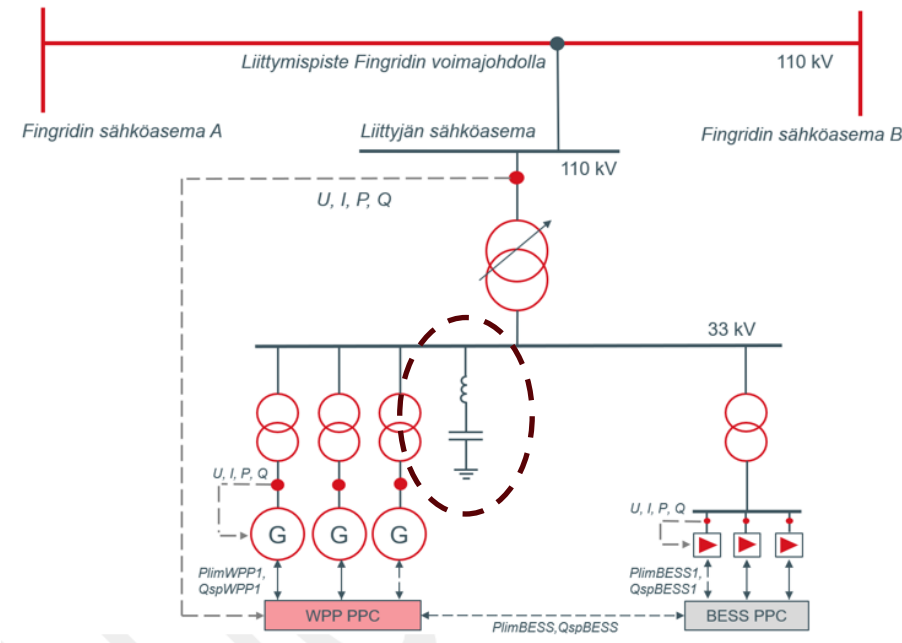
Esisuunnittelu osana verkkoonliittämissprosessia (tyyppi D)

- Lisätty uutena "Vaihe 0" eli **Esisuunnittelu**
- Tavoitteena varmistaa liitettävän laitteiston tekninen yhteensopivuus **ennen** liittymissopimusta ja sitovia päälaitehankintoja
- Esisuunnitteluvaiheen laajuus määräytyy hankkeen järjestelmäteknisen merkityksen perusteella (vrt. 30 MW aurinkovoimalaitos vs. 1300 MW merituulipuisto)
 - Esim. miten varmistetaan liitettävän teknologian stabiili toiminta?
- Liittyjä järjestää aloituskokouksen, jossa käydään läpi hankkeen
 - Suunnittelun tekniset lähtötiedot ja suunnitteluperiaatteet
 - Sovitaan erityistarkasteluiden (luku 5) suorittamisesta
 - Sovitaan todentamisprosessin vaiheistuksesta ja aikataulusta osana hanketta



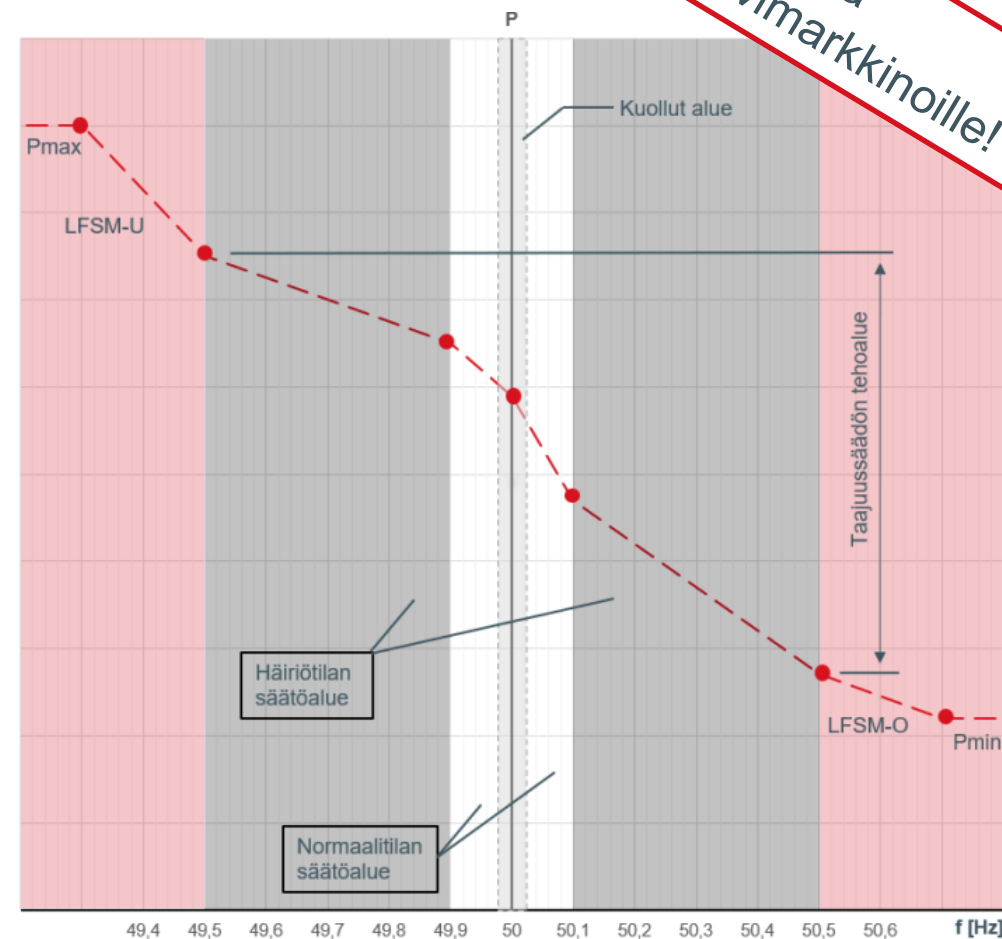
SuuntaajakytkeTTYjen voimalaitosten loistehokapasiteettivaatimukset

- Loistehokapasiteettivaatimus voidaan täyttää liittymispisteen sijasta laitoksen päämuuntajan yläjänniteliittimissä, niissä määritellyn pätötehon perusteella (liittymisverkkoa ei huomioida)
- KytkeTTYvä lisäkompensointi
 - Sallittua lisäkompensoinnin määrää on kasvatettu 15 → 20 %
 - Kompensointiparistojen tulee olla estokela-/suodatinparistoja (viritystaajuussuositus 189 Hz).
 - Paristojen kytkennän tulee perustua pätötehon lisäksi loistehoon ja sille on määriteltävä aikaviiveet ja hystereesi, joka estää paristojen tarpeettomat kytkennät
- Hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimus voidaan täyttää yhdistelemällä eri laitososioiden loistehokapasiteetteja



Taajuussäätö

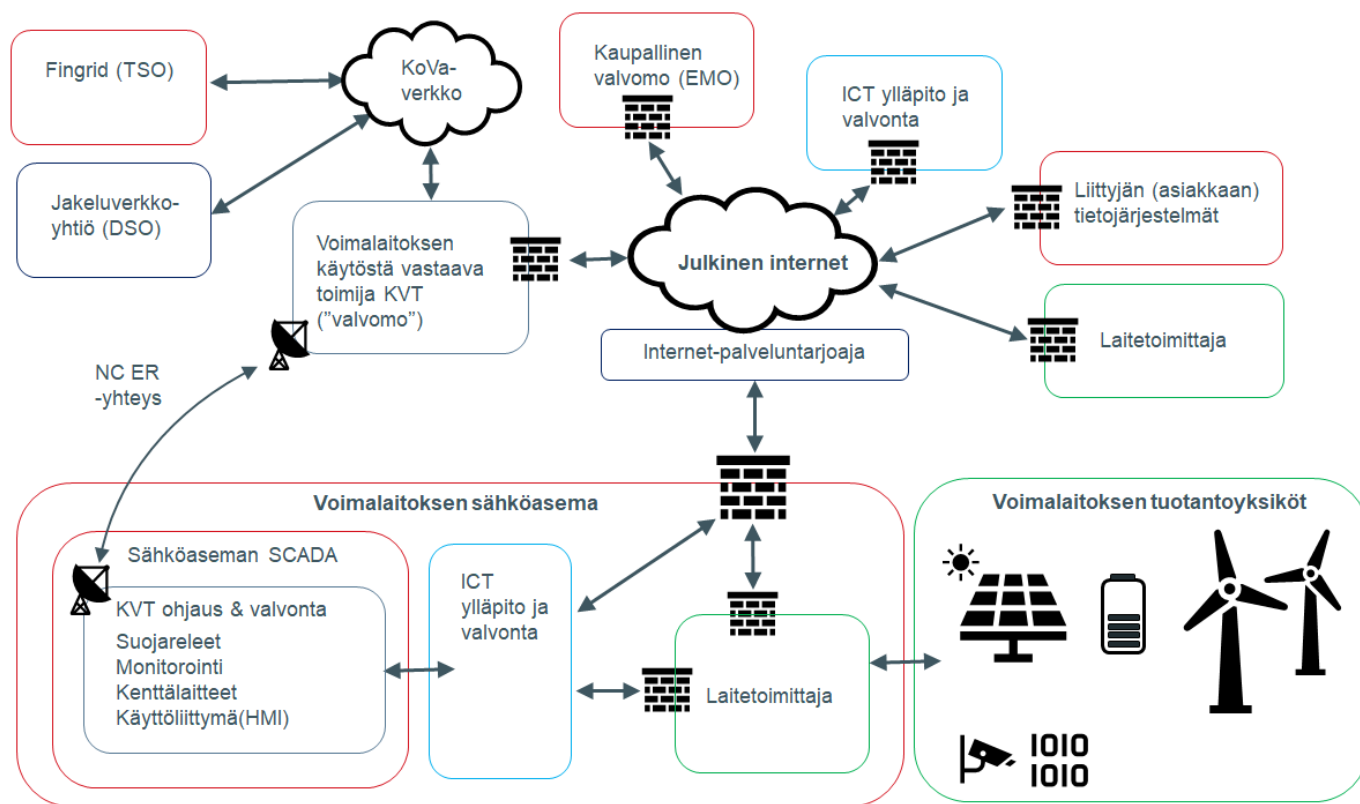
- Tahtikoneet: tarkennuksia säädön tarkkuuteen, reagointiin aikaan ja tilamuutoksiin liittyen
- Suuntaajakytketyt voimalaitokset
 - Taajuusaluekohtainen parametointi
 - Jatkuva toiminta siirryttäessä alueelta toiselle huomioiden LFSM-O/U
- Vastaavat toiminnallisuudet vaaditaan myös sähkövarastoilta huomioiden myös toiminta lataussuuntaan
- Taajuussäädöstä käytöstä reservimarkkinoilla sovitaan aina kaupallisella sopimuksella
- Fingrid voi kuitenkin vaatia taajuussäädön käyttöä poikkeustilanteessa (→ sähköinen ohjausyhteys!)



Kuva 16.1. Taajuussäädön jatkuva toiminta eri taajuusalueilla. Kaikille taajuusalueille on omat statiikka- ja tehoraja-asettelunsa. Kuollut alue 50 Hz:n ympärillä on aseteltavissa erikseen. Kuvassa esitetyt taajuusarvot, statiikka-asettelut ja tehoalueet ovat esimerkinomaisia. Tehotasot P_{max} ja P_{min} kuvaavat suurinta ja pienintä säätötasoa.

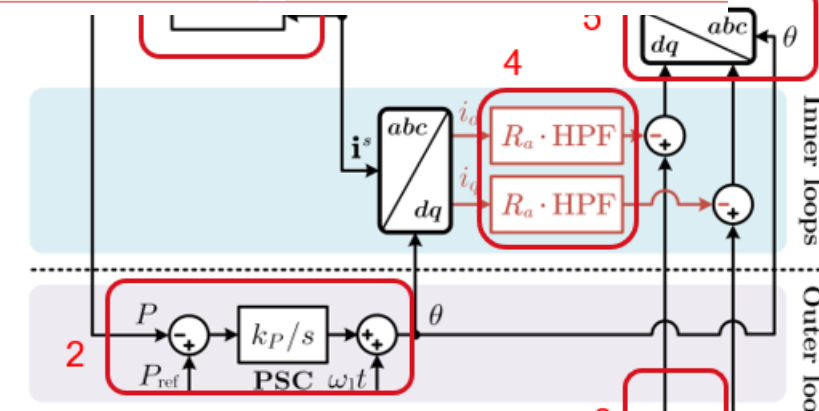
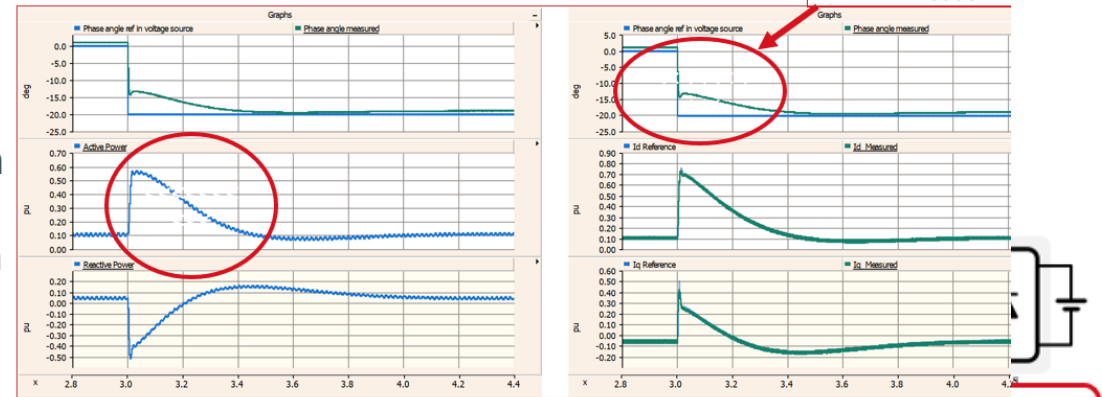
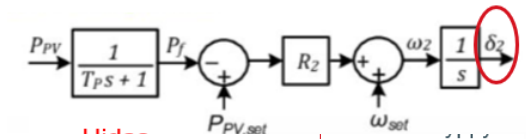
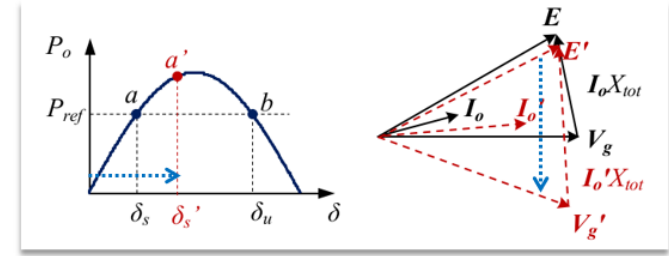
Tietoliikenne ja tietoturva

- Voimalaitoksen tietoliikenneyhteyksien ja tietoturvallisuuden suunnittelussa huomioidaan tietoturvauhat, jotka voivat vaikuttaa voimalaitoksen tai sen liittymisverkon toimintaan.
- Oikeudeton vaikuttaminen voimalaitoksen ohjausjärjestelmään mukaan lukien sen mahdollisiin kaukokäyttöyhteyksiin tulee estää.
- Liittyjän tulee toimittaa Fingridille selvitys voimalaitoksen tietoturvan ja tietoliikenneyhteyksien toteutuksesta osana toimitettavia tietoja.
- Kysely tietoturvasta



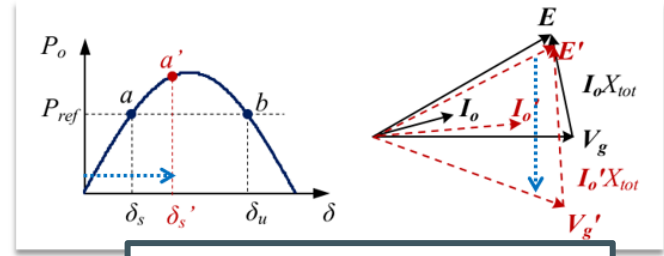
Verkkoa luovat ominaisuudet (SJV)

- Verkkoa luovilla ominaisuuksilla (engl. Grid Forming, lyh. GFM) viitataan suuntaajien säätöominaisuuksiin
- Perinteiset verkkoa seuraavat suuntaajat (GFL) pyrkivät pitämään suuntaajan syöttämän pätötehon vakiona lukittautumalla verkon taajuuteen jännitemittaukseen perustuen
- Verkkoa luovat suuntaajat (GFM) pyrkivät pitämään suuntaajan säätöjärjestelmään kuvatun jännitelähteen kulman vakiona nopeissa muutosilmiöissä
- GFM-teknologia nähdään sähköjärjestelmän suuntaajavaltaistumisen mahdollistajana, sillä oikein toteutettuna sillä on mahdollisuus suuntaajakytkettyjen voimalaitosten stabiili toiminta jopa verkossa, jossa ei ole tahtikoneita

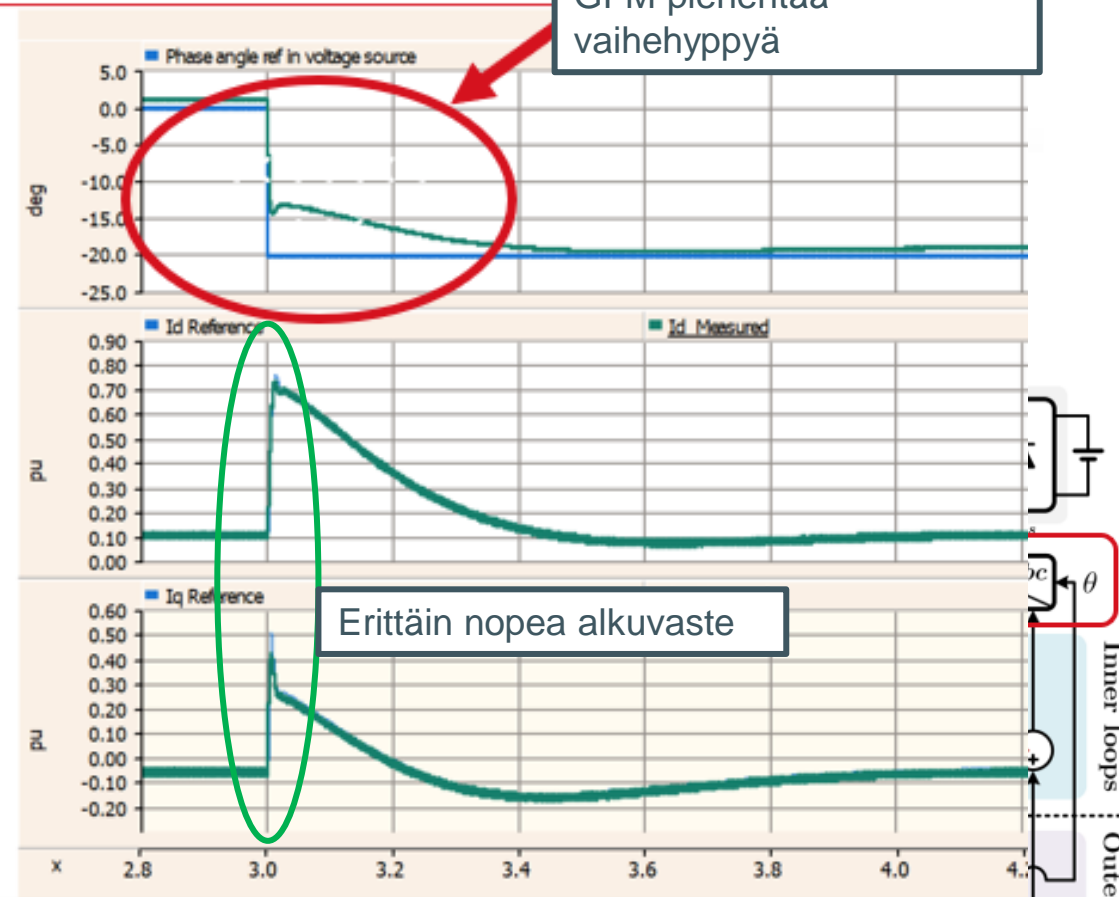
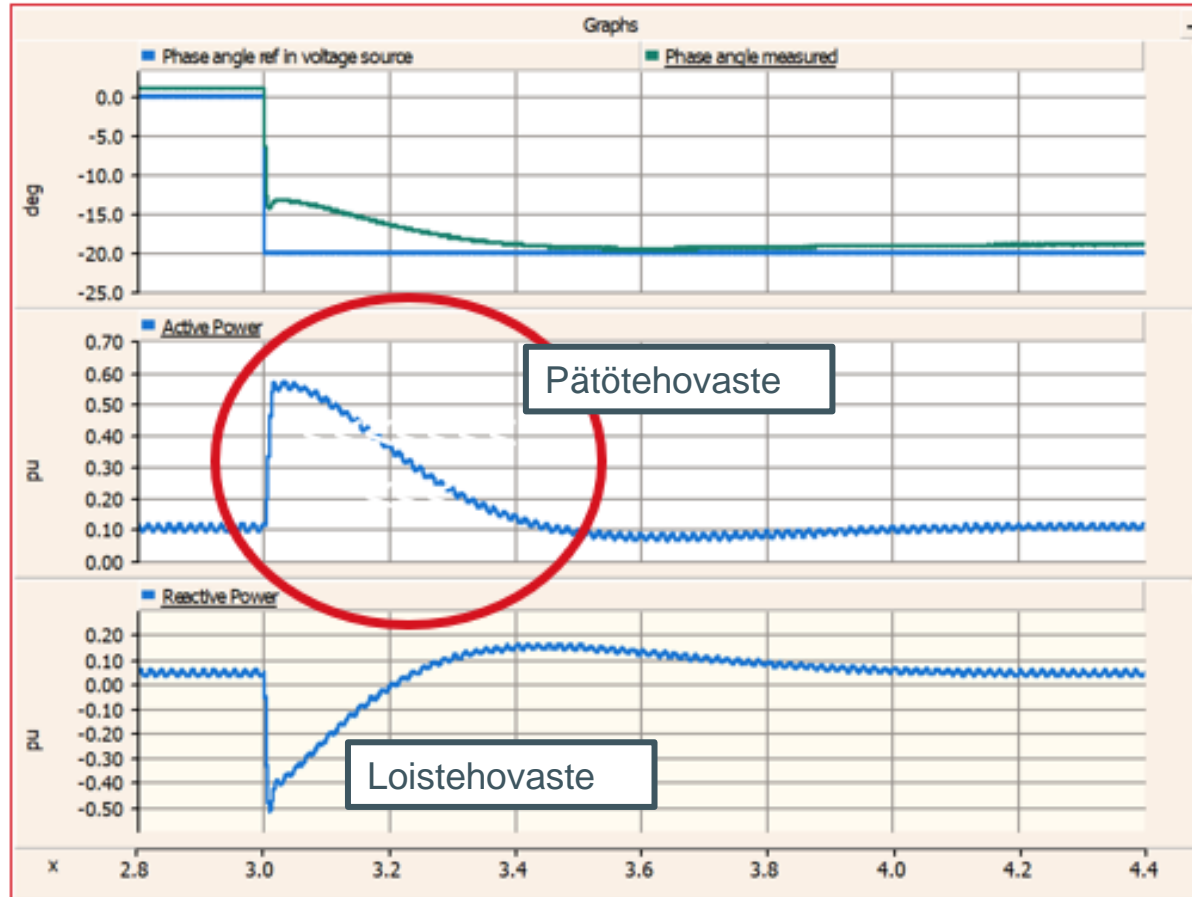


FINGRID

Verkkoa luovat ominaisuudet (SJV)



GFM pienentää vaihehyppyä



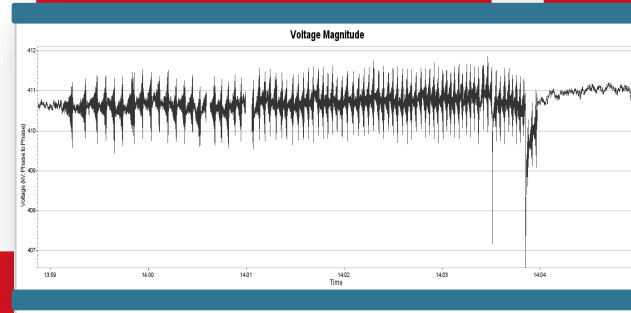
Verkkoa luovat ominaisuudet (SJV)

- Nykyisellään verkkoa luovia säätöominaisuuksia on otettu onnistuneesti käyttöön sähkövarastoissa. Esimerkiksi tuulivoimalaitoksiin teknologia tekee tuloaan – haasteena mekaaniset vuorovaikutusilmiöt.
- SJV2024 edellyttää C-tyypin sähkövarastoilta (>10 MW) verkkoa luovia ominaisuuksia
- SJV2024 antaa toiminnallisen määrittelyn, jonka keskiössä on
 - erittäin nopeaan säätöön perustuva taajuus- ja jännitetuki
 - sähköverkon taajuus- ja jänniteheilahteluita vahvistamaton/vaimentava vaste
- Toiminnan verkkoa luovassa säätötilassa on oltava jatkuvaa eikä se saa muuttua esimerkiksi jännitehäiriöissä
- Ylimoitusta ei vaadita eli suuntaajien tulee toimia liittyjän teho- ja energiaperusteisesti valitseman mitoituksen puitteissa huomioiden sulava toiminta virtarajoilla
- Toiminta todennetaan mallinnuksen kenttätestien kautta (lisää tästä myöhemmin!)

Mistä oli kysymys? Mitä pitäisi tehdä?

Miten olisi voitu tietää?

Jännitteensäädön
toiminta



Ohjattavuus

Näkyvyys

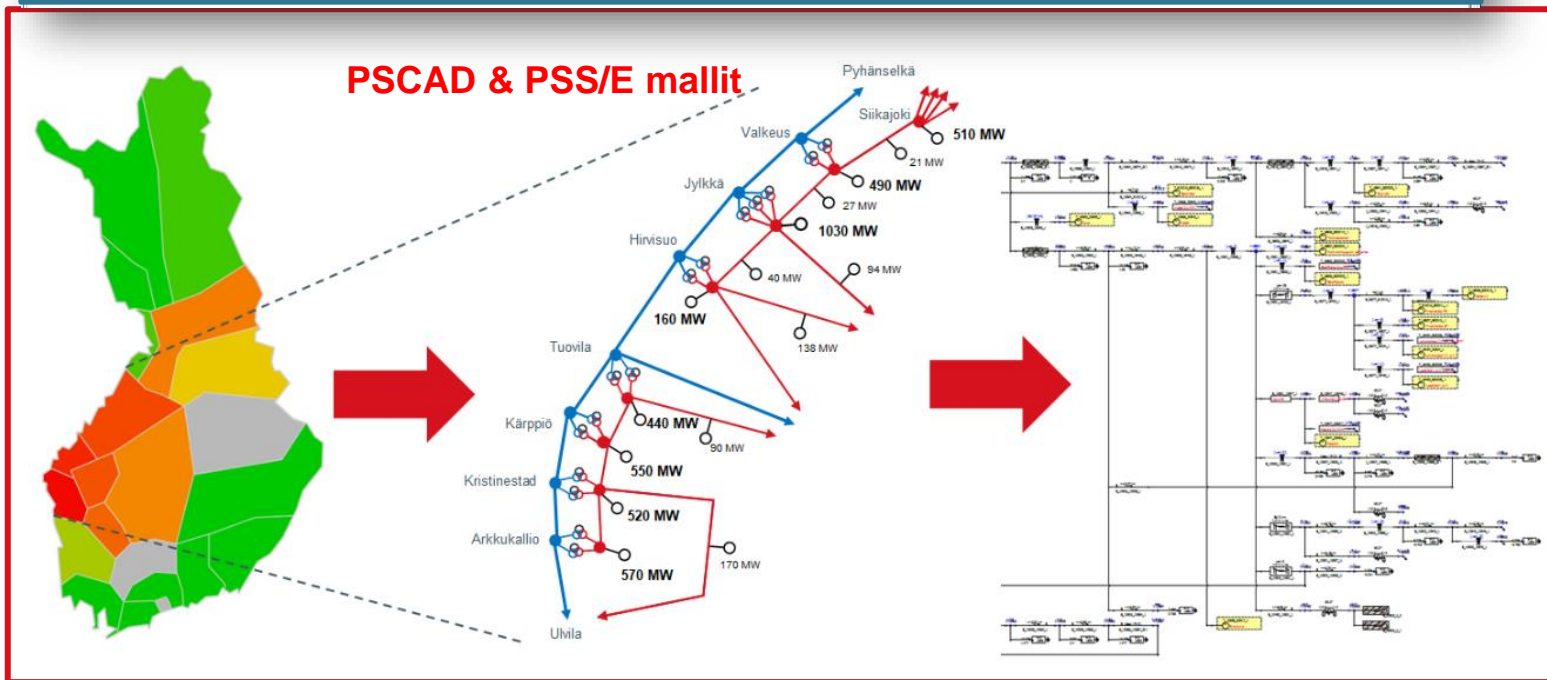
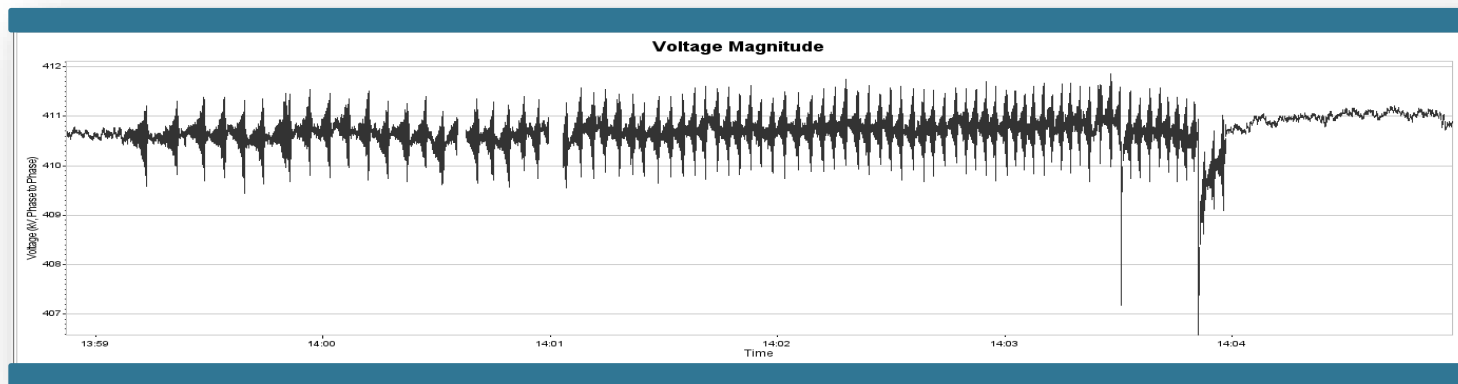
Testaus

Mistä oli kysymys? Mitä pitäisi tehdä?

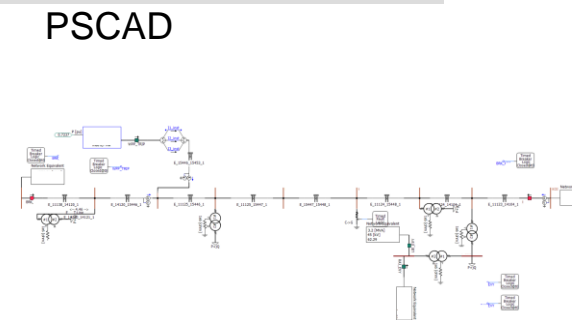
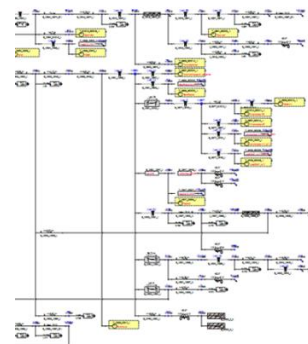
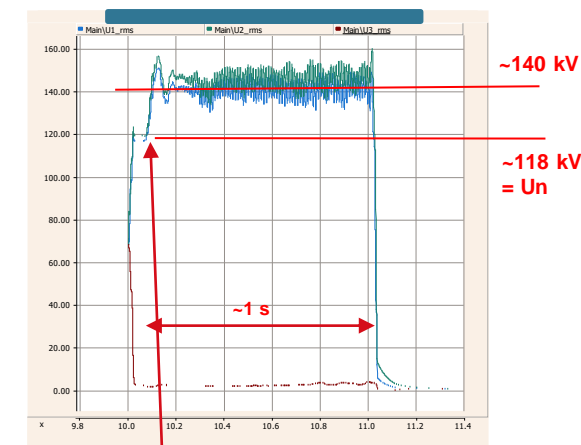
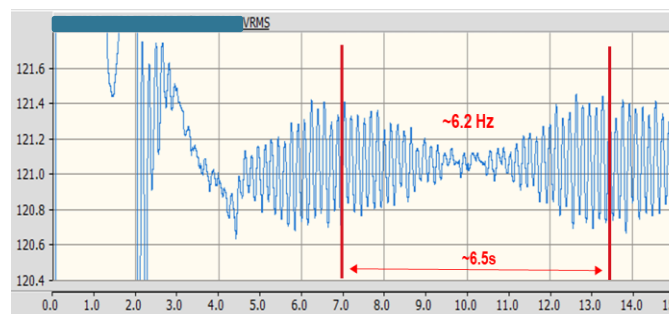
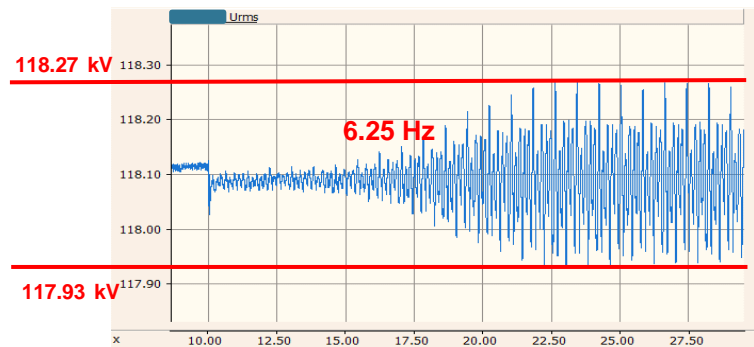
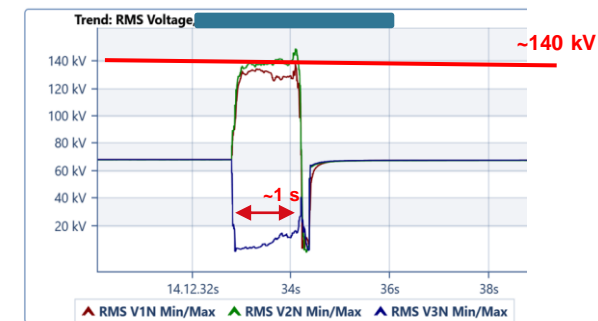
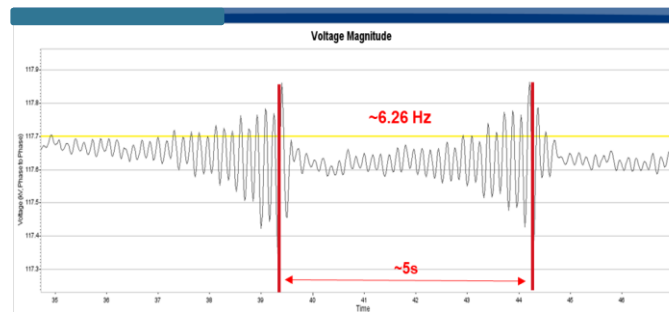
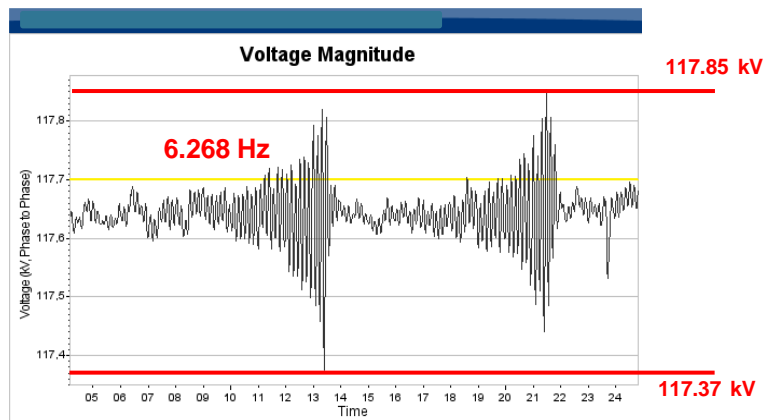
Miten olisi voitu tietää?



Jännitteensäädön stabiilius



Verkkoilmioiden validointi



PSCAD

PSCAD

PSCAD

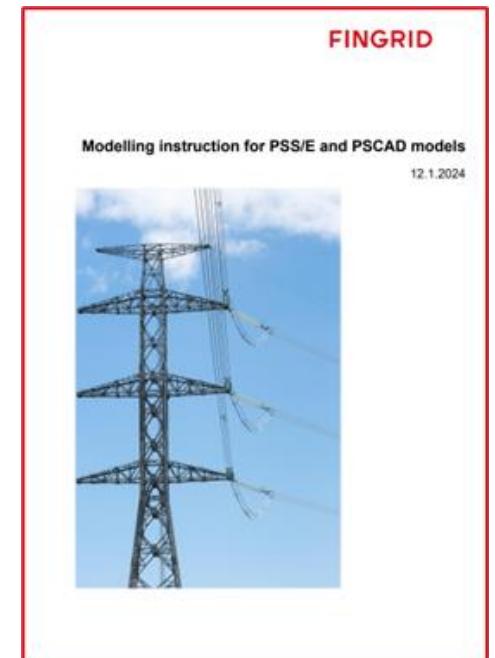
saareke syntyy

Mallinnusvaatimukset

- Fingrid tarkastaa kaikki C- ja D-tyyppin voimalaitos- ja sähkövarastomallit ja arvioi laitteiston toimintaa osana laajaa verkkomallia
- D-tyyppin suuntaajakytketyistä voimalaitoksista ja sähkövarastoista vaaditaan simulointimallit 6 kk ennen suunniteltua tuotannon aloitusta
- Fingrid ylläpitää erillistä mallinnusohjetta, jossa on kuvattu kulloinkin käytössä olevat ohjelmistoversiot sekä niillä laadituilta malleilta edellytettävät ominaisuudet.
- Edelleen VJV/SJV-vaiheittainen todentamisprosessi koskee vain D-tyyppiä
 - Vaiheen 1 malli eli ION-malli (ennen tuotantolupaa):
 - Mallin tulee olla sellainen, että se soveltuu Fingridin tekemiin tarkasteluihin
 - Vaiheen 2 malli eli FON-malli (ennen lopullista käyttöönottoilmoitusta):
 - Mallin päivitys vastaamaan lopullista toteutusta

Mallinnusvaatimukset

- Mallinnusvaatimukset tyyppiluokittain VJV/SJV;
 - C-typin suuntaajakytketyistä voimalaitoksista PSS/E -malli
 - D-typin suuntaajakytketyistä voimalaitoksista PSS/E- ja PSCAD –mallit
 - C- ja D-typin sähkövarastoista PSS/E- ja PSCAD –mallit
 - C- ja D-typin tahtikonevoimalaitoksista mallinnusraportit joissa PSS/E ja PSCAD –ohjelmistojen valmiille kirjastoille soveltuvat lohkokaaviot (IEEE 421.5) tai custom-mallien toimitus Fingridin määrittämille ohjelmistoille



Voimalaitosten ja sähkövarastojen instrumentointi

- Nykyinen C- ja D-tyyppin instrumentointivaatimus (häiriö- ja heilahtelutallennus) tulee koskemaan jatkossa vain C-tyyppejä
- D-tyyppin voimalaitoksille⁽¹⁾ ja sähkövarastoille *jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä* vaatimukseksi
 - Mm. seuraavia ominaisuuksia;
 - KVT:lla mahdollisuus päästä dataan käsiksi 1 h kuluessa
 - toimittaa data 8 h kuluessa Fingridille pyynnöstä
 - Jännitteet ja virrat vaiheittain hetkellisarvoina
 - Näytteenottotaajuus vähintään 4 kHz
 - Aikasykronointi
 - Muistikapasiteetti 30 päivää

⁽¹⁾ alle 100 MW D-tyyppin tahtikonevoimalaitoksille C-tyyppin instrumentointivaatimus

Ennen tuotantolupaa (ION)

- Vaiheen 1 suunnitteluaineisto toimitettu ja hyväksytty
 - Simulointimallit (mallinnustiedot) hyväksyttynä
- Reaaliaikaiset mittaukset toiminnassa
- Jatkuva toimiva tallenninjärjestelmä toiminnassa
- Kaukokäyttöyhteys testattu ja toiminnassa
- Erylistarkasteluvaatimuksina määritetyt vaatimukset täytetty niiltä osin kuin ION edellyttää (esim. SSO)

Käyttöönottokokeet

- Edellytykset VJV-testeille suuntaajakytketyillä voimalaitoksilla
 - 80 % suuntaajakytkettyjen voimalaitosten yksiköistä tulee olla käytettävissä (*VJV2024 kappale 19.1*)
- Edellytykset SJV-testeille sähkövarastoilla
 - 100 % suuntaajista käytettävissä (*SJV2024 kappale 15.1*)
- Muutoksia ja tarkennuksia tullut mm. parametrien tarkastukseen (on-site), jännitteensäädön testaukseen, ohjattavuuden testaukseen, palautuminen häiriöstä -ominaisuuksien testaukseen, loistehokapasiteettikokeisiin, hybridivoimalaitosten testeihin jne.
- Käyttöönoton loppuraporttiin tarkennuksia

Suunnitteluvaihe → Käyttöönottovaihe - parametroinnin tarkastus

- Parametrien ja asetteluiden ristiintarkastus ennen käyttöönottoa mallinnustiedostojen ja fyysisten laitteistojen välillä
- *”Ennen käyttöönottokokeiden aloittamista tulee tarkastaa, että voimalaitoksen säätöjen, rajoittimien ja suojausten laiteasettelut vastaavat toimitettuja tietoja... ..Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset asetteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.”*

Esim.

- Säätimet; AVR, Q-säätö, cosp-säätö, tehosäädöt, taajuussäädöt, rajoittimet ja raja-arvot yms.
- Suojaus- ja FRT –parametrit (yksikkö- ja keskussäätäjätasolla)
- Spesiaalifunktiot; LDC, SSO-vaimennus, POD-vaimennus jne.
- muut VJV/SJV –spesifit asettelut

Loistehokapasiteettikokeet

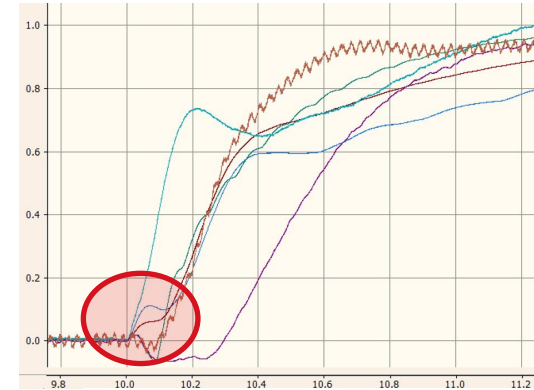
- Suuntaajakytketyt voimalaitokset
 - $P = 0-60 \%$ testiaika 15 min*
- Tahtikonevoimalaitokset
 - $P = 0-50 \%$ testiaika 15 min*
 - $P = 100 \%$ testiaika 60 min
- Sähkövarastot
 - $P = 0-50 \%$ testiaika 15 min
 - $P = 100 \%$ testiaika 30 min
- Hybridilaitokset
 - $P_{\text{laitososiot}} = 20 \%$, testiaika 15 min

Yleisin VJV-testausta viivyttävä tekijä suuntaajakytketyillä voimalaitoksilla

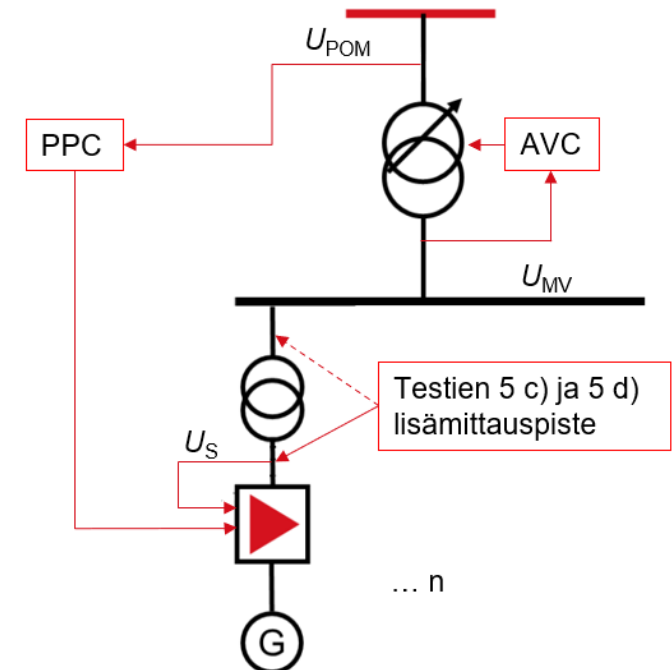
* Kokeen kesto voidaan lyhentää 15 minuuttiin, mikäli laitteiston loistehokapasiteetti osoitetaan laitetodistuksin (tyyppikoeraportti), jotka esitetään osana koeohjelmaa ennen kokeen suorittamista

Jännitteensäädön testaus

- *Suuntaajakytketyn voimalaitoksen vakiojännitesäädön käyttöönottokokeessa (kohta 19.3.4 / 5c ja 5d) pitää **lisäksi** mitata jännite ja virta yksittäisen suuntaajayksikön tai voimalaitoksen jonkin nostomuuntajan liittimissä vähintään 2 kHz näytteenotto- ja tallennustaajuudella*
 - 5 c) tehdään jännitemuutos voimalaitoksen sisäverkkoon esimerkiksi voimalaitoksen käämikytkimellä -> suuntaajien liitinjännite muuttuu -> suuntaajatason säädön alkuvaste
 - 5 d) tehdään jännitemuutos verkossa esimerkiksi kytkemällä verkossa kompensointia päälle/pois tai askeltamalla käämikytkintä -> voimalaitoksen liityntäpisteen jännite muuttuu -> suuntaajatason säädön alkuvaste + laitostason säädön vaste

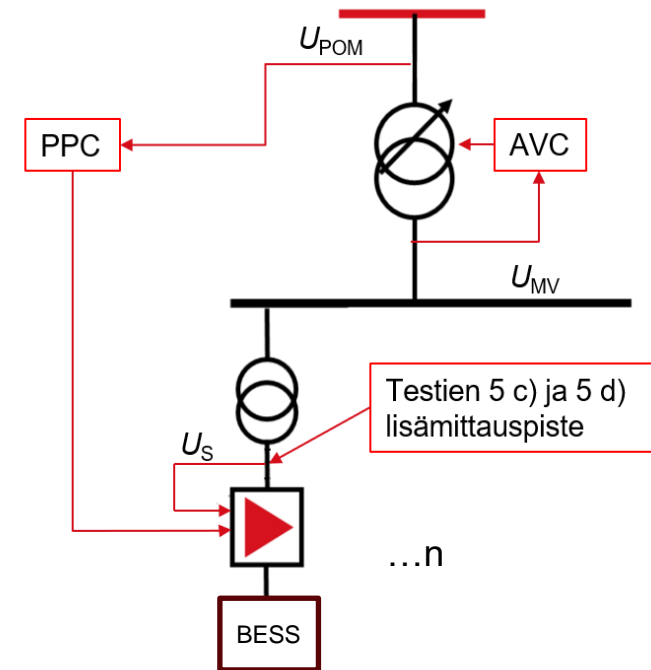


VJV



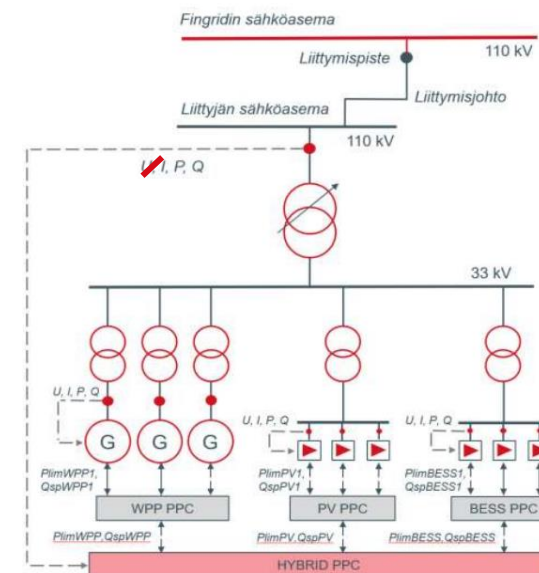
Jännitteensäädön testaus

- *Sähkövaraston vakiojännitesäädön käyttöönottokokeessa (kohta 15.3.4 / 5c ja 5d) pitää **lisäksi** mitata jännite ja virta yksittäisen suuntaajayksikön liittimissä vähintään 2 kHz näytteenotto- ja tallennustaajuudella*
 - 5 c) tehdään jännitemuutos sähkövaraston sisäverkkoon esimerkiksi voimalaitoksen käämikytkimellä -> invertterien liitinjännite muuttuu -> invertteritason verkkoa luovan säädön alkuvaste
 - 5 d) tehdään jännitemuutos verkossa esimerkiksi kytkemällä verkossa kompensointia päälle/pois tai askeltamalla käämikytkintä -> voimalaitoksen liityntäpisteen jännite muuttuu -> suuntaajatason säädön alkuvaste + laitostason säädön vaste



Jännitteensäädön häiriö

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitoksen/sähkövaraston jännitteensäätö vaihtaa suunnitellusti tilaansa häiriötilanteessa, jossa esimerkiksi mittaus säädettävästä kiskosta menetetään. Kaikki suunnitellut tilanvaihdot tulee todentaa.
- Vaihto tulee suunnitella siten, että voimalaitoksen pätö- tai loistehotuotanto ei muutu tai lopu askelmaisesti.
- Simuloidaan mittauspiirin häiriö
 - Siirtyminen varasäädölle esim. $Q = x \text{ MVAR}$
- Toimiiko kuten on suunniteltu?



?

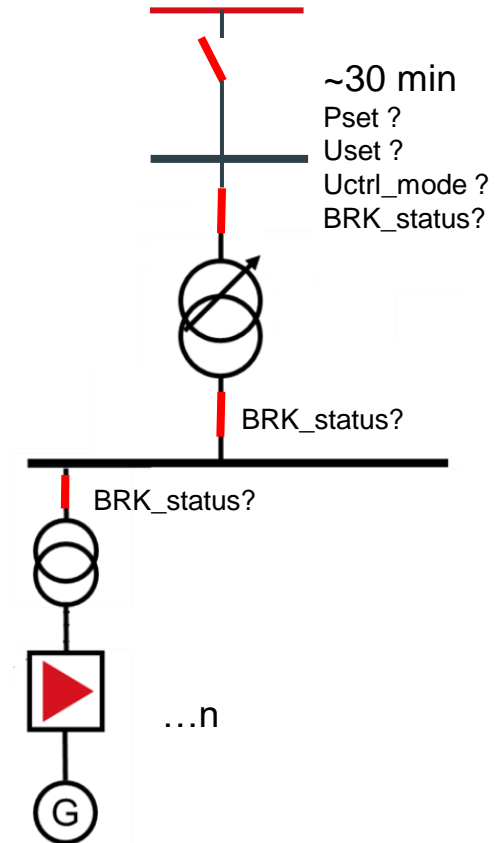
Autonominen kytkeytyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitos/sähkövarasto palautuu ulkoisen sähkösyöttö- ja tietoliikenneyhteyksien menetyksen jälkeen suunnitellusti takaisin kaukokäyttöön, suunnitellun mukaiseen tuotantovalmiuteen ja lopulta voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan valtuuttamana tuotantoon.
- Koe voidaan suorittaa avaamalla voimalaitoksen/sähkövaraston liittymispisteessä oleva tai vastaava katkaisija voimalaitoksen/sähkövaraston toimiessa vähintään 10 %:n pätötehotasolla. Tämän lisäksi voimalaitoksen kaukokäytön tietoliikenneyhteydet katkaistaan samanaikaisesti. Syöttö liittymispisteen verkosta sekä kaukokäyttöyhteys palautetaan esimerkiksi 30 minuutin kuluttua.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 10.4.1 –10.4.2 ja 10.5.1 vaatimukset täyttyvät.
 - Palautuuko käytöstä vastaavan toimijan ohjaukseen?
 - Onko lupa kytkeytyä verkkoon?
 - Mitä jos KVT oli rajoittanut pätötehon esim. arvoon 20 % ja vakioloistehosäätö oli asetusarvolla 5 Mvar? Mihin asetuksin palautuu?

Testaus

VJV

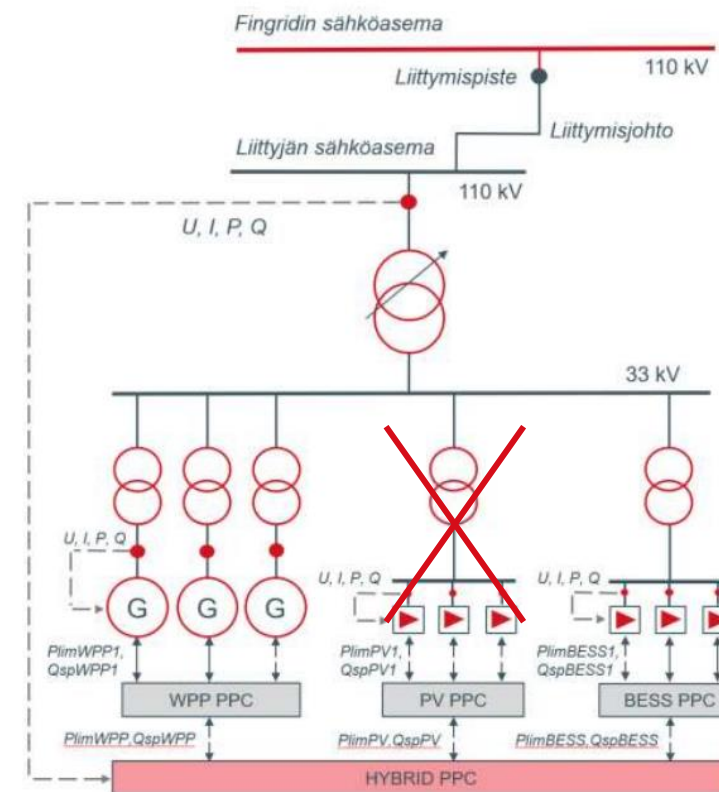
SJV



FINGRID

Hybridivoimalaitokset – laitososion irtikytkeytyminen

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky jatkaa toimintaansa yksittäisen laitososion irtikytkeytymisestä huolimatta luvun 10.2.1 vaatimusten mukaisesti.
- Koe voidaan suorittaa kytkemällä odottamattomasti irti jokin laitososio tai osa siitä voimalaitoksen syöttäessä sähköverkkoon vähintään 20 %:n mitoitusstehon suuruisen pätötehon sekä mitoitusloistehonsa suuruisen kapasitiivisen loistehon.
- Kokeen katsotaan onnistuneen voimalaitoksen jatkaessa toimintaansa ilman muiden laitososioiden toimintahäiriöitä ja loistehokapasiteetin korvaustoimintojen toimiessa suunnitellusti.

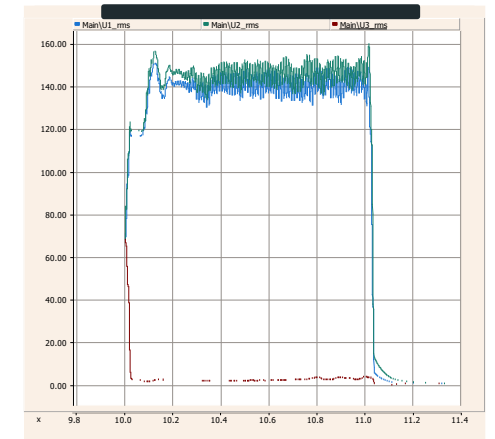
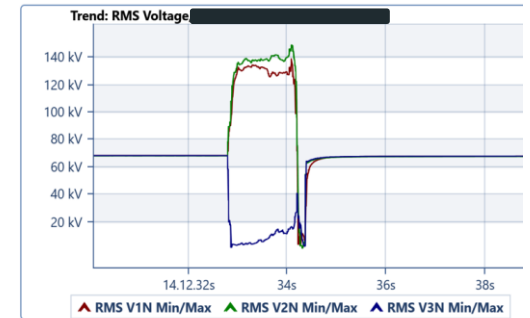


Hybridivoimalaitokset – monitorointijakso

- Haastavaa/jopa mahdotonta todentaa käyttöönotossa kaikki kombinaatiot hybridisäätimen ja -voimalaitoksen osalta
- Suoritetaan 30 päivän monitorointijakso
- Voidaan hyödyntää voimalaitoksen tallentimia, mikäli niiden ominaisuudet soveltuvat jatkuvaan mittaamiseen. (lue uusi vaatimus D-tyypille)
- Monitorointijakson ajalta valitaan suurin verkkohäiriö/tapahtuma, jota käytetään simulointimallien validointiin.
- Kokeen katsotaan onnistuneen sen osoittaessa laitoksen säätöjen toimivan toimitetuissa tiedoissa esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Testaus

VJV



PSCAD

FINGRID

Kaukokäytön testit

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitokselta vaaditut kaukokäytön ohjaukset toimivat. (kts. mm. *VJV2024 taulukot 10.1 ja 10.2*)
- Koe suoritetaan antamalla ohjauspaikalta sähköinen ohjaus voimalaitokselle. Ohjaukkoet tulee suorittaa kaikille ohjauksignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjauksikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan.
- Huom. mm. *VJV2024 kappale 18.2*: Laitoksen loistehoon vaikuttavien säätöjen (AVR, Q, Cosp) ohjearvomutokselle annettu raja-arvoksi 2 MVA_r / s.
 - Raja on ohjearvon muutokselle, ei säädölle
 - Pyritään minimoimaan operaattoreiden vahinkoasetteluiden kuten pilkkuvirheiden/dekadivirheiden aiheuttamat loistehomuutokset ja täten ali-/ylijännitelaukaisut.
 - Asetusarvorajan voi rakentaa KVT:n järjestelmään tai laitossäätäjään.

Tapauskohtaisesti harkittavat kokeet

- Fingrid harkitsee tapauskohtaisesti tarvetta suorittaa suuntaajakytketyille voimalaitoksille ja/tai sähkövarastoille seuraavat erityistestit;
 - *13) Stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa (VJV/SJV)*
 - *14) Lähivikakestoisuus (VJV/SJV)*
 - *15) Saarekekäyttö (SJV)*
 - *16) Kulmahyppy (SJV)*
- Käyttönottokokeiden korvaaminen HIL-testein (mikäli esisuunnitteluvaiheessa vaadittu tehtäväksi erityistarkasteluiden myötä)

Tahtikonevoimalaitokset

VJV

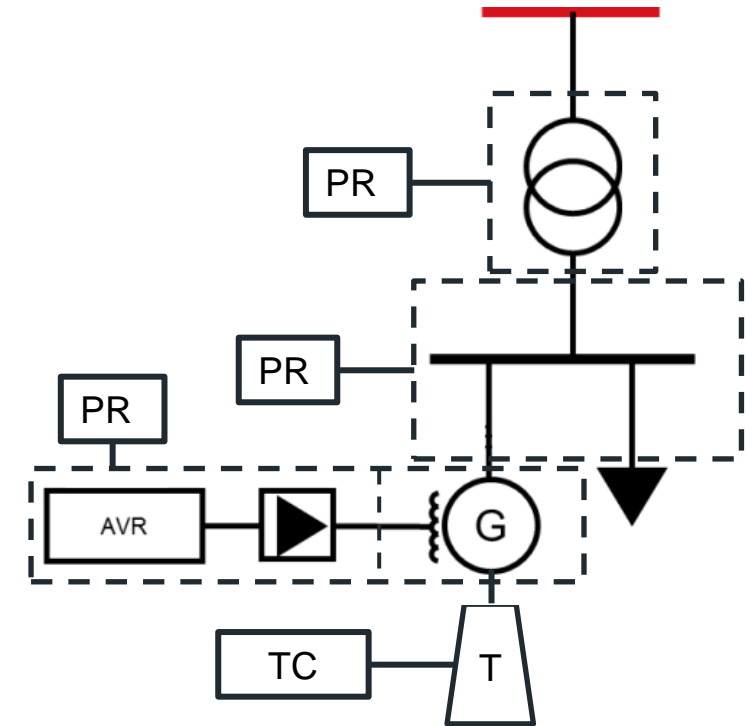
- Käytännössä uusia tahtikonevoimalaitoksia ei juuri rakennu Suomeen,
- Tahtikonevoimalaitosten omistajien tulee kuitenkin huomioida VJV-vaatimukset tehdessään muutoksia olemassa oleviin voimalaitoksiin

6.2 Voimalaitoksen järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

Mikäli käytössä olevaan tyyppin C tai D voimalaitokseen tai sen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin vaikuttaviin laitteistoihin tai järjestelmiin tehdään muutoksia, liittyjän tulee ennen muutosten toteuttamista ilmoittaa liittymispisteen verkonhaltijalle muutoksista ja niiden vaikutuksesta voimalaitoksen kykyyn täyttää Vaatimukset.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on arvioida ja asettaa voimassa olevien voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten mukaisesti uudet vaatimukset muutosten kohteena oleviin laitteistoihin ja järjestelmiin.

- Jännitteensäädön-/magnetointilaitteiston uusinnat
- Generaattori-/turbiiniuusinnat
- Turbiinisäädön uusinnat
- Voimalaitoksen suojausuusinnat



FINGRID

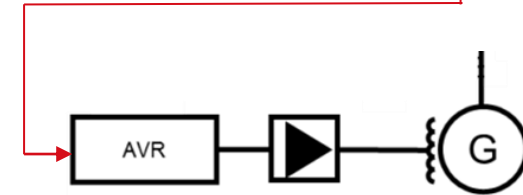
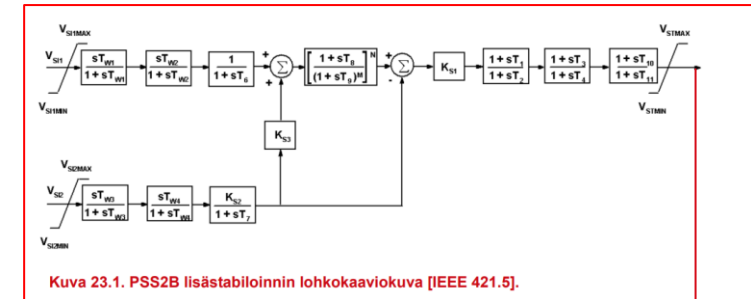
Tahtikonevoimalaitokset

VJV

- Pätötehon lisästabilointi (PSS) -vaatimukseen **muutos**;

13.3 Lisäksi tyypin D voimalaitoksen generaattoreiden jännitteensäätö on varustettava lisästabilointipiirillä (PSS), **mikäli**

- **voimalaitoksen generaattorin koko on yli 20 MW**
 - **kyseessä on useasta itsenäisestä voimalaitoksesta koostuva yli 40 MW vesivoimalaitos, jonka yksittäisen generaattorin koko on alle 20 MW ja generaattorien liittymispisteet ovat sähköisesti lähellä toisiaan (esim. sama kytkinlaitos).**
 - **generaattori liittyy Lapin sähköverkkoon.**
- Tarkennuksia käyttöönoton loppuraporttiin
 - Tarkennuksia PSS-viritysohjeeseen



Kiitos! Kysymyksiä?

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi



FINGRID