



FINGRID

Käyttövarmuutta
myös äärioloissa
sivu 4

Puhurit
hyötykäyttöön
sivut 13 ja 16





FINGRID

Fingrid Oyj:n lehti
13. vuosikerta
3/2010

Toimitus

Puhelin: 030 395 5153 **Faksi:** 030 395 5196
Postiosoite: PL 530, 00101 Helsinki
Käyntiosoite: Arkadiankatu 23 B, Helsinki
www.fingrid.fi
Päätoimittaja: Tiina Miettinen
Sähköposti: tiina.miettinen@fingrid.fi
Toimituskunta: Eija Eskelinen, Mikko Jalonen,
Reija Kuronen, Kaija Niskala, Arto Pahkin,
Petri Parviainen, Tiina Seppänen
Suunnittelu ja toteutus: bbo,
Better Business Office Oy / Maria Hallila
ja Tuija Sorsa

Julkaisija

Fingrid Oyj

Kannen kuva: Vastavalo
Paino: Libris Oy, Helsinki
ISSN 1455-7517

Tässä numerossa

- 4 [Kantaverkon käyttövarmuus äärioloissa](#) | Rajut myrskyt ja talven pak-kashuiput ovat tilanteita, joissa kantaverkon käyttövarmuutta testa-taan. Suomen kantaverkossa pysyvät viat ovat harvinaisia.
- 8 [Uusi varavoimalaitos Forssaan](#) | Fingrid varautuu Olkiluodon uuden yksikön valmistumiseen lisäämällä nopeaa häiriöreservitehoaan.
- 10 [Termit tutuiksi](#) | KAH-arvo
- 11 [Kaaelointi ei sovellu kantaverkon perusratkaisuksi](#) | Kantaverkon sähkönsiirrossa kaaelointi ei vielä nykytekniikalla ole järkevää, vaikka se jakeluverkoissa onkin vartenotettava vaihtoehto.
- 13 [Valot päällä tuulessa ja tyvenessä](#) | Lisääntyvä tuulivoiman rakenta-minen tuo uusia haasteita kantaverkkoyhtiölle, jonka tehtävänä on huolehtia käyttövarmuudesta sekä sähkön tuotannon ja kulutuksen jokahetkisestä tasapainosta.
- 16 [Suomen tehokkain tuulivoimapuisto nousemassa Tornioon](#) | Outokum-mun terästehtaan ranta-alueelle valmistuu vuoden loppuun mennessä kahdeksan 3,6 megawatin tuulivoimalaitosta.
- 20 [Käyttövarmuus lähtee verkon ääripäistä](#) | ”Sähkön toimitusvarmuus on yksi tärkeimmistä asioista asiakkaalle”, sanoo Vattenfall Verkon käyttöpalvelujohtaja Jorma Myllymäki.
- 23 [Sähkönsiirron keskeytysten haitat vähäisemmiksi](#) | Fingrid pyrkii vähentämään siirtokeskeytyksiä mm. lisäämällä jännitetöitä.
- 25 [Karjaan sähköasema siirtyi uuteen aikaan](#) | Täysin saneerattu sähkö-asema tehostaa käyttövarmuutta läntisellä Uudellamaalla.
- 27 [Sähköä ilmassa](#) | Fingridiläinen Pauli Schukov elää sähköisessä ilma-piirissä myös vapaa-aikanaan.
- 30 [Fingridin pääkonttori siirtyy Käpylään](#)
- 32 [Kiikarissa](#) | Metsän sielu
- 34 [Uutisia](#)
- 35 [Verkkovisa](#)

Pääkirjoitus

JÄREÄT KEINOT HARVOIN TARPEEN

Kun Fingridin toimintaa käynnistettiin, sähkömarkkinaviranomainen myönsi sille verkkoluvan, jossa määritettiin järjestelmävastuun hoito yhtiön tehtäväksi. Fingridistä tuli siten Suomen sähköjärjestelmän järjestelmävastaava. Kyseessä on viranomais tehtäväksi rinnastettava vastuu kansallisesta sähköjärjestelmästä.

Verkkoluvan mukaan järjestelmävastaava määrittää kantaverkossa ylläpidettävän käyttövarmuustason ja vastaa kantaverkon sekä hallinnassaan olevien rajajohtojen siirtojen hallinnasta ja häiriöiden selvittämisestä. Yhtä lailla järjestelmävastaavan tehtäviin kuuluvat taajuuden ylläpito, valtakunnallisen tehotasapainon hallinta sekä valtakunnallisen sähkötaseen selvittäminen.

Sähkömarkkina-alaissa edellytetään, että Fingridin on ylläpidettävä ja kehitettävä toimintojaan ja palveluitaan. Kantaverkonhaltijan täytyy ylläpitää, käyttää ja kehittää sähköverkkoaan sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin siten, että edellytykset tehokkaasti toimiville sähkömarkkinoille voidaan turvata. Verkkoluvassa korostetaan järjestelmävastuuseen kuuluvien tehtävien hoitamista tasapuolisesti kaikkiin sähköjärjestelmässä toimiviin osapuoliin nähden.

Järjestelmävastuun käytännön toteutuksen sisältö kiteytyy Fingridin kolmeen perustehtävään: voimajärjestelmän kehittämiseen, varmaan sähkön siirtoon ja sähkömarkkinoiden edistä-

miseen. Tavoitteena on hoitaa tehtävät mahdollisimman markkinaehtoisesti asiakkaiden kanssa tehtyjen sopimusten mukaisesti. Jotta käyttövarmuus voidaan turvata kaikissa tilanteissa, verkkoon liittyville voimalaitoksille ja kulutukselle asetetaan monia teknisiä vaatimuksia.

Päivittäinen käyttötoiminta sujuu hyvässä yhteistyössä eri osapuolten kesken. Pyrimme Fingridissä välttämään järjestelmävastaavan oikeuksien käyttämistä viimeiseen saakka. Käyttötilanteita ennakoidaan mahdollisimman hyvin, siirtokeskeytykset suunnitellaan ajoissa ja reaaliaikaista tietoa vaihdetaan osapuolten kesken paljon. Siirtokapasiteetti ylläpidetään luvatus mukaisena tarvittaessa vastakaupoin ja tehotasapaino hallinnassa reservein ja säätösähkömarkkinoiden avulla. Euro on paras konsultti myös voimajärjestelmän päivittäisessä hallinnassa.

Vastuu ilman valtaa ei ole mahdollista. Siksi järjestelmävastaavalle on annettu myös vahvoja oikeuksia. Järjestelmävastaava voi asettaa tarpeellisia ehtoja voimalaitosten ja kuormien käytämiselle. Käyttövarmuutta uhkaavissa tilanteissa on oikeus tarkoituksenmukaiseen kuormien rajoittamiseen ja vakavien häiriöiden selvityksessä täysi määräysvalta kuormitusten käyttöön sekä voimalaitosten tuotantoon.

Järjestelmävastaavan oikeuksia käytetään harvoin, onneksi. Joissakin käyttötilanteissa valvomomme on antanut

ohjeita voimalaitoksille loistehon tuotannosta jännitetaso ylläpitämiseksi. Vakavia häiriöitä, joissa oikeuksia tarvitaan, kantaverkossa ei ole sattunut aikoihin.

Varma merkki talven tulosta on julkisen keskustelun käynnistyminen sähkön riittävydestä. Sähkönkulutuksen kääntynyt kasvuun taantuman jälkeen myös kulutuksen tehohuipun odotetaan kasvavan pakkasten kiristyessä. Tehon riittävyttä ohjaa sähkön markkinahinta, ja toivottavasti kulutus joustaa entistä enemmän hinnan noustessa.

Mikäli tehotilanne kiristyi, käytetään kaikki säätösähkötarjoukset, käynnistetään tehoreservit ja tarvittaessa vielä nopeat häiriöreservit. Viimeisenä vaihtoehtona on kulutuksen lyhytaikainen irtikytkeminen voimajärjestelmän ylläpitämiseksi. Tässä vaiheessa Fingrid siis toimisi järjestelmävastaavan oikeuksien ilman kaupallisia sopimuksia turvataksaan voimajärjestelmän toimintaa.

Vaikka Suomi on huippukulutustilanteissa tuontisähkön varassa tänäkin talvena, riski sähkön loppumisesta on varsin pieni.



Reima Päivinen on Fingrid Oyj:n käyttötoiminnasta vastaava johtaja.





Kansainvälisten vertailujen mukaan metsäisessä Suomessa kantaverkko kärsii puuston aiheuttamista viroista keskimääräistä vähemmän, vaikka myös kunnossapidon kustannustaso on alle keskiarvon.

Kun puut lentävät

Kantaverkon käyttövarmuus äärioloissa

”Viime kesän myrskyissä koettiin harvinainen tapaus, kun voimajohdoille kaatuneet puut ja puiden osat häiritsivät myös kantaverkon käyttöä Imatran ja Rautjärven välillä”, kertoo suunnittelupäällikkö **Timo Kaukonen**.

Kovalla tuulella voi puiden latvuksia ja muita osia lentää voimajohdoille, vaikka johtoaukeat olisivat riittävän avaria. Kesämyrskyt vaurioittivat 110 kilovoltin voimalinjoja, joiden johtoaukeat ovat kapeampia ja pylvää matalampia kuin 220 ja 400 kilovoltin linjoilla.

Teksti: Maarit Kauniskangas ■ **Kuvat:** Juhani Eskelinen, Jonna Monola ja Lehtikuva

Tarvitaan kuitenkin varsin järeä puunrunko aiheuttamaan pysyviä johtovikoja. Viime kesän häiriö kantaverkossa olikin ainutlaatuinen. Nimittäin kansainvälisten vertailujen mukaan metsäisessä Suomessa kantaverkko kärsii puuston aiheuttamista vioista keskimääräistä vähemmän, vaikka myös kunnossapidon kustannustaso on alle keskiarvon.

Myöskään sähkön kulutushuippuja ei Suomessa koeta kesäisin. Toisin on esimerkiksi Yhdysvalloissa, missä sähkönkulutuksen piikit osuvat kuumiin kesäpäiviin, jolloin ilmastointilaitteet käyvät täydellä teholla. Suomessa kulutushuiput koetaan kylminä pakkas-

päivinä. Voiko talvimyrsky aiheuttaa tuhoa voimalinjoille?

”Talvella puut eivät irtoa juurineen, kun maa on jäässä. Puut voivat silti katketa. Tosin talvimyrskyihin harvemmin liittyy hyvin voimakkaita ukkosmyrskyjä, salamoinnista nyt puhumattakaan”, Kaukonen huomauttaa.

Talvi kuormittaakin voimajohtoja toisella tavalla. Esimerkiksi ukkosjohtimiin voi kertyä niin paljon jäätä, että ne roikkuvat alhaalla ja osuvat alapuolella oleviin virtajohtimiin. Ukkosjohtimet voivat myös katketa runsaan jään painosta. Varsinkin Itä- ja Keski-Suomessa johtimiin kertyy jäätä helposti. Tilanetta tarkistetaan huurteisen säätilan aikaan helikopterilennoilla. Tarvittaes-

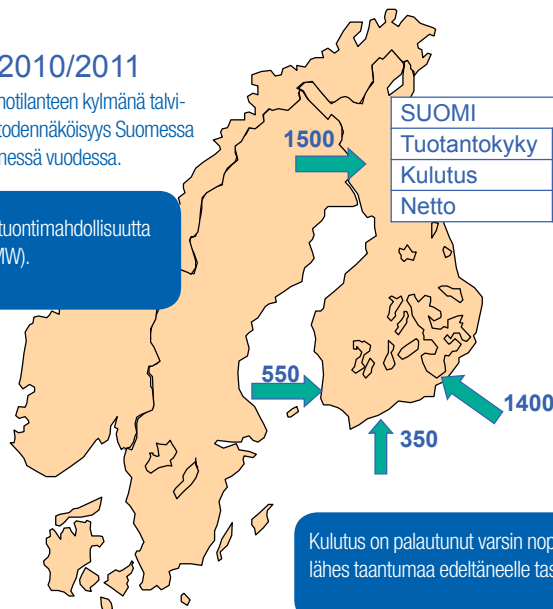


"Ruotsin paukkupakkaset osuvat varsin harvoin yksin Suomen ja Venäjän pakkashuippujen kanssa", Timo Kaukonen tietää.

Tehotase 2010/2011

Ennuste kertoo tehotilanteen kylmänä talvipäivänä, jollaisen todennäköisyys Suomessa on kerran kymmenessä vuodessa.

Nuolet kuvaavat tuontimahdollisuutta naapurimaista (MW).



sa kunnossapidon työntekijät lähtevät poistamaan jäätä mahdollisimman ripeästi.

Varautumista pahimpaan

Suomen kantaverkossa varaudutaan kansainvälisen käytännön mukaisesti yhteen pahimpaan vikaan. Toisin sanoen verkon on kestävä minkä tahansa yhden vian aiheuttama häiriö siten, että 15 minuutin kuluttua ensimmäisestä vian on oltava valmiita jo toisen vian aiheuttamaan häiriöön. Kun yhdessä verkon osassa on vika, se voidaan ohittaa, koska kantaverkko on silmukoitu.

"Pohjoismaiden kantaverkkoyhtiöiden kesken on solmittu pohjoismainen käyttösopimus, joka määrittää yhteiset periaatteet ja toimintamallit muun muassa yhteistyöstä ja tuesta naapurimaille häiriötilanteissa", Kaukonen kertoo.

"Pohjoismaiden kantaverkkoyhtiöiden kesken on solmittu pohjoismainen käyttösopimus, joka määrittää yhteiset periaatteet ja toimintamallit muun muassa yhteistyöstä ja tuesta naapurimaille häiriötilanteissa."

Vakavan vikatilanteen esimerkiksi Kaukonen pyytää kuvittelemaan, että Suomen suurin ydinvoimala Olkiluodossa yllättäen seisahtuisi. Jos Suomi olisi tuolloin myös täyden sähköntuonin varassa, tilanne pahenisi entuudestaan. Olkiluodon sähköntuotanto on

suuri, 880 megawattia. Häiriötilanteen alussa korvaava sähkö tulee Ruotsista, juuri kun sähköä tuodaan sieltä paljon muutenkin. Tuonti Ruotsista palautetaan käyttövarmalle alueelle käyttämällä säätösähkömarkkinoilta tuottajien antamia tarjouksia lisätä tuotantoa sekä käynnistämällä korvaavia kaasuturbiinivoimaloita. Niitä Fingridillä on omia 600 megawattia ja vuokrattuja 200 megawattia.

"Jos kaasuturbiinivoimaloiden ja säätömarkkinoiden tuottama sähkö ei riittäisi paikkaamaan vajetta, jouduttaisiin kytkemään irti teollisuuskuormaa. Fingrid on nimittäin tehnyt teollisuusyhtiöiden kanssa irtikytkentäsopimuksia, joiden mukaan kantaverkkoyhtiö maksaa kiinteitä korvauksia jatkuvasti ja lisäksi energiakorvauksia silloin, kun joudutaan pysäyttämään teollisuuden omaa tuotantoprosessia. Tämä on kuitenkin kallein



vaihtoehto”, Kaukonen huomauttaa. Ensisijaisesti pyritään aina ottamaan käyttöön voimalaitosreservit.

Valvontaa 24/7

Sähköverkon tilaa valvotaan Fingridin voimajärjestelmäkeskuksessa ja verkkokeskuksessa. Voimajärjestelmäkeskuksessa on kahden henkilön miehitys vuorokauden ympäri, verkkokeskuksessa päivä- ja iltavuoro. Näiden valvomoiden asiantuntijat seuraavat meillä olevan käyttötunnin siirtolannetta ja fysikaalista tasehallintaa.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että valvojat seuraavat koko ajan, ovatko sähkön kulutus ja tuotanto yhtä suuria. Silloin taajuus pysyy 50 hertsissä. Jos taajuus laskee alle sen, tuotantoa säädetään lisää. Vastaavasti taajuuden noustessa tuotantoa vähenne-

tään. Säädot tehdään pohjoismaisten säätösähkömarkkinoiden kautta.

”Häiriötilanteita sattuu erittäin vaihtelevasti, mutta ei kuitenkaan kovin usein. Pysyviä vikoja kantaverkolle koituu vajaan kymmenkunta kertaa vuodessa. Eli näissä tapauksissa joudutaan korjaamaan esimerkiksi voimajohtoja tai muita vaurioituneita laitteita”, Kaukonen sanoo.

Pakkashuiput huomioon

Fingridissä laaditaan joka syysy ennuste siitä, kuinka kireä sähkön tuotannon ja kulutuksen suhteesta tulee kylminä talvipäivinä. Ennuste tehdään yhdessä muiden pohjoismaisten kantaverkko-yhtiöiden kanssa ja liitetään osaksi eurooppalaista talviennustetta.

”Kun teimme ennustetta viime talveksi, olimme arvioineet, että lama oli-

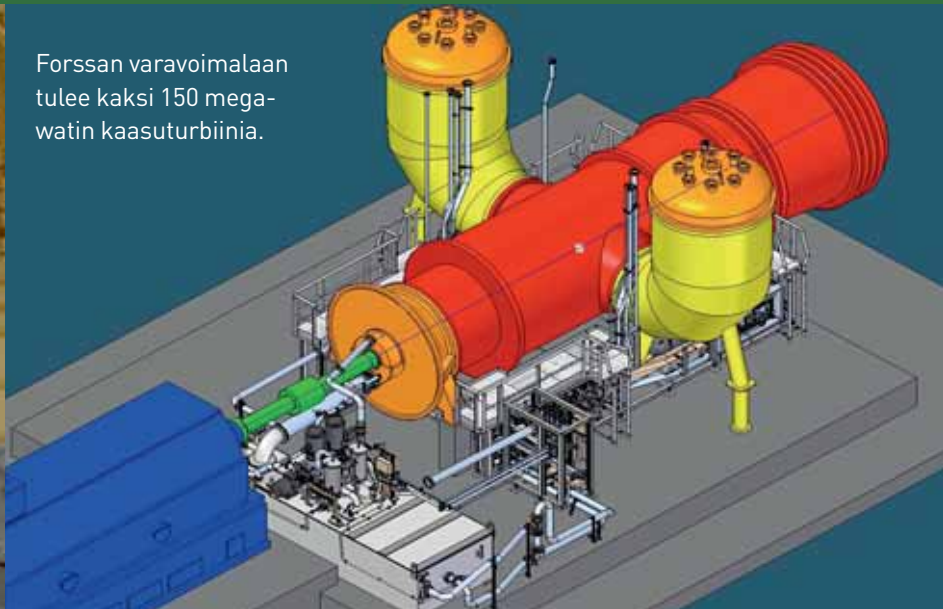
si pienentänyt sähkön kulutusta enemmän kuin sitten toteutui kylminä talvipäivinä. Vaikka esimerkiksi runsaasti sähköä käyttäviä teollisuuslaitoksia oli suljettu, sähköä kului varsin paljon pitkään jatkuneiden pakkasten vuoksi”, Kaukonen kertoo.

Tulevan talven pakkasia on vaikea kenenkään ennustaa vielä, mutta kova pakkastalvi on syytä ottaa ennustuksissa aina huomioon. Kireä pakkasen Suomessa tarkoittaa yleensä myös kireää pakkasta Venäjällä. Tällöin on mahdollista, että venäläiset rajoittavat sähkön vientiään Suomeen ja vastaava määrä sähköä pitäisi tuoda Ruotsista.

Suomen onneksi yleensä Pohjanlahti ja Skandinaviaan asti ulottuva Golf-virran vaikutus leudontavat kylmää ilmaa, joten Ruotsin paukkupakkaset osuvat varsin harvoin yhtäaikaa Suomen ja Venäjän pakkashuippujen kanssa. ■



Forssan varavoimalaan tulee kaksi 150 megawatin kaasuturbiinia.



Forssan varavoimalaitos

- Teho 2 x 150 megawattia
- Koneistona kaksi kaasuturbiinia sekä näihin kytketyt generaattorit ja muuntajat
- Apujärjestelmien kriittiset komponentit kahdennettu käyttövarmuuden maksimoimiseksi
- Käynnistys tarvittaessa alle 15 minuutissa
- Valmis elokuussa 2012.

Lisää nopeaa häiriöreserviä

Forssaan rakenteilla uusi varavoimala

**Fingrid rakentaa Forssaan 300 megawatin varavoimalaitoksen.
Forssa valittiin laitospaikaksi pitkän esiselvitystyön jälkeen.
Voimalaitos on valmis elokuussa 2012.**

Teksti: Antti Lagus ■ Kuva: Juhani Eskelinen

Fingridillä on tätä nykyä yhteensä jo 21 nopeasti käynnistyvää omaa varavoimalaitosyksikköä kymmenellä paikkakunnalla eri puolilla maata. Niiden yhteen laskettu teho on 615 megawattia.

Uusi laitos päätettiin rakentaa, koska Suomeen tarvitaan lisää nopeaa häiriöreservinä käytettävää varavoimaa Olkiluotoon valmistuvan uuden ydinvoimalan suuren yksikkökoon sekä lisääntyvän tuulivoiman vuoksi. Nopeaa häiriöreserviä tarvitaan tilanteissa, joissa sähköntuotanto vähenee äkillisesti esimerkiksi voimalaitosten häiriöiden tai muuttuvien luonnonolosuhteiden vuoksi.

Laitospaikkojen esivalinta alkoi jo vuoden 2008 alussa, jolloin tutkittiin kaikkiaan yli 30 eri vaihtoehtoa. Näistä valikoitui ympäristövaikutusten arviointiin viisi vaihtoehtoista laitospaikkaa, joista sijoituspaikaksi valittiin Forssa.

”Nopeaa häiriöreserviä tarvitaan määrä, joka vastaa maan suurimman sähköntuotantoyksikön tehoa. Olkiluodon uuden yksikön valmistuksessa nopean häiriöreservitehon tarve lisääntyy, ja muun muassa tähän valmistaudutaan Forssan varavoimalalla”, Fingridin varavoimaprojektien projektipäällikkö **Juha Pikkupeura** kertoo.

Varavoimala on nimensä mukaisesti varalla eikä se saa osallistua kaupalliseen sähköntuotantoon. Varavoimalalla tuotettu sähkö on normaalitilanteessa huomattavasti kalliimpaa kuin sähkömarkkinoille energiaa tuottavis-

sa voimaloissa tehty. Tämä johtuu laitoksen yksinkertaisesta rakenteesta sekä käytettävästä polttoaineesta.

Käyntiin alle vartissa

”Koska nopean häiriöreservin osana käytetty varavoimala pitää saada nopeasti ja luotettavasti käyntiin, ei siinä voida käyttää monimutkaisia teknisiä ratkaisuja kuten kombiteknikkaa. Näin hyötysuhde ei nouse yhtä korkeaksi kuin jatkuvaan käyttöön rakennetuissa voimaloissa, mutta niinpä käynnistysaika täydelle teholle on saatu puristetuksi alle 15 minuuttiin”, Pikkupeura sanoo.

Sähköverkon tehotasapainon ylläpitoon käytetään erilaisia reservejä. Niin sanottu taajuusohjattu käyttöreservi pitää sähköverkon taajuuden automaattisesti normaalirajoissa. Taajuusohjatuksi käyttöreserviksi käytetään osa voimalaitosten sekä Venäjän ja Viron tasasähköyhteyksien tehosta.

Niin sanottu taajuusohjattu häiriöreservi puolestaan korjaa taajuutta automaattisesti häiriötilanteissa. Tähän käytetään käynnissä olevia voimalaitoksia sekä automaattisesti irtikytettyjä teollisuuskuormia.

Nopea häiriöreservi puolestaan muodostuu Fingridin omista ja vuokratuista kaasuturbiinivoimalaitoksista sekä käsiohjauksella irtikytettävistä teollisuuskuormista. Tämä reservi saadaan käyttöön tarvittaessa 15 minuutissa. Kun sähköntuottajat ovat korvanneet häiriön aiheuttaman tuotantovajauksen omilla voimaloillaan,

”Olkiluodon uuden yksikön valmistuessa nopean häiriöreservitehon tarve lisääntyy, ja muun muassa tähän valmistaudutaan Forssan varavoimalalla.”



”Varavoimalan käynnistys onnistuu alle viidessätoista minuutissa”, Juha Pikkupeura sanoo

nopea häiriöreservi vapautuu yleensä muutamassa tunnissa.

”Varavoimalaa käytetään vain sen aikaa kuin se on teknisesti tarpeellista. Pitkittyneessä häiriötilanteessa voidaan lisätä muuta sähköntuotantoa. Tämä on edullisempaa kuin esimerkiksi Forssan laitoksen käyttäminen, joka kuluttaa täydellä teholla tunnissa noin polttoainerekallisen kevyttä polttoöljyä”, Juha Pikkupeura kertoo.

Miehittämätön voimala käyntiin tarvittaessa

Nopea häiriöreservi käynnistetään Fingridin voimajärjestelmäkeskuksesta kauko-ohjauksella tarvittaessa. Nopeaan häiriöreserviin kuuluvat varavoimalaitokset ovat miehittämättömiä, ja niiden käytettävyyttä ja käynnistyyvyys on yli 90 prosenttia. Suurin osa varavoimalaitosten käytöstä muodostuu Pikkupöytäseuran mukaan säännöllisistä koekäytöistä.

”Tavallisesti varavoimalaitos käyteen vuosittain lyhyissä jaksoissa yhteensä noin kymmenen tunnin ajan. Niitä voidaan käyttää tarvittaessa täydellä teholla ilman polttoainetäydennystä noin puolitoista vuorokautta. Varavoimaloilla on alhaiset investointi-

kustannukset sekä alhaiset valmiusajan ylläpitokustannukset.”

Forssan varavoimalaitokseen tulee kaksi yksikköä. Kummassakin on 150 megawatin kaasuturbiini ja siihen yhdistetty saman tehoinen generaattori.

Käyttövarmuudenmaksimoimiseksi yksiköt rakennetaan toisistaan riippumattomiksi. Sen vuoksi kummallakin koneistolla on omat päämuuntajansa, omat apujärjestelmänsä ja omat erilliset liityntänsä Forssan muuntoaseman 110 kilovoltin kytkinlaitokseen. Lisäksi yksiköiden tärkeät apulaitteet on kahdennettu.

Tuttua ja yksinkertaista tekniikkaa

Kaikissa Fingridin varavoimalaitoksissa on voimakoneina kaasuturbiini-

nit. Tekniikka on Juha Pikkupöytäseuran mukaan tuttua ja tarpeeksi yksinkertaista, jotta sillä saavutetaan korkea käynnistyyvyys.

”Periaatteessa varavoimalaitos voitaisiin rakentaa minne vain, mutta käytännössä se kannattaa sijoittaa lähelle olemassa olevaa kantaverkon sähköasemaa. Paikan valinnassa ympäristöasioihin kiinnitetään erityisen suurta huomiota”, hän sanoo.

Forssanlaitoksen maanrakennustyöt ovat jo käynnissä, ja perustustyöt alkavat joulukuussa. Ensimmäinen pääkoneisto toimitetaan syyskuussa 2011, ja se kytketään ensimmäisen kerran sähköverkkoon seuraavan vuoden touku- kuussa. Laitoksen käyttö nopeana reservinä alkaa elokuussa 2012. ■



Tällä palstalla esitellään ja selvitellään sähkönsiirtoalan terminologiaa.

KAH-arvo

Voimajärjestelmä on tekninen järjestelmä, jossa voi esiintyä vikoja ja keskeytyksiä. Sähkön siirron keskeytykset voivat olla joko investointi- tai kunnossapitotöiden takia suunniteltuja keskeytyksiä tai vikatilanteista aiheutuvia yllättäviä häiriökeskeytyksiä.

Rengasluonteisessa kantaverkossa suunniteltuihin liittymispistekeskeytyksiin voidaan varautua hyvin. Silmukoidun kantaverkon häiriöt eivät aiheuta keskeytystä asiakkaan sähkötoimituksessa, mikäli asiakas saa sähkönsä toisen, häiriöttömän liityntäpisteen kautta.

Kantaverkon liityntäpisteen häiriön seurauksena syntävä keskeytyksestä aiheutunut haitta (KAH) on laskennallinen suure ja arvio haitan kantaverkkoasiakkaalle aiheuttamista välittömistä kustannuksista.

Liittymispiste on siirtoverkon kohta, jossa Fingridin verkon omistus vaihtuu asiakkaan omistukseksi. Häiriökeskeytyksistä kerätään seuraavat tiedot: tapahtuma-aika, liittymispiste, keskeytysaika, keskeytynyt sähköteho ja sähkönkulutuksen laatu liittymispisteessä.

Lisäksi KAH-arvon laskennassa tarvitaan kulutuslaatu-kohtaiset haitta-arvot katkenneelle sähköteholle ja toimittamatta jääneelle sähköenergialle eri vuoden- ja vuorokaudenaikoina. Fingridin KAH-laskennassa sovelletaan seuraavia kulutuslaatuja: kaupunkiverkot, maaseutuverkot, kaivannaistoiminta, kemianteollisuus, liikenne, metalliteollisuus ja paperiteollisuus.

Häiriössä katkenneelle sähköteholle ja toimittamatta jääneelle sähköenergialle määritetyt kulutuslajikohtaiset keskimääräiset haitta-arvot ovat arvioita suomalaisille sähkökäyttäjille aiheutuneesta sähkötoimituksen äkillisestä keskeytymisestä, eivätkä ne välttämättä kuvaa tarkkaan yksittäiselle asiakkaalle koitunutta haittaa.

Fingridin KAH-arvojen laskennassa käytetyt haitta-arvot on päivitetty jakeluverkkojen osalta vuosina 2004–2005 (TKK ja TTY) ja muiden kulutuslajien osalta vuosina 2008–2009 (Fingrid ja Energiamarkkinavirasto). Haitta-arvot korjataan vuosittain vastaamaan tarkasteluhetken rahanarvoa.

Kantaverkon käyttöhäiriöt aiheutuvat pääosin luonnonilmiöistä kuten ukkosesta. Häiriöitä voivat aiheuttaa myös mm. inhimilliset tekijät, tekniset vikaantumiset tai häiriöt ja muut syyt (esim. eläimet). Suurin osa käyttöhäiriöistä menee ohi automaattisesti jälleenkytkennöillä. Pitempiaikaisia häiriökeskeytyksiä kantaverkkoasiakkaalle aiheuttavat yleensä myrskyt ja muut sääilmiöt sekä laitteiden tekniset vikaantumiset.

Fingridin alhainen KAH-arvo, keskimäärin 3 M€/a vuosina 2003–2009, kuvaa yhtiön erittäin korkeaa toimitusvarmuustasoa. Korkean käyttövarmuustason myötä yksittäisten häiriöiden vaikutus vuotuisiin Fingridin KAH-arvoihin voi olla merkittävä. Lisäksi kantaverkon häiriöihin vaikuttavat useat mm. ilmastolliset tekijät, joihin Fingridillä on vain rajalliset teknis-taloudelliset vaikutusmahdollisuudet.

KAH-arvoa käytetään Fingridissä kantaverkon käyttövarmuustason mittarina. KAH on myös yksi kantaverkkosuunnittelu- ja kunnossapitokriteeri. Lisäksi sitä käytetään Energiamarkkinaviraston soveltamassa Fingridin kohtuullisen tuoton valvontamallissa yhtiön käyttövarmuuskannustimena. ■

Teksti: Jukka Metsälä



KAAPELOINNISTA

ei ole kantaverkon perusratkaisuksi

Myrskytuhojen aiheuttamat sähkökatkot ovat lisänneet vaatimuksia sähköverkkojen kaapeloimiseksi. Jakeluverkoissa kaapelointi on varteenotettava vaihtoehto. Kantaverkon sähkönsiirrossa se ei vielä nykytekniikalla ole järkevää, vaan myrskyihin varaudutaan muilla keinoin.

Teksti: Jussi Jyrinsalo ■ Kuvat: Hannu Ylönen ja Tuomo Kouti

Myrskyjen aiheuttamien jakelukeskeytysten vähentämiseksi on yhtenä keskeisenä keinona mainittu jakeluverkkojen laajamittainen kaapelointi. Tässä yhteydessä ei ole keskusteltu siitä, onko se ylipäättään teknisesti mahdollista, vaan mitä se maksaisi. Kantaverkossa tilanne on hie- man erilainen: kyse on sekä rahasta että myös tekniikasta.

Suomen kantaverkossa on nykyisellään 14 400 kilometriä voimansiirtojohtoja, joista vain 100 kilometriä on vedenalaista kaapelia. Kaapelien merkitys voimajärjestelmälle on kuitenkin suurempi kuin niiden pituus, sillä yksi Ruotsiin menevistä kolmesta sähkönsiirtoyhteydestä on toteutettu meren alittavan kaapelin avulla. Lisäksi muutaman lähivuoden aikana kan-

taverkosta rakennetaan uusia kaapelilyhteyksiä Ruotsiin ja Viroon, jolloin ulkomaansiirtokapasiteetista jo lähes puolet on toteutettu kaapelein.

Meren alitus vaatii tasasähkökaapelia

Normaalisti sähköverkoissa käytetään vaihtosähkötekniikkaa, jonka tekni- sinä etuina ovat yhteensopivuus voi- malaitoksilla tuotetun vaihtosähkön kanssa sekä verkkojen helppo laajennettavuus uuden tuotannon ja ku- lutuksen liittämisen suhteen. Lisäk- si vaihtosähköjohtojen tehot säätyvät itsestään vastaamaan voimajärjestel- män tarpeita. Vaihtosähköjohto voi- daan toteuttaa paitsi avojohtona myös kaapelina, mutta tietyin rajoituksin.

Vaihtosähkökaapelin rakentami-

nen on suuruusluokaltaan kymme- nen kertaa kalliimpaa kuin vastaavan avojohdon toteuttaminen. Tämän li- säksi sen käyttöikä jää kiinteän eris- teaineen vanhenemisen vuoksi avo- johdon ikää lyhyemmäksi. Vaihtosäh- kökaapeli ei myöskään sovellu pitkän matkan suurjännitteiseen tehonsiir- toon, sillä jo noin 70 kilometrin pitui- sen 400 kilovoltin kaapelin koko kapa- siteetti kuluu sen kaapelin varauksen ylläpitoon. Tämä tarkoittaa sitä, et- tei kaapelin kautta voi siirtää lainkaan sähköä ilman monimutkaisia ja kallii- ta kompensointijärjestelyitä.

Toistaiseksi 400 kilovoltin tai sitä suuremman vaihtojännitteen kaape- leita löytyy maailmalta yhteensä vain muutaman sadan kilometrin verran; pisin kaapelilyhteys on 40 kilometrin mittainen. Kaapeli ei siis sovellu val-

Vaihtosähkökaapelin rakentaminen on kymmenen kertaa kalliimpaa kuin vastaavan avojohdon toteuttaminen.

takunnalliseen suurjännitteiseen sähkön siirtoon.

Merikaapeleina toteutetut ulko-maanyhteytemme ovatkin tasasähköyhteyksiä, jolloin kummassakin päässä johtoa on muuttaja-asema, joka muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi ja päinvastoin. Tällainen ratkaisu poistaa kaapelin pituuteen kohdistuvan rajoituksen, mutta on hyvin kallias. Yksi yhteys maksaa tyypillisesti satoja miljoonia euroja. Lisäksi yhteyden teho ei säädy itsestään verkon tehota-sapainon mukaan, vaan sitä on ohjattava jatkuvasti erillisen säätäjän avulla. Tasasähkön käyttö on kuitenkin ainoa mahdollisuus silloin, kun siirrettään kaapelilla suuria tehoja meren alitse.

Avojohtolla on etunsa

Kantaverkossa käytetään siis pääosin avojohdotekniikkaa, joka on yksinkertainen, käyttövarma ja kustannustehokas ratkaisu voimansiirtoon. Avojohtojen myrskykestoisuus on hyvä, kunhan niitä varten raivataan riittävän suuri – noin 30–40 metrin levyinen – johtoaukea, jotta lähialueen puut eivät vaurioitaisi johtoja edes kaatuesaan.

Pääosa avojohdojen vioista on luonteeltaan ohimeneviä. Aiheuttajana on tyypillisesti ukkonen tai vieraan esineen kosketus. Mikäli vaurio ei poistu itsestään, on sen korjaaminen kuitenkin nopeaa. Vikakohta on yleensä löydettävissä silmämääräisesti tarkastuksen ja korjattavissa rakenteellisesti yksinkertaisten varaosien avulla. Vian korjaaminen kestääkin tyypillisesti vain joitakin päiviä.



Kaapeleissa taas vikoja esiintyy lukumääräisesti vähemmän kuin avojohdoilla, mutta viat ovat aina pysyviä, eli ne vaativat korjaamista. Kaapelin sijainti maan tai veden alla merkitsee yleensä vian hitaampaa paikallistamista, minkä lisäksi korjaaminen vaatii erikoishenkilöstöä, -kalustoa ja -varusteita. Maanalaisen kaapelin korjaaminen kestääkin tyypillisesti joitakin viikkoja ja merenalaisen kaapelin joitakin kuukausia.

Aina sopivin tekniikka

Alueellisissa, enintään 110 kilovoltin jännitteisissä siirto- ja jakeluverkoissa kaapeli saattaa kuitenkin olla varteenotettava vaihtoehto avojohdolle, sillä edellä mainitut suuresta jännitteestä johtuvat tekniset seikat eivät rajoita johtopituutta. Tarvittava siirtoetäisyys on näissä verkoissa jo luonnostaan lyhyempi. Kaapelin aiheuttama lisäkustannuskin saattaa olla käyttövarmuus- tai maankäyttösyistä perusteltu, sillä taajamiin voi olla vaikeaa saada raivatuksi riittävän leveitä johtoaukeita. Toisaalta taas kaupunkiympäristössä saattaa olla tarpeen rakentaa kaapelia varten tunneli, mikä lisää huomattavasti vaihtoehdon kustannuksia.

Kaapeli on avojohdtoa paremmin suojassa myrskytuhoilta. Joka tapauksessa myös kaapeli – ellei sitä ole tunneloitu – vaatii yleensä yläpuolelleen käyttö-

oikeudeltaan supistetun ja puista vapaana pidettävän maa-alueen.

Lisäksi tulee muistaa, että maakaapelin asentaminen edellyttää puuston raivaamisen lisäksi myös maainesten ja maanalaisten rakenteiden muokkaamista ja siirtämistä, joka avojohdon osalta keskittyy vain parin sadan metrin välein sijaitseviin pylväspaikkoihin. Käytännössä kaapeliyhteys muodostuu usein pidemmäksi kuin vastaavalle välille rakennettu avojohdot, sillä kaapeleita vedettäessä tulee välttää maaston esteitä kuten kallioita ja teknisiä rakennelmia.

Fingridin lähtökohtana on käyttää kuhunkin verkon vahvistustarpeeseen sopivinta tekniikkaa. Käytännössä tämä tarkoittaa ainakin toistaiseksi sitä, että avojohdot on kantaverkon perusratkaisu. Kaapelin käyttäminen tulee kyseeseen lähinnä pitkillä vedenalaisilla siirtoyhteyksillä tai siirrettäessä sähköä suurten kaupunkien keskusta-alueella. Kaapelointi aiheuttaa tällöin merkittävän lisäkustannuksen, joka tulee saada katetuksi esimerkiksi sähkömarkkinoiden paremman toiminnan tai maankäytön tehostumisen myötä.

Seuraamme Fingridissä suurella mielenkiinnolla kaapelitekniikan ja sen hinnan kehittymistä suhteessa avojohdotekniikkaan, jotta osaamme jatkossakin toteuttaa kantaverkon ratkaisut teknis-taloudellisesti mahdollisimman tehokkaasti. ■

The background of the page is a photograph of two wind turbines in a snowy landscape at dusk. The turbines are white with three blades each. The blades of the turbine on the left are blurred, suggesting they are spinning. The sky is a mix of blue and orange, indicating the time is either dawn or dusk. The ground is covered in snow, and there is a line of dark trees in the background.

Valot päällä TUULESSA JA TYVENESSÄ

Teksti: Jyrki Uusitalo ■ **Kuvat:** Vastavalo, ScandinavianStockPhoto ja Kuvaario

Tuulivoiman ja uusiutuvien energialähteiden osuus sähkön tuotannossa on kasvussa. Näiden varaan rakentuva tuotanto ei kuitenkaan seuraa totutusti sähkön markkinahintaa eikä kulutuksen muutosta, vaan sitä ohjaavat ensisijaisesti tuuli tai tuotannon tukijärjestelmät. Tämä luo uusia haasteita kantaverkkoyhtiölle, jonka tehtävä on huolehtia käyttövarmuudesta sekä kulutuksen ja tuotannon jokahetkisestä tasapainosta.

Pohjoismaiset kantaverkkoyhtiöt ovat selvittäneet uusiutuvan energian tuotantokapasiteetin lisääntymisen vaikutuksia voimajärjestelmän käyttöön. Selvitys tehtiin pohjoismaisen ministerineuvoston sähkömarkkinaryhmälle, ja siinä keskitytään tuulivoimaan, koska sen määrän odotetaan kasvavan merkittävästi lähivuosina.

Pohjoismaiset kantaverkot muodostavat yhteisen, saman taajuuden ja yhteiset reservivaatimukset omaavan verkon, joten järjestelmävaikutuksiakin on tarkasteltava yhdessä.





Huomattavasti lisää tuulivoimaa

Pohjoismaissa on nykyisellään tuulivoimaa asennettuna yli 5 000 megawattia. Kantaverkkoyhtiöt odottavat määrän kasvavan 15 000–20 000 megawattiin vuoteen 2020 mennessä. Ei kuitenkaan pidä tarkastella pelkästään pohjoismaisia lukuja, vaan jär-

Pohjoismaissa on nykyisellään tuulivoimaa asennettuna yli 5 000 megawattia. Kantaverkkoyhtiöt odottavat määrän kasvavan 15 000–20 000 megawattiin vuoteen 2020 mennessä.

jestelmävaikutuksia arvioitaessa on tarpeen muistaa myös Pohjanmeren ja Pohjois-Saksan tuulivoimakeskittymät, joiden tuotannon vaihtelu heijastuu useiden kaapeliyhteyksien kautta myös pohjoismaiseen järjestelmään.

Onnistunut tuulivoiman integrointi on haasteellista paitsi voimajärjestelmän käytön myös kantaverkkoyhtiön muiden keskeisten tehtävien kuten sähkömarkkinoiden edistämisen ja verkon siirtokapasiteetin varmistamisen kannalta. Maantieteellisesti laajalla alueella integroituneet sähkömarkkinat ja vahva siirtoverkko var-

mistavat vaihtelevan tuulivoimatuotannon yhteensovittamisen muuhun tuotantoon. Vahva siirtoverkko mahdollistaa tuulituotannon vaihtelun tasaimisen laajalle alueelle.

Kansalliset rajat ylittävien toimivien ja likvidien päivänsisäisten markkinoiden (kuten Elbas-markkinoiden) merkitys kasvaa. Tuulivoimatuotan-

non rinnalle tarvitaan riittävästi vuorokausi- ja tunninsisäiseen säätöön kykenevää tuotantokapasiteettia tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen. Tuottajien, markkinaosapuolien ja kantaverkkoyhtiöiden tehtävien sekä vastuunjaon sähkömarkkinoilla ja tehotasapainon hallinnassa tulee olla selvät kaikille toimijoille. Tuulivoimantuottajan tulee hyötyä sähkö-taseensa tasapainottamisesta markkinoiden sulkeutumishetkeen saakka, ja sen jälkeen vastuu tuotannon ja kulutuksen tasapainosta siirtyy kantaverkkoyhtiöille.

Vaikutukset voimajärjestelmän käyttöön

Tuulivoiman vaikutus voimajärjestelmän käyttöön voidaan karkeasti jaotella seuraavasti:

- tuotannon ja kulutuksen tasapainottaminen säätötoimin tuulivoimatuotannon vaihdellessa
- tuulivoimalaitosten teknisten ominaisuuksien hallinta.

Tuulen voimakkuuteen ja sitä kautta tuulivoimatuotantoon liittyy aina ennustevirhe, mikä aiheuttaa säätötarvetta käyttötunnille. Tuulivoimatuotannon ennusteet tarkentuvat lähempänä käyttötuntia ja päivänsisäisillä markkinoilla tuottajat voivat pienentää tasevirhettään, joka jää kantaverkkoyhtiön säädettäväksi.

Kokemukset Tanskasta osoittavat, että ennustevirhe karkeasti ottaen puolittuu edellisen päivän lukemista, kun sitä verrataan tilanteeseen tunti ennen käyttötuntia. Myös käyttötunnin sisäinen tuulivoimatuotannon muutos lisää säätötarvetta.

Ennustettavissa olevat tuotantomuutokset säädetään manuaalisesti, ja automaattiset reservit huolehtivat ennakoimattomista muutoksista.

Tanskassa ja Saksassa tunninsisäiset muutokset ovat tyypillisesti jää-



neet alle 25 prosenttiin asennetusta tuulivoimakapasiteetista.

Sähköverkon tehokas hyödyntäminen merkitsee, että verkkoa käytetään usein lähellä sen käyttövarmuusrajoja. Tuulivoimatuotannon vaihtelu aiheuttaa vaihtelua myös sähkönsiirrossa ja johtaa lisääntyneisiin siirtojen hallinnan toimenpiteisiin, jotta siirtorajat verkon pullonkauloissa eivät ylittyisi.

Tuulivoimalaitosten tuotanto pysäytetään tuulen yltyessä yli 25 metriin sekunnissa, jotta tuulivoimalaitokset eivät vaurioituisi. Myrskyrintaman etenemistä pystytään kuitenkin ennustamaan, ja sen vaikutus on alueellinen, joten myrkyssä yhtäkkisesti menetettävä tuotanto ei muodostu koko järjestelmän kannalta mitoittavaksi viaksi.

Tuulivoimatuotannon suhteellisen osuuden kasvaessa pyörivä massa ja inertia pienenevät voimajärjestelmässä. Seurauksena on järjestelmän taajuudensäätövoiman heikkeneminen, mikä näkyy lisääntyneinä ja suurempina nopeina taajuuspoikkeamina nimellistaajuudesta. Lisäksi tuulivoimageneraattorit tuottavat loissähköä verkon jännitteen tueksi ja oikosulkutehoa verkon relesuojauksen toiminnan varmistamiseksi vähemmän kuin perinteisten tuotantomuotojen generaattorit.

Lisääntyvä tuulivoima hallintaan

Lisääntyvän tuulivoimatuotannon vaikutusten hallitsemiseksi tarvitaan erilaisia voimajärjestelmän käyttövarmuutta turvaavia toimia, joiden suunnittelun ja toteutuksen kantaverkko-yhtiöt ovat käynnistäneet.

Tuulivoimageneraattoreille tulee määrittää Euroopan laajuiset harmonisoidut tekniset vaatimukset. Niillä turvataan voimajärjestelmän käyttövarmuutta ja varmistetaan laitosten tekninen yhteensopivuus järjestelmään. Samalla niillä turvataan voimalaitosten toimintaa erilaisissa verkon poikkeustilanteissa. Vaatimuksilla voidaan myös edistää tuulivoiman osallistumista reservien ylläpitoon ja säätösähkömarkkinoille.

Tunninsisäisen vaihtelun ja säätötoimien ajoittamisen optimoimiseksi on perusteltua, että tuulivoiman tuotantosuunnitelmat raportoidaan vähintään 15 minuutin aikajaksoissa. Kantaverkkoyhtiöt ovat myös päätyneet kehittämään omia tuulituotantoennusteitaan tuottajien raportointien suunnitelmien rinnalle minimoimaan ennustevirheiden vaikutuksia.

Tuulivoiman vaikutuksia voimajärjestelmän käyttöön käsittelevä raportti löytyy Fingridin internetsivuilta www.fingrid.fi kohdasta "selvitykset".

Tuulivoimatuotannon reaaliaikamittauksilla varmistetaan, että kantaverkkoyhtiöllä on jatkuvasti ajantasainen tieto tuulivoimatuotannosta ja sen muutoksista.

Tuulivoiman lisääntyminen merkitsee myös kantaverkkoyhtiöiden säätötoimien lisääntymistä, mikä edellyttää riittävää säätökapasiteettia käytötunnin aikaiseen säätöön. Säätökapasiteetin varmistamiseen on erilaisia menetelmiä, ja niiden käyttökelpoisuutta arvioidaan jatkuvasti, samalla kun säätökapasiteetin tarve kokemuksen myötä tarkentuu. Pohjoismainen vesivoima soveltuu säätöön hyvin, mutta myös kulutuksen osallistumista siihen tulee edistää.

Uusien kaapeliyhteyksien ja toimintatapojen kehittymisen myötä yhteistyö Baltian ja Manner-Euroopan kantaverkkoyhtiöiden kanssa tulee parantamaan mahdollisuuksia säätöresurssien vaihtoon.

Pohjoismaisten kantaverkkoyhtiöiden selkeä näkemys on, että lisääntyvän tuulivoiman vaikutukset voimajärjestelmän käyttöön voidaan hallita. Toki se edellyttää toimenpiteitä, ja niihin yhtiöt ovat varautuneet. ■

Perämeren puhurit hyötykäyttöön

Suomen tehokkain tuulivoimapuisto
nousemassa Tornioon

Perämeren pohjukkaan on rakenteilla ja suunnitteilla maan suurimpia tuulivoiman tuotantoalueita. Tähänastisista tuulivoimapuistoista tehokkain valmistuu vuoden loppuun mennessä Tornioon. Rajakiiri Oy:n lähes 50 miljoonan euron investointihankkeessa on uuden sukupolven teknologiasovellusten lisäksi monia pilottimaisia piirteitä.

Teksti: Maria Hallila ■ Kuvat: Juhani Eskelinen ja Tuomo Ylinärä



"Tuulivoimahankkeet ovat massiivista, intensiivistä, paljon työvoimaa vaativaa rakentamista", Tomi Mäkipelto toteaa. Yhden tuulivoimalaitoksen perustukseen tarvittiin Tornion työmaalla mm. 134 autokuormallista betonia.

Tornion tuulivoimahanke on Rajakiirissä nimetty Puuskaksi. Nimen osuvuudesta saa konkreettisen näytön, kun lokakuisena syyspäivänä käyskentelee hankkeen työmaalla Röyttäessä, Outokummun terästehtaan merenranta-alueella. Tuuli vyöryttää mereltä vaahtopäisiä aaltoja, lennättää oksia ja riepottaa rakennustarvikkeiden suojaksi levitettyjä pressuja.

Työmaa-alueella on syksyn mittaan valmistauduttu tärkeään hetkeen: lähipäivinä odotetaan saapuvaksi laivaa, jolla on lastinaan viiden tuulivoimalaitoksen runko- ja siipiosat. Pituudeltaan 165-metrinen alus on yksi suurimmista Röyttän satamassa koskaan vierailleista rahtilaivoista.

Lastin purkua, säilytystä sekä paikoilleen kuljetusta varten satama- ja tuulipuistoalueelle on rakennettu yhteensä noin kolme kilometriä teitä sekä 1,5 hehtaaria tasaista kenttää. Kaikille kahdeksalle laitokselle on vallettu valmiiksi 20 metriä korkeat betoniset perustukset. Niiden väliset etäisyydet ovat 500 metristä 800 metriin.

Ensimmäisenä pystytysvuorossa olevan laitoksen perustuksen vierellä odottaa 126 metriä korkea nosturi.

Tuuli haltuun tehokkaammin

Voimalaitososat on lastattu laivaan Tanskassa, jossa laitoksen toimittajalla Siemens Wind Powerilla on tuotantoyksikkönsä. Kukin laitoksen kahdeksasta turbiinista on teholtaan 3,6 megawattia; puiston kokonaisteho nousee lähes 30 megawattiin.

Tuulivoimalaitosten tornit toimitetaan kolmena osana. Betonisen perustuksen päälle pystytettyinä ne ulottuvat 100 metrin korkeuteen.

"Näin pääsemme tuulta pidättävän metsän ja rakennusmassan yläpuolelle. Kun mukaan luetaan 60 metriä pitkät siivet, laitokset lähentelevät Tampereen Näsinneulan huippua", Rajakiirin toimitusjohtaja **Tomi Mäkipelto** havainnollistaa.

Laitosten siipien pyöriähdysliikkeen halkaisija on 120 metriä. "Suomen tähän saakka suurimmissa tuulivoimalaitoksissa siivet ovat olleet 50-met-

riset. Kymmenen metrin lisäys niiden pituuteen kasvattaa jopa 40 prosentin verran pinta-alaa, jolla tuuli voidaan ottaa haltuun.”

Lähtölaukaus lähitulevaisuuden hankkeille

Rajakiiri on keskittynyt tuulivoiman tuotantoon. Yhtiön omistajia ovat EPV Energia Oy, Outokumpu Oyj, Rautaruukki Oyj sekä Pohjanmaan rannikkoseudulla toimiva sähkön tuotanto- ja jakeluyhtiö Oy Katternö Kraft Ab.

”Hankimme omistajiemme käyttöön omakustannushintaista, päästötöntä tuulivoimasähköä. Samalla kasvatamme Suomen sähköomavaraisuutta ja vastaamme maallemme asetettuihin uusiutuvan energian lisäämistavoitteisiin”, Tomi Mäkipelto tiivistää Rajakiirin toiminta-ajatuksen.

Puuska-hankkeen kokemusten myötä hän sanoo vakuuttuneensa tuulivoiman varteenotettavuudesta uusiutuvana energiantuotantomuotona. Suomella on hänen mukaansa kuitenkin edessään valtaisa urakka, kun uusiutuvien energialähteiden osuus sähköntuotannosta aiotaan hallituksen

linjauksen mukaan nostaa kymmenessä vuodessa 38 prosenttiin.

”Tavoitteen saavuttamiseksi tuulivoimatehoa olisi rakennettava lisää noin 2 500 megawattia. Siihen tarvitaan noin 740 laitosta, kun niitä nyt on pyöreästi 130. Seuraavien kymmenen vuoden aikana pitäisi siis valmistua puolitoista tuulivoimalaitosta joka viikko”, Mäkipelto laskee.

Rajakiiri on valmistautunut hoitamaan oman osansa kansallisesta energiahaasteesta. Puuska-hankkeen tehokkaalla toteutuksella yhtiö haluaa valmistaa maaperää lähitulevaisuuden investoinneilleen. Sillä on kaavoitusvaiheessa kaksi mittavaa Perämeren alueelle sijoittuvaa merituulivoimapuistohanketta.

Puuskan jatkoksi suunniteltu Kiirituulivoimapuisto käsittää noin 50 laitoksia, kukin teholtaan 3–5 megawattia; puiston kokonaisteho nousee 150–250 megawattiin.

Toinen lähitulevaisuuden hanke on suunnitteilla Rautaruukin Raahan terästehtaan edustalle, Maanahkaisen vesialueelle, jonne on kaavailtu noin 100:aa laitoksia, yhteisteholtaan 300–500 megawattia.

Kaikille kahdeksalle tuulivoimalaitokselle on valettu 20 metriä korkeat betoniset perustukset.



Ajoissa yhteyttä Fingridiin

Fingrid on asettanut voimalaitoksille järjestelmätekniset vaatimukset, joilla varmistetaan laitoksen luotettava toiminta osana voimajärjestelmää. Laitoksen on kyettävä tarvittaessa tukemaan voimajärjestelmän toimintaa esimerkiksi hetkellisten jännite- ja taajuushäiriöiden yhteydessä.

Tekniset vaatimukset asettavat kriteerit laitoksen toiminnalle normaaleissa ja häiriöiden aikaisissa käyttötilanteissa, eli ne tavallaan määräävät laitoksen suorituskyvyn. Vaatimusten todentaminen on käytännössä välttämätöntä, jotta laitoksen toteutuksen voidaan todentaa vastaavan suunniteltua. Tiedonvaihdon osalta vaatimuksissa on kuvattu voimalaitostietojen dokumentointiin, laskentamalleihin ja reaaliaikamittauksiin liittyvät sekä yleiseen tiedonvaihtoon liittyvät vaatimukset.

Voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten täyttäminen on aina voimalaitosliittymän vastuulla, mikä on syytä

ottaa huomioon toimittajien kanssa tehtävissä sopimuksissa erityisesti, jos voimalaitoksen komponentit, kuten generaattorit, niiden säätöjärjestelmät ja muuntajat tulevat eri toimittajilta. Mikäli vaatimusten täyttämisen suhteen herää kysymyksiä, on toivottavaa, että keskustelu Fingridin kanssa aloitetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jopa ennen itse voimalaitosprojektin suunnittelua.

Tiedonvaihto tärkeää

Järjestelmäteknisiin vaatimuksiin liittyvä tiedonvaihto on aloitettava jo projektin suunnitteluvaiheessa. Tiedonvaihto käy ajankohtaiseksi jo ennen laitostoimittajan tai -toimittajien valintaa, jotta laitoksen teknisistä ominaisuuksista ja projektin aikataulusta saadaan alustavat arviot.

Arvioiden perusteella Fingrid voi tarvittaessa ottaa voimalaitosprojektin vaikutuksen huomioon voimajärjestelmän suunnittelutyössä ja järjestelmäteknisessä laskennassa. Tiedonvaihto vaatimuksista jo laitostoimittajia valittaessa korostuu erityisesti tuulivoimalaitosprojekteissa,



Tuulivoimaa kantaverkkoon

Yksi Puuska-hankkeen erityispiirteistä on sen sijainti suuren terästehtaan naapurissa ja kytkeytyminen tehtaan teollisuusverkon kautta kantaverkkoon. Tästä aiheutuvat tekniset haasteet on Outokumpu Tornio Worksin energia- ja sähkönjakelupäällikön **Esa Kallan** mukaan haluttu ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa.

”Erityisvaatimukset tuotiin selkeästi esiin jo neuvotteluissa toimittajien kanssa, ja myöhemmässä vaiheessa päädyimme – Fingridin suostumuksella – lisäämään kantaverkon liittytähdot ja järjestelmätekniiset vaatimukset keskustelujen pohjaksi, jotta määrittelyt olisivat täsmälliset ja asianmukaiset”, hän kertoo.

”Liittytähdot ovat Suomessa joiltain osin tiukempia kuin muissa Pohjoismaissa. Sovimme toimittajien kanssa niiden soveltamisesta hank-

keessa, ja onnistuimme tässä mielestämme hyvin.”

Esa Kalla on vuodesta 2008 toiminut teollisuuden edustajana Fingridin Verkkotoimikunnassa. Hän kertoo päässeensä Puuska-hankkeen kantaverkkoliittynän valmisteluissa hyödyntämään ”näköalapaikalla” saamaansa tietoa. Vastaavasti hän haluaa tuoda hankkeesta kertyneet kokemukset ja opit liittytähteiden kehitystyöhön.

”Uskoakseni Fingrid täsmentää edelleen liittytävaatimuksia nykytekniikan lisääntyvien mahdollisuuksien mukaisesti. Tuulivoimateknologia tuo päivityksiin omat piirteensä, jotka usein ovat varsin edistyskellisiäkin”, Kalla sanoo.

Esimerkiksi tuuliturbiineissa generaattorin ja verkon välisessä ohjauksessa käytettävä taajuusmuuttajateknikka antaa hänen mukaansa perinteiseen voimalaitosteknologiaan verrattuna huomattavasti enemmän jousto- ja säätömahdollisuuksia.

Tämä vaikuttaa erityisesti verkkoyhtiölle tärkeään loistehon kompensoinnin säätöön.

Yhteistoiminnallista oppimista

Esa Kalla uskoo, että pilottimaisen Puuska-projektin kokemuksista on tulevaisuudessa tuulivoimapuistoinvestoinneissa hyötyä niin investoijille, toimittajille kuin kantaverkkoyhtiöllekin.

Keskeisenä onnistumisen ehtona hän näkee Fingridin asiantuntemuksen hyödyntämisen jo suunnitteluvaiheessa. ”Järjestimme myös yhteisen neuvottelun toimittajan ja Fingridin kanssa kiperimpien kysymysten selvittämiseksi. Totesimme yksimielisesti, että tämä on arvokas, kaikkia osapuolia palveleva yhteistoiminnallinen oppimisprosessi.”

Puuska-hanke on tähän saakka edennyt suunnitelmien ja aikataulun mukaisesti. Laitosten asennus- ja koekäyttövaihe kestää pari kuukautta; sähkön tuotannon Tornion tuulivoimapuistossa on määrä alkaa vuoden vaihteessa. Sen myötä Suomen nykyinen tuulivoimalla tuotetun energian määrä lisääntyy noin 20 prosenttia.

Fingrid on mukana myös hankkeen viimeisessä vaiheessa, koekäytön testausohjelmien todentamisessa ja dokumentoinnissa. ■

Ajoissa yhteyttä Fingridiin

... jatkoa edelliseltä sivulta

koska useista tuulivoimalaitoksiin liittyvistä vaatimuksista, kuten jännitteensäädön toimintaan sekä laskentamalleihin liittyvistä yksityiskohdista, tulee sopia erikseen Fingridin kanssa.

Laitostoimituksen alkaessa tietoja on täydennettävä mahdollisuuksien mukaan. Kattavat, suunnitteluarvoihin tai tehdastestien tuloksiin pohjautuvat järjestelmätekniiset tiedot ja niihin liittyvät laskentamallit tulee toimittaa Fingridille viimeistään samalla, kun voimalaitoksen käyttöönotto-ohjelma ja käyttöönoton alustava aikataulu toimitetaan Fingridin kommentoitavaksi. Samalla on sovittava tiedonvaihtoperiaatteista sekä mittausjärjestelyistä itse käyttöönoton aikana.

Käyttöönoton jälkeen Fingridille on toimitettava vaatimuksiin liittyvä voimalaitosdokumentaatio sekä Fingridin tiedonvaihtoperiaatteiden mukaiset mittaustiedot. Tavoitteena on, että toimitettava loppudokumentaatio on käytän-

nössä koonnos jo aiemmin toimitetuista tiedoista ja laskentamalleista täydennettynä käyttöönottokokeiden tuloksilla sekä mahdollisilla käyttöönottojen yhteydessä suoritetuilla säätäjä- tai suojausparametrimuutoksilla.

Fingrid arvioi aktiivisesti voimalaitosten toimintaa osana voimajärjestelmää. Jatkuva seuranta on käytännössä välttämätöntä, koska esimerkiksi käyttöönottokokeiden yhteydessä voimalaitosten toimintaa mahdollisten jännite- ja taajuushäiriöiden sattuessa ei välttämättä voida testata. Tällöin toiminnan todentaminen on jätettävä järjestelmän normaalissa käytössä tapahtuvien häiriöiden yhteyteen. Jatkuvan seurannan aikana havaittavat poikkeamat on selvitettävä tiiviissä yhteistyössä laitoksen omistajan ja Fingridin kesken.

Lisätietoja voimalaitosten verkkoon liittämisestä antavat Fingridissä **Jarno Sederlund** ja **Petri Parviainen** sekä voimalaitosten järjestelmätekniisistä vaatimuksista **Tuomas Rauhala**. ■



Outokumpu haluaa pienentää hiilijalanjälkeään. "Energiatehokkuus yhdistettynä prosessien tehokkuuteen ja mahdollisimman puhtaaseen sähköntuotantoon on meille tärkeää", Esa Kalla sanoo.

Sähkömarkkinoiden laajeneminen Baltiaan etenee

Fingrid ja Viron kantaverkkoyhtiö Elering allekirjoittivat marraskuun 1. päivänä sopimuksen EstLink 2 -merikaapeliyhteyden rakentamisesta. Kustannuksiltaan 320 miljoonan euron hanke on tärkeä osa Itämeren alueen sähkömarkkinoiden kehittämistä. Latvian ja Liettuan markkinoiden avaaminen sekä sähkönsiirtoyhteyksien vahvistaminen Baltiasta Ruotsiin ja Puolaan ovat seuraavia askeleita markkinoiden laajentumisessa.

EstLink 2 -siirtoyhteys on kapasiteetiltaan 650 megawattia. Yhdessä jo käytössä olevan 350 megawatin siirtoyhteyden kanssa maiden välinen sähkön siirtoyhteys nousee 1 000 megawattiin. Tavoitteena on ottaa uusi siirtoyhteys kaupalliseen käyttöön vuoden 2014 alussa.

Merikaapelin valmistelut ovat jo pitkällä. Hankkeeseen liittyviä lupia odotetaan viranomaisilta kuluvaan vuoden aikana, ja urakkasopimukset on tarkoitus allekirjoittaa toimittajien kanssa vielä tänä vuonna.

"Suomen ja Viron välinen merikaapeliyhteys on malliesimerkki hankkeesta, jossa poliittisten päättäjien, viranomaisten, sähköjärjestelmävastaavien, sähköpörssin ja markkinatoimijoiden yhteistyöllä voidaan nopeallakin aikataululla edistää sähkömarkkinoita ja parantaa käyttövarmuutta", kommentoi hanketta Fingridin toimitusjohtaja Jukka Ruusunen.

"Suurempi siirtokapasiteetti helpottaa eri maiden välillä tapahtuvaa sähkökauppaa, jolloin sähköntuotantoresurss ejakin voidaan käyttää paremmin hyväksi maasta toiseen", sanoo Eleringin toimitusjohtaja Taavi Veskimägi.

Pohjoismaainen sähköpörssi laajentui Viroon huh-tikuun alussa. Vuorokausimarkkinoita täydentävä päivänsisäinen Elbas-kauppa käynnistyi niin ikään vastikään lokakuussa. Seuraavana tavoitteena on liittää Latvian ja Liettuan sähkömarkkinat mukaan Nord Pool Spotin kaupankäyntijärjestelmään.

Suomen ja Viron välisen merikaapelin lisäksi suunnitelmissa on rakentaa vuosikymmenen loppuun mennessä siirtoyhteydet Baltiasta Puolaan ja Ruotsiin. ■



Käyttövarmuus lähtee verkon ääripäistä

Vattenfall Verkon valvomossa Tampereella yhdessä monista näyttöruuduista näkyy vihreä piste pienen kylän yhden talon kohdalla. Vihreä piste kertoo, että verkko toimii. Kun ohjauskeskuksessa on tieto niistä alueista, joilla verkko toimii tai ei toimi, on vikapartioiden lähettäminen huomattavasti helpompaa.

Teksti: Antti Lagus ■ Kuvat: Henri Salenius

Vikapalvelun tehokkuutta on parantanut Vattenfall Verkko Oy:n käyttöpalvelujohtajan **Jorma Myllymäen** mukaan se, että viime vuosina kaikille asiakkaille on asennettu etäluettavat sähkömittarit. Käytännössä tämä tarkoittaa paitsi laskutuksen helpotumista myös sitä, että nyt koko verkkoa voidaan valvoa. Ennen voitiin valvoa vain keskijänniteverkkoa, mutta nyt tiedetään tilanne myös verkon kaikissa pienjänniteverkon käyttöpisteissä.

”Näin voidaan myös välttää turhia käyntejä, kun valvomosta nähdään, onko sähköverkkomme asiakkaalle asti kunnossa. Silloin voidaan myös neuvoa asiakasta tarkistamaan esimerkiksi omien sulakkeiden toiminta”, Jorma Myllymäki sanoo.

Vattenfall on läheisessä yhteistyössä Fingridin kanssa, kun se rakentaa uutta alueverkkoa. Viikoittaisen tai tarvittaessa jopa päivittäisen operatiivisen yhteydenpidon lisäksi tehdään



Verkkoyhtiöiden käytönvalvontajärjestelmien välillä tietoa siirretään automaattisesti FinElcomNetin (FEN) kautta. Automaatiota pyritään edelleen lisäämään. Vattenfall Verkon valvomossa monitorien äärellä käytönvalvoja Maarit Tuomela.

myös pidemmän aikavälin yhteistyötä verkon kehittämiseksi Suomessa.

"Kantaverkkoyhtiö haluaa tietää, minkälaisia tarpeita jakeluverkkoyhtiöillä on, ja jakeluverkkoyhtiöiden tulee vastaavasti tietää kantaverkon pitkän aikavälin kehityssuunnitelmista eri alueilla. Myös silloin, kun esimerkiksi sähköasemia korvataan tai korjataan, on paljon kanssakäymistä. Meillä on isoja asiakkaita, jotka voivat olla suoraan riippuvaisia alueverkkoyhteyksistä", Myllymäki kertoo.

Huoltojen suunnittelu pitkäjänteistä toimintaa

Huollot pitääkin usein ajoittaa yksiin tehtaiden tuotantoseisokkien kanssa. Tämä on pitkäjänteistä toimintaa, jossa myös urakoitsijoiden pitää olla hyvässä ajoin perillä tulevista töistä.

"Näin on voitu hyvin pitää kiinni perusperiaatteista ja tarvittaessa on voitu joustaa", Jorma Myllymäki sanoo.

Nykyään jakeluverkkotöistä mah-

dollisimman suuri osa pyritään tekemään jännitteisessä verkossa. Näin minimoidaan katkot asiakkaiden sähkötoimituksessa. Myllymäki uskoo, että jännitteelliset työt ovat tulevaisuutta myös alueverkkopuolella.

Verkon operatiivisessa käyttötoiminnassa käyttökeskukset ovat keskeisessä osassa. Nämä keskukset keskustelevat keskenään. Jos alueverkossa tai Fingridin verkossa on vikaa, eri yhtiöiden käyttökeskusten käytönvalvojat ovat yhteydessä toisiinsa, ja tarvittaessa sähkönsä kulku reititetään uudelleen.

"Eri yhtiöiden käytönvalvontajärjestelmien välillä tietoa siirretään automaattisesti FinElcomNetin (FEN) kautta ja automaatiota pyritään edelleen lisäämään", Myllymäki kertoo.

Keskeytystilannetiedot näkyvillä internetissä

Vattenfallilla, kuten muillakin verkkoyhtiöillä, on myös varautumissuunnitelmat suurhäiriötilanteisiin. Niissä toimitaan Myllymäen mukaan paljon yhdessä urakoitsijoiden kanssa, jotka ovat osa varautumissuunnitelmaa. Suunnitelmilla varmistetaan se, että kalustoa, materiaalia ja henkilöstöä on tarvittaessa saatavilla.

Vattenfallilla on myös koko verkkonsa keskeytystilanne nähtävissä reaaliaikaisena internetissä. Sieltä kuka tahansa voi käydä katsomassa kulloisenkin tilanteen tai tilata itselleen maksuttoman tekstiviestin, jossa kerrotaan tapahtuneista keskeytyksistä.

"Uskon, että sähkönsä toimitusvarmuus on yksi tärkeimmistä asioista asiakkaalle. Tähän vaikuttaa sekin, että yritysten ja ihmisten arki on entistä riippuvaisempaa hyvästä sähkönsä laadusta ja hyvästä toimitusvarmuudesta", Jorma Myllymäki pohtii.

Vattenfallilla on koko verkkonsa keskeytystilanne nähtävissä reaaliaikaisena internetissä.



”Sähkön toimitusvarmuus on yksi tärkeimmistä asioista asiakkaalle”, Jorma Myllymäki sanoo.

Ilmajohdoista siirrytään vähitellen maakaapeleihin

Vattenfall on siirtynyt ilmajohdoista maakaapelin käyttöön. Myllymäki muistuttaa, että kun verkon pituus on 60 000 kilometriä, ei ilmajohdoista päästä kuitenkaan kokonaan eroon vielä pitkään aikaan. Uudet johdot ja saneeraukset yhtiö tekee maakaapelilla.

Lähivuosina Suomessa uudistetaan suuret määrät vanhaa sähköverkkoa, joka on rakennettu 40–50 vuotta sitten. Maakaapelilla rakennetut verkot eivät joudu alttiiksi ilmajohdojen pahimmille vihollisille eli kaatuville puille sekä lumelle ja jälle.

Kuluva vuosi jää Vattenfallin historiaan ajanjaksona, jolloin kärsittiin vahinkoja monen vuoden edestä. Talvella poikkeuksellisen pitkän ja runsaslumisen pakkasjakson aikana puita taipui lumikuormien painosta sähkölinjoille aiheuttaen asiakkaille laajoja sähkökatkoja.

”Loppukesästä taas Asta-, Veera-, Lahja- ja Sylvi-ukkosmyrskyt pommitivat koko meidän verkkoaluetamme. Reilun puolentoista viikon aikana tuli useiden vuosien vahingot. Edellinen

paha myrsky oli Janika vuonna 2001”, Myllymäki kertoo.

Sää tiedotuksia seurataan tarkkaan

Tämäntyyppisissä tilanteissa ei Myllymäen mukaan ole juuri kyse kanta-verkkoyhteyksistä, sillä vahingot tapahtuvat jakeluverkossa, sen kapeilla johtokaduilla. Jos varasyöttöjä joudutaan hakemaan, yleensä ne saadaan omasta verkosta tai naapuriverkkoyhtiöltä.

Vattenfallilla seurataan tarkoin sääennustuksia ja varaudutaan tarpeen mukaan odotettavissa oleviin verkon häiriötilanteisiin muun muassa tarpeellisella henkilöstö- ja kalustoreservillä. Tämänkesäisten ukkosmyrskyjen laajuutta kukaan ei voinut ennustaa, eikä varsinkaan paikallista tuhoa kylväneitä syöksyvirtauksia.

Talvella kapeita johtokatuja uhkaavien puiden lumikuormia on kevennetty hyvin kokemuksiin myös helikopterista roikkuvalla paalulla. Helikopteri lentää johtokadun reunaa pitkin, ja paalu ravistaa puiden oksilta lunta pois niin, etteivät ne kallistu tai kaadu johtojen päälle. ■

Puolitoista kertaa maapallon ympäri

Vattenfallilla on verkkoa Suomessa yhteensä 60 000 kilometriä, eli verkko ulottuisi puolitoista kertaa maapallon ympäri.

Verkosta noin 1 000 kilometriä on suurjännitejohtoja, 20 000 kilometriä on keskijänniteverkkoa ja 40 000 kilometriä pienjänniteverkkoa.

Vattenfallin verkko kattaa laajan alueen Hämeessä, Pirkanmaalla, Keski-Suomessa sekä Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla noin 100 kunnan alueella. Verkossa on kaikkiaan yli 130 sähköasemaa. ■



Kuva: Juhani Eskelinen

SÄHKÖNSIIRRON

keskeytysten haitat vähäisemmiksi

Fingridissä on vuoden mittaan selvitetty, miten sähkön siirtokeskeytyksiä voitaisiin toteuttaa entistä tehokkaammin. Pyrkimyksenä on vähentää keskeytyksiä muun muassa lisäämällä jännitetöitä.

Teksti: Kimmo Kuusinen ■ **Kuva:** Juhani Eskelinen

Keskeytyssuunnittelun kehittämistyön ohjenuorana ovat olleet korkean sähkötyöturvallisuustason ylläpito ja edistäminen, käyttövarmuuden turvaaminen, asiakkaiden ja markkinoiden tarpeiden huomioon ottaminen ja nykyistä tehokkaampi suunnitteluprosessi. Tavoitteet ovat kovat, ja haasteita lisäävät merkittävät toimintaympäristön muutokset.

Haastavimpia lienevät uusien ydin- ja tuulivoimaloiden tarvitsemien voimajohtojen ja sähköasemien rakennushankkeisiin liittyvät keskeytykset sekä aikanaan siirtokeskeytysten toteuttaminen, kun maassa on useita suuria sähköntuotannon keskittymiä. Nämä kaikki ovat mittavia kokonaisuuksia, jotka vaikuttavat laajalti Fingridin sidosryhmiin: maanomistajiin, asiakkaisiin, sähkömarkkinatoimijoihin ja palvelutoimittajiin.

Keskeytyksen suunnitteluun vaikuttavat myös Fingridin valvomotoimintojen yhdistäminen vuoden 2013 alusta lukien, siirtyminen kameravalvottuihin kauko-ohjauksiin, erottimien ns. puhallusvauksista luopuminen, jännitetöiden lisääntyminen sekä eurooppalaisten kantaverkkoyhtiöiden järjestön ENTSO-E:n toimista aiheutuvat mahdolliset muutokset.

Jatkossa töitä tehdään jännite päällä?

Fingrid selvittää mahdollisuutta vähentää siirtokeskeytyksiä lisäämällä jännitetöitä. Tällöin perinteiset kytkentätoimenpiteet jäisivät pois ja työt voitaisiin toteuttaa verkon osan ollessa käytössä. Käyttövarmuus on näin parempi kuin keskeytyksen aikana, koska verkonosia on käytössä enemmän ja yhden vian aiheuttaman vakavan häiriön riski on pienempi. Myös liittymispisteiden keskeytyksiä vähennetään, mikä pienentää asiakkaiden varasyöttöjärjestelyjen tarpeita.

Jännitetyöllä vähennetään myös keskeytysten sähkömarkkinahaittoja, koska sen myötä voidaan lisätä markkinoille annettavan siirtokapasiteetin määrää.

Suomi on jännitetöiden hyödyntämi-

sessä selvästi jälkijunassa, kun vertailukohteena ovat Yhdysvallat, Keski-Euroopan maat tai Norja. Ruotsikin on kirpaisevasti vähintään rinnan meidän edellä meitä.

Fingridin voimajohdoilla tehtävät jännitetyöt ovat olleet muun muassa huurrekuormien pudotusta tai lintupallojen asennusta. Maailmalla on kuitenkin tehty jännitteellisinä eristinyksiköiden ja koko ketjujen, pylväsosien sekä kokonaisten pylväidenkin vaihtoja. Jännitetöinä on uusittu myös kokonaisia sähköasemia.

Jännitetöitä tehtäessä on tietenkin huolehdittava siitä, että työmenetelmät ja -välineet ovat jännitetyöhön soveltuvat. Niistä ei saa aiheutua vaaraa turvallisuudelle tai häiriöitä kantaverkkoon. Jännitetyö ei myöskään saa aiheuttaa terveysriskejä esim. sähkö- ja magneettikenttien vuoksi.



Fingridin voimajohdoilla on jännitetöinä asennettu lintupalloja sekä pudotettu huurrekuormia.

Erottimien puhallusavauksista luopuminen vaikeuttaa kytkentöjen toteuttamista tai saattaa siirtää niitä toiseen ajankohtaan. Sähkötyöturvallisuuteen liittyvät seikat ovat johtaneet päätökseen, jonka mukaisesti puhallusavaukset jäävät historiaan vuoden 2011 jälkeen.

Valvomotoimintojen yhdistäminen ja kameravalvottujen kauko-ohjausten lisääminen tehostavat toimintaa selkeästi, eikä niiden tuoma lisähyöty ilmene pelkästään siirtokeskeytyksissä vaan erityisesti myös häiriöselvityksen kehittämisessä.

ENTSO-E:n toimista mahdollisesti seuraavia muutoksia on vaikea ennustaa, mutta aikanaan hyväksyttävät käyttökoodit ovat lainsäädäntöön verrattavia dokumentteja, joiden edellyttämät yksityiskohdat on toteutettava, ja ne koskettavat alan toimijoita laajalti.

Muutokset vaativat hyvää suunnittelua

Siirtokeskeytysten suunnitteluprosessin eri osa-alueiden kehittäminen edellyttää selvitystyöryhmän mukaan keskeytstarpeiden keruuta ja yhteensovittamista, yhteistyötä asiakkaiden ja palvelutoimittajien suuntaan, Fingridin sisäisten toimintatapojen yhtenäistämistä sekä tietojärjestelmien kehittämistä.

Yhtenä merkittävimmistä käyttövarmuuteen, asiakasyhteistyöhön ja sähkömarkkinoiden toimintaan vaikuttavista kehityskohteista nousi esiin investointi- ja perusparannushankkeisiin sekä perushuoltoihin liittyvien siirtokeskeytysten nykyistä parempi ajallinen ja alueellinen hallinta. Isoihin hankkeisiin liittyvien siirtokeskeytysten suunnittelu käynnistetään jo vuosia etukäteen, jotta hankkeen kaikki työvaiheet saataisiin toteutetuksi optimaalisella tavalla.

Selvityksessä kehityskohteita ei nähty vain mainitussa pitkän aikavälin suunnittelussa, vaan prosessin kaikissa vaiheissa, kuten lyhyen aikavälin siirtokeskeytysten suunnittelussa ja kytkentöjen johtamisessa.

Haastavia siirtokeskeytyksiä vuonna 2011

- Yllikkälä–Huutokoski B 400 kV johdon rakentaminen Kaakkois-Suomessa
- EstLink 2 -projektiin liittyvä Loviisa–Nurmijärvi 400 kV johdon siirtokeskeytys
- Uusnivalan 400/110 kV muunto ja 110 kV kytkinlaitoksen rakentaminen
- Hyvinkää–Hikiä 400 kV johdon rakentaminen
- Kuninkoja–Räntämäki 110 kV johdon uusiminen
- 110 kV johtojen siirtäminen uudelle kytkinlaitokselle Tuovilassa

Selvitystyön pohjalta Fingridin nykyiseen toimintamalliin esitettiin useita muutoksia. Muutosten todellinen hyöty konkretisoituu yhtiön siirtymässä uuteen toimitalaan, jolloin töitä ja vastuita voidaan organisoida luontevasti uudella tavalla. Keskitämällä sisäisiä toimintoja voidaan poistaa päällekkäisyyksiä ja selkeyttää rajapintaa

niin yhtiön sisäisiin kuin ulkoisiinkin sidosryhmiin.

Muutos ei vaikuta siirtokeskeytysten suunnitteluun asiakkaiden kanssa, sillä tulevassakin mallissa säilytetään alue-toimipaikoilla työskentelevien käyttö-asiiantuntijoiden vastuut, jotta paikallistuntemus voidaan varmistaa. ■



Kuva: Jonna Monola

Fingrid yhdistää valvomotoimintonsa

Fingrid on sulauttamassa yhteen valvomoyksikkönsä eli Hämeenlinnassa operoivan verkkokeskuksen ja Helsingissä sijaitsevan voimajärjestelmäkeskuksen.

Vuoden 2013 alussa toteutuvan yhdistämisen tavoitteena on tehostaa toimintaa erityisesti valvomotyön kuten häiriöselvityksen ja siirtokeskeytysten suunnittelun osalta. Myös yhteistyö ja tiedonkulku eri yksiköiden välillä paranee.

Yhdistäminen tukee osaamisen varmistamista ja monipuolistaa tehtäväkenttää antaen mahdollisuuden henkilöresurssien paremmalle käytölle. Yhdistämisen myötä saavutetaan parempi turvallisuustaso ja keskeisten laitteiden varmentaminen voidaan toteuttaa entistä paremmin.

Nykyiseen toimintamalliin ei ole tulossa merkittäviä muutoksia. Tavoitteena on saavuttaa selkeä, osaamisen kehittymistä ja säilymistä sekä asiakasyhteistyötä tukeva malli. ■



Karjaan sähköaseman kytkinkenttä uusitus asussa lokakuussa 2010.

Karjaan sähköaseman saneerauksella KÄYTTÖVARMUUTTA LÄNTISELLE UUELLEMAALLE

Karjaan 110 kV sähköasema Helsinki–Hanko-tien varressa on vastannut osaltaan alueen sähkönjakelusta ja käyttövarmuudesta 1960-luvun alusta lähtien. Uudelle vuosituhannelle siirryttäessä ajan hammas oli tehnyt asemalla tehtävänsä. ”Ensi käyntini asemalla syksyllä 2005 vahvisti kuntoselvitysten päätelmän: asema oli niin sanotusti kalkkiviivoilla”, muistelee käyttöasiantuntija **Antti Puuska**.

Kirjoituksessaan hän kertoo huhtikuussa 2010 alkaneesta kytkinkentän saneerauksesta, jonka ansiosta läntisen Uudenmaan sähkönjakelua turvaa piakkoin nykyaikainen, käyttövarma sähköasema.

Teksti ja kuvat: Antti Puuska

Karjaan sähköasema on yksi läntisen Uudenmaan solmupisteistä. Sieltä lähtevät siirtojohdot Inkooseen, Virkkalaan ja Kemiöön sekä säteittäiset Fortumin johdot Hankoon ja Åminneforsiin. Tarvittaessa Hankoniemen kuormat on voitu syöttää myös Karjaa–Kemiö-johdosta Tenholan kautta.

Asema on kokenut vuosien saatossa useita muodonmuutoksia. Omistussuhteetkin ovat vaihdelleet; keskiyrittäjäomistajina vilahtelevat historiassa mm. nimet Imatran Voima, Oy Lohja Ab, Lohjan Sähkö ja Fortum Aluesiirto. 110 kilovoltin osuus on aina ollut kantaverkkoyhtiön omistuksessa.

Koko asema uusiksi

Vuosikymmenten mittaan vanha rakennus oli rapistunut; sade piiskasi seiniä, ja hiiret vilistivät kaapeliloissa. Laitekanta oli kirjava, joukossa oli erottimia mallia ”IVOn konepaja”. Etäisyydetkään eivät täyttäneet nyky-määräyksiä.

Esiselvitysten jälkeen aseman kaikki primäärilaitteet päätettiin uusiksi. Myös uudelle asemarakennukselle näytettiin vihreää valoa, mikä tarkoitti, että kaikki toisilaitteetkin uusittaisiin. Tämä oli helpottava uutinen aseman tuleville käyttäjille. Samaan aikaan asemaprojektin kanssa rakennettaisiin toinen johto Inkoosta Karjaalle.

Työturvallinen ratkaisu

Vanhan aseman saneerauksessa on erityisesti otettava huomioon henkilöturvallisuus ja verkon käyttövarmuus. Asiakkaille on siirrettävä sähköä myös saneerauksen aikana.

Päätehtäväni hankkeessa oli kytkentöjen suunnittelu. Eräällä asemakäynnillä johtojen ja kenttien sijoittelua tarkkaillessa heräsi ajatus, että Hangon- ja Inkon-johdot voisi yhdistää ylhäällä aseman portaalissa, samoin Virkkalan- ja Kemiön-johdot. Säteittäisjohto Åminnefors irti Karjaan päästä ja syöttö sinne VR/Köpskogin aseman kautta. Näiden toimien jälkeen asema olisi täysin ohitettavissa, ja sen purku sekä uuden ra-

Laur. Knudsenin valmistama katkaisijan ohjainkaappi kuului sähköaseman vanhaan kalustoon, joka saneerauksessa sai väistyä uusien laitteiden tieltä.



kenttäminen tapahtuisivat ilman lähellä olevia jännitteisiä kenttiä.

Ajatus tuntui yksinkertaiselta ja ennen kaikkea tekijöiden kannalta turvalliselta. Se edellytti luonnollisesti useita selvityksiä, portaalien lujuuslaskelmia, osaohitusvaihtoehtoja ja tietysti verkkokeskuksen käyttövarmuuslaskentoja eri vuodenajat huomioon ottaen. Näiden jälkeen päädyttiin täysohitukseen, joka ajoittuisi välille maaliskuu–marraskuu.

Saneerausurakat kilpailutettiin. Asemaurakan sai ABB ja johtourakan slovakialainen Elektrovod Holding, joka tekisi myös aseman ohitustyöt.

Kevättalven kylmä yllätys

Asema- ja johtoprojektit etenivät siihen malliin, että 15.3. voitiin aloittaa Karjaan ohitustöihin liittyvät keskeytykset. Niille oli varattu kolme päivää, jotka edellyttivät tiivistä yhteistyötä verkkokeskuksen, asiakkaiden (Fortum Sähkönsiirto ja VR-Rata) ja työryhmien kesken.

Käyttöasiantuntijan tehtäväkuvaan kuuluu mukanaolo myös kenttätöissä ja osallistuminen ajoittain kytkentöjen suorittamiseen. Nyt saisin mainion tilaisuuden olla mukana aseman ”kytkentätalkoissa” ja kokea mm. maadoitusköysien painon olkapäälläni. Ja olisihan se mukavaa ”sammuttaa valot” vanhalta Karjaalta.

KytKentäpäivän aamuna mittari näytti 15 pakkasastetta, ja kylmä hikinousi otsalle jo ajomatalla Karjaalle. Eihän tähän vuodenaikaan enää tällaisia pakkasia pitänyt olla. Mikä mahtaa

olla jännite Hankoniemessä Karjaa–Raasepori-keskeytyksen aikana, kun sähkö tulee Tenholasta?

Matkan aikana varmisteltiin vielä verkkokeskuksen kanssa kytkentöihin liittyviä seikkoja. Kytkennät käynnistyivät suunnitellusti, ja ensimmäisenä avattiin Karjaalla Hangon-lähtö, jonka jälkeen johdon ensimmäisellä erotinasemalla Raaseporissa tehtäisiin erottimen puhallusavaus*. Jännite Hankoniemessäkin oli sallituissa rajoissa, joten hyvin näytti sujuvan.

KytKentäsuunnittelijan kauhun hetket

Odotellessani Karjaalla maadoituslupaa kuului kentältä pahaenteinen kuulaus. Syöksyin asemarakennukseen, ja pahin pelkoni toteutui: Kemiön johdon katkaisija oli lauennut, eli Hankoniemi oli pimeänä ja kaiken lisäksi Infratekin pojat puhaltamassa! Oliko puhalluksessa mennyt jotain pieleen? Miten pojille on käynyt?

Elin työurani raastavimmat sekunnit näppäillessäni kännykkääni **Turusen Esan** numeroa. Huokasin helpotuksesta, kun kuulin puhalluksen menneen hyvin. Mutta miten ihmeessä voi samoihin aikoihin laueta voimajohto, jonka haarajohdon loppupäässä puhalluskytkentä tehtiin?

Verkkokeskuksen johdolla ryhdyttiin selvittämään vikapaikkaa, ja Karjaalla tekemäni kytkentä jouduttiin myös palauttamaan, jotta Hankoniemeen saatiin jälleen sähkö. Vialliseksi johtosaksi osoittautui Karjaa–Tenhola-väli, jonne voimajohtoasiantuntija Jouko

Loikala oli pyydetty partioimaan. Myös minut pyydettiin partiomatkalle.

Tarpoessani johdon varrella umpi-hangessa sain tuntea talven ankaruuden, mutta partiointi oli arvokas kokemus. Vikapaikalla Pohjan kunnan edustalla olevalla merenlahdella näky oli ankea: osa johtimista roikkui epämääräisesti merenjäällä. Kyseessä oli Fingridin pisin pylväsväli, 850 metriä. Siinä vaiheessa selvisi myös johdon laukeamisen syy. Hangon-johdon avauskytkennän aiheuttama tehon nousu Karjaa–Kemiö-johdolla oli ollut liikaa vaiheväliristimien hankaamille johtimille, jotka siis jaksoivat sinnitellä noin 15 minuuttia tehon nousun jälkeen.

Suunnitelmien mukaisesti loppusuoralle

Katsellessani näkymää aurinkoisella kevätpäällä kunnioitukseni voimajohtomiehiä kohtaan kasvoi entisestään. Johtimien korjaustyö talvisissa oloissa merenjään yläpuolella yli 80 metriä korkeiden pylväiden välissä – aivan ihmeporukkaa!

Häiriö aiheutti reilun kolmen viikon viiveen projektin alkuun. Aseman ohitustyöt tehtiin onnistuneesti 8.–10.4., jonka jälkeen alkoivat purkutyöt. Vaikka häiriöt ovat aina ikäviä, tässä tapauksessa ajankohta oli kuitenkin kohdallaan. Mikäli häiriö olisi sattunut ohitustöiden ollessa jo käynnissä, olisivat seuraukset olleet asiakkaiden kannalta huomattavasti hankalammat.

Aseman saneeraus on edennyt hyvin. Lopullisesti hanke saadaan valmiiksi, kun Karjaa–Inkoo B-johtoprojekti valmistuu ennen joulua. Sen jälkeen entistä nykyaikaisempi ja käyttövarmempi Fingridin sähköasema siirtää sähköä läntisen Uudenmaan sähkönkäyttäjille. ■

*puhallusavaus = erottimen avaus neljän hengen ryhmätyönä, jossa kolme kytkijää erikoislaitteilla puhalttaa paineilmaa erottimen avausväliin.

SÄHKÖÄ ILMASSA

Sähkö on fingridiläisen Pauli Schukovin työn ja vapaa-ajan yhteinen nimittäjä. Viime kesänä energinen taseselvityksen asiantuntija sähköisti tunnelman Seinäjoen Tangomarkkinoilla sijoittumalla toiseksi Tangoseniori 2010 -laulukilpailun finaalissa.

Teksti: Maria Hallila ■ Kuvat: Juha Harju

Taseselvityksessä sähkön liikkeitä, sen osto- ja myyntitapahtumien toimitusketjuja siirtoverkossa, seurataan numeroina. Tangossa sähköinen energia on aistittavissa dramatiikkana, intohimona, jännityksenä, suurina tunteina.

Kaksi maailmaa äärimmäisen etäällä toisistaan. "Mutta myös toisiaan täydentävinä", Pauli Schukov sanoo.

Tarkkuutta ja tasapainoa

Sähkökaupan valtakunnallinen taseselvitys on osa Fingridin tarjoamaa tasepalvelua, jonka tuloksena saadaan selville mm. tasepoikkeamat Fingridin ja tasevastaavien välillä. Tuotantotaseen tasepoikkeama on tasevastaavan toteutuneen tuotannon ja kokonaissuunnitelman erotus lisätynä tehokaupoilla. Kulutustaseen tasepoikkeama saadaan laskemalla yhteen tasevastaavan kokonaistuotantosuunnitelma, kiinteät toimitukset, mitatut toimitukset sekä kulutustaseen tehokaupat.

"Kaikelle valtakunnassa tuotetulle ja hankitulle sähkölle pitää löytää sekä ostaja että myyjä. Energiaa ei saisi jäädä 'hukkaan' eli toimitusketjujen ulkopuolelle", Pauli Schukov selventää.

Hän kuuluu Fingridissä taseselvityksen parissa työskentelevään kolmihenkiseen tiimiin, jonka tavoitteena on kuukausittain päästä mahdollisimman aukottomaan selvitystulokseen, "mahdollisimman lähelle nollaa".

Selvittämättömän sähköenergian määrän jääminen kuukausitasolla alle viiteen megawattituntiin on tiimin keskeinen tulospalkkiokriteeri.

Pauli Schukovilla on selvitysvastuullaan kuusi tasevastavaa. Vaikka työssä numerot tuntuvat näyttelevän pääosaa, kontaktit asiakkaiden yhteyshenkilöihin ovat tärkeitä.

"Pelkät koneet eivät tätä hommaa tee", hän painottaa ja kertoo kymmenen vuoden aikana oppineensa yhteistyön merkeissä tuntemaan lukuisia "hyviä, mukavia ja haastavia persoonia". ▶

Pauli Schukov kilpailua isännöineen Risto Nevalan haastateltavana. Nevala on vuoden 1989 tangokuningas.



Elämän laulut

Viime kesän kilpailumenestyksen jälkeen Pauli Schukovin harkitusti matala laulajan profiili on selvästi kohonnut. Yhä useammin myös työympyröissä kysellään keikoista ja mahdollisista levytys-suunnitelmista.

"Tangoseniori-finaali oli huikea kokemus, mutta elämän tasapainoa se ei horjauttanut", Schukov toteaa.

"Päästyäni viiden parhaan joukkoon minulla ei ollut mitään menettävää, vaan saatoin nauttia esiintymisestä upean yleisön edessä täysin siemauksin", hän muistelee yhtä musiikkiuransa huippuhetkestä. Nautintoa ei sumentanut edes se, että kilpailun voitto jäi ainoastaan puolen pisteen päähän.

Pauli Schukovin kilpailutango oli "Tuhon tietä kuljen". Saman kappaleen hän oli laulanut osallistuessaan edellisen kerran Tangomarkkinoiden karsintaan 20 vuotta sitten.

"Tuolloin olin menossa vihille viikon päästä, eikä tulkintani tumman kohtalokkaasta tangosta varmasti ollut kovin vakuuttava", hän arvioi nyt, seniorin kokemuksella.

"Tangossa täytyy kuulua eletty elämä, 'riemujen rikkaus ja surujen summa'. Kevyempää musiikkia pysyy esittämään pinnallisestikin, mutta tangon tulkinta vaatii ajatusta ja keskittymistä ollakseen uskottavaa", Pauli Schukov pohtii.

Häntä puhuttelevat tangoissa elämän makuiset, pysäyttävät tarinat ja 4/4-rytmi, joka "etenee kuin juna".

"Pystyn antamaan kuulijoille eniten, kun laulan sellaista, joka koskettaa minua itseäni." ■

Kuukausi "paketissa"

Pauli Schukovin mukaan taseselvittäjän työ vaatii tarkkuuden lisäksi myös tietynlaista luonnetta.

"Tykkään pyöritellä numeroita. Tässä työssä lähtökohtana ovat tuhannet yksittäiset verkkoyhtiöiden mittaustulokset, joista lopulta muodostuu kokonaisuus, tasevastaavan sähkötase."

Työn puitteet ja sisältö eivät suureskikaan vaihtele kuukausittain. "Selkein tyydytyksen tunne syntyy siitä, että kaikki selvittämättömät asiat on saatu selvitettyksi ja kuukausi on ajallaan 'paketissa'."

Valmis taseselvitys toimii Fingridin tasepalvelun laskutuksen perustana, joten sen lukujen on täsmättävä: tasevastaavalla ja Fingridillä on oltava yhtenevä käsitys ja tieto sähköntuotannosta, hankinnoista ja toimitusmääristä.

"Ensin asiakkaat saavat käyttöönsä alustavan raportin, johon he voivat verrata omia hankinta- ja myyntilukujaan. Tietojen vaihtoa käydään sitten puolin sekä toisin ja mahdollisia virheitä korjataan. Vasta sitten, kun virheitä ei enää löydy ja asiakas on kanssamme samaa mieltä raportin sisällöstä, voimme 'luka kuukauden'."

Sudenkuopat tiedossa

Fingridin tasepalveluhistorian merkittävin koetinkivi oli vuodenvaihte 2008–2009. Tammikuun 1. päivänä 2009 Suomessa perinteisesti käytössä ollut yhden taseen malli muutettiin Pohjoismaiden yhteisen linjan mukaisesti kahden taseen malliksi: tuotanto sai oman, kulutus ja kauppa oman taseensa. Muutoksen haastavuutta lisäsi vielä tuntuvasti samaan ajankohtaan osunut Fingridin tietojärjestelmäudistus.

Pauli Schukovin mukaan vaativan projektin läpivienti suhteellisen onnistuneesti lisäsi uskoa siihen, että hankalatkin tilanteet ovat hoidettavissa ja sudenkuopat ovat aiempaa paremmin tiedossa.

"Jos vain tietojärjestelmä on pystyssä ja sanomaliikenne toimii ajal-

laan, mitään katastrofia ei pääse syntymään", hän luottaa.

"Kauhuskenaariotkin on silti syytä käydä läpi, sillä varautuminen pahimpaan on tärkeää palvelun luotettavuuden kehittämisen kannalta."

Tasepalvelun seuraava muutosvaihe hämmöttää jo lähitulevaisuudessa: nykyinen kuukauden mittainen selvityskausi lyhenee ensi vuoden alussa kahteen viikkoon.

Muutoksen perustana on työ- ja elinkeinoministeriön antama asetus, jolla tehostetaan taseselvitystä kaikkien toimijoiden osalta.

"Erityisesti verkkoyhtiöille toimintasyklin muutos merkitsee lisääntyvää kiirettä mittaustulosten keräämisessä ja tietojen toimittamisessa."

Laatuaikaa töissä

Omien tehojen riittävyys ja kyky pysyä mukana työelämän nopeissa muutoksissa mietityttää toisinaan Pauli Schukovia, vaikka hänen viikkonsa hektisimmät päivät osuvatkin useimmiten viikonloppuihin. Esiintymiset sekä ennen muuta omien 14- ja 18-vuotiaiden poikien mikroauto- ja kilpatanssiharrastukset vievät häntä alituisen eri puolille Suomea, välillä ulkomaillekin.

"Viikonlopun jälkeen huomaan usein suorastaan odottavani, että pääsen viettämään 'fysistä' laatuaikaa töissä. Saan koota ajatukseni, istua jalat oman työpöydän alla, keskittyä sähköposteihini, pyörittää numeroita – tehdä työtäni mukava ja kokenut porukka ympärilläni."

Esiintymisiä Pauli Schukovilla on keskimäärin kerran pari kuukaudessa.

"Olen halunnut pitää keikkailun hallinnassa ja varonut innostumasta liian, vaikka tilaisuuksia olisi matkan varrella ollut tarjolla."

Monipuolisena musiikkimiehenä hän pystyy tarvittaessa yksin hoitamaan vaikkapa hääjuhlan koko musiikkitarjonnan. Toisinaan mukana on säestäjä tai parin kolmen miehen bändi. Ohjelmisto ulottuu perinteisestä tanssimusiikista Suomi-iskelmään ja -rockiin. ■

Tasepalvelun termejä

■ Tasehallinta

Tasehallinnalla tarkoitetaan koko valtakunnan tai yksittäisen sähkömarkkinaosapuolen sähkön tuotannon ja kulutuksen välisen tehtasapainon ylläpitoa.

■ Tasepalvelu

Fingridin tarjoama palvelu, jonka tärkeimmät tehtävät ovat valtakunnallinen tasehallinta sekä valtakunnallisen taseselvityksen tekeminen.

■ Tasepoikkeama

Tuotantotaseen tasepoikkeama = tasevastaavan toteutunut tuotanto - tasevastaavan kokonaistuotantosuunnitelma + tuotantotaseen tehokaupat.

Kulutustaseen tasepoikkeama = tasevastaavan kokonaistuotantosuunnitelma + kiinteät toimitukset + mitatut toimitukset (toteutunut kulutus) + kulutustaseen tehokaupat.

■ Taseraportointi

Käyttötunnin jälkeinen taselaskennan tulosten toimitus sähkökauppojen osapuolille.

■ Taseselvittäjä

Osapuoli, joka osallistuu jonkin sähköverkon osan tai sähkökaupan osapuolen sähkötaseen selvittämiseen ja välittää muille taseselvittäjille niiden taseselvityksessä tarvitsemia tietoja.

■ Taseselvitys

Käyttötunnin jälkeen tapahtuva toteutuneiden tuotantojen, kulutusten ja sähkökauppojen selvittäminen. Taseselvityksen tuloksena saadaan kunkin sähkökaupan osapuolen sähkötaseet.

■ Tasevastaava

Tasevastaavaksi kutsutaan sähkömarkkinoiden osapuolta, jolla on voimassa oleva tasepalvelusopimus Fingridin kanssa. Toisin sanoen osapuolen avoin toimittaja on Fingrid. (Jokaisella sähkömarkkinoiden osapuolella ja verkonhaltijalla on oltava yksi avoin toimittaja, joka tasapainottaa ko. toimijoiden sähkötaseen.)

■ Tasevastuu

Vastuu siitä, että sähkökaupan osapuolen tuotanto ja hankinta kattavat tämän kulutukset ja sähkön toimitukset kunkin tunnin aikana. Kaikki sähkökaupan osapuolet ovat tasevastuullisia. ■

Tasepalvelusopimukset jatkuvat entisin ehdoin

Fingridin ja tasevastaavien palvelusopimukset jatkuvat entisin ehdoin. Tasepalvelusopimukset laadittiin tasemallin muutoksen yhteydessä vuonna 2008. Silloin sopimukset tehtiin kahden vuoden määräajaksi. Lisäksi sopimukseen sisällytettiin mahdollisuus jatkaa sopimuksia yhdellä lisävuodella tekemällä erillinen lisäpöytäkirja.

Koska ei ole ollut nähtävissä mitään suuria sopimusten muutostarpeita, Fingrid päätti syksyllä jatkaa niitä eli käyttää lisävuosimahdollisuuden. Sopimuksen liitteenä olevaan sovellusohjeeseen tehdään pienimuotoisia tarkennuksia ennen vuodenvaihdetta, mm. päivitetään taseselvityksen raportointiajast vastamaan 1.1.2011 voimaan tulevaa työ- ja elinkeinoministeriön asetusta.

Tasepalvelusopimuksen hinnoittelua Fingridillä on mahdollisuus tarkistaa puolivuositain. Mahdolliset muutokset hinnoitteluun ilmoitetaan tasevastaaville sopimuksen mukaisesti kuukautta ennen niiden voimaan astumista eli marraskuun 2010 loppuun mennessä.

Fingridin tavoitteena on saada lisäpöytäkirjat allekirjoitetuksi sekä vakuumet uusituksi marraskuun aikana. ■

Vastakaupan periaatteita täsmennetään

Fingrid julkaisi viime vuonna hinta-alueselvityksen, jossa esitettiin vastakaupan lisäämistä ratkaisuna Suomen sisäisten pullonkaulojen hoitoon. Viime vuonna valmistuneiden verkon vahvistusten vuoksi kuluva vuosi on ollut siirtojen hallinnan kannalta suhteellisen helppo, eikä vastakauppaa ole jouduttu juurikaan käymään. Kuitenkin pidemmällä aikavälillä tilanteen nähdään kiristävän, ja siksi Fingrid näkee vastakaupan kehittämisen tärkeänä.

Vastakaupan periaatteiksi on ehdotettu mallia, jossa vastakauppaa tehdään 100 megawatin tasolle saakka. Vastakauppaa voidaan laajentaa 300 megawatin tasolle tilanteissa, joissa vastakaupparesurssi on tarjolla kohtuulliseen hintaan.

Yli 300 megawatin tasolla vastakaupan tehokas toteuttaminen vaikeutuu, joten tällöin tullaan rajoittamaan ulkomaankauppaa.

Vastakaupan toteutus on otettu tarkemmin selvitettäväksi, ja nyt työste-

tään mallia, joka vähentäisi vastakaupan vaikutuksia säätösähkömarkkinoille. Alustavat keskustelut uudelaistista vastakauppasopimuksista on jo aloitettu toimijoiden kanssa ja sopimukset pyritään saamaan solmittua vuoden 2011 alussa.

Vastakauppojen läpinäkyvyyttä tullaan lisäämään julkaisemalla Fingridin nettisivuilla vuoden 2011 aikana sekä vastakauppaperiaatteet että toteutuneet vastakaupat sisältäen määrät, kustannukset ja keskihinnat. ■



Piirroskuva toimitalon julkisivusta luoteeseen Läkkipäntielle.

Fingridin pääkonttori siirtyy Käpylään

Fingridin uusi pääkonttori nousee Käpylän aseman välittömään läheisyyteen Läkkipäntielle. Rakentamisesta vastaa YIT Rakennus Oy. Fingridin käyttöön tulevat tilat kattavat noin puolet uudisrakennuksesta, jonka laajuus on kokonaisuudessaan 14 000 m².

Fingridin käyttöön rakennettava toimistotalo on jatkoa naapurikiinteistössä sijaitsevalle YIT:n vuonna 2008 rakentamalle Duetto Business Parkille.

Toimitalokeskus hyvien kulkuyhteyksien varrella

Triotoksi nimetty talokokonaisuus sijaitsee kahden perinteisen asuinalueen, Käpylän ja Oulunkylän, rajalla Käpylän rautatieaseman ja Tuusulantien risteyksessä.

Käpylän aseman seutu on kehittynyt viimeisten 15 vuoden aikana merkittäväksi toimistokeskittymäksi; nykyisin alueella on noin 100 000 m² pääkonttori- ja kiinteistöjä.

Alueelta on hyvät kulkuyhteydet autolla: Hämeenlinnan moottoritie, Tuusulantie, Lahden moottoritie sekä Kehä I ovat kaikki alle viiden minuutin ajomatkan päässä. Julkiset yhteydet nojaavat pääratalinjan paikallisjuniin sekä Tuusulantien linja-autoyhteyksiin. Alueella on hyvät, pääväylien ja pääratalinjan suuntaisesti kulkevat pyörätiet.

Triotto-toimitalokeskus koostuu kahdesta erillisestä rakennuksesta, joita yhdistää valoisa sisäänkäyntiaula. Sisäänkäynti rakennukseen on järjestetty sekä lännen että idän puolelta.

Toimitalokeskuksen etelän puoleinen osa, ns. Talo 1, koostuu kaarevas- ta kuusikerroksisesta toimisto- osasta, jonka 1. kerrokseen sijoittuvat kokoustilat sekä yhteinen ravintola. Kerrokset 2.–5. ovat toimisto- ja työtilaa. Osin sisään vedettyyn 6. kerrokseen

Fingridille rakentuva toimitalo on ilmakuvasa keskellä näkyvä punainen kaareva rakennus.



sijoittuu mm. saunaosasto avarine kattoterasseineen.

Toimitalokeskuksen itäinen osa, ns. Talo 2, on suora 7-kerroksinen toimistorakennus.

Julkisivut betonia ja lasia

Toimisto-osien julkisivut ovat osin valko- ja väribetonielementtejä, osin järjestelmälasiseiniä. Kaareva eteläjulkisivu tehdään listattomasta lasijulkisivurakenteesta. Osa tästä julkisivusta on lämmöneristettyä umpiseinää. Umpiseinäosuuksien verhous on silkipainettua julkisivulasia, jonka taustalla on värillinen levytys.

Triotto-toimitalokeskuksen suora vaalea toimistosiipi liittyy aiemmin toteutettuun Dueton länsisiipeen sekä mittakaavaltaan että väreiltään.

Työt tontilla ovat alkaneet vanhojen hallirakennusten purkamisella, ja uudisrakentaminen käynnistyneet tammikuussa 2011. Toimistotalo valmistuu Fingridin käyttöön lokakuun lopulla 2012. ■

Verkkokeskuksen henkilöstöä suurhäiriöharjoituksen käytönpalautusvaiheessa, vas. Petri Vihavainen, Kimmo Kuusinen, Aki Hännikäinen, Arto Pahkin ja Petri Malkki.



Kuva: Eija Eskelinen

Fingridissä harjoiteltiin suurhäiriön varalta

Fingrid varautuu säännöllisin harjoituksin kantaverkossa tapahtuvaan epätodennäköiseen mutta mahdolliseen Suomea pimentävään vikatilanteeseen. Koko päivän kestäneeseen syksyn suurhäiriöharjoitukseen osallistui lähes 70 fingridiläistä yhtiön eri toiminnoista sekä myös ulkopuolisia tarkkailijoita. Harjoituksen tavoitteet saavutettiin kaikilta osin hyvin – valot palautuivat valtakuntaan.

Suurhäiriöharjoitusten tavoitteena on vahvistaa valmiuksia harvinaisen mutta mahdollisen Suomea pimentävän vikatilanteen hoitamiseksi nopeasti ja varmasti. Harjoituksissa testataan mm. kriisiviestinnän onnistumista, henkilöiden hälyttämistä, häiriöselvityksen johtamista ja tilanteen hallintaa yhteyskatkojen aikana. Tämänkertaisessa harjoituksessa kerättiin myös tietoa keväällä 2011 pidettävästä valtakunnallista harjoitusta varten.

Harjoituksessa pimennettiin Etelä-Suomi Naantali–Kuopio-akselin alapuolelta kahdella suunnitellulla 400 kV johdon siirtokeskeytyksellä sekä kahdella 400 kV johdon häiriöllä. Viat ja siirtokeskeytykset olivat sellaisia, että sähköjä ei pystytty palauttamaan Etelä-Suomeen 400 kV johtoja myöten. Lisäksi häiriössä katkesivat kolmen miehitetyn sähköaseman viestiyhteydet. Tämä antoi lisähaastetta sähköjen palautuksen suunnitteluun sekä häiriön keston arviointiin.

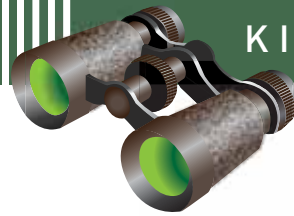
Harjoituksen tavoitteet täyttyivät hyvin. Voimajärjestelmä- ja verkkokeskus selvisivät simulaattorin haasteellisessa ympäristössä häiriöiden selvityksestä ja sähköjen palautuksesta esimerkillisesti. Kriisiviestintäkeskuksen tilannekuvan hallinta, toiminnan organisointi ja tiedottaminen sujuivat hyvin. Ensimmäistä kertaa harjoituksessa olivat mukana myös Itä-Suomen aluetukikeskus sekä teknisen tuen asiantuntijat. Lisämausteen harjoitukseen toivat eri rooleissa toimineet fingridiläiset ”avustajat”.

Harjoituksessa tehtyjen havaintojen ja kirjatun aineiston pohjalta varautumista suurhäiriöön ja kriisiviestintään kehitetään edelleen. Seuraavan kerran toimintaa suurhäiriötilanteissa testataan ensi toukokuussa valtakunnallisessa TOUKO 2011 -harjoituksessa, johon myös asiakkaat ja muut sidosryhmät osallistuvat. ■

Teksti: Reija Kuronen



Metsän sielu



Marraskuinen metsäpäivä on puolestaan. Istahdan kaatuneen puun rungolle ja katselen alakuloisen kaunista maisemaa. Havujen ja sammalen vihreä on syvää, vaaleat jäkälät hohtavat sateen tummentamilla rungoilla. Koivujen lehdettömät oksat piirtyvät graafisina harmaata taivasta vasten. Maa tuoksuu vahvasti, kosteus tuntuu raikkaana kasvoilla. Kaikki tuntuu pysähtyneeltä. Mitään ei tapahdu, kesän kiireet ovat jääneet kauas taakse.

Silloin hiljaisuus rikkoutuu pirteään ääneen: kilililit, tii tii kilililit. Se kuuluu ensin hieman kauempaa, suurten kuusten takaa, mutta on kohta jo lähellä. Töyhtötiainen lentää eteeni oksalle, nostaa hiippansa pystyyn ja toistaa sanomansa: kilililit, tii tii kilililit. Se katsoo minua hetken pää kallellaan, pyrähtää sitten puuhiinsa.

Pian paikalla on koko parvi: kolme töyhtöpäätä, puolenkymmentä mustalakkista hömötiaista ja muutama kuusitiainen. Korkealta puista kuuluu vielä hippiäisten hentoa piiskutusta. Linnut hääreävät oksistossa, tutkivat runkojen rakosia pudottautuen välillä varvikkoon jonkin näkemänsä perään. Ne pyöriivät hetken ympärilläni, jatkavat sitten matkaansa. Metsä nielee niiden pienet äänet, on taas hiljaista, vain kevyt tuuli humisee latvustossa.

Mitä olisi loppusyksyn metsäpäivä ilman tiaisia? Niiden kohtaamiseen kiteytyy paljon marraskuun tunnelmasta. Niiden loppumaton energia valaa uskoa siihen, että kaikki alkaa taas alusta. Ensilumi tuo talven, sitten tulee kevät ja metsä täyttyy lintujen laulusta. Vaatimattomat tiaiset katoavat päälle hyökyvään elämänrunsauteen, mutta kun kierto lähestyy taas loppuaan, niiden merkitys korostuu. Jokainen kohtaaminen on päivän kohokohta.

Mitä olisi loppusyksyn metsäpäivä ilman tiaisia? Niiden kohtaamiseen kiteytyy paljon marraskuun tunnelmasta. Tiaisten loppumaton energia valaa uskoa siihen, että kaikki alkaa taas alusta.

Pidän kaikista kolmesta, mutta töyhtötiainen on suuri suosikkini. En voi ihan heti kuvitella kauniimpaa lintua. Sen ei tarvitse koreilla väreillä, lämmän ruskea, musta, valkoinen ja harmaan sävyt riittävät. Sen töyhtö on pystyyn nostettuna kuin metsätontun hiipalakki, ja sen avulla lintu ilmaisee selkeästi mielialojaan. Ilmeikkäämmäksikään ei lintu hevin voi tulla. Ja mikä ääni sillä onkaan, niin täynnä energiaa ja innostusta.

Minulla on lievää taipumusta eläinten inhimillistämiseen, mutta useimmat linnut eivät anna siihen pienintäkään aihetta. Töyhtötiaisen kanssa on toisin. Joskus olen vakuuttunut, että metsän tonttu minua siinä katselee. Se on vain hetkiseksi lainannut pienen tintin hahmon. Se tulee uteliaana tervehdymään, killittää pää kallellaan ja juttelee metsän asioita, tohkeissaan uutisensa tärkeydestä. Se on metsän sie-

lu. Se auttaa meitä näkemään metsän puilta, kurkistamaan sinne salatummalle puolelle.

Jatkan matkaani ja kohtaan parven kauempana uudelleen. Linnut kiertelivät metsäänsä ja tekevät puiden okistoon pikkuisia ruokavarastoja talven varalle. Niillä on kiire. Kaivan tasakusta pähkinämurskaa ja ojennan käteni. Linnut tuntevat minut, ja hömösekä kuusitiaiset pyrähtävät oitis sormenpäähän nappaamaan murusen nokkaansa. Töyhtötiaiset eivät tule, eivät vielä. Ne pitävät pientä välimatkaa, mutta viikon parin päästä olen lunastanut niiden luottamuksen. Pidän tuostakin piirteestä. Katsellaan hetki, ennen kuin lähdetään mukaan kaikenlaisiin hömpötyksiin.

Laitan pähkinää kannon nokkaan ja istahdan metrin päähän. Töyhtötintit ovat heti paikalla ja hääreävät muiden mukana kuljettaen murusia lähipuiden naavoihin. Pähkinät katoavat nopeasti ja karistan pussinpohjat kannolle. Jatkan matkaani. Yksi töyhtöpäistä pyrähtää perääni tarkistamaan, mahdanko jättää pähkinää johonkin muualle. Se katsoo vielä minua silmiin ja tirauttaa pirteät jäähyväiset. Sitten se pyrähtää takaisin tovereidensa luo.

Metsä sulkeutuu. On taas pysähtynyt marraskuun päivä. ■



Lehtemme kolumnisti Heikki Willamo on karjalohjalainen valokuvaaja, kirjailija ja toimittaja. Hän on julkaissut useita luontokirjoja niin lapsille kuin aikuisille; viimeisimpiä teoksia ovat Hirven klaani (Otava 2005), Pyhät kuvat kalliossa (yhdessä Timo Miettisen kanssa, Otava 2007) ja Huuhkajavuorella (yhdessä Leo Vuorisen kanssa, Maahenki 2008). Heikki Willamon erityisiä kiinnostuksen kohteita ovat eteläsuomalainen metsäluonto, pohjoinen kalliotaide ja eläimiin liittyvät myytit.

Pohjoismaiset ja läntisen Keski-Euroopan sähkömarkkinat entistä tiiviimmin yhdessä

Läntisen Keski-Euroopan eli Saksan, Ranskan ja Benelux-maiden sekä Pohjoismaiden kantaverkkoyhtiöt, sähköpörssit ja European Market Coupling Company EMCC ovat yhteistyössä sopineet sähkömarkkinoiden yhdistämisestä.

Saksan ja Pohjoismaiden välistä siirtokapasiteettia jaetaan markkina-alueiden välillä entistä tehokkaammin 9.11.2010 alkaen. Käyttöön otettava menettely perustuu malliin, jota sovelletaan nykyisin Saksan rajoilla Tanskaan ja Ruotsiin nähden.

Tavoitteena on korvata tämä väliaikainen menettely parin vuoden sisällä pysyvällä menettelyllä, jossa nykyisen pohjoismaisen Elspot-markkinan tapaan määrätään samalla laskennalla alueelliset hinnat ottaen huomioon alueiden välinen siirtokapasiteetti. Tämä pysyvä menettely tulee kattamaan ainakin läntisen Keski-Euroopan, Englannin ja Pohjoismaat. ■



Kuva: FutureImageBank

Puiteohjeiden ja verkkosääntöjen laatiminen hyvässä vauhdissa EU:ssa

EU:n sähkön sisämarkkinoiden kehittämiseksi laaditaan paraikaa puiteohjeita ja niihin pohjautuvia verkkosääntöjä. Kolmannen lakipaketin mukaan Euroopan komissio antaa valvontaviranomaisten virastolle ACER:lle tehtäväksi laatia puiteohjeet, joiden pohjalta kantaverkkoyhtiöiden yhteistyöjärjestö ENTSO-E tekee tarkemat verkkosäännöt.

Muodollisesti puiteohjeiden laatiminen alkaa vasta, kun ACER aloittaa toimintansa maaliskuussa 2011, mutta nykyinen viranomaisten yhteistyöelin ERGEG on jo alkanut puiteohjeiden laatimisen ja ENTSO-E vastaavien verkkosääntöjen valmistelun. Toisaalta komissio voi laatia itse ilman yllä kuvattua menettelyä sitovia suuntaviivoja.

Hiljattain on jo päättynyt julkinen kuuleminen ERGEGin laatimasta verkkoon liittymistä koskevasta puiteohjeesta. Sen pohjalta ENTSO-E laatii voimantuotannolle asetettavia verkkoonliittymissääntöjä. Liittymissäännöt asettavat teknisiä vaatimuksia voimalaitosten toiminnalle. Teknisten, esim. laitosten loistehokapasiteettiin sekä jännite- ja taajuussäätöominaisuuksiin liittyvien vaatimusten lisäksi säännöt sisältävät mm. voimalaitostietojen

dokumentointiin, laskentamalleihin sekä mittauksiin liittyviä vaatimuksia.

Sähkömarkkinoiden osalta on käynnissä ERGEGin julkinen kuuleminen puiteohjeista, jotka koskevat siirtojen hallintaa ja toisaalta markkinatietojen läpinäkyvyyttä. Puiteohje siirtojen hallinnasta esittää siirtokapasiteetin optimaalisen käytön periaatteet, määrittää siirtokapasiteetin laskentaprosessin, vaatimukset yhteiselle verkkomallille ja sähkömarkkinoiden tarjousalueiden rajauksen.

Luonnos edellyttää siirtokapasiteetin jaon day ahead -markkinalla tehtäväksi huutokaupalla, jossa energia ja siirtokapasiteetti määrätään samanaikaisesti ja samalla laskennalla. Laskennan tulisi perustua rajahinnotteluun, ja kantaverkkoyhtiöiden olisi taattava markkinoille antamansa siirtokapasiteetit. Puiteohje antaa myös

pitkien fyysisten ja finanssisopimusten periaatteet sekä päivänsisäisen markkinan (Elbas) pelisäännöt. Komission suuntaviivat markkinatietojen läpinäkyvyydestä toistavat pitkälti sitä, mihin Pohjoismaissa on jo totuttu.

Käyttötoimintaa koskien ERGEG valmistelee puiteohjetta käyttövarmuuden hallinnasta ja ENTSO-E vastaavia periaatteita käyttövarmuuden turvaamiseksi. Periaatteet koskevat käyttövarmuuden teknistä hallintaa kuten vikoihin varautumista ja häiriöiden hallintaa, jännitteiden ja taajuuden ylläpitoa, järjestelmäsuojausta, käytön suunnittelua, käyttötoiminnan ylikansallista koordinoitua, tiedonvaihtoa, koulutusta, sähkön laatuksiteerejä jne. ENTSO-E on käynnistänyt myös käyttöreservien koskevan verkkosääntöjen valmistelun.

Komissiossa on tekeillä suuntaviivat day ahead -markkinan hallintomallista. Työ edennee rinta rinnan eurooppalaisen sähkömarkkinaintegraation kanssa. Tämän lisäksi komissio on jo hyväksynyt suuntaviivat kantaverkkoyhtiöiden välisten siirtojen korvaamiseksi; tältä perustalta kantaverkkoyhtiöt päivittävät vastaavan sopimuksen.

EU-valmistelutyöstä Fingridissä antaa lisätietoja Risto Lindroos. ■

Turpeella tuotetun lauhdesähkön tukimenettely muuttuu

Laki polttoturpeella lauhdutusvoimalaitoksissa tuotetun sähkön syöttötariffista tuli voimaan toukokuussa 2007. Lain voimassaolo päättyy vuoden 2010 lopussa.

Työ- ja elinkeinoministeriö valmistelee uutta turpeen syöttötariffilakia. Syöttötariffimaksun on nyt katsottu olevan veroluonteinen maksu, jota kantaverkkoyhtiö ei saa periä. Turpeen syöttötariffin hallinnointia hoitaisi ensi vuodesta lähtien Energiamarkkinavirasto. Rahoitus hoidettaisiin budjetti-rahoituksella vastaavasti kuin uusiutuvalle energialle suunniteltu syöttötariffi.

Tämän vuoden jälkimmäisen vuosipuoliskon laskutus kantaverkkoasiakkailta tehdään keväällä 2011, kun turpeen syöttötariffijärjestelyssä mukana olevilla tuottajilla on mahdollisuus jättää hakemuksensa. Tuottajat voivat jättää hakemukset kolmen kuukauden kuluessa maksatuskauden päättymisestä. ■



Kuva: Vastavalo

Vastaa kysymyksiin ja faksaa (numeroon 030 395 5196) tai lähetä vastauksesi postitse 7.1.2011 mennessä. Osoite: Fingrid Oyj, PL 530, 00101 HELSINKI. Merkitse kuoreen tunnus "VerkkoVisa". Palkinnoiksi arvomme kuusi kappaletta "Vanhoja suomalaisia puutarhoja" -kirjoja, tekijä **Eeva Ruoff**. Kirja kertoo yli 30 historiallisesta puutarhasta asiantuntevin esittelyin ja loisteliain kuvin. Voittajille ilmoitamme voitosta henkilökohtaisesti. Kysymysten vastaukset löytyvät tämän lehden jutuista.

1. Fingridin uuden, elokuussa 2012 valmistuvan varavoimalaitoksen sijaintipaikka on

- ☐ Kangasala
- ☐ Forssa
- ☐ Seinäjoki.

2. Kantaverkon nykyisistä 14 400 johtokilometristä on vedenalaista kaapelia

- ☐ 1 100 kilometriä
- ☐ 700 kilometriä
- ☐ 100 kilometriä.

3. Jos kantaverkossa taajuus laskee alle 50 hertsin

- ☐ sähkön tuotantoa lisätään
- ☐ sähkön tuotantoa vähennetään
- ☐ muutetaan verkon kytkentää.

4. Tornion Röyttään nousevan tuulivoimapuiston laitosyksiköiden siipien huippu lähentelee korkeudeltaan

- ☐ Puijon tornia
- ☐ Olympiastadionin tornia
- ☐ Näsinneulaa.

VerkkoVisa

Kilpailu Fingrid-lehden lukijoille

5. Sähköntuotannon vakavan häiriötilanteen sattuessa korvaava sähkö tulee aluksi ensisijaisesti

- ☐ Ruotsista
- ☐ Venäjältä
- ☐ Baltiasta.

6. Kirjainyhdistelmä KAH liittyy Fingridin toiminnassa

- ☐ työturvallisuuteen
- ☐ kantaverkon siirtöhäiriöihin
- ☐ voimajohtohankkeiden ympäristövaikutusten arviointiin.

Nimi

Osoite

Postitoimipaikka

Sähköpostiosoite

Puhelinnumero

Fingrid-lehden edellisen (2/2010) VerkkoVisan palkinnot ovat lähteneet seuraaville oikein vastanneille:

Nici Bergroth, Espoo; Sirkku Jokinen, Hämeenlinna; Ella Käck, Helsinki; Seija Lohikoski, Espoo; Pentti Pikkarainen, Oulu.



Hyvää Joulua ja Onnellista Uutta Vuotta

Tänä vuonna lahjoitamme joulutervehdyksiin
varaamamme summan Mannerheimin Lastensuojeluliitolle.

FINGRID OYJ

Arkadiankatu 23 B, PL 530, 00101 Helsinki • Puhelin 030 395 5000 • Faksi 030 395 5196 • www.fingrid.fi

Helsinki

PL 530
00101 Helsinki
Puhelin 030 395 5000
Faksi 030 395 5196

Hämeenlinna

Valvomotie 11
13110 Hämeenlinna
Puhelin 030 395 5000
Faksi 030 395 5336

Oulu

Lentokatu 2
90460 Oulunsalo
Puhelin 030 395 5000
Faksi 030 395 5711

Petäjävesi

Sähkötie 24
41900 Petäjävesi
Puhelin 030 395 5000
Faksi 030 395 5524

Varkaus

Wredenkatu 2
78250 Varkaus
Puhelin 030 395 5000
Faksi 030 395 5611