

Bettina Lemström, Hannele Holttinen & Matti Jussila

Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirtotarpeet ja -valmiudet

Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirtotarpeet ja -valmiudet

Bettina Lemström & Hannele Holttinen

VTT Prosessit

Matti Jussila

VTT Tuotteet ja tuotanto



ISBN 951-38-6529-0 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2005

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374

VTT Prosessit, Biologinkuja 3-5, PL 1601, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 493

VTT Processer, Biologgränden 3-5, PB 1601, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 493

VTT Processes, Biologinkuja 3-5, P.O.Box 1601, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 493

VTT Tuotteet ja tuotanto, Otakaari 7 B, PL 13022, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 5888

VTT Industriella system, Otsvängen 7 B, PB 13022, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 5888

VTT Industrial Systems, Otakaari 7 B, P.O.Box 13022, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 5888

Lemström, Bettina, Holttinen, Hannele & Jussila, Matti. Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirtotarpeet ja -valmiudet [The data communication requirements and capabilities of the management of distributed energy resources]. Espoo 2005. VTT Tiedotteita – Research Notes 2283. 62 s. + liitt. 10 s.

Avainsanat power generation, power consumption, distributed systems, energy measurement, energy systems control, data collection, accounting systems, power plants, remote control, maintenance

Tiivistelmä

Hajautetun tuotannon tiedonkeruu ja -siirto on nykyään kirjavaa ja vaihtelee paljon sekä voimalasta että toiminnosta toiseen. Tänä päivänä kootaan vielä paljon tietoa käsin ja toimitetaan eteenpäin postitse tai sähköpostitse mm. tullille ja tilastointia varten. Ala kehittyy nopeasti, ja demoja ja tutkimusta on paljon esim. EU-tutkimusohjelmissa.

Tavallisin suure, josta eri osapuolet ovat kiinnostuneita, on voimalan tuotanto. Se on perussuure ainakin verkon ja sähköjärjestelmän hallinnassa, voimaloiden yhteiskäytössä, energian myynnissä, verkkomaksuissa, verotuksessa ja tuotantotilastoinnissa. Lisäksi se kiinnostaa omistajia, osakkaita, kunnonvalvontaa jne. Tänä päivänä energianmittaus on usein kaksinkertainen: tuotantotiedot tallennetaan sekä voimalan kontrolleriin että laskutusmittariin. Jos tuotantotiedon käsittely ja tiedonsiirto hoidettaisiin keskitetysti ja vielä automatisoitaisiin, etenkin omistaja säästyisi paljolta työltä. Kehittyneellä laskutusmittarilla voi mitata ja seurata myös muita suureita ja tapahtumia kuin vain pätö- ja loistehoja. Tärkeimmät ovat sähkön laatuun liittyvät suureet ja esimerkiksi sähkökatkosta ilmoittaminen.

Toinen tärkeä kokonaisuus on voimalaitoksen valvonta ja ohjaus. Tällä puolella ollaan selvästi siirtymässä enemmän kaukokäyttöön ja kunnonvalvontaan, mikä lisää huomattavasti tiedonsiirron määrää ja tiedon analysointitarpeita. Muita toimintoja ovat laitoksen olosuhteisiin liittyvät tiedot, joita voidaan käyttää hyödyksi erilaisissa malleissa ja tilastoissa sekä tiedottamisessa. Lisäksi tiedonsiirtoa voidaan käyttää hyväksi sekä polttoainetoimitusten että erilaisten automaattisten hälytysten ohjelmoimiseksi.

Mittausjärjestelmän ja -tietojen on oltava yhteensopivia tietoja käyttävien osapuolten muiden järjestelmien kanssa. Uutta formaattia ei kannata keksiä, vaan esimerkiksi verkonhaltijan intressissä on, että tuotantolaitosten tiedot ovat formaatiltaan vastaavanlaisia kuin sähkön kuluttajien tiedot.

Lemström, Bettina, Holttinen, Hannele & Jussila, Matti. Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirto-tarpeet ja -valmiudet [The data communication requirements and capabilities of the management of distributed energy resources]. Espoo 2005. VTT Tiedotteita – Research Notes 2283. 62 p. + app. 10 p.

Keywords power generation, power consumption, distributed systems, energy measurement, energy systems control, data collection, accounting systems, power plants, remote control, maintenance

Abstract

The data communication requirements and capabilities of distributed energy resources varies today a lot with the considered type of power plant and information. A lot of the reporting is still done manually for statistics or state authorities for example. However, the branch is developing fast, with demonstration and R&D projects in national and EU research programmes.

The production of a power plant is basic information used in energy trade, grid tariffs, taxation, production statistics as well as grid and electricity system operation. With an advanced billing metering solution, active and reactive power as well as power quality and power failures could be monitored.

The monitoring and control of distributed power plants is developing towards remote use and condition monitoring. This increases the amount of data communication and the needs for data analyses. The meteorological conditions collected by the power plants can also be used for simulations models and statistics. Advanced data communication solutions can further be used for automatic alarms and fuel delivery applications.

Alkusanat

Tämä julkaisu on valmistunut osana Tekesin Hajautettujen järjestelmien DENSITY-ohjelman hanketta *TCP/IP-arkkitehtuuri hajautetun energiajärjestelmän ohjaukseen ja valvontaan*. Tässä raportoidaan osatehtävän yksi sisältö: ”Hajautetun energiantuotannon hierarkkisessa ohjauksessa tarvittavien tiedonsiirtovalmiuksien ja -tarpeiden määrittely ja niiden mahdollistamien toimintojen ja palvelujen kartoitus”. Tiedonsiirtovalmiudet ja -tarpeet määritellään ja mahdolliset toiminnot ja palvelut kartoitetaan.

Raportin pääasiallinen kirjoittaja on dipl.ins. Bettina Lemström (VTT Prosessit). Dipl.ins. Matti Jussila (VTT Tuotteet ja Tuotanto) on kirjoittanut pääosin luvun 5, ja tekn. lis. Hannele Holttinen (VTT Prosessit) on kirjoittanut osia luvuista 6 ja 7 sekä koonnut yhteenvedon.

Projektiryhmä kiittää niitä pienvoimaloiden omistajia, jotka vastasivat kyselyyn tiedonkeruusta ja -siirrosta.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract	4
Alkusanat.....	5
1. Johdanto	9
1.1 Tavoite	9
1.2 Tehtävät	9
2. Tiedonkeruu ja -siirto tänä päivänä	11
2.1 Yleistä	11
2.2 Kysely tuottajille	12
2.2.1 Kauko-ohjaus ja etäseuranta	12
2.2.2 Mitatut ja tallennettavat suureet	13
2.2.3 Valvonta ja hälytykset	13
2.2.4 Muille tahoille välitettävä tieto	17
3. Osapuolet	18
4. Voimalan ja sähköverkon hallinta	20
4.1 Voimaloiden ohjausjärjestelmä.....	20
4.2 Tiedonsiirto omistajan valvomoon.....	22
4.3 Verkonhallinta.....	23
4.3.1 Verkon tilan seuranta ja tilaestimointi.....	23
4.3.2 Verkon kapasiteetin hyödyntäminen	24
4.3.3 Aktiivinen osallistuminen verkkonhallintaan	25
4.3.4 Verkon suojaus	27
4.3.5 Sähkön laadun seuraaminen.....	28
4.3.6 Tulevaisuuden verkot.....	30
4.4 Sähköjärjestelmän hallinta	31
4.5 Voimaloiden yhteiskäyttö.....	32
4.6 Energianhallintajärjestelmä	33
4.7 Virtuaalivoimala-ajattelu	35
5. Kunnonvalvonta ja huolto.....	37
6. Energian myynti, verotus ja laskutus.....	42
6.1 Laskutusmittaus.....	42
6.2 Kantaverkkomaksut.....	43

6.3	Sähkökauppa	43
6.4	Taselaskenta	44
6.5	Verotus	45
6.5.1	Polttoaineen valmistevero	45
6.5.2	Sähkön valmistevero	45
6.5.3	Sähköntuotannon tuki.....	46
6.6	Vihreä sähkö, sertifikaatit ja alkuperätakuu	46
6.7	Päästökauppa	48
7.	Muut mahdolliset toiminnot.....	49
7.1	Tuotannon ja olosuhteiden seuranta	49
7.2	Tiedottaminen.....	50
7.3	Laitos-, tuotanto- ja vikatilastointi	51
7.3.1	CHP-laitokset	51
7.3.2	Tuulivoimalat	52
7.3.3	Pienvesivoima	53
7.3.4	Biokaasulaitokset	53
7.4	Tuotannon ennustaminen.....	53
7.5	Etätukipalvelu.....	54
7.6	Valuma- ja vesitiedot.....	54
7.7	Polttoainetoimitus.....	54
7.8	Vaihtelevat tariffit	55
7.9	Hälytykset.....	55
7.10	Pienvoimalan paikannus.....	56
8.	Yhteenveto ja pohdintaa	57
	Lähdeluettelo	59

Liitteet

Liite 1 Tullin lomakkeet

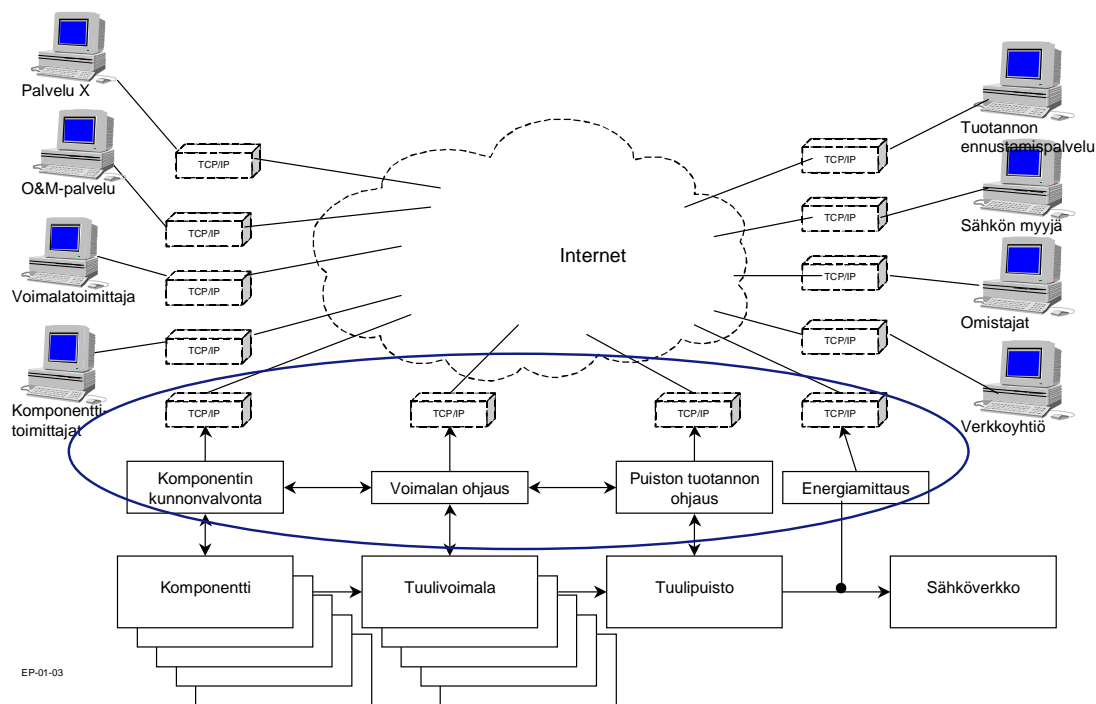
Liite 2 Kaukolämpötilaston Yleislomake 1, Kaukolämpötaselomake 2, Polttoainelomake 3, Talouslomake 5 ja Tuotantolaitoslomake 7.3 (Suomen Kaukolämpö ry), Kaukolämmön Pikatilastolomake (Suomen Kaukolämpö ry)

Liite 3 Tuulivoimaloiden tuotanto- ja vikatilastointilomake (VTT)

1. Johdanto

1.1 Tavoite

TCP/IP-arkkitehtuuri hajautetun energiajärjestelmän ohjaukseen ja valvontaan -projektin tavoitteena on toteuttaa hajautetulle sähköenergiajärjestelmälle monitasoinen automaatio- ja tiedonsiirtokokonaisuus, joka perustuu pakettikytkentäiseen TCP/IP-protokollaan ja mahdollistaa useiden erilaisten ja eritasoisten tiedonsiirtotekniikoiden sekä tietoverkkojen joustavan käytön samassa järjestelmässä. Kuvassa 1 on esimerkki järjestelmän kohteesta, potentiaalisista käyttäjistä ja näiden välisistä tiedonsiirtoyhteyksistä.



Kuva 1. TCP/IP-tiedonsiirto hajautetun energiatuotantojärjestelmän automaatiassa. Esimerkkinä tuulipuiston käyttöön liittyviä osioita.

1.2 Tehtävät

Projekti jakautuu kolmeen pääosaan:

1. hajautetun energiantuotannon hierarkkisessa ohjauksessa tarvittavien tiedonsiirtovalmiuksien ja -tarpeiden määrittelyyn ja niiden mahdollistamien toimintojen ja palvelujen kartoitukseen

2. monitasoisen ja objektiorientoituneen automaatio- tai tiedonsiirtoarkkitehtuurin kehittämiseen
3. koejärjestelmien rakentamiseen.

Tässä julkaisussa esitetään ensimmäiseen kohtaan kuuluvat asiat. Tiedonsiirtovalmiudet ja -tarpeet määritellään ja mahdolliset toiminnot ja palvelut kartoitetaan seuraavan jaot- telun mukaan:

- tuotetun energian valvonta, optimointi ja ohjaus; liittäminen sähkö- tai vihreän serti- fikaatin markkinoihin
- voimalan verkkoliittymän valvonta ja ohjaus normaalikäytön ja vikatilanteiden aikana
- voimalan ja sen osien kunnonvalvonnan mittaustarpeet ja kunnonvalvonnan liittämi- nen etäkäyttöön
- muut mahdolliset toiminnot.

Hajautetulla tuotannolla tarkoitetaan tässä hankkeessa pienvoimaloita, jotka on liitetty pien- tai keskijännitteiseen jakeluverkkoon ja jotka tuottavat sähköä rinnan muun sähkö- järjestelmän kanssa. Hankkeessa ei käsitellä puhtaasti varavoimana käytettäviä laitoksia eikä itsenäisiä järjestelmiä (kesämökkejä, majakoita, linkkiasemia) syöttäviä voimaloita. Voimaloiden koko on sähköteho- na ilmaistuna muutamista kilowateista muutamaa kymmeneen megawattiin. Osa voimaloista tuottaa pelkästään sähköä, toiset sähköä ja lämpöä. Tuotantomuotoja ja -teknologioita on runsaasti: vesi- ja tuulivoima, dieselko- neet, mikroturbiinit, stirling-koneet, aurinko- ja polttokennot ja niin edelleen.

Suomessa on runsaat 150 vesivoimalaa, joiden nimellisteho on alle 10 MW. Tuulivoi- maloita on yhteensä 91, ja ne ovat kooltaan 65 kW – 3 MW. Alle 10 MW:n sähköteho- olevia, kaukolämpöverkkoon lämpöä toimittavia CHP-laitoksia on nelisenkymmentä. Teollisuuslaitoksissa tai niiden yhteydessä on suunnilleen saman verran alle 10 MW:n sähköteho- CHP-laitoksia, mutta teollisuuslaitoksen ollessa iso niiden voimalat tuskin ovat jakeluverkkoon liitettynä. Vajaat puolet kaukolämpöverkkoon liitetyistä CHP- laitoksista käyttää maakaasua polttoaineena, muita tavallisia polttoaineita ovat polttoöljy, turve, teollisuuden puutähteet ja biokaasu. Biokaasulaitoksia on maassa noin 50, joista vain osa tuottaa sähköä. Sähkö kulutetaan useimmiten kokonaan laitoksen muissa proses- seissa, ja vain muutamalla jää sähköä myyntiin. Sähköverkossa on jonkun verran myös dieselvoimaloita. Polttokennolaitoksia on vasta koe- ja demonstraatiokäytössä.

2. Tiedonkeruu ja -siirto tänä päivänä

2.1 Yleistä

Suomessa hajautettujen tuotantolaitosten määrä on suhteellisen vaatimaton kokonaisteholtaan, joskaan ei lukumäärällisesti. Vanhemmista pienvoimaloista suurin osa on tai on ollut saman sähköyhtiön omistuksessa ja hallinnassa kuin paikallinen sähköverkko. Paikoitellen sähköverkon rakentaminen on jopa lähtenyt vesivoimalalta. On odotettavissa, että eri puolille jakeluverkkoa liitetyt tuotantolaitokset yleistyvät entisestään myös Suomessa. Tulevaisuudessa yhä useampi pienvoimala on jonkun ulkopuolisen tuottajan omistuksessa.

Erilaisen taustan takia voimaloiden valvontaan, ohjaukseen ja etäkäyttöön liittyvä käytäntö on hyvin kirjavaa. Toisilla on pelkkä paikan päällä luettava energiamittari, toisilla pitkälle automatisoidut järjestelmät. Voimalaitoksista kerätään erinäisiä tietoja omaan käyttöön, mutta niitä toimitetaan myös viranomaisille ja muille ulkopuolisille tahoille. Tiedon siirtäminen ja saattaminen oikeaan muotoon vaatii usein käsityötä, usein päällekkäistäkin, koska tahoilla on eri vaatimukset formaatin, toimitusvälin tms. suhteen. Tiedonkeruu on enemmän tai vähemmän räätälöity kunkin osapuolen tarpeiden mukaan. Yhdessä kohteessa saatetaan mitata ja tallentaa samoja suureita rinnan eri tarkoituksiin.

Hajautettujen laitosten tuotannon tiedonkeruu ja -siirto kehittyvät uusien voimaloiden myötä erittäin nopeasti, mikä mahdollistaa jatkuvasti uusia toimintoja ja palveluja. Näitä toimintoja ja palveluita sekä tiedonsiirtoon liittyviä tekniikoita selvitetään, kehitetään tai sivutaan useassa kansainvälisessä tutkimushankkeessa:

- CRISP, EU-tutkimusprojekti, jonka aiheena on älykkään informaatio- ja tietoliikenneteknologian käyttö hajautettua tuotantoa sisältävien sähköverkkojen hallintaan /1/
- BUSMOD, EU-tutkimusprojekti uusista, hajautettuun tuotantoon liittyvistä liiketoimintamahdollisuuksista, joissa mm. hyödynnetään IT-teknologiaa /2/
- DISPOWER, EU-tutkimusprojekti, jossa tutkitaan ja demonstroidaan perusratkaisu- ja teknisiin ongelmiin verkoissa, joissa on hajautettua tuotantoa /3/
- SUSTELNET, EU-tutkimusprojekti, jossa kehitetään tiekarttaa hajautetun tuotannon integroimiselle ja kestävän kehityksen sähköjärjestelmälle /4/
- ENIRDGnet, EU-tutkimusprojekti, jossa kerätään tietoa, selvitetään esteet ja ehdotetaan suosituksia hajautetun tuotannon ja uusiutuvien energialähteiden käyttöön- otolle ja yleiselle hyväksynnälle /5/
- CLEVERFARM, EU-tutkimusprojekti, kehitti menetelmää, jossa tuulipuistoon voidaan asentaa erilaisia toimintoja tarpeesta riippuen ja jossa yhteys tuulipuistoon oletetaan tapahtuvaksi Internetin kautta. Esimerkkejä toiminnoista ovat tuotannon

ennusteet, kunnonvalvonta, vikojen ennustaminen, videokameravalvonta sekä tiedon keruu ja siirto. Tanskalaisen tutkimuskeskuksen Risørn demonstraatio jatkuu Lollandin tuulipuistossa. Kahdessa tutkimushankkeessa tehdään kunnonvalvontaa Cleverfarm-konseptille. /6, 7/

- ScadaOnWeb, EU-tutkimusprojekti, määrittelee avoimen TCP/IP-perusteisen tiedonsiirtorajapinnan teknisen SCADA-tyyppisen tiedon siirrolle /8, 9/. Potentiaalisina käyttäjinä projekti mainitsee hajautetun tuotannon, sähkömarkkinaosapuolet, viiranomaiset jne.

2.2 Kysely tuottajille

Hankkeessa lähetettiin joukolle pienvoimaloiden omistajia kysely voimaloiden tiedonkeruusta ja -siirrosta. Kymmenen yritystä vastasi kyselyyn. Vastaukset kattavat yhteensä seitsemän vesivoimalaa, 20 tuulivoimalaa, yhden biokaasulaitoksen ja yhden jyrsin-turpeella käyvän CHP-laitoksen. Voimaloiden sähkötehot ovat välillä 0,2–6,0 MW.

2.2.1 Kauko-ohjaus ja etäseuranta

Mitkään kyselyssä mukana olleista voimaloista eivät ole (tai tule olemaan) jatkuvasti miehitettyjä. Kahta lukuun ottamatta kaikki ovat kauko-ohjattavia. Biokaasulaitos sijaitsee omistajan maatilalla, joten kauko-ohjaustarvetta ei siten ole samalla tavalla kuin syrjämpänä olevilla voimaloilla. Yksi kyselyn voimaloista on jatkuvasti miehitetty, mutta sitä muutetaan lähitulevaisuudessa ajoittain miehitettyksi, jolloin se myös tehdään kauko-ohjattavaksi.

Valtaosassa voimaloita on mahdollisuus etäseurantaan ja tietojen etäluku on mahdollista. Kaikki omistajat ja seitsemässä tapauksessa kymmenestä myös paikallinen verkkonhaltija pääsevät seuraamaan voimaloita. Verkonhaltija on usein myös se taho, joka valvoo voimalaa ja sen toimintaa. Tuulivoimaloiden ja biokaasulaitoksen kohdalla myös voimalan valmistaja tai toimittaja pääsee etäseuraamaan toimittamiensa voimaloiden tilaa ja toimintaa. Kunnossapidosta vastaava yritys pääsee neljässä tapauksessa kymmenestä ja sähkötaseen ylläpitäjä yhdessä tapauksessa etäseuraamaan ja -lukemaan voimaloiden tietoja.

Viestiyhteys voimalaan on useimmiten toteutettu modeemilla puhelinverkkoa käyttäen. Muutamat omistajat ilmoittavat käyttävänsä yleistä tai omaa radioverkkoa ja pari valokuitua. Sähköverkkoa viestiyhteytenä ei käytä kukaan näistä.

2.2.2 Mitatut ja tallennettavat suureet

Kaikissa kohteissa mitataan ja tallennetaan pätö- ja usein myös loisenenergiat laskutusmittariin. Laskutusmittari mittaa joko verkkoon syötetyn ja verkosta otetun energian, eli voimalan nettotuotannon, tai erikseen tuotetun energian ja omakäytössä kulutetun energian, eli bruttoenergiat. VTT:n vuonna 2001 verkonhaltijoille ja tuotantolaitoksille osoitetun kyselyn mukaan nämä kaksi mittaustapaa ovat suunnilleen yhtä yleisiä. Pieni osa vastaajista mittaa sekä brutto- että nettotehot tai nettotehot ja omakäyttösähkön. Pienissä kohteissa mitataan vain energiamäärät kumulatiivisesti, joissain isommissa tallennetaan tuntikeskitehot. Tehotietoja tallennetaan usein myös voimalan kontrolleriin. Tallennusväli voi olla tiheämpi kuin yksi tunti, esimerkiksi 10 min, ja jakson keskitehon lisäksi tallentuu mahdollisesti myös jakson suurin ja pienin lukema.

Tietoa kertyy paljon, joten kaikkea ei säilytetä ikuisesti. Esimerkiksi eräissä vanhemmissa tuulivoimaloissa bruttotuotannon tuntitehot säilyvät vuorokauden, vuorokausituotanto 30 päivää ja kuukausituotanto ikuisesti. Lisäksi vuorokausiraportti, jossa on tiheämmin tallennettuja virta-, pätöteho-, tehokerroin- ym. tietoja säilytetään 30 vuorokautta. Näitä tietoja käytetään lähinnä vikojen selvittelyssä.

Vesivoimaloissa seurataan vedenkorkeuksia eri kohdissa patoa ja voimalaa, patoluukkujen asentoa, virtaamaa ja ohijuoksutusmääriä. Muita seurattavia suureita ovat generaattorin pätö- ja loisteho, kierrosnopeus, virta ja laakerilämpötila, verkon taajuus ja kiskojännite. Myös sisä- ja ulkolämpötilaa seurataan yleensä. Erilaista tapahtumahistoriaa, kuten käynnistys- ja pikasulku tietoja, tallennetaan myös. Tallennetuista tiedoista voi poimia erilaisia raportteja, esimerkiksi kuukausi- ja vuorokausi tai tuntiraportteja.

Biokaasulaitoksessa tallentuvat lämpötilat eri kohdissa prosessia, kaasun metaanipitoisuus, polttimien, pumppujen ja poistoventtiilin päälläoloaika ja mahdolliset häiriöt voimalan tietokoneelle.

CHP-laitoksessa mitataan ja tallennetaan pätötehotuotanto, omakäyttösähkö, tuotettu lämpöenergia, vedenkulutus ja tuhkamäärät.

2.2.3 Valvonta ja hälytykset

Erilaiset hälytykset ja ilmoitukset siirtyvät automaattisesti voimalasta verkonhaltijan keskusvalvomoon tai muulle taholle, joka valvoo voimalaa. Hälytykset menevät yleensä valvomon tietokoneille, yhdessä tapauksessa valvojan kännykkään. Yksi omistaja kertoo hälytysten menevän valvojan lisäksi tiedoksi myös voimaloiden valmistajalle.

Valvottavat suureet, tilanteet ja tapahtumat vaihtelevat luonnollisesti vahvasti voimalatyyppin mukaan. Suureiden lukumäärä on usein hyvin suuri, jopa useita satoja.

Kyselyssä mukana olleelta CHP-laitokselta menee hälytys laitoksen valvojalle, kun lämpötilat ja paineet eri kohdissa prosessia ylittävät tai alittavat niille asetetut rajat. Lisäksi järjestelmä seuraa savukaasujen happimäärää ja noin sataa muuta tila- ja muuta tietoa.

Vesivoimaloiden hälytykset riippuvat jonkun verran laitoksen koosta ja iästä. Sähköasemalla seurataan muuntajan toimintaa (kaasurelettä, käänkiytkimen painerelettä, moottorihjaimen lämpörelettä ym.), katkaisijan laukeamista, ylivirtaa, lähdön ja kiskon maasulkua ja aseman tasasähkösyötön jännitettä. Generaattorissa valvotaan lämpötilaa ja ylikuormittumista. Turbiinihäiriöstä ja voimalassa olevasta hydraulikkahäiriöstä lähtee myös hälytys. Vesivoimalassa voi olla palohälytysjärjestelmä, ja valvojalle voi lähteä ilmoitus, jos esimerkiksi jokin ovi on auki tai konosalissa on liikettä.

Tuulivoimaloilla on nykyään hyvin monipuoliset valvonta- ja hälytysjärjestelmät. Vikailmoitusyitä on toista sataa, ja ne voidaan luokitella voimalavioiksi, verkkovioiksi, olosuhde- ja ympäristövioiksi sekä toimenpideilmoituksiksi. Tavallinen valvottava suure voimalassa on lämpötila. Etenkin korkea lämpötila aiheuttaa voimalan automaattisen pysäytyksen, kunnes lämpötila on laskenut, mutta muutamassa tapauksessa myös liian alhainen lämpötila pysäyttää voimalan (esim. kylmä laakeriöljy, konehuone). Lämpe-
nemistä seurataan monessa eri komponentissa ja paikassa: kääntömoottoreissa, levyjar-
ruissa, lapakulmasäädössä, vaihteistossa, vaihteistolaakereissa, vaihteistoöljyssä, gene-
raattorissa, konehuoneessa, kondensaattoriparistoissa, muuntajassa, voimakapeleissa
jne. Kriittisimmistä kohteista menee erillinen yllälämpenemishälytys valvojalle, muissa
tapauksissa pelkästään ilmoitus siitä, että voimala on pysähtynyt.

Tuulivoimala hälyttää, kun lapojen tai generaattorin pyörimisnopeus on liian suuri, esiintyy ylituotantoa, tuuli on erittäin kova tai värähtely- tai salama-anturi aktivoituu. Automaattisesta, kauko- tai käsin pysäytyksestä sekä jarrujen aktivoitumisesta menee ilmoitus valvojalle. Joillekin toiminnoille voi asettaa ylärajat lukumäärille tai yhtäjaksoisen toiminnan kestolle, esim. jarrujen tai hydraulipumpun käytölle.

Sen lisäksi, että tuulivoimala valvoo toimintaansa, se valvoo myös antureiden toimintaa. Vika pyörimisnopeusanturissa, voimalan suunta-anturissa, anemometrissa tai tuulen suuntaviirissä aiheuttaa hälytyksen ja voimalan pysäytyksen. Kontrolleri vertailee voimalan tehoa ja tuulennopeutta, ja yhdistelmä, jossa teho on esimerkiksi yli 100 kW mutta anemometri näyttää alle 3 m/s, aiheuttaa hälytyksen ja pysäyttää voimalan.

Tuulivoimala pysähtyy automaattisesti, jos voimalan kontrolleriin tulee tieto yli- tai alijännitteestä, ylivirrasta, taajuuspoikkeamasta tai virran tai jännitteen epäsymmetriasta.

Valvomoon menee tieto laitoksen pysähtymisestä mutta ei suoraan sähköisten suureiden rajojen ylittymisestä. Voimala käynnistyy normaalisti, kun verkko on ollut tietyn ajan jälleen kunnossa. Viive on aseteltavissa, ja se voi olla esimerkiksi viisi tai kymmenen minuuttia. Kontrolleriin jää merkintä pysähdyksen syystä ja ajanhetkestä.

Jokaiselle valvottavalle toiminnolle tai suurelle asetetaan kriteerit eli suureen raja-arvo ja se, miten pitkän ajan raja-arvon tulee ylittyä tai alittua, ennen kuin järjestelmä ryhtyy toimenpiteisiin. Tuulivoimalassa toimenpiteitä ovat esimerkiksi hälytys, normaali pysäytys, hätäpysäytys ja automaattisen tuuleen kääntymisen esto. Valvottaville suureille annetaan nollausehdot ja -aika esimerkiksi siitä, että tapahtuma nollaantuu, kun verkkojännite on ollut normaali viiden minuutin ajan tai heti kun komponentin lämpötila alittaa tietyn arvon. Kuva 2 näyttää esimerkin erään tuulivoimalan hälytysluettelon ensimmäisestä sivusta.

Kaukoluettavissa voimaloissa valvotaan jatkuvasti myös sitä, että itse tiedonsiirto toimii. Valvojalle menee heti hälytys, jos tietoliikenneyhteys on poikki, paristojen tai akkujen jännite on matala tai esimerkiksi UPS-järjestelmässä on jokin vika.

ALARM LIST NM 750/48 50 Hz Standard

Error no.	Error text	Error condition	Error timer	Error limit	Normal voltage	Safety stop	Alarm call	Reset condition	Reset time	Reset value	Keyboard reset	Topbox reset	Remote reset	Auto reset
1	Grid splices	Phase - neutral voltage on one of the phases has exceeded max limit	0.1 sec.	450 V	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
2	Overvoltage	Phase - neutral voltage on one of the phases has exceeded max limit	60.0 sec.	440 V	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
3	Undervoltage	Phase - neutral voltage on one of the phases has been lower than min limit	60.0 sec.	320 V	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
4	Low frequency	The frequency has exceeded min limit	0.2 sec.	47.0 Hz	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
5	High frequency	The frequency has exceeded max limit	0.2 sec.	51.0 Hz	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
6	Phase sequence	Phase sequence error	250 times	0	Yes	No	Yes	When the phase sequence has been OK for 250 times	0	250 times	No	No	No	No
7	Grid drop, voltage	Phase - neutral voltage on one of the phases, has been less than min limit	0.1 sec.	260 V	Yes	No	No	When the grid has been OK for the reset time	300 sec.	0	Yes	Yes	Yes	Yes
8	Grid drop, current	Disabled	0	0	No	No	No	When the grid has been OK for the reset time	0	0	Yes	Yes	Yes	No
9	Phase asymmetric	If phase current in one of the three phases differs from the others by more than max limit	2.0 sec	kW > 300 = 20 % or kW < 300 = 80 %	Yes	No	Yes	When the grid has been OK for the reset time	0	0	Yes	Yes	Yes	No
10	Power recognized	Computer has been started up	0	0	No	No	No	After the reset time	60 sec.	0	No	No	No	Yes
11	Phase asymmetric voltage	If phase voltage in one of the three phases differs from the others by more than max limit	3.0 sec	10 %	Yes	No	Yes	When the grid has been OK for the reset time	0	0	Yes	Yes	Yes	No
12	Rotor overspeed	Rotor revolution has exceeded max limit	0	24 RPM	Yes	No	Yes	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
13	Generator overspeed 1	Generator revolution has exceeded max limit	0	1575 RPM	Yes	No	Yes	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
14	Generator overspeed 2	Generator revolution has exceeded max limit	0	1650 RPM	No	Yes	Yes	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
15	Overwind high	The windspeed has exceeded max limit	30 sec.	30.0 m/s	No	Yes	Yes	When the windspeed has been below the reset value for 10 minutes	0	18.0 m/s	Yes	Yes	Yes	Yes
16	Overproduction, light	The produced power has exceeded max limit	2 sec.	1050 kW	No	No	Yes	When the windspeed is below the reset value for 10 minutes	0	18.0 m/s	Yes	Yes	Yes	Yes
17	Gear oil hot	The temperature in the gear oil has exceeded max limit	60 sec.	75 C	Yes	No	Yes	When the gear oil temperature is below the reset value	0	70 C	Yes	Yes	Yes	No

Doc. No 4996096\M01LE TYPE 28\990623\Fejl type 28.doc - CD

- 1 -

Kuva 2. Esimerkkejä tuulivoimalan hälytyksistä /10/.

2.2.4 Muille tahoille välitettävä tieto

Lähes kaikki kyselyyn osallistuneet voimaloiden omistajat tai valvontaa hoitavat osapuolet välittävät tietoja eteenpäin usealle taholle. Tavallisia tahoja ovat

- voimayhtiö, jolle toimitetaan lähes reaaliaikaisesti vedenpinnan korkeus- ja muita tietoja vesivoimaloiden yhteiskäytön optimointia varten,
- Suomen ympäristökeskus, jolle vesivoimalat toimittavat virtaamatietoja esim. kerran tunnissa,
- tasevastaava, jolle toimitetaan tuotannon tuntitehoarvot,
- omistajat tai osakkaat, joille toimitetaan tuotannon tuntitehoarvot,
- verkonhaltija, jolle toimitetaan tuotannon tuntitehoarvot,
- tulli, jolle toimitetaan kuukausittaiset energiamäärät verolaskelmia varten,
- tilastointia hoitavat tahot (tuulivoimaloiden tuotanto- ja vikatilastojen ylläpitäjä (VTT), joille toimitetaan kuukausittain tietoja tuotannosta ja mahdollisista vioista).

Harvoin toimitettavat tiedot välitetään tilastojen ylläpitäjälle postitse tai sähköpostitse. Tietojen toimittaminen koetaan työläänä, sillä se vaatii usein lomakkeiden täyttämistä enemmän tai vähemmän käsityönä. Kerran päivässä tai useammin toimitettava tieto siirretään useimmiten sähköisesti ja se kulkee yleensä automaattisesti.

Yhteenvetona voi todeta, että kyselyssä mukana olevien pienivoimaloiden tiedonkeruu ja -siirto on huomattavan kirjavaa niin laajuudeltaan kuin tekniikaltaan. Voimaloissa seurataan ja tallennetaan yleisesti ottaen paljon erilaisia suureita ja tapahtumia. Erityisesti hälytystä aiheuttavia suureita on joissakin voimaloissa erittäin paljon.

3. Osapuolet

Kuten jo edellisissä luvuissa on tullut ilmi, on lukuisia osapuolia, jotka tarvitsevat tietoa tuotantolaitoksista. Näiden lisäksi on osapuolia, jotka ovat kiinnostuneita tai voisivat hyödyntää tuotantolaitoksista saatuja tietoa jollain tavalla:

- valmistajat (voimalan, komponenttien)
- omistaja
- huolto- ja kunnossapitoyritykset
- tuottaja, sähkön välittäjä
- sähkön ostaja
- polttoainetoimittaja
- tuotannon ennustemallia hoitava tah
- verkonhaltija
- järjestelmäoperaattori
- viranomaiset (esim. verotus)
- tuotanto- ja vikatilastoinnin ylläpitäjä (alan valtakunnallinen tms.)
- muut palveluntarjoajat: esim. säämittauksia muuhun tarpeeseen.

Jotkut osapuolet ovat kiinnostuneita pelkästään tietyn voimalan jostain komponentista, kun toisia kiinnostavat yksittäisten voimaloiden tiedot. Joillekin riittää voimalaryhmäkohtaiset tiedot esimerkiksi samassa sähköverkon liittymispisteessä olevista voimaloista. Järjestelmäoperaattori tarvitsee tietoja hajautetusta tuotannosta vain, mikäli tuotantolaitokset ovat isoja tai niitä on paljon. Taulukossa 1 on esimerkki eri osapuolten kiinnostuksesta tuulipuistoa ja yksittäisiä tuulivoimaloita kohti.

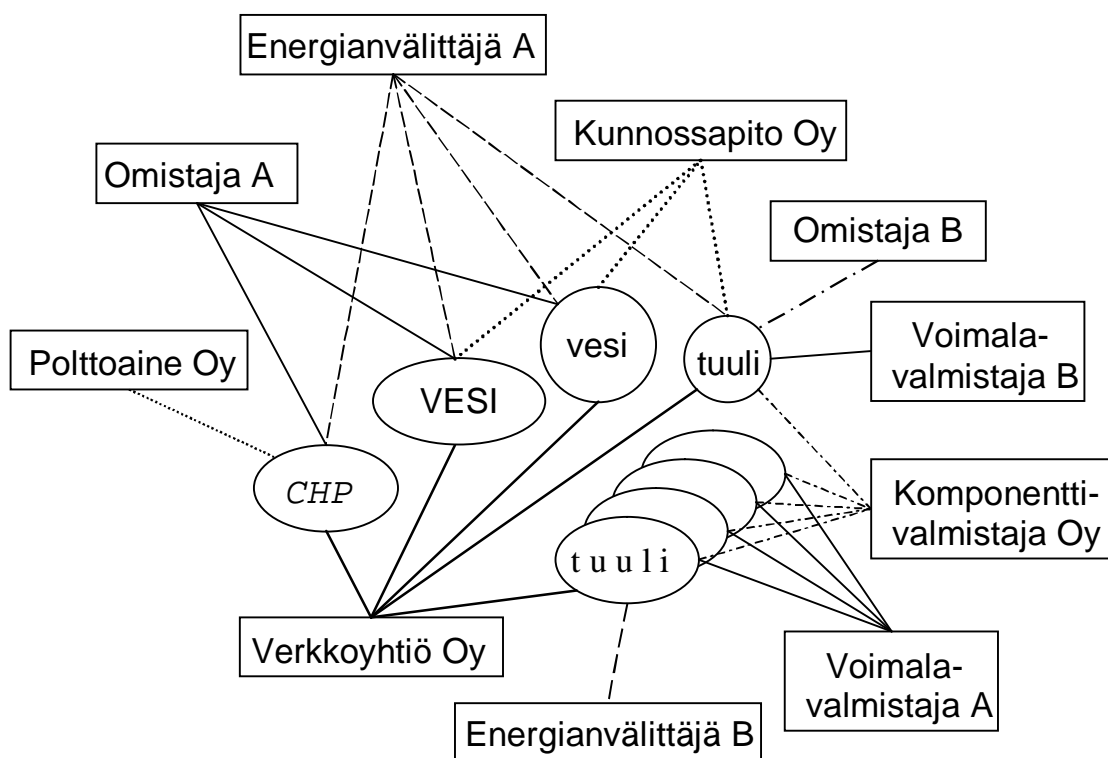
Taulukko 1. Osapuolten kiinnostus /11/.

Osapuoli	Voimalaryhmä (tuulipuisto)	Yksittäiset voimalat ja pienet ryhmät
Järjestelmäoperaattori	Kiinnostaa	Ei kiinnosta
Verkonhaltija	Kiinnostaa	Ei kiinnosta
Voimalan käyttäjä, kunnossapito	Kiinnostaa	Kiinnostaa
Omistaja	Kiinnostaa	Kiinnostaa
Muut (esim. sähkön myyjä)	Kiinnostaa	Kiinnostaa

Osapuolella voi olla seurattavana vain yksi tai vaikka kymmenen, tai sata kohdetta. Kohteet voivat sijata maantieteellisesti kaukana toisistaan tai kaukana toimijasta. Esimerkiksi komponentti- ja voimalavalmistajaa kiinnostavat kohteet voivat olla eri maissa tai jopa eri mantereilla.

Etäisyyksien lisäksi on muitakin asioita, jotka hankaloittavat tiedonkeruuta ja -saantia. Voimala- ja komponenttivalmistajan ongelmana on, että voimala/komponentti on jonkun toisen hallinnassa ja omistuksessa. Ajan myötä omistaja saattaa vaihtua tai komponentti vaihdetaan uuteen valmistajan tietämättä. Komponenttivalmistajat eivät välttämättä tiedä missä voimalat sijaitsevat.

Voimaloiden omistajilla, käyttäjillä ja kunnossapidosta huolehtivilla voi olla erittäin kirjava joukko voimaloita, mikä sekin voi olla hankalaa. Voimalat voivat olla eri-ikäisiä tai eri valmistajien toimittamia, ne voivat olla teknologialtaan tai tyypiltään erilaisia tai jopa eri energialähteitä käyttäviä. Voimaloiden mittaus-, taltiointi- ja tiedonsiirtojärjestelmät ovat tällöin helposti keskenään hyvinkin erilaisia ja eritasoisia. Kuva 3 esittää yksinkertaista esimerkin osapuolten ja tuotantolaitosten välisistä tiedonsiirtoyhteyksistä.



Kuva 3. Yksinkertainen esimerkki eri osapuolten kiinnostuksesta voimaloita ja voimalaryhmiä kohtaan.

4. Voimalan ja sähköverkon hallinta

Tässä luvussa käydään läpi missä voimalan ja sähköverkon hallintaan liittyvissä toiminnossa tarvitaan mitään tietoa voimaloista. Jo enemmän tai vähemmän vakiintuneiden toimintojen lisäksi käsitellään sellaisia toimintoja, joita tiedonsaanti pienvoimaloista mahdollistaa.

4.1 Voimaloiden ohjausjärjestelmä

Pienvoimaloiden ohjausjärjestelmän tehtävänä on ohjata voimalaa ennalta asetettujen ohjeiden mukaan olosuhteet ym. huomioiden, valvoa voimalan toimintaa ja hälyttää, jos jotain on vialla. Ohjausjärjestelmä koostuu tyypillisesti yhdestä tai useammasta tietokoneesta, jotka saavat tietoa erinäisistä mittauksista ja ohjaavat sen perusteella voimalaa ja sen toimintaa. Pienvoimaloissa on yhä useammin ohjausjärjestelmä, joka sekä mahdollistaa online-tietojen etäseurannan että sisältää joitakin kauko-ohjaustoimintoja, kuten ohjearvojen asettelun sekä päälle- ja poiskytkennän.

Tuulivoimaloissa on ollut havaittavissa kehitystä 1990-luvun aikana siinä, miten paljon tietoja ohjausjärjestelmään tallennetaan ja miten paljon toimintoja on mahdollista tehdä etäkäyttönä. 1990-luvun alussa rakennetussa Korsnäsin 4 x 200 kW:n tuulipuistossa on ollut mahdollista seurata laitosten tilaa modeemin kautta, mutta yksinkertaisetkin hälytykset on ohjelmoitu jälkeinpäin. Lisäksi häiriötiedot ovat tallentuneet puskureihin, jotka ovat joskus täyttyneet liian nopeasti. 1990-luvun lopulla rakennetussa Porin 8 x 1 MW:n tuulipuistossa on kaksi ohjelmistoa, toinen laitosten kaukovalvontaa ja -käyttöä varten ja toinen seurantaa varten, ja kaikki häiriö- ja tuotantotiedot tallentuvat tietokantaan. Esimerkiksi saksalaisissa Enercon-tuulivoimaloissa tallentuvat jatkuvasti kymmenen minuutin välein seuraavat suureet /12/:

- tuotannon keskiteho, suurin ja pienin hetkellisteho
- tuulen keskinopeus, suurin ja pienin hetkellisarvo
- tuotettu energia
- kumulatiivinen energiantuotanto
- pyörimisnopeuden keskiarvo, pienin ja suurin pyörimisnopeus sekä
- tiedot mahdollisista häiriöistä.

Tallennetuista mittaustiedoista saa haettua myös vuorokausi-, viikko-, kuukausi- ja vuosiarvot kaikista yllä luetelluista suureista.

Viime vuosina on räätälöity Internetin kautta toimivia ohjausjärjestelmiä, joissa saadaan määriteltyä eri oikeuksia eri osapuolille. On osapuolia, jotka saavat katsoa tietoja mutta eivät esimerkiksi kauko-ohjata laitosta. Tanskassa Kööpenhaminan edustalla sijaitsevan Middelgrunden 20 x 2 MW:n Bonus-voimalan tuulipuiston online-tiedot ovat kenen tahansa katsottavana Internetissä web-selaimella (Kuva 4).

Status			
Wind Speed		6.9	[m/s]
Power		541	[kW]
Yaw Angle		273	[°]
Rotor RPM		16	[RPM]
Generator		Generator online	
State		Turbine in Operation	
Clock		6.12.2004 - 9:30:00	
Temperatures			
Ambient		7	[°C]
Gear Oil		42	[°C]
Generator		25	[°C]
Electrical			
	Voltage	Current	
U	404 [V]	447 [A]	
V	404 [V]	442 [A]	
W	403 [V]	440 [A]	
Production Figures			
	This Month	Total	
Energy Generation	72 189	17 814 155	[KWh]
Production Time	124	27 268	[Hours]
Wind Speed Mean	6.8	5.7	[m/s]
Wind Speed Max	22.0		[m/s]

Kuva 4. Tuulivoimalan seuranta Internetissä on-line. Middelgrundenin tuulipuiston voimala T3 /13/.

Yksittäisen voimalan ohjausjärjestelmästä voidaan hakea tiedot esimerkiksi tuulipuiston SCADA-järjestelmään (Supervisory Control And Data Acquisition). Voimalan oman ohjausjärjestelmän päälle on myös rakennettu erilaisia lisätoimintoja omaavia ohjelmia. Esimerkkinä tästä on Cleverfarm-konsepti, joka on toistaiseksi tutkimuskäytössä lähinnä kunnonvalvontaan liittyen /6/. Toinen esimerkki on Prasantian ja Siemensin yhteistyö tuulipuiston hallintajärjestelmäksi, jossa Siemensin IT-järjestelmään integroidaan Prasantian tuulipuiston hallintaohjelmisto /14/.

4.2 Tiedonsiirto omistajan valvomoon

Etenkin, kun omistajalla on useita voimaloita, niiden seuranta helpottuu huomattavasti, jos omistajan valvomoon siirtyy automaattisesti ja säännöllisin väliajoin tietoa voimaloiden ohjausjärjestelmistä ja mahdollisista muista mittauksista.

Vapo Oy on toteuttanut tiedonsiirron kuudesta 750 kW:n tuulivoimalasta niin, että prosessitiedot ja 20 kV:n verkon sähkömittausten tiedot luetaan tuulipuistossa olevalle ohjelmoitavalle logiikalle reaaliajassa. Tämä data lähetetään Satel-radiomodeemilla Kuivaniemen keskustaan, jossa Vapolla on toimisto. Radiomodeemin nopeus on 9 600 bit/s. Toimistorakennuksessa on Satel-tukiasema ja mikrotietokone, jossa pyörii Citect-niminen valvomo-ohjelmisto. Valvomo-ohjelmisto lukee ko. datan ja näyttää sen kaavioissa. Datan raportointi suoritetaan excel-taulukkolaskennalla tunti-, vuorokausi- ja kuukausitasolla.

Tietokone, jossa valvomo-ohjelmisto on, on yhteydessä Vapon mikroverkkoon. NetOp etähallintaohjelmisto, joka on kehitetty erityisesti isoille ja monimutkaisille tietoverkoille, mahdollistaa sen, että myös muualla yrityksen toimipisteissä voi katsoa ja käsitellä dataa ja käyttää Citect-ohjelmaa. Citectissä on suora Internet-liittymä.

Useat järjestelmätoimittajat ovat Internetin kautta yhteydessä Vapon verkossa oleviin koneisiin. Yhteys hoidetaan virtuaalisen erillisverkon (VPN, Virtual Private Network) avulla siten, että toimittajan koneelle asennetaan VPN Client ja hän saa tunnuksen ja salasanan, joilla pääsee tarvittavaan koneeseen halutulla tavalla. Yhteyden toteuttamisen helpottamiseksi Vapo on laatinut yhdysliikennesopimuslomakkeen, josta käyvät ilmi osapuolet, yhteystarpeet ja yhteydenoton käyttötarkoitus. /15, 16/

4.3 Verkonhallinta

4.3.1 Verkon tilan seuranta ja tilaestimointi

Jakeluverkot on perinteisesti suunniteltu sähkön yksisuuntaiselle siirrolle sähköasemalta kuluttajille päin. Kun tällaiseen verkkoon liitetään tuotantoa, täytyy varmistaa, että jännite edelleen pysyy sallituissa rajoissa kaikkialla ja että verkon suojaus toimii oikein. Pienet, yksittäiset tuotantolaitokset voivat hyvin toimia ilman, että tieto kytkentätilasta tai tuotannosta välittyy jakeluverkonhaltijan käytönvalvontajärjestelmään. Käytännössä Suomessa onkin tänä päivänä monta pienvoimalaa, joiden tilasta verkonhaltija ei tiedä mitään. Kun voimaloiden määrä tai koko kasvaa, verkon turvallinen ja taloudellinen käyttö edellyttää sitä, että ainakin tuotantotiedot kullakin hetkellä ovat kyseisen verkon käytönvalvontajärjestelmässä.

Tuntemalla nykytila ja ennustamalla luotettavasti tuleva pystytään hallitsemaan jakeluverkkoa tehokkaammin ja paremmin. Voidaan minimoida häviöt, välttää verkon komponenttien ylikuormittumista, tarjota asiakkaille parempaa sähkönlaatua jne. Tilaestimointia käytetään tänä päivänä etenkin verkoissa, joissa on paljon asiakkaita tai useita topologiavaihtoehtoja tai kapasiteetti tietyissä tilanteissa on tiukassa. Sähkönjakeluautomaatio tarvitsee mittaustietoa kuorman ennustamiseen sekä verkon tilan ja tehonjaon online-seurantaan ja ennustamiseen. Tarvittavia tietoja ovat pätö- ja loisteho, virta ja jännitetaso. Kuluttajien liittymispisteissä ei yleensä ole juuri mittauksia kuluttajien suuren lukumäärän ja mittausten korkeiden kustannusten takia. Kuluttajien suhteellisen tyypillisen käyttäytymisen vuoksi käytetään kuluttajatyypikohtaisia kuormitusmalleja, joita sitten täydennetään mittauksin. Pientuottajat eivät sitä vastoin samalla tavalla seuraa mitään tyypillistä käyttäytymistä ja ovat usein myös paljon vaikeammin ennustettavissa. Kun verkossa on tuotantoa, pelkät mittaukset johtolähtöjen alusta eivät riitä, sillä sieltä katsottuna tilanne, jossa on iso kuorma ja tuotanto, näyttää samanlaiselta kuin pieni kuorma ilman tuotantoa. Kuitenkin jännite johtoa pitkin ja etenkin tuotantolaitosten läheisyydessä on täysin eri. Näistä syystä on tärkeää, että tilaestimointiin saadaan tieto vähintään voimalan tuotannosta ja loistehosta joka hetki. Jos lisäksi saadaan vielä jännitetieto voimalan liittymispisteestä, pystytään varsin hyvin laskemaan verkon tila ja tehonjako.

Monessa tapauksessa tuotantolaitoksissa olevat laskutusmittarit ovat kaukoluettavia ja verkonhaltijan omistuksessa tai ainakin näiden käytössä. Verkonhaltija voi käyttää laskutusmittareista saatavaa tietoa suoraan jakeluverkon käytönvalvontajärjestelmässä. Markkinoilla on perusmalleista kehitettyjä monipuolisempia versioita, jotka mittaavat ja tallentavat myös muita suureita kuin vain kumulatiivisen energiamäärän tai tuntitehot. Verkonhaltijan kannattaa käyttää näitä jännite-, virta- ja sähkön laatutietoja hyväksi etenkin, jos verkossa on isokokoisia tai useita pienvoimaloita.

Normaalitilanteen tilaestimoinnissa ja ennustamisessa satunnaiset viiveet tuotantolaitostietojen tiedonsiirrossa tai yksittäiset puuttuvat arvot eivät vielä aiheuta ongelmia. Sähköjakeluautomaatiossa on kuitenkin välillä tarve nopeisiin päätöksiin ja toimenpiteisiin, jolloin vaatimus tiedon oikeellisuudesta ja siirron luotettavuudesta on korkeampi.

4.3.2 Verkon kapasiteetin hyödyntäminen

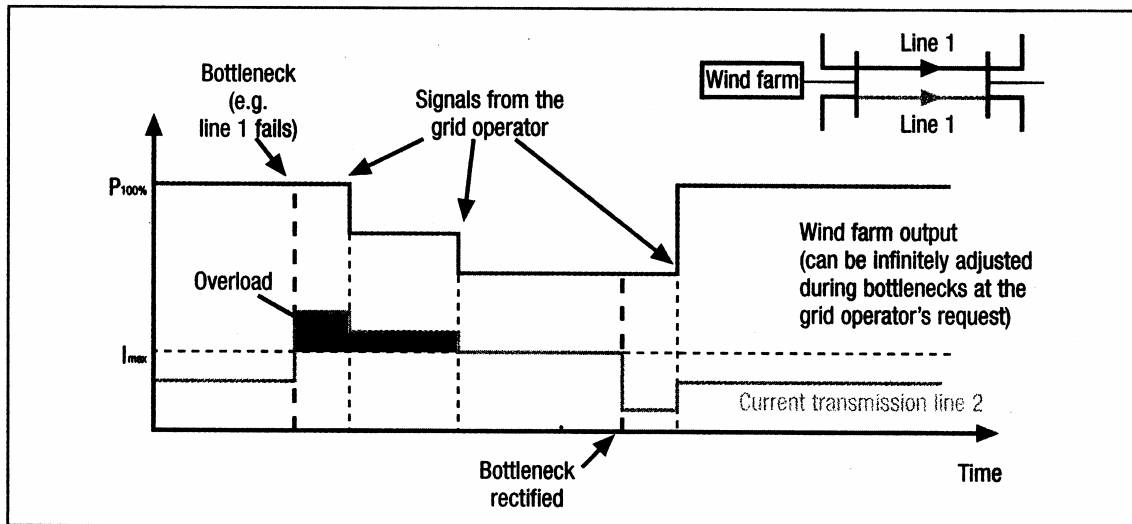
Jakeluverkon kapasiteettia rajoittaa verkon komponenttien terminen kestoisuus sekä sallittu jännitetaso eri puolilla verkkoa. Koska paikallinen kulutus ja tuotanto kumoavat jännite- ja virtavaikutuksiltaan toisiaan, samaan verkkoon mahtuu enemmän asiakkaita, jos osa heistä on tuottajia. Verkko, jossa kuormien lisäksi on myös tuotantoa, on toisin sanoen tehokkaammassa käytössä kuin pelkkiä kuormia syöttävä verkko. Jos kuormia lisäksi osittain ohjataan läheisyydessä olevan tuotannon mukaan – tai tuotanto kuormien mukaan, tehostuu verkkoinvestoinnin käyttö entisestään ja verkonhaltija voi palvella suuremman määrän asiakkaita vahvistamatta verkkoa.

Jakeluverkon jännitteen liiallisen nousun estämiseksi voi olla tarpeen lyhyeksi aikaa rajoittaa verkkoon syötettävää hajautettua tuotantoa kulutuksen ollessa pientä kyseisessä verkon osassa. Vaihtoehtoisesti voidaan kyseisenä ajankohtana kasvattaa kulutusta ohjaamalla kuormia tai lisätä loistehon kulutusta, mikäli verkon siirtokapasiteetti sen sallii. Kun tuotantoa on paljon, jännite on yleensä korkein voimalan liittymispisteessä, jolloin tuotannon rajoittaminen tai loistehonkulutuksen lisääminen ei edellytä minkään tiedon siirtoa, vaan se voidaan toteuttaa pelkän paikallisen jännitemittauksen perusteella.

Toimenpiteiden, joilla hyödynnetään verkon kapasiteettia paremmin, ei tarvitse olla ristiriidassa yksittäisten osapuolten intressien kanssa: jännite on korkeimmillaan pienen kuorman aikana, jolloin sähkön hinta on yleensä alhainen, eli kulutusta on edullista kasvattaa juuri silloin etenkin, jos se mahdollistaa suuremman paikallisen tuotannon. Vastaavasti suuren kuorman aikana hinta on yleensä korkea, jolloin tuottajan kannattaisi lisätä tuotantoaan. Käytännössä lopullinen kannattavuus eri tilanteissa riippuu kuluttajien ja tuottajien sähköntoimituslupauksista ja -sopimuksista.

Jotta verkon kapasiteettia voitaisiin hyödyntää mainituin keinoin, on oltava yksityiskohdaiset sopimukset siitä, millä ehdoin kuormia tai tuotantoa ohjataan sekä siitä, kuka maksaa mistäkin ja kenelle. Myös osapuolten sähkövälittäjien tai tasevastaavien kanssa täytyy olla sovittu siitä, miten tämänlaisen ylimääräisen tai poisjääneen tuotannon tai kulutuksen kanssa menetellään. Loissähkön ohjaamiseen riittää verkonhaltijan ja tuottajan välinen sopimus.

Saksalaisen tuulivoimalavalmistajan Enerconin voimaloihin on saatavissa niin kutsuttu pullonkaulahallintaominaisuus /17/. Tuulipuisto pienentää tuotantoa verkonhaltijan signaalista, jos verkon kapasiteetti laskee niin, ettei se voi ottaa vastaan kaikkea tuulisähköä, Kuva 5.



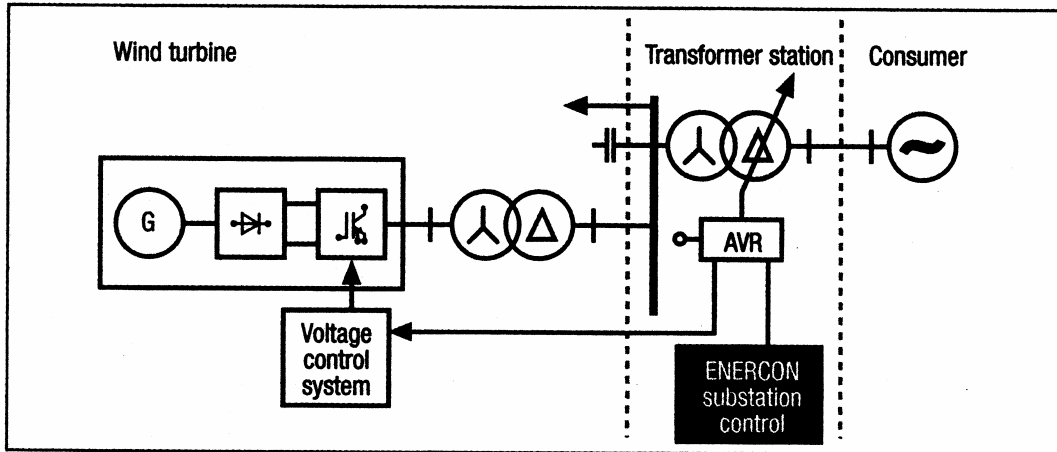
Kuva 5. Enercon-tuulivoimaloiden pullonkaulahallintajärjestelmä /17/.

4.3.3 Aktiivinen osallistuminen verkonhallintaan

Voimalat voivat osallistua verkonhallintaan seuraavilla tavoilla:

- jännitteen tukeminen
- loissähkön tuotanto
- tehonrajoitus tarvittaessa.

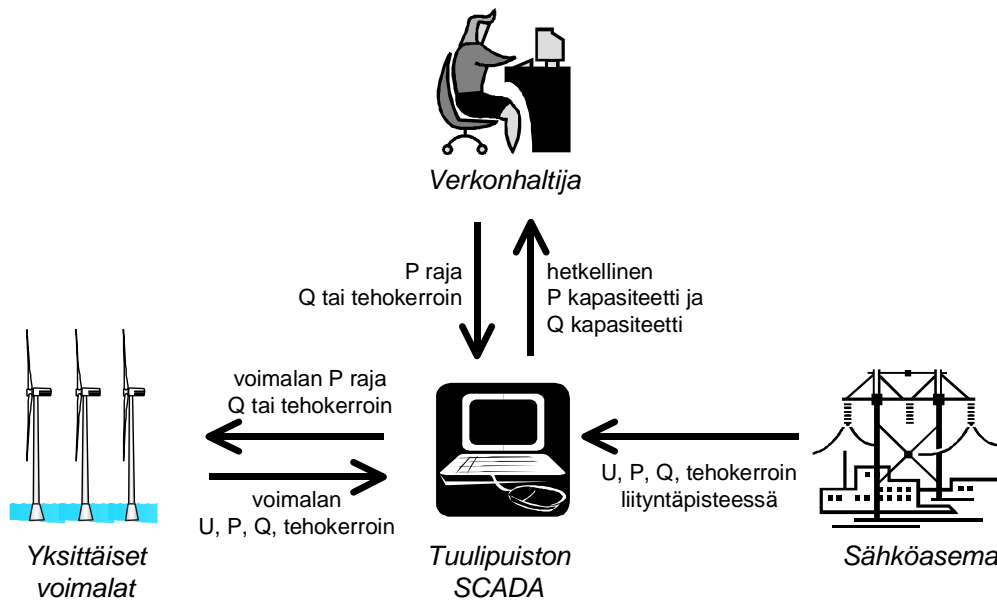
Jännitteeseen voi yleensä tehokkaimmin vaikuttaa loisteholla, joskin myös pätoeholla on vaikutusta etenkin heikoissa verkoissa. Tahtikoneilla ja taajuusmuuttajilla voidaan tuottaa loistehoa portaattomasti sekä kapasitiivisella että induktiivisella puolella. Loistehoa voidaan myös tuottaa kondensaattoriparistoilla ja tehoelektroniikkalaitteilla, kuten SVC:llä (Static Var Compensation) ja STATCOMilla (Static Compensator). Kuvassa 6 on esimerkki jännitteensäädöstä tuulivoimalan yhteydessä, kun samaan sähkösemaan on liitetty kuluttajia säädettävän muuntajan kautta /17/. Tuulivoimalavalmistajan jännitteensäätöjärjestelmä ohjaa muuntoaseman automaattista jännitteensäätäjää (AVR) sekä voimalan jännitettä.



Kuva 6. Tuulivoimalan osallistuminen jakeluverkon jännitteen säätöön /17/.

Tänä päivänä pyritään mitoittamaan ja ohjaamaan pienvoimaloiden loissähköä niin, että voimalan tehokerroin on lähellä yhtä eli mahdollisimman vähän loistehoa siirtyy verkkoon tai verkosta. Toimivalla tiedonsiirrolla voidaan voimaloiden loissähkön tuotanto suunnitella ja ohjata koko verkonosan tarpeita ajatellen. Voimalat voivat tuottaa loissähköä kuluttajien tai verkon tarpeisiin, parantaa verkon jännitetasoa ja pienentää verkon tehohäviöitä. Käytännössä tämä vaatii sen, että voimalan kontrolleri saa jännite- ja/tai virtatiedot esimerkiksi johtolähdön loppu- ja alkupäästä. Kontrollerilla on lisäksi tieto jännitteestä voimalan navoissa ja voimalan tehosta. /18/

Jotta erilaisia lois- ja pätötehon säätökonsepteja voidaan toteuttaa, reaaliaikaisten tilatietojen ja käskyjen täytyy kulkea voimalan, verkonhaltijan tai järjestelmä-operaattorin ja verkon välillä. Jos tuotantolaitos koostuu useammasta yksittäisestä voimalasta, tarvitaan lisäksi tiedonsiirtoa voimaloiden ja tuotantolaitoksen SCADAn välillä. Lähteessä /19/ esimerkkinä on tuulivoimapuisto, jolloin tiedot välittyvät osapuolten kesken kuvan 7 mukaisesti.



Kuva 7. Siirrettävät tiedot, kun tuulipuisto osallistuu aktiivisesti verkon hallintaan.

4.3.4 Verkon suojaus

Verkkovian sattuessa pienvoimalat kytkeytyvät Suomessa automaattisesti irti verkosta ja lopettavat tuotantonsa, jotta ne eivät estäisi valokaarivian sammumista tai jäisi yksinään syöttämään eristettyä verkonosaa, mikä vaarantaisi verkon turvallista paluuta normaalitilaan. Voimalat suojaavat myös itseään jälleenkytkennästä verkkoon vaiheoppositiossa kytkeytymällä pois mahdollisimman pian suojauksen havahduttua.

Hajautettua tuotantoa ei käynnistetä, ennen kuin vika on varmasti poistunut ja jännite palautunut. Tämän päivän käytäntönä on, että pienvoimalat pysyvät poiskytkettyinä, kunnes voimalan ohjausjärjestelmän mukaan kaikki on ollut normaalia tietyn, voimalakohtaisen, ennalta määrätyn ajan, esimerkiksi 10 minuutin ajan. Tämän jälkeen voimala käynnistyy automaattisesti uudestaan. Käynnistyminen ei vaadi mitään erillistä tiedonsiirtoa, pelkkä paikallinen jännitemittaus riittää.

Laajempien ja pidempiaikaisten sähkökatkojen jälkeen esiintyy yleensä kulutuksen jälkihuippu, joka johtuu siitä, että sähkölämmitykset pyrkivät nopeasti palauttamaan lämpötilat asetusarvoon, moottoreilla on isot käynnistysvirrat ja niin edelleen. Vikatilanteiden jälkeen voitaisiin sähköt joissain tapauksissa palauttaa nopeammin, jos ohjattaisiin kuormia pois päältä jännitteen palauttamisen ajaksi ja käynnistettäisiin paikallinen tuotanto mahdollisimman pian. Jos voimalan käynnistymistä halutaan nopeuttaa, sen voi toteuttaa automaattisella ilmoituksella sähköasemalta voimaloihin, että vika on eristetty tai poistunut ja voimaloilla on lupa käynnistyä.

Jakeluverkon suojaus saattaa muuttua ongelmalliseksi etenkin, jos hajautettua tuotantoa on useassa paikassa eri puolilla verkkoa /20/. Vian varma havaitseminen, paikallistaminen ja eristäminen on vaikeampaa. Vikavirrat vaihtelevat enemmän kuin verkossa, jossa on vain kulutusta. Johtolähdön suojaus ei paikallisen tuotannon takia ehkä havaitse vikaa, joka on lähdön loppupäässä. Johtolähtö voi kytkeytyä irti turhaan, jos voimala syöttää viereisellä lähdöllä olevaa vikaa. Tahaton saareketila voi olla vaikea havaita tilanteissa, joissa paikallinen kulutus ja tuotanto ovat tasapainossa. Voimalan releen herkkä havahtuminen aiheuttaa helposti turhia generaattorin irtikytkentöjä. Suojauksen ja tuotannon koordinointi sekä suuntareiden käyttäminen tulevat tärkeiksi, kun verkossa on hajautettua tuotantoa.

Sähköaseman releitä voitaisiin kehittää niin, että niillä on eri asetusarvot riippuen siitä, onko paikallista tuotantoa vai ei. Tällöin sähköasemalla täytyy olla tieto voimaloiden kytkentätilasta sekä pätö- ja loistehotuotannosta. Releiden havahtumisehtojen lisäksi vian paikallistaminen ja vian automaattinen eristäminen voivat tarvita tietoa paikallisesta tuotannosta.

Mikäli halutaan hyödyntää voimalaa verkon hallinnassa, voimalan suojauksen on osattava erottaa, milloin vika on samalla johtolähdöllä ja milloin on kyse etäällä olevasta viasta tai järjestelmähäiriöstä. Edellisessä tilanteessa voimalan tulisi irrota verkosta, jälkimmäisessä ei. Voimaloiden suojaus tulkitsee tilanteen yleensä itsenäisesti ilman ulkopuolista tietoa. Tilanteiden oikeintulkittamista voitaisiin mahdollisesti parantaa käyttämällä enemmän vertoreleitä sekä vertailumittauksia eri puolilta verkkoa. Sekä tiedon että tiedonsiirtoyhteyden on tällöin oltava erittäin luotettavia.

4.3.5 Sähkön laadun seuraaminen

Sähkön laadun mittaaminen laskutusmittauksen yhteydessä yleistyy /21/. Verkonhaltija voi tällä tavoin saada helposti ja tarvittaessa jatkuvasti tietoa sähkön laadusta sieltä, missä se koetaan tärkeäksi, eli asiakkaiden luota.

Yksinkertaisin sähkön laadun seurantasuure on verkon jännite ja eritoten se, onko verkko jännitteinen vai onko sähkökatko. Kehittyneemmät kaukoluettavat laskutusmittarit ilmoittavat itse verkonhaltijan valvomoon, kun ne kokevat sähkökatkon. Kun kyseessä on voimala, tämän saman toiminnon voi luonnollisesti hoitaa voimalan ohjausjärjestelmä. Verkonhaltija saa nopeasti tietää, missä on sähkökatko, ja voi ryhtyä selvittämään vikaa. Koska verkonhaltijan on nykyään maksettava korvausta asiakkaalle, mikäli asiakkaan sähkö on poikki yli 12 tuntia, hyödyllinen tieto on myös se, miten kauan kukin asiakas on kärsinyt sähkökatkosta. Jos sähkökatkon kesto tallentuu asiakkaan laskutusmittariin tai voimalan tapauksessa vaihtoehtoisesti ohjausjärjestelmään, säästyy verkon-

haltija aikaa vievältä selvittelytyöltä. Kehittyneessä järjestelmässä verkonhaltijan laskutusjärjestelmään menisi jännitteen palattua automaattisesti tieto kunkin asiakkaan katkon kestosta sikäli, kun katko oikeuttaa korvaukseen.

Asiakas voi itse huonontaa sähkön laatua pahimmassa tapauksessa merkittävästi erityisesti, jos hän tarvitsee paljon tehoa ja käyttää sähköä paikalla, jonka verkkoimpedanssi on korkea, eli niin sanotussa heikossa verkossa. Voimalat voivat vaikuttaa sähkön laatuun monella tavalla. Teknologiasta riippuen voimalan käynnistyminen voi aiheuttaa jännitekuopan. Jännitevaihtelua ja välkyntää voi esiintyä, jos voimalan tuotanto on epätasainen. Voimala, joka on kytketty taajuusmuuttajan kautta verkkoon, voi syöttää yliaaltoja. Loissähkön kompensointi kondensaattoriparistoilla voi muodostaa värähtelypiirin, joka vahvistaa verkossa esiintyviä yliaaltoja.

Toisaalta nykyaikaiset tuotantolaitokset ovat kaikkine elektroniikkoineen usein herkkiä huonolle sähkön laadulle. Suomessa on ainakin yhdessä tapauksessa jouduttu asettamaan uuden pienvoimalan suojaus reagoimaan vähemmän herkästi ja hyväksymään huonompaa sähkön laatua, jotta voimala ei kytkeytyisi aiheetta irti verkosta. Seuraamalla sähkön laatua voidaan myös aikaisessa vaiheessa huomata mahdollisia vikoja sekä asiakkaan luona että verkon puolellakin.

Yllä mainituista syistä voi olla hyvä sekä tuottajan että verkonhaltijan kannalta, että seurataan sekä sähkön laatua kyseisellä paikalla että voimalan vaikutusta siihen. Normaalitylanteessa tietoa ei tarvitse siirtää mihinkään. Ilmoitus verkonhaltijalle ja voimalan omistajalle vasta, kun jokin tietty laatusuure on liian huono, riittää. Sähkön laadun heikkenemisen hälytys on alhaista prioriteettia ja kertoo vain sen, että jotain pitäisi tehdä lähitulevaisuudessa. Sähkön laadun on oltava huono pidemmän aikaa, ennen kuin se aiheuttaa vaurioita esimerkiksi eristyksen nopeutuneen ikääntymisen kautta.

Silloin tällöin on eri yhteyksissä esillä ajatus, että verkkomaksujen tulisi tulevaisuudessa riippua sähkön laadusta. Kaikki asiakkaat eivät tarvitse yhtä hyvälaatuista sähköä, ja toisaalta jotkut ovat valmiita maksamaan enemmän, jos heille voidaan taata parempi sähkön laatu. Asiakkaiden pitäisi myös itse pystyä valitsemaan laatutaso, jonka he katsovat riittäväksi. Sähkön laatua voitaisiin seurata laatua valvovilla laskutusmittareilla, joita olisi ensisijaisesti tuotantolaitoksissa ja isoilla kuluttajilla.

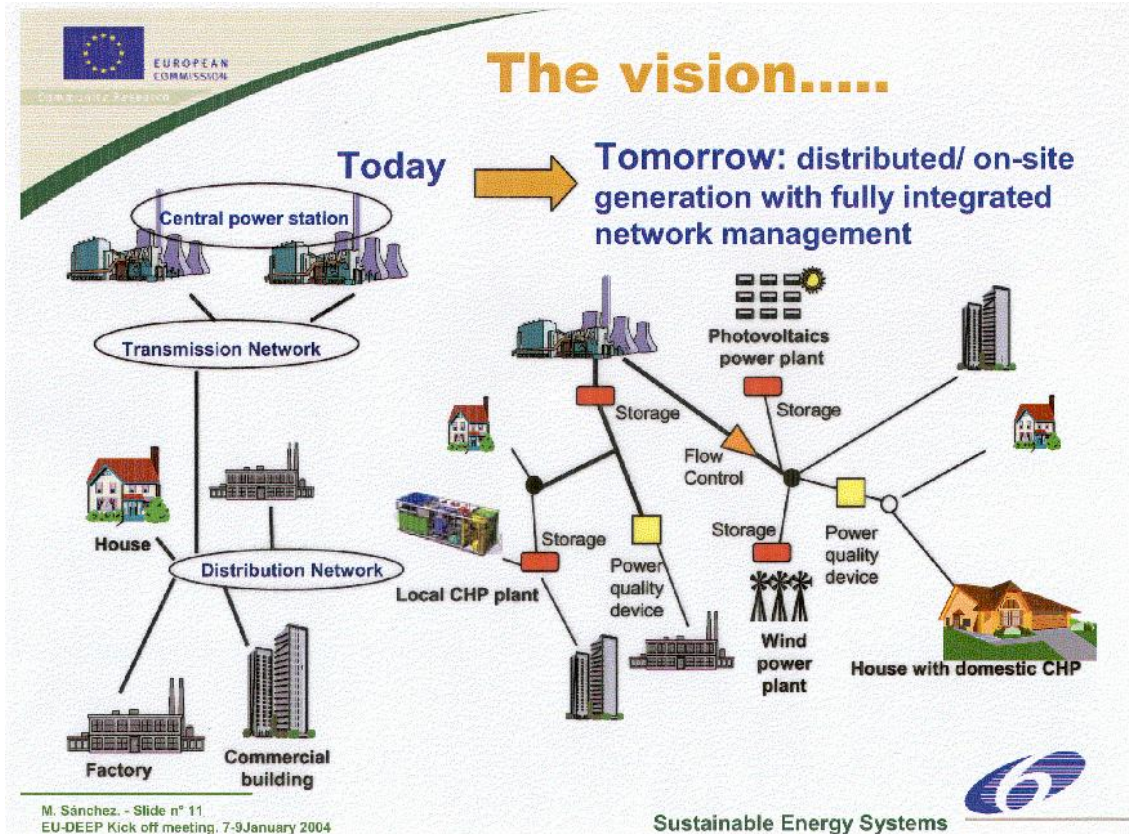
Voimalan valmistajaa ei erityisemmin kiinnosta sarjavalmistetun voimalan vaikutus sähkön laatuun, sillä voimalatyypille on yleensä tehty yksityiskohtaiset tyyppitestaukset ennen markkinoille tuloa.

4.3.6 Tulevaisuuden verkot

Hajautetun tuotannon yleistyessä jakeluverkot joutuvat muuttumaan passiivisista kanta-verkon jatkeista aktiivisiksi verkoiksi /22/. Verkko muodostaa yhteyden lukumäärällisesti kasvavien tuotanto- ja kulutuspisteiden välillä, eikä sitä välttämättä tulevaisuudessa kannata kustannussyistä enää mitoittaa niin, että se toimii toimenpiteittä kaikissa mahdollisissa tuotanto- ja kulutustilanteissa, kuten tänä päivänä on tapana. Aktiivisessa verkossa ohjataan kuormia ja tuotantoa. Muita aktiivisia komponentteja ovat säädettävät kondensaattoriparistot, reaktorit ja käämikytkimet.

Tulevaisuudessa nähtäen hajautetun tuotannon lisäksi myös enemmän varastointiyksiköitä. Jakeluverkon varrella voi olla FACTS-laitteita (Flexible AC Transmission System), custom power -laitteita. Aktiivisessa verkossa verkon topologia muuttuu tarpeen mukaan, rengaskäyttö yleistyy. Hajautetun tuotannon ansiosta sähkön jakelu häiriötilanteessa jatkuu saarekekäyttöisenä. Suojauksen on pystyttävä mukautumaan jatkuvasti vaihteleviin tilanteisiin. Kuvassa 8 on eräs näkemys sähköverkon kehityksestä kohti aktiivista verkkoa. Toisenlaisen näkemyksen mukaan tulevaisuuden sähköjärjestelmä koostuisi pienehköistä, paikallisista hallinta-alueista, niin kutsutuista soluista /4/. Yksi jakeluverkko muodostaisi yhden tai muutaman solun. Solut olisi yhdistetty toisiinsa ja ne toimisivat suhteellisen itsenäisesti. Viallinen solu eristettäisiin muista, jotta vika ei leviäisi. Soluilla olisi suurempi vastuu ja tehtäväkenttä kuin jakeluverkoilla tänä päivänä. Osa nykyisistä järjestelmäpalveluista siirtyisi järjestelmäoperaattorilta soluille. /23/

Aktiiviset verkot tarvitsevat enemmän älykkyyttä ja tietoa kuin passiiviset verkot. Aktiivisessa verkossa luotettava, reaaliaikainen tieto verkon, kuormien, tuotantolaitosten ja muiden aktiivisten komponenttien tilasta on täysin välttämätön.



Kuva 8. SUSTELNET-hankkeen näkemys sähköverkon kehityksestä /24/.

4.4 Sähköjärjestelmän hallinta

Järjestelmäoperaattorin tehtävä on huolehtia siitä, että sähkön tuotanto ja tuonti tai vienti joka hetkellä vastaavat sähköntarvetta vastuualueella. Tästä syystä järjestelmäoperaattorilla on oltava reaaliaikainen tieto muun muassa kunkin tuotantolaitoksen tuotannosta. Järjestelmä kestää jonkin asteen epätarkkuutta ja arvioituja tuotantomääriä, joten kaikista pienistä tuotantolaitoksista ei välttämättä tarvita tarkkaa reaaliaikaista tietoa. Jos suuri osa alueen sähköstä tuotetaan pienissä paikallisissa voimaloissa, reaaliaikainen tieto on välttämätön näiltäkin.

Länsi-tanskassa on tilanteita etenkin kesäisin, jolloin kaikki sähkö tuotetaan hajautetuilla tuotantolaitoksilla (tuulivoima- ja CHP-laitoksilla). Järjestelmäoperaattori Eltra vaatii reaaliaikaiset tuotantotiedot kaikista yli 2 MW:n tehoisista voimaloista ja voimalaryhmistä /25/. CHP-laitoksista vaaditaan laitoskohtaiset tiedot, tuulivoimaloista riittää puistojen kohdalla voimaloiden yhteisteho. Voimalan omakäyttö vähennetään tuotantoluvuista, eli käytännössä ilmoitetaan vain nettotuotanto. Mittausvastaava verkonhaltija huolehtii tiedon välittämisestä järjestelmäoperaattorille.

Pätötehon lisäksi toimitetaan tieto siitä, onko voimala verkossa vai ei, eli kytkentätieto. Eltralle toimitetaan kohteesta riippuen ja erikseen sovittaessa myös muita tukitietoja, kuten esimerkiksi tuulen nopeus (mieluiten voimalan napakorkeudessa), tuulen suunta ja lämpötila. Keskijänniteverkkoon liitetyiltä isommilta CHP-laitoksilta (kokoluokaltaan noin 50 MW) Eltra haluaa seuraavat tiedot: pätöteho, loisteho, kytkentätieto, lämmöntuotanto (MJ/s), lämmön varastointi (MJ/s), varaston tila (MJ tai % varaston kapasiteetista). Tiedot toimitetaan joko tasavälein vähintään 30 sekunnin välein tai spontaanisti tietojen muuttuessa. Viitteessä /26/ kuvataan tiedonsiirron tekniikkavaihtoehtoja ja näiden tekninen toteutus vaatimuksineen.

4.5 Voimaloiden yhteiskäyttö

Voimaloiden yhteiskäytöllä tarkoitetaan sähköntuotannossa samaan sähköverkkoon liitettyjen voimaloiden käytön järjestämistä sekä hetkellisesti että pitkällä aikavälillä siten, että tuotanto tai jokin muu mitattavissa oleva asia on suurempi tai muulla tavoin parempi kuin siinä tapauksessa, että voimaloita käytetään toisistaan riippumatta.

Pienvoimaloiden yhteiskäytöllä tuottaja voi saavuttaa

- suuremman tuotannon
- paremman hinnan
- tasaisemman tai vähemmän satunnaisen tuotannon.

Jo nykyään optimoidaan saman joen vesivoimaloiden tuotanto yhdessä, jotta saavutettaisiin mahdollisimman suuri tuotanto. Voimalan tuotanto riippuu vedenpintojen korkeuseroista ja virtaamasta. Kun pinnankorkeudet ja veden laskuaika voimalasta seuraavaan on tiedossa, voidaan voimaloiden ajot suunnitella yksityiskohtaisesti kokonaistuotantoa optimoiden ylittämättä vedenpintojen ylä- ja alarajoja.

Jos omistajalla on sekä säädettävää että pakkovoimallista tuotantoa, säädettävää voimaa voi ohjata pakkovoimallisten voimaloiden mukaan. Näin esimerkiksi kokonaistuotannon poikkeama etukäteen luvatusista tai ennustetusta saadaan minimoitua, vaikka osa tuotannosta on satunnaista. Sähkön tuotantoa ja kulutusta mitataan tuntitasolla, joten myös huomattavasti nopeammin vaihtelevan tuulivoiman tasaaminen on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista kyseisellä aikavälillä. Jos voimaloiden yhteinen tuotanto on etukäteen tiedossa, sähköstä voi myös saada paremman hinnan.

Tuotannon tasaamiseen tuntitasolla riittää, että voimaloiden ajoa hoitava valvomo tietää kuluvan tunnin kumulatiivisen tuotannon. Tämä ei vaadi täysin reaaliaikaista tietoa.

Tietojen päivitysväli riippuu olennaisesti siitä, kuinka äkillisesti tuotanto tai olosuhteet vaihtuvat. Muutamien minuuttien välein päivitettävät tiedot riittänevät.

Samalla joella olevia vesivoimaloita voi käyttää siten, että maksimoidaan tuotanto tai vaihtoehtoisesti optimoidaan maksimoiden tulot. Vesivoiman yhteiskäyttö on hidastempoista, ja suunnitelmat on tehtävä ajoissa, sillä veden laskuaika seuraavalle voimalalle riippuu etäisyydestä ja voi olla tunteja. Yhteiskäytön suunnitteluun valvomo tarvitsee tehotietojen lisäksi tiedot vedenkorkeuksista eri kohdissa jokea, patoja ja voimaloita sekä virtaamasta eri kohdissa.

Pienvoimaloiden yhteiskäytössä tiedonsiirron luotettavuus ei ole äärimmäisen kriittistä. Tilapäisellä, lyhyellä, selvästi alle tunnin pituisella viestiyhteyden katkolla ei liene juuri kielteisiä seurauksia. Taloudellista haittaa aiheutuu vasta, kun ei pystytä oikean tiedon puuttuessa hyödyntämään laitosten yhteiskäyttömahdollisuutta tehokkaasti, mutta tehdyt tuotantosopimukset ovat voimassa.

4.6 Energianhallintajärjestelmä

Julkaisussa ”Hajautetun CHP:n EHI-konsepti” /27/ todetaan, ettei markkinoilla ole sellaista järjestelmää, jolla usealle toimipaikalle hajautettua, pienimuotoista CHP-kokonaisuutta voisi tehokkaasti hallita. Julkaisussa kuvataan konseptia tämänlaiselle kokonaishallintajärjestelmälle, jonka tulee edistää taloudellisinta toimintatapaa sekä sähkö- ja lämpötaseen tasapainon ylläpitoa ja toimia sekä suunnittelu- että raportointivälineenä. Koska sähkön ja lämmön yhteistuotanto ja sen optimointi on monin kerroin vaativampaa kuin pelkän sähköpuolen, kyseinen konsepti soveltuu yksinkertaistettuna myös pelkästään sähköä tuottavia laitoksia varten.

Palveluntarjoajalla tarkoitetaan tässä yhteydessä usean CHP-laitoksen tuotannosta vastaavaa toimijaa. Palveluntarjoaja voi esimerkiksi olla perinteinen energiayhtiö, loppuasiakasyhteenliittymä tai varta vasten tehtävään erikoistunut erillinen toimija. Palvelu voi olla laaja-alaista käsittäen asiakkaiden kokonaistarpeiden tyydyttämisen tai suppeampaa käsittäen vain CHP-tuotantolaitosten ajoa.

Palveluntarjoaja toimittaa loppukäyttäjälle

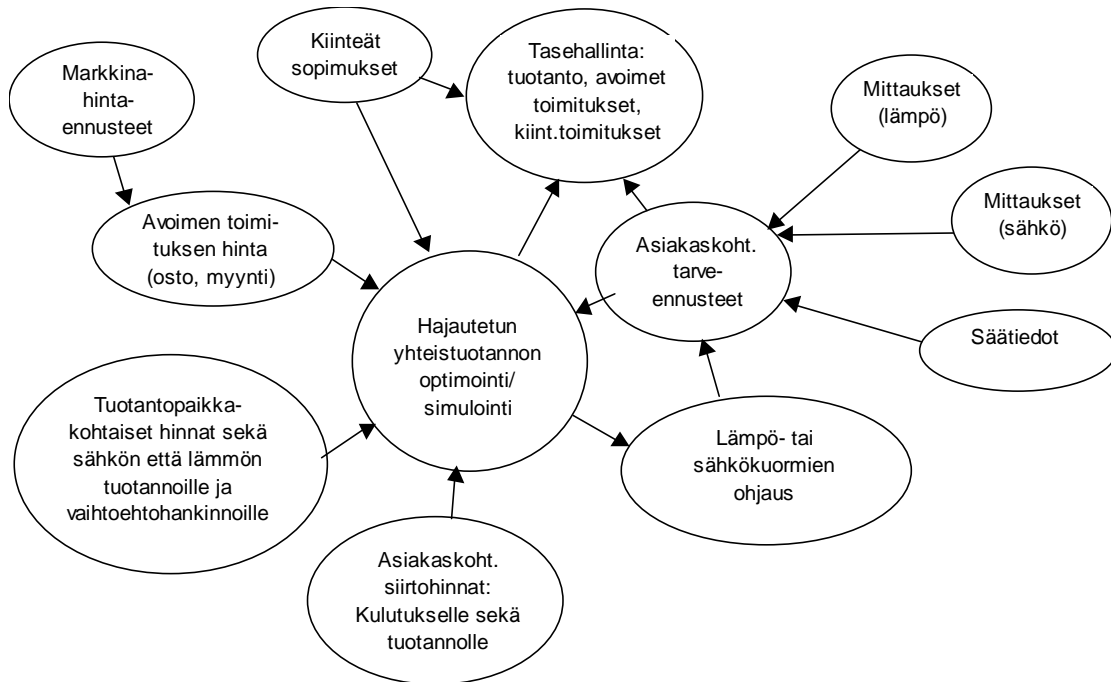
- kaiken tämän tarvitseman sähkön ja/tai lämmön
- vain CHP-laitoksen tuottaman sähkön ja/tai lämmön tai
- jonkun kombinaation edellisistä.

Energiantoimituksen lisäksi kaikkiin tapauksiin voivat liittyä tai olla liittymättä polttoaineen (esim. maakaasun) toimitus ja jälkimarkkinat. Lisäksi CHP-laitoksen huolto ja kunnossapito voi sisältyä palveluntarjoajan toimitukseen tai olla jonkun muun palveluntarjoajan vastuulla. CHP-laitoksen käytön ohjaus on oletettu kaikissa tapauksissa palveluntarjoajan vastuulle. Jos se olisi asiakkaan vastuulla, käytön optimointi olisi käytännössä mahdotonta.

Energiahallintajärjestelmän tehtävänä on hoitaa tasehallintaprosessia. Tasehallintaprosessiin kuuluvat tiedon hankinta ja hallinta, sopimustiedon hallinta, ennustaminen, ajo-suunnittelu (optimointi), taseen ylläpitotoimenpiteet (ohjausarvot, lyhytaikaiset kiinteät sähkökaupat) ja taseen seuranta. Konseptissa tarkastelukulma on sisäiseen laskentaan painottuva tuntipohjainen tarkastelu aina seuraavasta tunnista seuraaviin vuosiin ja lisäksi vastaavasti myös historian osalta. Tuntia lyhyempiin aikajaksoihin ei puututa kuin poikkeustapauksissa. Toisin sanoen tuotantolaitoksen fyysisiin säätöihin, automaatioon tai muuhun automaattiseen ohjaukseen tai valvontaan ei puututa muuten kuin kysynnän hallinnan ja optimoinnin ohjausparametrien osalta.

Kuvassa 9 esitetään energiahallintajärjestelmän osakokonaisuudet sekä niiden välillä kulkevan tiedon pääasiallinen suunta. Tärkeimmät prosessiin tulevat tiedot ovat mittaus-tiedot sekä kulutuksista että tuotannoista. Tietoa tarvitaan myös markkinahinnoista (sekä sähkön että kaasun osalta, mahdollisesti tulevaisuudessa myös lämmön osalta), lyhytaikaisista kiinteistä toimituksista, sopimuksista ja tariffeista. Tuotannon ja kulutuksen ennustamiseen tarvitaan säätietoja.

Kustakin CHP-laitoksesta on järjestelmän tietokannassa päivittyvät aikasarjat mm. tuotantotehoista, polttoaineen kulutuksesta sekä sähkö- ja lämpöhyötysuhteista eri osatehoilla. Myös tuotantolaitosten käyttö- ja kunnossapitokustannukset kuuluvat lähtötietokantaan. Huollot ja vikatilanteet huomioidaan myös kunkin laitoksen osalta.



Kuva 9. Hajautetun yhteistuotannon monimutkainen hallintajärjestelmä yhdistää monta osaohjelmaa kokonaisuudeksi. Kuvan nuolet osoittavat oleellisen tiedon siirtymistä osiosta toiseen. Sähkön toimitukseen liittyy tasevastuullisen (esim. verkonhaltijan) informointia, ennen ja jälkeen, tuotannosta ja kiinteistä toimituksista verkkoon, mitä ei kuvassa ole erikseen esitetty. /27/

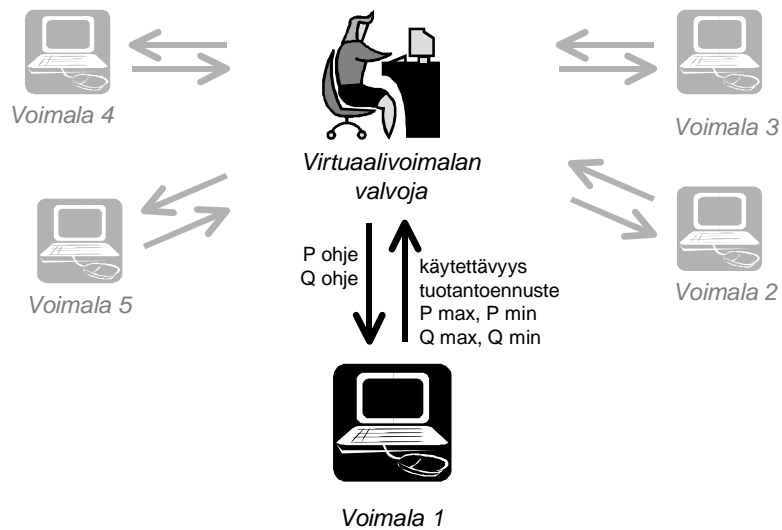
4.7 Virtuaalivoimala-ajattelu

Kattava ja luotettava tiedonsaanti ja -siirto mahdollistavat virtuaalivoimala-ajattelun. Virtuaalivoimala koostuu useasta oikeasta voimalasta, jotka sijaitsevat eri paikkakunnilla ja joilla voi olla monta omistajaa. Virtuaalivoimala on tapa yhdistää ja järjestää hajautettu tuotanto ja varastot niin, että näiden arvo (tuotettu sähkö, lisäarvopalvelut) yhdessä on suurempi kuin erikseen. Järjestelmäoperaattorin ja energianostajan näkökulmasta virtuaalivoimala ei eroa konventionaalisesta voimalasta.

Voimalaomistaja tai omistajajoukko voi koota voimalansa yhdeksi virtuaalivoimalaksi ja näin tarjota yhdessä

- sähköenergiaa sähkön jälleenmyyjälle, kuluttajalle tai sähköpörssiin
- lisäarvopalveluja järjestelmäoperaattorille
- lisäarvopalveluja verkonhaltijalle, kun voimalat sijaitsevat samassa verkossa.

Lisäarvopalvelut voivat olla säätövoiman tarjoaminen (välittäjälle tai suoraan sähköpörssiin), häiriöreserviä järjestelmäoperaattorille tai loissähköä. Jos voimat pystyvät toimimaan saareketilanteessa ja sijaitsevat samassa verkossa, ne voivat jatkaa paikallista sähköjakelua verkkovian sattuessa. Kuvassa 10 on esimerkki tarvittavasta tiedonsiirosta virtuaalivoimalan valvojan ja voimaloiden välillä.



Kuva 10. Virtuaalivoimalan valvojan ja voimaloiden välillä siirtyvä tieto.

5. Kunnonvalvonta ja huolto

Pienvoimalaitoksissa tavoitteena on siirtyä korjaavasta kunnossapidosta komponenttien kunnan perusteella tehtävään kunnossapitoon, mistä hyvin toimiessaan etenkin merituu- lipuistoissa olisi merkittävä hyöty.

Voimalaitoksen ja sen mekaanisten osien kunnonvalvonnan mittaustarpeet ja kunnon- valvonnan liittäminen etäkäyttöön kohdistuvat esimerkiksi

- runkorakenteisiin
- mekaaniset järjestelmiin
- hydraulikka- ja voitelujärjestelmiin
- polttoainejärjestelmiin
- säätöjärjestelmiin.

Näissä seuranta vaativia komponentteja ovat

- hammasvaihteet
- generaattorit
- moottorit
- kytkimet
- laakerit
- pumput
- venttiilit
- suodattimet
- säiliöt.

Hajautetussa järjestelmässä yksiköt ovat pieniä, jolloin seurattavien mekaniikkapara- metrien lukumäärä jää pieneksi, yleensä muutamaan kymmeneen parametriin. Seuraa- vassa yksilöidyt suureet liittyvät pääasiassa tuulivoimaloihin, mutta ne edustavat hyvin myös muiden pienehköjen mekaanisten järjestelmien seurantarvetta.

Karkeasti ottaen seurattavat suureet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään.

1. Olosuhdesuureet, jotka ovat luonteeltaan melko hitaita ja joita näin ollen tarvitsee seurata harvakseltaan. Joidenkin suureiden seurantaan saattaa riittää kerran päivässä otettava lukema, ja yhden sekunnin näytteistystaajuus on kaikkien osalta yleensä enemmän kuin riittävä. Tällaisia suureita ovat

- tuulen suunta ja nopeus

- ulkolämpötila
 - pyörimisnopeus
 - teho tai momentti.
2. Hitaat kunnonvalvontasuureet, joiden seurantaan riittää myös pieni lukutaajuus. Tällaisia ovat esimerkiksi
- konetilan lämpötila
 - vaihteen laakereiden lämpötila
 - generaattorin laakereiden lämpötila
 - generaattorin käämityksen lämpötila
 - hydraulikkaöljyn lämpötila ja paine
 - voiteluöljyn lämpötila ja paine.
3. Nopeat kunnonvalvonnan suureet, joiden lukutaajuustarve on tuhansia Hertzejä. Näiden suureiden seuranta edellyttää hajautettua tiedonkäsittelyjärjestelmää, jossa alustava analysointi tehdään jo mittauskohteessa. Keskusvalvomoon siirrettävä jo käsitelty tieto muodostuu erilaisista jakautumista ja analyysin tuloksena saatavista karakterisoivista luvuista ja indekseistä. Niiden siirtotarve on taajuudeltaan samaa luokkaa kuin olosuhdesuureiden ja hitaiden kunnonvalvontasuureiden. Nopeita kunnonvalvontasuureita ovat esimerkiksi laakereista ja konetilan rakenteista mitatut kiihtyvyydet.

Lisäksi on huomioitava mittareiden toimivuuden valvonta.

Pienvesivoimalan kunnonvalvonta sisältää kosteusmonitoroinnin (indikoi vuotoa) sekä generaattorilaakereiden ja generaattorin ylikuumentumisen seurannan /28/.

Taulukossa 2 on esitetty Germanischer Lloydin edellyttämät tuulivoimaloiden eri kohteista mitattavat kiihtyvyydet taajuuskaistoineen sekä mittauspisteiden vähimmäismäärä. Valitut mittauspisteet ovat tyypillisiä ja soveltuvat yleisemminkin noudatettaviksi pienehköjä kohteita mitattaessa.

Tuulivoimaloissa tulee valvoa ainakin seuraavia pääkomponentteja:

- päälaakeri(t)
- päävaihde
- generaattori
- torni ja moottoritila.

Taulukko 2. Tuulivoimalan vähimmäisanturimäärä /29/.

Tuuliturbiinin osa	Anturien lukumäärä	Mittaussuunta	Taajuuskaista
turbiinin päälaakeri	1	radiaalinen	0,1 Hz – 10 kHz
vaihteisto	3	radiaalinen	0,1 Hz – 10 kHz
generaattorin laakeri	2	radiaalinen	10 Hz – 10 kHz
torni ja moottoritila	2	aksiaalinen (tuulen suunta) poikittainen (tuulen suuntaan nähden)	0,1 Hz – 100 Hz

Kiihtyvyyksiä mitattaessa on muistettava, että signaalin lukutaajuuden täytyy ylittää tarkasteltavan taajuuskaistan yläraja vähintään kaksinkertaisesti.

Jos turbiini on tuettu kahdella päälaakerilla, on molemmat laakerit varustettava kiihtyvyyksianturilla. Vaihteistojen kohdalla antureiden lukumäärän ja sijainnin ratkaisee se, että kaikkien hammaspyöräparien välisten ryntöjen aiheuttamat värähtelyt on pystyttävä erottamaan muista rakenteen värähtelytaajuuksista.

Mitattujen värähtelysuureiden avulla voidaan seurata laakereiden ja hammasvälityksien kuntoa ja mahdollista vikaantumista. Tornin ja moottoritilan kiihtyvyyksisarvot taas kertovat rakenteen liiketilasta ja huojumisesta.

Signaalien, joiden taajuuskaista ylittää tuhansiin Hertzeihin, tietomäärä on niin suuri, ettei sitä kannata siirtää aikasarjana pitkien matkojen päähän. Aikasarjamuotoinen tieto ei muutenkaan ole kunnonvalvonnan kannalta kovin käyttökelpoista. Tiedon tehokas hyödyntäminen edellyttää sen analysoimista mittauskohteessa ja vasta tulostiedon lähettämistä eteenpäin.

Rakenteiden ja komponenttien värähtelykäyttäytyminen esitetään erilaisten jakautumien tai niistä eristettävien yksittäisten edustavien tunnuslukujen ja taajuusarvojen avulla. Käytettäviä jakautumia ovat esimerkiksi

- tasojakautumat
- huippujakautumat
- spektrit
- rain flow -jakautumat.

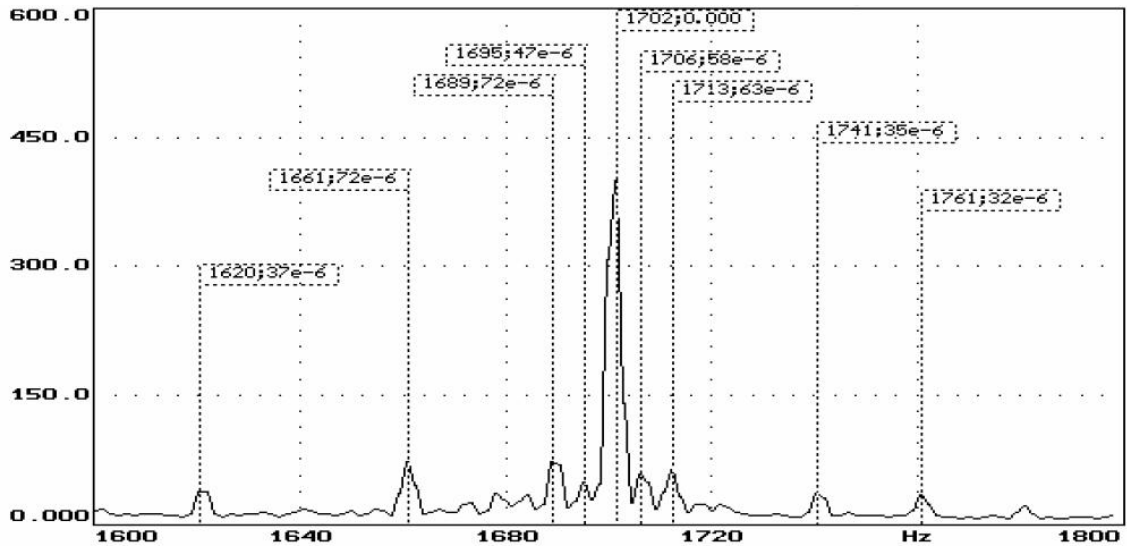
Taulukossa 3 esitetään Germanischer Lloydin suosittamia analyysimenetelmiä tuulivoimaloiden kriittisille komponenteille. Nämä ovat yleisluonteisia ja soveltuvat myös muille pyöriviä osia sisältäville koneille.

Taulukko 3. Germanischer Lloydin suosittamia analyysimenetelmiä tuulivoimaloiden kriittisille komponenteille [29].

Tuuliturbiinin osakokonaisuudet							
		Vierintälaakerit			Hammastus		Konetilan ja tornin värähtelyt, muut koneistovärähtelyt
		Generaattori	Vaihde	Roottori	Planeetta-vaihde	Lieriö-vaihde	
Menetelmät	Broadband characteristic values	x		x			x
	Envelope spectra	x	x	x	x	x	
	Frequency-selective characteristic values from the envelope spectra	x	x				
	High-resolution amplitude spectra				x	x	x
	Frequency-selective characteristic values from the amplitude spectra				x	x	x

On huomattava, että mitattuja signaaleja joudutaan sekä vahvistamaan että suodattamaan, jotta voidaan erottaa toisistaan normaalin käytön aikaansaamat ilmiöt poikkeuksellisten tapahtumien (kuten vaurioiden ja massaepätasapainon) synnyttämistä ilmiöistä.

Siirrettävän värähtelytiedon tiedon määrä vaihtelee yksittäisestä arvosta tuhansia alkioita sisältävään taulukkoon. Hyvän yleiskuvan antaa kuvan 11 mukainen hammaskosketukseen liittyvä taajuuskaista.



Kuva 11. Esimerkki hammaspyörän rynnön herättämien värähtelyjen taajuuskaist-spektristä.

Spektrin viivamäärä voi tyypillisesti olla esimerkiksi 3 200, jolloin siirrettävässä taulukossa on 3 200 erillistä arvoa; näiden lisäksi tarvitsee mahdollisesti välittää myös muutamia laskennassa käytettyjä asetusarvoja. Tilannetta karakterisoivat värähtelyspektrin huiput ovat usein pyörimisnopeuden kertalukuja, ja esimerkiksi yllä olevan spektrin taajuuskaistan kiinnostavat arvot voidaan esittää yhdeksän lukuparin avulla tai kymmenen arvon avulla, jos ennakoita valitaan seurattavat pyörimisnopeuden kertaluvut. Taajuustarkasteluissa siirrettävien arvojen määrä voi siten mittauspistettä kohden vaihdella karkeasti ottaen yhden ja muutaman tuhannen välillä. Spektrit eivät normaalissa käyttötilanteessa kuitenkaan muutu kovin äkillisesti, joten siirtotaajuuden ei tarvitse olla kovin korkea.

Ne olosuhde- tai toimintaparametrit, jotka vaikuttavat mitattujen suureiden arvoihin, on huomioitava mittaustietojen käsittelyssä ja suodatuksessa. Tällaisia ovat esimerkiksi voimalaitoksen tuottama teho, roottorin pyörimisnopeus ja tuulen nopeus.

Tiedonsiirto säännöllisin välein esimerkiksi kerran vuorokaudessa riittää. Hälytyksen tulee alkaa heti, kun jokin hälytysarvo tai -taso saavutetaan tai jokin arvo yhtäkkiä poikkeaa tavanomaisesta.

Huollon aikana ääni- ja/tai kuvayhteys voi olla suureksi avuksi kunnossapitohenkilöstön ja esim. käyttäjän, omistajan, varaosavaraston tai voimala- tai komponenttivalmistajan välillä. Nykyään käytetään erityisesti merellä tai muuten kaukana sijaitsevassa tuulipuistossa web-kameroita valvontaan sekä huoltotoimenpiteiden tukena (Middelgrunden ja Horns Rev, Tanska).

6. Energian myynti, verotus ja laskutus

Sähkökauppaan liittyy tuotetun energian seuranta, valvonta ja raportointi. Hajautettujen tuotantolaitosten kohdalla tämä tarkoittaa tiedon keräämistä useammista yksiköistä. Sähkömarkkinoilla toimiminen ja tasehallinta sekä päästökauppa ja vihreän sertifikaatin markkinat tuovat mukanaan lisätarpeita raportoinnille ja joissain tapauksissa myös energian tuotannon säädölle.

6.1 Laskutusmittaus

Laskutusmittauksen tietoja käytetään energian ostossa, myynissä sekä siirtomaksujen ja verojen maksuperusteena. Laskutusmittauksen vaatimukset riippuvat käytössä olevien tariffien rakenteista. Pohjoismaissa tuotannosta mitataan tuntienergiat (MWh/h) tai pelkästään kumulatiivinen energia mahdollisella päivä-yö- tai arki-pyhä-tyyppisellä jaolla, muualla voi olla käytössä 15 minuutin tai 30 minuutin aika-askel. Tuulipuistoista riittää usein puiston tuotannon mittaus, jolloin jokaiselle laitokselle ei tarvita omaa mittaria, ellei sähkönmyynti sitä tarvitse esimerkiksi sen takia, että laitoksilla on eri omistajat tai sähkön ostajat. Verkonhaltija asentaa ja lukee laskutusmittarit. Käytössä on sekä kauko-luettavia laskutusmittareita että mittareita, joita luetaan paikan päällä. /21/

Suomessa pätö- ja loistehon tuotanto ja kulutus erotetaan, koska otolla ja annolla on yleensä eri siirtotariffit. On myös tilanteita jolloin voimala hankkii sähköä omakäyttöön muualta sen sijaan, että tuottaisi sen kunakin hetkellä itse. Tämä muualta ostetun sähkön määrä täytyy luonnollisesti mitata. Käytännössä laskutusmittauksen voi tällaisessa tapauksessa hoitaa yhdellä, sähkön suuntaa huomioivalla mittarilla. Muutamissa maissa on käytössä niin kutsuttu nettomittaus, jolloin energiamittarin lukemat fyysisestikin pyörivät eri suuntiin, kun asiakas tuottaa ja toisinaan kuluttaa sähköä /30/. Mittari rekisteröi nettotuotannon tai -kulutuksen, ja asiakas maksaa tai häntä hyvitetään vain tästä kulutuksen ja tuotannon erotuksesta. Tällöin sekä verkkomaksuissa että energian toimituksessa on oltava käytössä nettomittausperiaate, muuten on kuitenkin mitattava sähkö suunta erikseen huomioiden. Hajautetun tuotannon loisteho mitataan yleensä, vaikkakin sen kohtuullinen kulutus tai tuotanto on ilmaista.

Laskutusmittauksessa tiedonsiirron nopeus ei ole kriittinen tekijä, koska laskutus ei tapahdu päivittäin. Suomessa pienvoimaloista ilmoitetaan tuntitehot tyypillisesti kerran kuukaudessa verkonhaltijalle. Pienimmät ilmoittavat vain kokonaisenergiat. Sen sijaan tiedon luotettavuus ja tarkkuus ovat tärkeitä. Puuttuva tai väärä tieto aiheuttaa tappiota aina jollekin osapuolelle.

Tulevaisuudessa kehittynyt laskutusmittari voisi energiatietojen lisäksi ilmoittaa automaattisesti mittariviasta, väärästä asennuksesta tai esimerkiksi mittarin manipuloinnista /21/.

6.2 Kantaverkkomaksut

Kantaverkkopalvelusta Fingrid perii markkinapaikka- ja käyttömaksun. Pohjoismaisen sähkön yhteismarkkina-alueen ulkopuolelle suuntautuvien yhteyksien kautta siirrettävältä sähköltä peritään lisäksi markkinarajamaksu.

Käyttömaksu peritään asiakkaan, eli hajautetun tuotannon tapauksessa jakeluverkon haltijan, kantaverkon liittymispisteen kautta siirtyvästä sähköstä. Hajautettu tuotanto alentaa siten jakeluverkonhaltijan maksamaa käyttömaksua aina, kun kulutus on kyseisessä jakeluverkossa tuotantoa suurempi. Kantaverkosta oton käyttömaksun suuruus on vuonna 2004 talviarkipäivänä 3,75 €/MWh ja muuna aikana 0,75 €/MWh. Kantaverkkoon syötetystä tuotannosta käyttömaksu on 0,24 €/MWh. Kantaverkkopalvelun maksut perustuvat fysikaalisiin mittaustietoihin ja ovat riippumattomia markkinaosapuolten välisestä sähkökaupasta. Käyttömaksun perusteena oleva otto ja anto mitataan liittymispisteissä, joten mitään erillistä mittausta tai tiedonsiirtoa ei tarvita pienvoimaloista tai niiden takia. Fingrid vastaa liittymispisteessä siirtyvän sähkön mittausten järjestämisestä ja ylläpidosta. /31/

Markkinapaikkamaksu kohdistuu kulutukselle, joka määritetään kantaverkosta oton ja annon sekä vähintään 1 MVA:n kokoisten generaattoreiden nettotuotannon perusteella. Alle 1 MVA:n kokoiset generaattorit tuottavat siten jakeluverkonhaltijalle säästöä markkinapaikkamaksun verran, eli 1,30 €/MWh vuonna 2004. Kantaverkkopalvelun laskutusta varten jakeluverkonhaltija ei siis ilmoita alle 1 MVA:n generaattoreiden tuotantolukuja Fingridille lainkaan ja tätä isompien generaattoreiden osalta vain markkinapaikkamaksua varten. Kantaverkkomaksut laskutetaan kuukausittain.

6.3 Sähkökauppa

Sähkökauppaa varten tarvitaan tuotannon ohjausta ja optimointia elspot- ja/tai elbas-kaupan, säätömarkkinoilla toimimisen tai muun sovitun toimituksen mukaan.

Sähkömarkkinoilla toimijoilla on käytännössä useita tuotantomuotoja hajautetun tuotannon lisäksi. Tulevaisuudessa on mahdollista, että myös hajautettujen tuotantomuotojen yhteenliittymät voivat osallistua kauppaan markkinoilla, kuten tanskalaisten tuuli-voimaloiden yhteenliittymä.

Sähkömarkkinoille tehtäviä tarjouksia varten tarvitaan tiedot laitosten toimintavalmiudesta. Elspot-markkinoille tarjoukset jätetään klo 12 mennessä seuraavan vuorokauden 24 tunnin myynnistä. Elbasissa kauppa on jatkuvaa ja sulkeutuu tuntia ennen toimitusta. Pohjoismaisille säätömarkkinoille voi jättää tarjouksia 15 minuutin ylös- ja alassäädöstä.

Siinä vaiheessa, kun markkinoilta tulee tieto, että sähkön toimitus tehdään, on seurattava tuotantoa ja mahdollisesti käynnistettävä tai pysäytettävä myös hajautettuja tuotantolaitoksia tai ohjattava tuotantotaso toimitusta vastaavaksi. Sama tilanne on, mikäli tuotantoa ohjataan kulutuksen tai muun sovitun toimituksen mukaan. Käytännössä voidaan luottaa tasepalveluun, jolloin on-line-ohjausta ei tarvita. Tulevaisuudessa on mahdollista, että myös hajautettuja tuotantolaitoksia kannattaa ohjata, jolloin tasepalvelujen ostoarve saadaan vähenemään, tai jopa niin että hajautetutkin voimalat osallistuvat säätömarkkinoille.

6.4 Taselaskenta

Käyttötunnin jälkeen lasketaan jokaisen toimijan sähkötase. Taseselvitys perustuu tuntienergioihin, jotka saadaan tuntienergiamittauksista, tyyppikuormituskäyristä ja kiinteistä toimituksista. Hajautetun tuotannon kohdalla tuntienergiamittaus on laskutusmittaus tuotetulle ja kulutetulle energialle. Taselaskentaa varten voimaloiden mitatut tuntitehot lähetetään Ediel-viestinä eteenpäin. Tuulivoimaloista tiedot menevät usein puistokohtaisesti, ellei omistus tai sähkönmyynti ole voimalakohtaisesti eriytynyt. Ediel on Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla käytössä oleva tiedonvaihtojärjestelmä sähköalan tarpeisiin (mm. taseselvitykseen ja suunnitelmiin liittyvä tiedonvaihto, <http://www.ediel.org>).

Taseselvitys selvittää sähkömarkkinoilla toimivien osapuolten väliset sähkön toimitukset. Selvityksen tuloksena saadaan kunkin osapuolen sähkötase. Jokaisen sähkömarkkinoilla toimivan osapuolen on jatkuvasti huolehdittava sähkötaseestaan, eli osapuolen on ylläpidettävä sähkön tuotannon ja hankinnan sekä kulutuksen ja myynnin välinen teho-
tasapaino. Käytännössä toimittajat eivät tähän pysty, koska kulutusennusteet eivät toimi sataprosenttisesti ja myös tuotannossa tulee ennakoimattomia tilanteita. Tämän vuoksi jokaisella osapuolella on oltava avoin toimittaja, joka tasapainottaa osapuolen sähkötaseeseen. Tasevastaavaksi kutsutaan osapuolta, jonka avoin toimittaja on Suomen järjestelmävastaava Fingrid. /32/

Verkonhaltijat raportoivat oman verkkoalueen tunnittaiset summatoimitustiedot myyjän tasevastaavalle sekä omalle tasevastaavalleen (mahdollisesti Fingridin välityspalvelun kautta). Tasevastaavat laskevat saamistaan tiedoista tasevastuussaan olevien osapuolten sähkötaseet. Lopulliset summatoimitustiedot raportoidaan viimeistään kuukauden kuluessa toimitushetkestä.

Tasevastaava laskee yhteen taseeseensa kuuluvien osapuolten tiedot (kiinteät ja mitatut toimitukset), lisää niihin omat toimituksensa ja raportoi taseensa tiedot edelleen Fingridille. Tasevastaava raportoi lopulliset tiedot viimeistään puolentoista kuukauden kuluessa toimitushetkestä.

Fingrid selvittää valtakunnallisen sähkötaseen sekä Fingridin ja tasevastaavien väliset sähkötaseet. Tuloksena saadaan tasevastaavien tasepoikkeamat sekä tasepoikkeama Suomen ja muiden maiden välillä. Valtakunnallinen taseselvitys valmistuu lopullisena viimeistään kahden kuukauden kuluttua toimitushetkestä. /33/

6.5 Verotus

6.5.1 Polttoaineen valmistevero

Polttoaineen valmistevero koskee vain lämmön tuotantoa, sillä sähköntuotannossa verotetaan lopputuotetta eli sähköä. CHP-laitosten lämmöntuotantoon kulunut polttoaine saadaan kertomalla laitoksen kaukolämpö- tai prosessihöyryverkkoon luovutettu lämpömäärä kertoimella 0,9. Kiinteät biopolttoaineet, biokaasu ja kierrätyspolttoaine ovat vapautettuja energiaverosta /34/.

Fossiiliset polttoaineet maksavat veroa hiilipitoisuuden mukaan. Vuonna 2003 vero oli 18,1 €/tonni CO₂. Turpeesta suoritetaan veroa vain siltä osin, kuin sen käyttö ylittää 25 GWh vuodessa. Turvetta ei veroteta täysimääräisesti hiilimäärän mukaan, vaan vero on 23 %. Myös maakaasu pääsee osalliseksi hiiliveron alennuksesta, sen vero on 50 % täysimääräisestä. Kivihiilestä, polttoöljystä ja maakaasusta peritään lisäksi huoltovarmuusmaksua. /35, 36/

Polttoaineen valmisteveron perusteena oleva energiamäärä ilmoitetaan kuukausittain tullille lomakkeella 143s (katso liite 1). Lomakkeeseen kirjoitetaan verolliset luovutus- tai käyttömäärät polttoaineittain sekä veromäärät ja huoltovarmuusmaksu. Yksikkö riippuu polttoaineesta: tonni, MWh, m³ tai kg. Tulli maksaa puolivuosituen. Tuottajan tulee jättää hakemus kuuden kuukauden sisällä.

6.5.2 Sähkön valmistevero

Vuodesta 1997 lähtien Suomessa verotetaan sähköä eikä sähköntuotannon polttoaineita. Sähköveron määrään ei vaikuta se, millä tuotantomuodolla tai polttoaineella sähkö on tuotettu. Sähkö siirretään verkossa verottomana ja siitä tulee verollista vasta, kun se luovutetaan kulutukselle. Verovelvollisia ovat tuottajat ja verkonhaltijat, mutta käytännössä verkonhaltija laskuttaa veron suoraan kuluttajalta sähkölaskun yhteydessä. Sähkövero on porrastettu kahteen veroluokkaan. Teollisuudessa käytetystä sähköstä suoritetaan alemman veroluokan II mukainen vero, joka on 0,44 snt/kWh, ja muusta sähköstä 0,73 snt/kWh. Mo-lemmissa luokissa maksetaan lisäksi 0,013 snt:n/kWh huoltovarmuusmaksu. /34/

Tuottajat maksavat sähköveroa kalenterikuukausittaisesta määrästä, joka saadaan, kun tuotetusta sähköstä vähennetään omakäyttösähkö sekä verkkoon toimitettu sähkö. Normaalitylanteessa tuottaja ei siis maksa sähköveroa. Poikkeuksena on tilanne, jossa kuukausituotanto on omakäyttöä pienempi esimerkiksi korjauksen tai huollon takia, jolloin tuottaja maksaa sähköveroa ostamastaan sähköstään. Tuottaja maksaa kalliimpaa eli veroluokan I veroa. Tuottaja, joka on ostanut sähköä, täyttää tullin lomakkeen 144s, josta on kopio liitteessä 1.

6.5.3 Sähköntuotannon tuki

Valtio tukee tuotantoa uusiutuvilla energialähteillä maksamalla tuottajille hakemusperusteista tukea. Aikaisemmin tämän tuen määrä oli kytketty sähkön verotukseen, jolloin puhuttiin sähköveron palauttamisesta sähköntuotannon tuen sijaan.

Tuen määrä riippuu tuotantomuodosta ja energialähteestä. Alle 1 MW:n tehoisen pienesivoiman, metsähakkeella tuotetun sähkön sekä tuulivoiman tuki on 0,69 snt/kWh (1.1.2003 lähtien). Kierrätyspolttoaineella tuotettu sähkö saa tukea 0,25 snt/kWh. Muut, kuten mm. puupolttoaineella tuotettu sähkö sekä turpeella alle 40 MVA:n lämmitysvoimaloissa tuotettu sähkö, saavat 0,42 snt/kWh. /37/

Koska metsähakkeen tuki on korotettu muihin puupolttoaineisiin verrattuna, tuen edellytyksenä on, että hakija voi esittää luotettavan selvityksen sähkön tuottamisesta metsähakkeella. Hakkeen määrä ja laatu sekä koko tuotanto- ja hankintaketju on pystyttävä osoittamaan riittävän luotettavasti. Sekakuormista maksetaan koko erästä alemman tukitason mukaan. /34/

Sähköntuotannon tukea haetaan voimalan sijaintipaikan tullipiiriltä joko puolen vuoden jaksoissa tai kerralla koko kalenterivuodelle. Tukea on haettava viimeistään kuuden kuukauden kuluttua tukiajanjakson päättymisestä. Tuottaja täyttää tullilomakkeen, jossa kysytään tuotetun sähkön, omakäyttösähkön sekä tukeen oikeutetun sähkön määrä polttoaineittain kuukausittain eriteltynä. Liitteessä 1 on kopio hakemuslomakkeesta.

6.6 Vihreä sähkö, sertifikaatit ja alkuperätakuu

Vihreä sähkö on uusiutuvilla energialähteillä tuotettua sähköä. Energiayhtiöt tarjoavat asiakkaille vihreää sähköä, jolloin asiakas maksaa sähköstään yleensä hieman kalliimman hinnan ja hänelle taataan, että hänen kuluttamansa sähkö on tuotettu uusiutuvilla energioilla. Yleensä vihreän sähkön tase lasketaan vuosituotannon perusteella.

Vihreä sähkö syntyi Suomessa käsitteenä 1990-luvun lopulla, kun Suomen luonnonsuojeluliitto aloitti energiantuotannon ympäristömerkinnän. "Norppa suosittelee ekoenergiaa"-merkki takaa, että merkinnän saanut energiantuotanto on valvottua ja täyttää tiukat ympäristökriteerit /33/. Merkinnän tavoitteena on auttaa kuluttajia valitsemaan ympäristölle haitattomin vaihtoehto energiamarkkinoiden tarjonnasta. Ympäristömerkittyä sähköä tilaamalla he voivat vaikuttaa siihen, miten sähköä Suomessa nyt ja tulevaisuudessa tuotetaan. Lisäksi Suomessa usealla energiayhtiöllä on tuotteena tuulisähkö.

Toinen vaihtoehto uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön kohdalla on liittyä vihreän sähkön sertifikaattijärjestelmään, jolloin myydyn sähkön lisäksi saadaan lisätuloa sen uusiutuvuudesta sertifikaattien muodossa. Uusiutuvan energian sertifikaattijärjestelmä (Renewable Energy Certificate System, RECS) on eurooppalainen yritysveltoinen hanke, jossa ovat mukana lähes kaikki Länsi-Euroopan maat. RECSissä erotetaan uusiutuvan energian ympäristöominaisuus fyysisestä sähköstä erilliseksi tuotteeksi. RECS ei ole varsinainen markkinapaikka vaan yhteinen toimintamalli, joka mahdollistaa sertifikaattien myöntämisen sähkön tuottajalle sekä sertifikaattien vaihdannan. Fingrid huolehtii Suomen alueen tuotantolaitosten rekisteröinnistä RECS-järjestelmään sekä sertifikaattien myöntämisestä tuotantotietojen perusteella eli on alueen ns. Issuing Body. Alkuperätakuun myöntäminen edellyttää hyväksytyt arviointilaitoksen tekemää voimalan varmennustarkastusta, palvelusopimusta Fingridin kanssa sekä tuotantotietojen toimitamista Fingridille. Fingrid myöntää voimalan haltijan pyynnöstä uusiutuvan energian tuotannolle alkuperätakuun lain ja asetuksen mukaisesti. Alkuperätakuu myönnetään joko paperimuodossa tai sähköisenä RECS-järjestelmään. /39/

Alkuperätakuuta tarvitaan nykyään myös, jotta sähkön myyjät voisivat toteuttaa veloitteensa ilmoittaa loppukäyttäjille edellisenä vuonna Suomessa myydyn sähkön tuottamiseen käytetyistä energialähteistä. EU:n direktiivin mukainen alkuperätakuuvelvoite on toimeenpantu Suomessa vuonna 2003 Lailla sähkön alkuperän varmentamisesta ja ilmoittamisesta (1129/2003) sekä Valtioneuvoston asetuksella sähkön alkuperän varmentamisesta (1357/2003). Lain 3 §:n mukaan järjestelmävastuuseen määrätyn kantaverkonhaltijan (Fingrid Oyj) tehtävä on myöntää sähkön alkuperätakuuta sähkömarkkinoiden osapuolten kannalta tasapuolisella ja syrjimättömällä tavalla. Arviointilaitoksen on varmennettava voimalaitoksen tuotantotapa ja sen käyttämät energialähteet. Arviointilaitos antaa varmennustodistuksen, jossa on alkuperätakuun myöntämisessä tarvittavat tiedot. Sähkön alkuperätakuujärjestelmää valvoo Energiamarkkinavirasto, jolla on oikeus saada tietoja alkuperätakuuta hakeneelta tai alkuperätakuun saaneelta voimalaitoksen haltijalta voimalaitoksen tuotantotapaa, energialähteitä sekä tuottamia sähkömääriä koskevia tietoja. /40/

6.7 Päästökauppa

Päästökauppa vaikuttaa niihin toimijoihin, jotka ovat päästökaupan piirissä ja ovat saaneet päästökiintiöitä. Tuulivoimatoimijoille päästökauppa ei tuo suoraa vaikutusta. Sen sijaan biomassan poltossa käytetään usein tukipolttoainetta, jolloin näiden tukipolttoainesten (turve, kivihiili) polttomäärien seurantaan tulee päästökaupan myötä lisäraportointia. /35/

Päästökauppa vaikuttanee tulevaisuudessa tuotantohintoihin. Päästökauppaan kuuluvat laitokset ja laitoskohtaiset päästöoikeudet on lyöty lukkoon vuonna 2004 ja päästökauppa alkaa 1.1.2005. Päästöoikeudet tarkastetaan direktiivin mukaan ainoastaan yli 20 MW lämpöteholtaan olevilta laitoksilta. Lisäksi päästökaupan piiriin kuuluvat ne alle 20 MW:n tuotantolaitokset jotka ovat kytkettynä kaukolämpöverkkoon, jossa on kattilateholtaan yhteenlaskettuna yli 20MW:n edestä laitoksia kiinni. Päästöoikeuksia ylittävät päästöt sakotetaan 40 €hiilidioksidiekvivalenttitonnilta vuosina 2005–2007, sen jälkeen sakkoa nostettaneen 100 euroon. Se miten yhteistoteutus (JI) ja puhtaan kehityksen mekanismi (CDM) otetaan huomioon päästöoikeuksissa, on vielä auki. /41, 42/

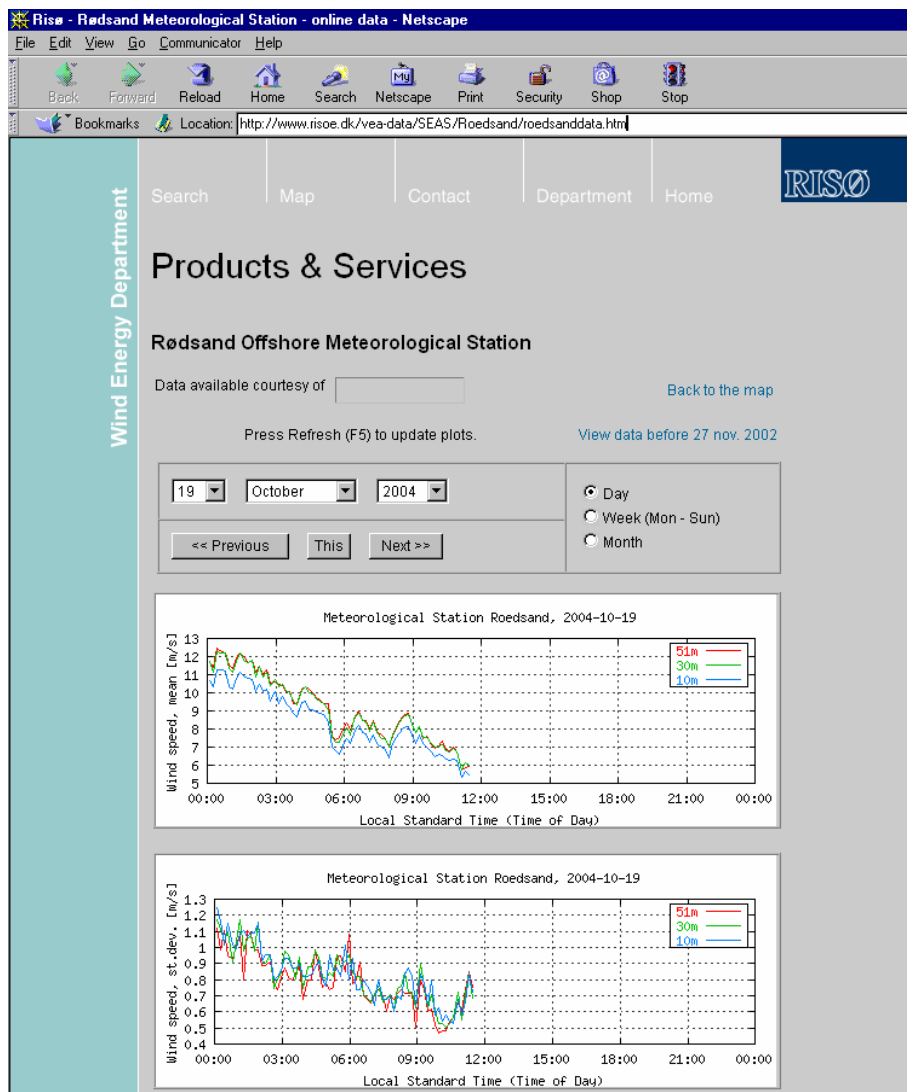
7. Muut mahdolliset toiminnot

7.1 Tuotannon ja olosuhteiden seuranta

Voimalan omistajaa kiinnostaa voimalan toiminta ja tuottavuus sekä paikalliset olosuhteet (tuulisuus, vesimäärä) pidemmän aikajakson yli. Tavallinen voimaloiden toiminnan raportointijakso on kuukausi tai vuosi. Esimerkiksi vihreän sähkön tase lasketaan vuosituotannon perusteella. Pidempiaikainen seuranta mahdollistaa vertailut vuodesta toiseen sekä vertailun etukäteen arvioituun tuotantoon.

Osassa laitosten ohjausjärjestelmiä tiedot kertyvät tietokantaan, osassa tämä on toteutettu ohjausjärjestelmän päälle rakennetuilla ohjelmistoilla, jotka keräävät ja tallentavat tietoja tuotannosta, meteorologisista suureista ja toimintahäiriöistä.

Hetkelliset tiedot ovat myös kiinnostavia. Tanskalainen tutkimuskeskus Risø kerää ja julkaisee säätietoja muutamilta tuulipuistoilta ja erillisiltä sääasemilta Internetissä pienellä viiveellä. Järjestelmä näyttää kymmenen minuutin keskiarvot kaikista suureista. Tiedot päivittyvät kaksi kertaa tunnissa /43/. Kuvan 12 tapaisia säätietoja pääsee kuka tahansa katsomaan web-selaimella. Säätiedot voivat palvella esim. merellä liikkujia.



Kuva 12. Säättietoja Rødsandin tuulivoimapuistosta web-selaimella /43/.

7.2 Tiedottaminen

Voimalan tuotannosta ja toiminnasta tiedottaminen voimalan omistajille on tärkeää etenkin osuuskunta- tai osakeyhtiömisteisten voimaloiden kohdalla. Kun omistajia on vähän, suora tiedottaminen toimii hyvin. Esimerkiksi erään suomalaisen voimalan käyttäjä tiedottaa omistajalle kerran kuussa sähköpostitse voimalan sähkön- ja lämmön tuotantomäärät. Tanskalainen Middelgrundenin tuulivoimapuiston omistaa osuuskunta, joka käyttää www-sivuja pääasiallisena tiedotuskanavanaan. Tuotanto- ja muiden lukujen lisäksi Internet-sivuilla on yksityiskohtaiset selostukset esimerkiksi meneillään olevista huoltotoimenpiteistä tai korjauksista.

Voimalasta voidaan kertoa myös siihen kohdistuneen yleisen mielenkiinnon takia, mainosmielessä, imago- tai muista syistä. Tiedottaminen suurelle yleisölle tapahtuu nykyään usein Internetissä www-sivuilla.

Lumituuli Oy:n omistamasta tuulivoimalaitoksesta tuotantotiedot päivittyvät muutaman päivän viiveellä /44/. Suomen Hyötytuuli Oy:n sivuilla on web-kamera Porin tuulipuistosta /45/. Ålands vindenergi andelslagin sivuilla on luettelo ja kuvaus voimaloista, informaatiota osuuskunnan jäsenille sekä tietoa uudesta hankkeesta /46/.

7.3 Laitos-, tuotanto- ja vikatilastointi

7.3.1 CHP-laitokset

Suomen Kaukolämpö ry kerää tietoa kaukolämpötoiminnasta Suomessa. Yhdistys julkaisee useita tilastoja ja toimittaa lisäksi tietoa Tilastokeskukselle sekä kauppa- ja teollisuusministeriölle. Tilastokeskus käyttää tietoja muun muassa Energiatilastojen laatimiseen ja erilaisiin EU:n tilastointeihin. KTM käyttää tietoja taustatietona eri selvityksissä ja esimerkiksi neljä kertaa vuodessa ilmestyvässä Energiakatsaus-nimisessä tiedotus- ja tilastolehdessä. /47–49/

Kaukolämpötilaston kysely tehdään kerran vuodessa. Kysely lähetetään sekä Suomen Kaukolämpö ry:n jäsenille että muille kaukolämpöyrityksille. Vastauksia tuli vuonna 2002 yli 150 yritykseltä, ja tiedot kootaan Kaukolämpötilastot-nimiseen julkaisuun /50/. Tuotantolaitoksista kysytään muun muassa laitostyyppi, lämpö- ja sähköteho, käyttöönottovuosi, kyseisen vuoden lämmön- ja sähköntuotantomäärät, käytetyt polttoaineet ja niiden määrät.

Kaukolämmön pikatilastoon vastaa 12 yritystä kuukausittain. Vain muutamalla vastajalla on jakeluverkkokoon CHP-laitoksia. Kyselyssä kysytään polttoaineiden kulutusmääriä ja varastossa olevaa määrää sekä lämmön ja sähkön tuotantomääriä. Määrät ilmoitetaan kokonaismäärinä, ei tuotantolaitoksittain eriteltynä. Polttoainetiedot ilmoitetaan polttoainetyypin mukaan. Pikatilastoa ei julkaista sellaisenaan missään, Suomen Kaukolämpö ry käyttää sen tuloksia omissa ennakkotilastoissaan.

Kaukolämpöennusteen kysely lähetetään 30 suurimmalle lämmönmyyjälle. Siinä kysytään perustietoja muun muassa rakenteilla ja suunnitteilla olevista tuotantolaitoksista ja kaukolämpöjohdoista. Kaukolämpöennustetilasto ei sisällä varsinaisia tuotantoennusteita tai muuta sellaista, jossa tarvitaan tietoa olemassa olevista tuotantolaitoksista tai näiden omistajilta (elleivät ole rakentamassa lisää).

Liitteessä 2 on kopiot kyselylomakkeista, joissa kysytään tuotantoa tai tuotantolaitoksia koskevia tietoja: Kaukolämpötilaston Yleislomake 1, Kaukolämpötaselomake 2, Polttoainelomake 3, Talouslomake 5 ja Tuotantolaitoslomake 7.3 sekä Pikatilastolomake.

7.3.2 Tuulivoimalat

VTT hoitaa Suomen verkkoonkytkettyjen tuulivoimaloiden tuotanto- ja vikatilastointia vuodesta 1994 lähtien. Tuulivoimalaomistajat toimittavat voimalakohtaiset tiedot kuukausittain VTT:lle. Tilastoinnissa käytetään excel-lomaketta (liite 3), johon täytetään kuukauden brutto- ja nettotuotanto, tuotantoaika sekä se, miten monta tuntia laitos on ollut poissa käytöstä myrskyn, kylmän, huollon, häiriön tai vian takia.

Vastaaja raportoi käyttökatkon syyn ja kohteen (komponentin) tarkemmin, jos nämä ovat tiedossa, ja arvioi vikojen ja häiriöiden vuoksi menetetyn tuotannon määrän. Myös tuotannon keskeytys ulkoisesta syystä, kuten esim. verkkovian takia, raportoidaan.

VTT kerää vuodesta 1996 lähtien perustietoja tuulivoimaloista ja taltioi ne tietokantaan. Tietokanta sisältää teknisiä ja taloudellisia tietoja voimaloista, omistajien yhteystiedot, sijaintipaikkatietoja, arvioidut tuotannot, edellä mainitut tuotanto- ja vikatilastotiedot sekä Ilmatieteen laitoksen laskemat tuotantoindeksit. Perustiedoille on erillinen lomake, jota täytetään siinä vaiheessa, kun laitokset liitetään verkkoon ja sähköntuotanto alkaa.

Tuotantotilastot julkaistaan kuukausittain VTT:n Internet-sivulla osoitteessa <http://www.vtt.fi/pro/pro2/tuulitilastot/windstat.htm>. Neljännesvuositilasto julkaistaan Suomen Tuulivoimayhdistyksen Tuulensilmä-lehdessä ja Vindkraftföreningenin Vindögat-lehdessä. Julkinen vuosiraportti Tuulivoiman tuotantotilastot /51/ julkaistaan VTT:n tutkimusselostussarjassa.

VTT toimittaa brutto- ja nettotuotannot laitoksittain Tilastokeskukselle julkaistavaksi Energiatilastoissa.

Energia-alan julkaisu-, koulutus- ja tietopalveluyhtiö Adato Energia Oy kerää myös Suomen voimaloiden tuotantotiedot osana Fingridille toimitettavaa tuntitehoraportointia ja saa ne nykyään lähes kaikista tuulipuistoista. Suuri osa tuulivoimalaomistajista toimittaa siten tuotantotietoja sekä VTT:lle että Adato Energia Oy:lle, tosin eri aikaskaalassa (kuukausi vs. tunti) ja eri tasolla (yksittäinen voimala vs. puisto).

Ruotsissa tuulituotantotilastointi on automatisoitu. Vattenfall AB:n kehittämä järjestelmä soittaa öisin jokaiseen voimalaan ja kysyy menneen vuorokauden tietoja. Järjestelmä on ollut käytössä vuodesta 2002 lähtien, ja tällä hetkellä tilastoinnin piirissä on noin 565

voimalaa. Voimalalta kysytään teho, tuulenoisuus ja ulkolämpötila luentahetkellä sekä edellisen vuorokauden tuotantoaika ja energiantuotanto. Järjestelmä yrittää uudestaan päivän aikana saada yhteyden niihin voimaloihin, jotka eivät ole vastanneet yöllä. Tiedot tallennetaan tietokantaan ja kootaan saman tien julkaistavaksi julkisille www-sivuille, jotka päivittyvät jokaisen soiton jälkeen. Järjestelmä kokoaa tietokannastaan kuukausiarvot kerran kuukaudessa ja lähettää ne Swedpower AB:lle, joka kokoaa tuuli-voiman kuukausi- ja vuosiraportit. Tuottajat eivät maksa tästä automaattisesta tiedonkeruusta mitään. Tuottajat raportoivat erikseen laitosten epäkäytettävyydet ja viat. /52/

7.3.3 Pienvesivoima

Pienvesivoima ry on vuonna 1999 perustettu yhdistys, jonka jäseninä on pienvesivoimalan omistajia tai käyttäjiä /53/. Yhdistys kerää tietoja pienvesivoimaloista ja padoista ja antaa tietoa pienvesivoimasta kysyville. Teho- ja energiasuuretietoja sekä kuvamateriaalia ovat pyytäneet esimerkiksi kauppa- ja teollisuusministeriö, yritykset ja lehdet. Pienvesivoima ry hankki tiedot kyselyin.

Yhdistyksellä on meneillään pilottihanke, jossa kerätään rakennettujen patojen, myllyjen ja voimaloiden tiedot. Pilottihanke on Joensuun seudulla, mutta hankkeen tavoite ja selvitys koskee koko valtakuntaan laajennettavaa hanketta. Kyselykaavakkeella selvitetään muun muassa voimalan käyttö- ja huoltokustannukset, investointikustannus, sähkön myyntihinta, veden hinta, liittymismaksun suuruus, voimalan käyttöikä ja rakentamisluvan saantiaika. /54/

7.3.4 Biokaasulaitokset

Suomen Biokaasukeskus ry on julkaissut vuodesta 1998 lähtien vuosittain Suomen biokaasurekisteri-nimisen julkaisun. Julkaisussa esitetään perustietoa Suomessa toimivista biokaasulaitoksista. Biokaasulaitokset on jaettu reaktorilaitoksiin sekä kaatopaikkalaitoksiin. Ensiksi mainitut ovat jaettu seuraaviin aliryhmiin: yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesipumppaamot, maatilat ja muut (yksi biojätteen käsittelylaitos). Julkaisussa on laitokohtaiset kuvat ja kuvaukset sekä tiedot tuotetun ja hyödynnetyn kaasun määrästä (m^3), lämmön ja sähkön määrästä (MWh) kyseisenä vuonna ym. /55/

7.4 Tuotannon ennustaminen

Tuotantotietojen sekä meteorologisten suureiden seuraamista tarvitaan myös tuotannon lyhytaikaiseen ennustamiseen, 1–40 tuntia eteenpäin. Tämä tulee kysymykseen lähinnä tuulivoiman ja jossain määrin CHP-laitosten kohdalla (lämpökuorman ennustaminen).

Ennusmenetelmät tarvitsevat lähtötiedoikseen meteorologisten ennusteiden lisäksi online-tietoa laitoksen tuotannosta sekä meteorologisista olosuhteista.

Laitoksen tuottaja ja energian jälleenmyyjä ovat ensimmäiset tahot, jotka voivat tarvita tuotannon ennustemenetelmää. Lisäksi tasevastaava ja järjestelmävastaava voivat kerätä tietoja laajemman alueen tuotannosta, tuulen nopeudesta ja suunnasta ja lämpötilasta.

Suomessa ennustemenetelmien tarve on toistaiseksi ollut pientä, lähinnä Ahvenanmaalla. Tuulivoiman käytön lisääntyessä tuotannon ennustemenetelmiä tarvitaan. EU-maissa niitä on käytössä jo useita esimerkiksi Tanskassa, Saksassa ja Espanjassa.

7.5 Etätukipalvelu

Fortumin etätukikeskuksen liikeidea keskittyy voimaloiden etävalvontaan /56/. Alussa etätukikeskus hoiti vain yrityksen omia voimaloita, mutta nykyään asiakkaina on myös ulkopuolisia voimaloita. Etätukikeskus analysoi voimaloiden automaatio-, informaatio- ja kunnonvalvontajärjestelmistä tulevaa tietoa ja vertaa tuloksia historiatietoihin ja prosessimallin laskemiin tuloksiin. Etätukikeskus raportoi laitoksen suorituskyvystä ja laatii suosituksia sen parantamiseksi voimalan käyttö- ja kunnossapitohenkilöstölle ja omistajalle. Vikaantumisen ilmetessä etätukikeskus arvioi, voiko voimala jatkaa toimintaa seuraavaan huoltoseisokkiin asti vai onko se pysäytettävä. Vastaava palvelu voisi olla järkevä myös pienille voimaloille, joilla ei ole kunnonvalvontaan erikoistunutta henkilökuntaa.

7.6 Valuma- ja vesitiedot

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ja alueellisten ympäristökeskusten käytössä olevaan Vesistömallijärjestelmään toimitetaan laajalti lähtötietoja vedenkorkeudesta ja virtaamista vesivoimaloissa. Näiden perusteella SYKE tekee tulvaennusteita ja reaaliaikaisia vesitilannekarttoja sekä tuottaa kattavaa laskettua virtaamatietoa Suomesta. /57/

7.7 Polttoainetoimitus

Voimaloissa, jotka kuluttavat polttoainetta, polttoaineen toimitusta voidaan automatisoida esimerkiksi polttoainesäiliön pinnankorkeutta seuraamalla. Suurin hyöty tällaisesta järjestelmästä olisi kohteissa, jotka ovat vailla vakinaista miehitystä.

Eräillä huoltamoketjuilla onkin jo käytössä Oy Labko Ab kehittämä kaukovalvontajärjestelmä nimeltä LabkoNet Fuel /58/. Kohteissa olevat järjestelmän keskusyksiköt välittävät automaattisesti tiedot muualla olevalle palvelimelle, josta järjestelmän käyttäjä saa tilannetiedot ja hälytykset tietokoneelleen tai matkapuhelimeensa. Polttoainekuljetuksista huolehtivaa yritystä voidaan valtuuttaa valvomaan polttoaineen riittävyys. Kun määrä laskee alle tilausrajan, yritys saa ilmoituksen tekstiviestinä tai sähköpostitse ja huolehtii itsenäisesti polttoainesäiliön täytöstä. LabkoNet Fuelin kaltainen järjestelmä sopisi myös voimaloille. Se on suhteellisen yksinkertainen ottaa käyttöön, tietoa siirtyy vain vähän ja harvoin eikä tiedonsiirtoyhteyden myöskään tarvitsisi olla nopea.

7.8 Vaihtelevat tariffit

Luotettava tiedonsiirto mahdollistaa vaihtelevat tariffit sekä siirto- että energiamaksuille.

Kuluttajien että tuottajien siirtotariffin maksut voisivat vaihdella verkkohäviöiden mukaan. Häviöt laskettaisiin johtojen kuormitustietojen perusteella tai paikallisen tuotannon mukaan. Hintatiedot välitettäisiin tuottajille ja kuluttajille, jotka tarvittaessa voisivat muuttaa sähkön käyttöönsä tai tuotantoaan hinnan mukaan. Tämä toiminto tulee kiinnostavaksi, kun verkon siirtokapasiteetti on äärirajoillaan ja siirtohinta edes ajoittain korkea.

Vastaavalla tavalla sähkön myyjät ja välittäjät voisivat käyttää ja hyödyntää vaihtelevaa energian myyntihintaa. Kun tuotanto on ennustettua suurempi tai myyjällä on ylimääräistä energiaa, myyjä voisi viestiä tämän alhaisella myyntihinnalla ja houkutella kuluttajia käyttämään enemmän energiaa. Kuluttajilla voisi olla energian hintaan perustuva automaattinen kuormanohjaus.

Kokemukset eri maiden sähkömarkkinoilta viittaavat siihen, että kuormien ohjauksen tuomaa kysynnän hintajoustoa tarvitaan sekä korvaamaan kallista lyhytaikaista huippu-tuotantoa että suojaksi tahallisia ja tahattomia markkinahäiriöitä vastaan. Sama koskee myös ohjattavissa olevaa hajautettua voiman tuotantoa. /27/

7.9 Hälytykset

Etenkin miehittämättömissä voimaloissa myös muut kuin voimalan varsinaiseen toimintaan liittyvät hälytykset voivat olla hyödyllisiä. Näitä ovat

- palohälytys
- murtohälytys
- merkkivalojen toimivuus, jos kohde on esimerkiksi korkea tai merellä.

Ainakin osalle yllä olevista toiminnoista on syytä olla myös suora tiedonsiirtokanava sellaiselle taholle, jonka tehtävänä on tapahtuman torjuminen tai muu hoitaminen, kuten palokunta ja vartiointiliike.

7.10 Pienvoimalan paikannus

Erityisesti siirrettävien pienvoimaloiden kohdalla GPS-signaalin (Global Positioning System) tuottaminen on hyödyllistä. Tämä auttaisi samalla myös varkauden toteamista ja selvittämistä. Voimala tarkan sijainnin tietäminen voisi auttaa myös laajemman hajautetun järjestelmän ylläpitotehtävissä. GPS-laite on edullinen ja kooltaan pieni, ja sen signaali on mahdollista integroida voimalan ohjausjärjestelmään.

8. Yhteenveto ja pohdintaa

Tämän julkaisun tavoitteena on hajautetun tuotannon tiedonsiirtovalmiuksien ja -tarpeiden määrittely ja niiden mahdollistamien toimintojen ja palvelujen kartoitus. Tavoitteena on tällä tavoin auttaa yrityksiä identifioimaan hajautettuun tuotantoon liittyviä liiketoimintoja.

Hajautetun tuotannon tiedonkeruu ja -siirto on nykyään kirjavaa, se vaihtelee paljon sekä voimalasta että toiminnosta toiseen. Tiedonkeruu ja -siirto ovat monesti automaattisia, tiedonkäsittely ei niinkään. Toisaalta paljon tietoa kootaan vielä käsin ja toimitetaan eteenpäin postitse tai sähköpostitse mm. tullille ja tilastointia varten. Ala kehitty nopeasti, ja demonstraatioita ja tutkimusta on paljon esim. EU-tutkimusohjelmissa.

Tavallisin suure, josta eri osapuolet ovat kiinnostuneita, on voimalan tuotanto. Se on perussuure ainakin verkon ja sähköjärjestelmän hallinnassa, voimaloiden yhteiskäytössä, energian myynnissä, verkkomaksuissa, verotuksessa ja tuotantotilastoinnissa. Lisäksi se kiinnostaa omistajia, osakkaita, kunnonvalvontaa jne. Tänä päivänä energianmittaus on usein kaksinkertainen: tuotantotiedot tallennetaan sekä voimalan kontrolleriin että laskutusmittariin. Tuotantotieto luetaan paikan päällä tai etäältä ja jatkokäsitellään kuhunkin tarpeeseen sopivalla tavalla. Kriittisimmät toiminnot ja palvelut tarvitsevat tuotantomäärän reaaliaikaisena hetkellistietona, kun toisille riittää kuukausittainen kumulatiivinen tuotanto. Jos tuotantotiedon käsittely ja tiedonsiirto hoidettaisiin keskitetysti ja vielä automatisoitaisiin, etenkin omistaja säästyisi paljolta työltä.

Kehittyneellä laskutusmittarilla voi mitata ja seurata myös muita suureita ja tapahtumia kuin vain pätö- ja loistehoja. Tärkeimmät ovat sähköön laatuun liittyvät suureet ja esimerkiksi sähkökatkosta ilmoittaminen. Tällaisia monikäyttöratkaisuja pitäisi hyödyntää sen sijaan, että jokaista tarkoitusta varten asennetaan omat anturit ja mittarit tiedonsiirtoyhteyksin. Hajautetussa tuotannossa on yleisesti ottaen tehostamisvaraa ja tarve tai mahdollisuus mitatun tiedon parempaan hyödyntämiseen.

Toinen tärkeä kokonaisuus on voimalaitoksen ohjaus ja valvonta. Tällä puolella ollaan selvästi siirtymässä enemmän kaukokäyttöön ja etävalvontaan, mikä lisää huomattavasti tiedonsiirron määrää ja tiedon analysointitarpeita. Tähän asti valtaosa pienvoimaloista on yksinkertaisuuden vuoksi toiminut itsenäisesti välittämättä muiden osapuolten tarpeista. Pienvoimaloiden yleistyessä niitä tullaan ohjaamaan yhä enemmän jakeluverkon, sähköjärjestelmän tai esimerkiksi tuottajan tarpeiden mukaan. Pätötehon lisäksi voimalat voivat säätää myös loistehon määrää jännitteen tai muun ennalta tai reaaliaikaisesti annetun ohjeen mukaan. Kunnonvalvonta lisääntyy anturi-, tieto- ja muun tekniikan kehittyessä ja halventuessa. Komponenttien automaattinen itsediagnosointi yleistynee. Jos tieto käsitellään ja analysoidaan paikan päällä niin pitkälle, että ilmoitus tai hälytys

siirtyy valvomoon vasta, kun jokin vaikuttaa epänormaalilta, ei tarvita järin nopeaa tai suurta tiedonsiirtomäärää. Toimintona ja mahdollisesti ulkopuolisen tarjoamana palveluna etävalvonta yleistyne.

Muita toimintoja ovat laitoksen olosuhteisiin liittyvät tiedot, joita voidaan hyödyntää erilaisissa malleissa ja tilastoissa sekä tiedottamisessa. Lisäksi tiedonsiirtoa voidaan käyttää hyväksi niin polttoainetoimitusten kuin erilaisten automaattisten hälytystenkin ohjelmoimiseksi.

Mittausjärjestelmän ja -tietojen on oltava yhteensopivat tietoja käyttävien osapuolten muiden järjestelmien kanssa. Uutta formaattia ei kannata keksiä, vaan esimerkiksi verkkonhaltijan intressissä on, että tuotantolaitosten tiedot ovat formaatiltaan vastaavanlaisia kuin sähkön kuluttajien tiedot. Säätiöjen tulisi olla yhteensopivia sääasemien tietojen kanssa ja niin edelleen.

Nopeasti kehittyneen tiedonkeruun ja -siirron ansiosta monet toiminnot tulevat mahdollisiksi. Koska kohteet ovat kooltaan ja arvoltaan suhteellisen pieniä ja niitä voi olla paljon, ei käytännössä kuitenkaan kannata asentaa sofistikoituja, kalliita mittaus- ja tiedonkäsittelyjärjestelmiä kaikkialle. Uuden toiminnon kustannuksia täytyy vertailla toiminnon tuomaan hyötyyn. Pelkkä toiminnon mielenkiintoisuus ei riitä.

Lähdeluettelo

1. <http://www.ecn.nl/crisp>
2. <http://busmod.e3value.com>
3. <http://www.dispower.org>
4. Varming, S., Gaardestrup, C. & Nielsen, J. E. Review of technical options and constraints for integration of distributed generation in electricity networks. SUSTELNET-report. 86 s. <http://www.sustelnet.net>
5. <http://www.dgnet.org/ENIRDGnet/index.jsp>
6. <http://www.cleverfarm.com> 30.11.2004.
7. Giebel, G. et al. CleverFarm – First results from an intelligent wind farm. European Wind Energy Conference, EWEC'03 Madrid, Espanja, 16.–20.6.2003.
8. Action plan towards standardised communication interfaces. ENIRDGnet WP6 Task 6.1 Deliverable 14 – draft for comments, syyskuu 2003.
<http://www.dgnet.org/ENIRDGnet/index.jsp>
9. <http://www.scadaonweb.com/description.html> 24.11.2003.
10. Alarmlist NM 750/48 50 Hz Standard, NEG Micon tuulivoimalan ohjekirja. S. 1.
11. Bjerger, C., Christiansen, P., Hedevang, A., Johnsson, A., Raben, N. & Svensson, J. Functional Requirements on Communication system for Wind Turbine Applications. Elforsk rapport 01:25. Kesäkuu 2001. 26 s. + 3 liitettä.
12. Kirjeenvaihto Henrik Lindqvist, Ålands Vindenergiandelslag ja B. Lemström, VTT. 2003.
13. <http://www.middelgrund.com/> 29.9.2004.
14. Wind Energy Weekly Newsletter #1097, AWEA.
15. Citect V5 – User's Guide, June 2001. CI Technologies Pty Limited, Australia.
16. Kirjeenvaihto Mauno Oksanen, VAPO Oy ja Esa Peltola, VTT 30.9.2003.

17. Enercon E-70 esite. Enercon GmbH. S. 29–30.
18. Lemström, B., Peltola, E. & Lehtonen, M. Tuulivoima ja keskijänniteverkon jännitetason hallinta. VTT Tiedotteita 1677. Espoo 1995. 59 s. ISBN 951-38-4832-9
19. Burges, K., De Broe, A. M. & Feijoo, A. Advanced wind farm control according to Transmission System Operator requirements. European Wind Energy Conference, EWEC'03 Madrid, Espanja, 16.–20.6.2003.
20. Kauhaniemi, K., Kumpulainen, L. & Buchanan, P. Impact of Distributed Generation on the Protection of Distribution Networks. Electric Energy T&D Magazine, July – Aug 2004 Issue. S. 54–56.
21. Koponen, P. Metering needs and standards. VTT. EU-DEEP WP2-WP3 seminar 7 keynote paper. Version 1.3, 17.3.2004.
22. New ERA for electricity in Europe – Distributed generation: Key issues, challenges and proposed solutions. European Commission EUR 20901. Luxembourg, 2003. 32 s.
23. Leprich, U. & Bauknecht, D. Development criteria, guidelines and rationals for distribution network functionality and regulation. SUSTELNET, 1.3.2004. <http://www.sustelnet.net>
24. EU-DEEP-hankkeen Kick off meeting, 7–9 January 2004. M. Sanchezin esitys.
25. Eleffektmåling og andre driftsdata fra decentrale produktionsenheder. Teknisk forskrift – Notat ELT2000-599b. Eltra 12.3.2001. 7 s.
26. Installationskrav for overføring af driftsdata fra decentrale produktionsenheder – Notat ELT2000-592b. Eltra 28.6.2002. 5 s.
27. Koreneff, G., Vartiainen, E., Koponen, P. & Kärkkäinen, S. Hajautetun CHP:n EHJ-konsepti. VTT Projektiraportti PRO1/P7005/04. Espoo 31.1.2004. 39 s. + liitt. 15 s.
28. Lindh, T. et al. Communication Possibilities for Remote Control and Condition Monitoring of Small-Scale Hydro Power Plant. Paper at <http://www.lut.fi> 17.10.2003.
29. Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 4 Guideline for the Certification of Condition monitoring Systems for Wind Turbines, Germanischer Lloyd, Wind-Energie GmbH.

30. Report on Renewable Energy Sources (RES). European Transmission System Operators, ETSO, 18.12.2003. <http://www.etso-net.org>
31. <http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/palvelut/kantaverkkopalvelut/> 27.9.2004.
32. <http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/palvelut/tasepalvelut/>
33. <http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/palvelut/tasepalvelut/taseselvitys/>
34. EDILEX-lakikanava: vuosi 2002. Hallituksen esitys 130/2002. <http://www.edilex.fi/linkit/he/20020130> 11.2.2004.
35. Puuenergia ry. <http://www.puuenergia.fi> 16.2.2004.
36. Renewable Energy Sources in Finland 2002, OPET report 9, OPET Finland – VTT Processes. PRO2/T6509/02, Jyväskylä 2002. 52 s. + liitt. 20 s.
37. Kauppa- ja teollisuusministeriö. <http://www.ktm.fi> kohta Energia, Energiaverot 16.2.2004.
38. <http://www.ekoenergia.info/>
39. http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/palvelut/uusiutuvan_energian_palvelut/
40. http://www.ktm.fi/chapter_files/SUOMEN_RES-E_RAPORTTI_2003_lop.pdf
41. Päästökaupan, energiaverotuksen ja energiatuotannon tukien yhteensovittaminen. Työryhmän väliraportti, 15.12.2003. KTM:n julkaisusarja. http://www.ktm.fi/chapter_files/eupaka_hvk.pdf
42. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/87/EY, annettu 13 päivänä loka-kuuta 2003, kasvihuonekaasujen ja päästöoikeuksien kaupan järjestelmän toteuttamisessa yhteisössä ja neuvoston direktiivin 96/61/EY muuttamisesta. http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fi/oj/dat/2003/1_275/1_27520031025fi00320046.pdf
43. <http://www.risoe.dk/vea-data> 19.10.2004
44. <http://www.lumituuli.fi/tilasto.html>
45. <http://www.hyotytuuli.fi/tuotanto/tuulipolku.ram>

46. <http://www.vindenergi.aland.fi/>
47. Energiakatsaus, kauppa- ja teollisuusministeriö. <http://www.ktm.fi/energiakatsaus> 22.9.2004.
48. Kirjeenvaihto Mirja Tiitinen, Suomen Kaukolämpö ry ja B. Lemström, VTT 22.–23.9.2004.
49. Suomen Kaukolämpö ry. <http://www.kaukolampo.fi> 22.9.2004.
50. Kaukolämpötilasto 2002. Suomen Kaukolämpö ry 2003. 69 s. ISSN 0786-4809
51. Tuulivoiman tuotantotilastot. Vuosiraportti 2003. VTT Tutkimuskeskus PRO2/5098/04. 47 s. Saatavissa ositteessa <http://www.vtt.fi/pro/pro2/tuulitilastot/windstat.htm>.
52. <http://www.vindstat.nu> 12.10.2004.
53. <http://www.pienvesivoimayhdistys.fi> 30.11.2004.
54. Kirjeenvaihto Liisa Hiltunen, Pienvesivoimayhdistys ry ja B. Lemström, VTT 23.4.2004.
55. Kuittinen, V., Huttunen, M. J. & Leinonen, S. Suomen Biokaasulaitosrekisteri VI. Tiedot vuodelta 2002. Suomen Biokaasukeskus ry. 38 s. Saatavissa ositteessa <http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/>.
56. Etävalvonta tehostaa voimantuotantoa. Tekniikka ja talous 9.9.2003. S. 10.
57. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1351&lan=fi>
58. LabkoNet Fuel jakeluasemien ja polttoainevarastojen valvontajärjestelmä. Labkoset – Oy Labko Ab:n asiakaslehti 1/2003, s. 8.

Liite 1



NSA

SÄHKÖTUOTANNON TUKEAKEMUS

Ampeluko, jota veronpalautusta haetaan:		Hakijan nimi ja osoite	
kalenterivuosi, v.	_____	tulipöytä	
tammikuu-kesäkuu, v.	_____	Hakijan viite	
heinä-joulukuu, v.	_____	Y-tunnus	
		Pankki ja tilinumero	
Tuotantoajan osote			

Hakemuksen laajien nimien, puhelin, faksi ja sähköposti	Tuliveroammaton merkinnällä
---------------------------------------------------------	-----------------------------

Hakija vakuuttaa, että hakemuksen tiedot on oikein ilmoitettu

Päiväys ja allekirjoitus

TUKEA HAETAAN SÄHKÖLLE, JOKA ON TUOTETTU

<input type="checkbox"/> Tuulivoimalla	TS70	Haetun tuen määrä, kWh	Haetun tuen määrä, euroa
<input type="checkbox"/> Vesivoimalatoksessa (nimellisteho enint. 1 MVA)	TS71		
<input type="checkbox"/> Puulla tai puupohjaisilla polttoaineilla	TS72		
<input type="checkbox"/> Kierrätyspolttoaineilla	TS73		
<input type="checkbox"/> Biokaasulla	TS74		
<input type="checkbox"/> Metsähakkeella	TS75		
<input type="checkbox"/> Polttoturpeella lämmitysvoimalatoksessa (nimellisteho enint. 40 MVA)	TS76		
<input type="checkbox"/> Metallurgisten prosessien jätekaasulla	TS77		
<input type="checkbox"/> Kemiallisten prosessien reaktiolämmöllä	TS78		
Yhteensä		kWh	

Tullilomake no 150s - 1.1.2003

VEROKAUSI

Tuotetun sähkön kokonaismäärä

SÄHKÖN MÄÄRÄ, KUN SÄHKÖ ON TUOTETTU

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

kWh

Verovelvoituksen nimi			tuulipuhite
Osoite	Verokausi		
	Asiakkaan viite		
	Y-tunnus		
Voimailias	Valmisteverotunnus		

KOODIEN SELITYKSET
VEROILMOITUS LUOVUTUKSEKSI JA KÄYTTÖ TAI VASTAANOTOT JA TUONIT

Tuote	Tuoteryhmä	Tuoteryhmäkoodit		Täydä lokeron
		Lisävero	Huoltovarmuusmaksu	
Verkonhaltija				
Veroluokka I	16	V501	V502	Luvutetut kilowattitunnit
Veroluokka I	17	V503	V504	- "-
Veroluokka II	26	V505	V506	- "-
Veroluokka II	27	V507	V508	- "-
Muu kuin verkonhaltija				
Veroluokka I	15	V515	V516	Vastaanotot ja tuodut kilowattitunnit
Veroluokka II	25	V517	V518	- "-
Sähköntuottaja				
Veroluokka I	133	V519	V520	Luvutetut kilowattitunnit
Veroluokka II	243	V521	V522	- "-
Veroluokka II	72	V523		Luvutetut ja käytetyt kilowattitunnit

Veroluokan II verolla hankittu sähkö, joka on käytetty veroluokan I edellyttämään tarkoitukseen

VEROTTOMAT LUOVUTUKSET

Laki sähkön ja eräiden polttoainereiden valmistamisesta annetun lainsäädännön 3	Koodi	Selite
7 § 1 kohta	71	Valmisteverotonta ja huoltovarmuusmaksutonta on: sähkö, joka siirretään sähköverkkojen välillä
7 § 2 kohta	72	Sähkö, jonka sähköntuottaja luovuttaa sähköverkkoon sekä sähkö, jonka luovuttaa sähköverkkoon muu kuin verkonhaltija, joka arvioitunmäärässä vastaantotta sähköä toisesta kahtia Suomessa
7 § 3 kohta	731	sähkö, joka luovutetaan yhteisen ulkopuolelle
	732	sähkö, joka toimitetaan muualle yhteisen alueelle kuin Suomessa kulutettavaksi
7 § 4 kohta	74	sähkö, joka toimitetaan sähköisen raideliikenteen välittömään käyttöön
7 § 5 kohta	75	Sähkö, joka kulutetaan voimalaitoksen sähköä tai yhdistelysähkön ja lämmön tuotannon omakäyttölaitteissa
	76	- "-
	77	- "-

Tullilomake nro 1445 - 1.1.2003

TUOTE	KAUSI jona tuote on luovutettu kulutukseen	Verolliset luovutukset, vastaanotot ja tuonit tai käyttö	Verottomat luovutukset	Valmistevero ja huoltovarmuusmaksu euroa
Verkonhaltija	16	V501 V502	71 Siirto sähköverkkojen välillä	Lisävero
Veroluokka I	1.1. - 31.12. 2002			Huoltovarmuusmaksu
Veroluokka I	17	V503 V504	74 Raideliikenteen käyttöön luovutettu sähkö	Lisävero
	1.1.2003 -			Huoltovarmuusmaksu
Veroluokka II	26	V505 V506	76 Omakäyttöön luovutettu sähkö	Lisävero
	1.1. - 31.12. 2002			Huoltovarmuusmaksu
Veroluokka II	27	V507 V508		Lisävero
	1.1.2003 -			Huoltovarmuusmaksu
Muu kuin verkonhaltija				
Veroluokka I	15	V515 V516	72 Sähköverkkoon luovutettu sähkö	Lisävero
				Huoltovarmuusmaksu
Veroluokka II	25	V517 V518	77 Omakäyttöön luovutettu sähkö	Lisävero
				Huoltovarmuusmaksu
Sähköntuottaja				
Veroluokka I	133	V519 V520	72 Sähköverkkoon luovutettu sähkö	Lisävero
				Huoltovarmuusmaksu
Veroluokka II	243	V521 V522	74 Raideliikenteen käyttöön luovutettu sähkö	Lisävero
				Huoltovarmuusmaksu
		Tuotetun sähkön kokonaismäärä	75 Omakäyttölaitteissa kulutettu sähkö (kWh)	
Veroluokan II verolla hankittu sähkö, joka on käytetty veroluokan I edellyttämään tarkoitukseen	72	V523		Lisävero (valmisteveron erotus)
Päiväys ja allekirjoitus	Veroilmoituksen täyttäjän/vastuuhenkilön nimi ja puhelin		VEROJEN MÄÄRÄT YHTEENSÄ	Lisävero
			Maksettava määrä	Huoltovarmuusmaksu
Tulliviranomaisen merkinnöille				

Verovelvoittajan nimi		tuulipiilite
Osoite	Verokausi	
	Asiakkaan viite	
	Y-tunnus	
	Valmisteveroluokitus	

KOODIEN SELITYKSET

VEROLLISUUSLUOVUTUKSET JA KÄYTTÖ TAI VASTAANOTOT JA TUONNIT

Tuote	Tuoteryhmä	Tuoteryhmäkoodit			Täytä lokeroon
		Peraero	Lisäero	Huoltovarmuusmaksu	
Kivihiili - valtuutettu varastonpitäjä - rekisteröity ja rekisteröimätön elinkeinonharjoittaja	37	V560	V561	V562	Verolliset luovutukset ja oma käyttö yhteisesti toimivana
	371	V562	V563	V564	Vastastoitu ja luokiteltu toimittajien käyttöön
- kivihillen käyttäjä	372	V564	V565	V566	Käytetty toimittajien käyttöön
	47	V566	V567	V568	Käytetty maa- ja metsätalouden kalteenkäytössä Käytetty m ³ 1 Käytetty kilot
Polttoaine - kaasumainen	57	V567	V568	V569	
Mäntylöljy	67	V569			

VEROTTOMIAT LUOVUTUKSET JA KÄYTTÖ TAI VASTAANOTOT JA TUONNIT

Valmisteverotuslaji §	Koodi	Selite
16 § 1 kohta	161	Siirrot verottomien varastojen välillä
16 § 4 kohta	164	Tullivarasoinnimenetely / vientimenetely
16 § 5 kohta	165	Hävikki
Laki sähköjen ja erilaisten pottolaajenteiden valmistamisesta §		
12 § 1 kohta	121	Valmisteverotonta ja huoltovarmuusmaksutonta on: - tai ennalikvyydessä
12 § 2 kohta	122	- kivihilli, jonka valtuutettu varastonpitäjä toimittaa muualle yhteisön alueelle kuin Suomessa käsiteltävänä
12 § 3 kohta	123	- kivihilli, joka käsitellään sähköntuotannossa ja erillisen sähköntuotannon (ei koske 5 §:n 2 momentissa tarkoitettua sähköntuotantoa)
15 § 1 mom.	151	- Polttoaineen käytöstä lämmön tuottamiseen ei lue suoritettua valmisteveroa polttoainetta, kun polttoainetta käytetään omalla 2500 kWh kuluun vuodessa

Älä täytä tummennettuja lokeroita

Tullilomake nro 143s - 1.1.2003

TUOTE	Tuote-ryhmä	Verolliset luovutukset ja käyttö tai vastaanotot ja tuonnit tonnit, MWh:t, nm ³ :t tai kilot	Verottomat luovutukset ja käyttö tai vastaanotot ja tuonnit tonnit, MWh:t, nm ³ :t tai kilot			Valmistevero ja huoltovarmuusmaksu euroa
			161	164	165	
KIVIHILLI - valtuutettu varastonpitäjä	37	V560 V561	161	164	165	lisävero
			121	122	123	huoltovarmuusmaksu
			<i>Oman käytön määrä ylläolevasta</i>			
- rekisteröity ja rekisteröimätön elinkeinonharjoittaja	371	V562 V563	165	121	123	lisävero
						huoltovarmuusmaksu
- kivihillen käyttäjä	372	V564 V565				lisävero
						huoltovarmuusmaksu
POLTTOURVE	47	V566	151			lisävero
MAAKAASU kaasumainen	57	V567 V568				lisävero
						huoltovarmuusmaksu
MÄNTYLÖLJY	67	V569				perusvero
Päiväys ja allekirjoitus			Veroilmoituksen täyttäjän/vastuuhenkilön nimi ja puhelin			perusvero
						lisävero
						huoltovarmuusmaksu
						lisäverosta
						huoltovarmuusmaksusta
						Maksettava määrä
Tulliviranomaisen merkinnöille						

Liite 2

SUOMEN KAUKOLÄMPÖ RY KAUKOLÄMPÖTILASTO

1 YLEISLOMAKE

TILASTOVUOSI 2003

LÄMMÖNMYyjÄN TUNNISTETIEDOT

<i>111 Yrityksen virallinen nimi</i>	<i>112 Jäsen.nro</i>	<i>113 Puhelin</i>

<i>121 Katuosoite</i>	<i>122 Postilokero</i>

<i>131 Postinumero</i>	<i>132 Postitoimipaikka</i>

VASTUUHENKILÖT

<i>141 Asema</i>	<i>142 Henkilön nimi</i>
<i>Yhtiön johtaja</i>	
<i>Kaukolämpötoiminnan johtaja</i>	
<i>Tilastokykselyyn vastaaja</i>	

<i>Päiväys</i>	
----------------	--

TILASTOVUOSI 2003

Lämmönmyyjä	Kunta	Kunta n:o	Jäsen n:o
-------------	-------	-----------	-----------

TOIMINNAN ALOITTAMINEN

511 Kaukolämmön myynnin aloittamisvuosi	512 Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannon aloittamisvuosi
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

KAUKOLÄMMÖN MYYNTITULOJA VASTAAVA ENERGIA

521 Asiakkaille myyty kaukolämpöenergia [0,1 GWh]

KAUKOLÄMMÖN MYYNTITULOT ASIAKKAILTA (arvonlisäveroton)

531 Perusmaksut (ilman alv) [1000,0 €]	532 Energiamaksut (ilman alv) [1000,0 €]	533 Muut vuotuiset kaukolämpömaksut (ilman alv) [1000,0 €]	534 Yhteensä (ilman alv) [1000,0 €]
-------------------------------------------------	---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

ASIAKKAIDEN MUIDEN VUOTUISTEN KAUKOLÄMPÖMAKSUJEN ERITTELY (arvonlisäveroton)

Kohdan 533 erittely						
541 Kierto- vesimaksu [1000,0 €]	542 Lisämaksut huonosta jäähdytyk. [1000,0 €]	543 Lisämaksut mittarin luvusta [1000,0 €]	544 Lauhde- maksut [1000,0 €]	545 Lämpimän käyttöved. valmistus [1000,0 €]	546 Muu, mikä [1000,0 €]	547 Muu, mikä [1000,0 €]

KAUKOLÄMMÖN MYYNTITULOT ASUINTALOASIAKKAILTA (arvonlisäveroton)

551 Kohdasta 534 asuintalojen osuus [1000,0 €]

Lämmönmyyjä	Kunta	Kunta n:o	Jäsen n:o
-------------	-------	-----------	-----------

KAUKOLÄMMÖN JA SIIHEN LIITTYVÄN SÄHKÖN TUOTANNON POLTTOAINEET
(ENERGIASISÄLTÖ)

	311 Polttoaineen nimi	322	JOSTA ERILLISTUOTANTO	
		YHTEENSÄ [0,1 GWh]	323 Yhteensä [0,1 GWh]	324 josta reduktiolla [0,1 GWh]
1	Kivihiili			
2	Raskas polttoöljy			
2.1	josta rikki pit. yli 1 %			
3	Kevyt polttoöljy			
4	Jyrsinturve			
5	Palaturve			
6	Turpepuristeet			
7	Maakaasu			
8	Metsäpolttoaine			
9	Teollisuuden puutähdde			
10	Puunjalostusteoll.jäteliemet			
11	Biokaasu			
12	Kierrätyspolttoaineet			
13	Teollisuuden sekundäänilämpö (sis. myös savukaasuista talt.otetun lämmön)			
14	Sähkö			
15	Lämpöpumpulla talt.ot.lämpö			
16	Muu, mikä			
17	Käytetyt polttoaineet yhteensä			

Lämmönmyyjä	Kunta	Kunta n:o	Jäsen n:o

KAUKOLÄMPÖTASE

Kaukolämmön hankinta			Kaukolämmön käyttö			
211 (Netto) tuotanto [0,1 GWh]	212 Osto [0,1 GWh]	213 Yhteensä [0,1 GWh]	214 Kulutus [0,1 GWh]	215 Toimitus [0,1 GWh]	216 Verkko- ja mitt häv. [0,1 GWh]	217 Yhteensä [0,1 GWh]

Kaukolämmön huipputeho		Yhteistuotanto		225	226
221 Vuorokausi- keskiteho [0,1 MW]	222 Esiintymis- päivä [pv.kk.vv]	223 Kohdasta 211 yhteis- tuotantona [0,1 GWh]	224 Sähkön yhteis- tuotanto (netto) [0,1 GWh]	Kaukolämmön tuotantoon kulunut sähkö [1 MWh]	Kaukolämmön siirron pumppaus- energia [1 MWh]

KAUKOLÄMPÖKAUPPA MUIDEN LÄMPÖYHTIÖIDEN KANSSA

Yhtiö, jolta ostetaan tai jolle toimitetaan		Erittely yhtiöittäin	
231 Numero	232 Nimi	233 Osto, erittely (212) [0,1 GWh]	234 Toimitus, erittely (215) [0,1 GWh]

SÄHKÖ- JA LÄMPÖENERGIAN TUOTANTO, POLTTOAINEIDEN KULUTUS JA POLTTOAINEVARASTOTILANNE.

Jäsen n:o _____ Nimi: _____ kuu 20__

SÄHKÖN TUOTANTO			KAUKOLÄMMÖN TUOTANTO				ENERGIAN TUOTANTO	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
lämpövoimalaitosten sähkö (2+3) GWh	yhteistuotanto-sähkö GWh	erillistuotanto-sähkö GWh	kaukolämmön tuotanto (5+6+7) GWh	yhteistuotanto-lämpö GWh	erillistuotanto-lämpö voimalaitoksista GWh	erillistuotanto-lämpökeskuksista GWh	kokonais-tuotanto (1+4) GWh	lämmön ja sähkön yhteistuotanto (2+5) GWh

		POLTTOAINEIDEN KULUTUS					POLTTOAINETTA VARASTOSSA kuukauden lopussa
		yhteensä [8]	sähkön ja lämmön yhteistuotantoon [9]	sähkön erillistuotantoon [3]	kaukolämmön erillistuotantoon lämpövoimalaitoksissa [6]	kaukolämmön erillistuotantoon lämpökeskuksissa [7]	
RASKAS POLTTOÖLJY	GWh t						
KEVYT POLTTOÖLJY	GWh t						
KIVIHILI	GWh t						
SÄHKÖ	GWh						
LÄMPÖPUMPULLA TALTEEN OTETTU LÄMPÖ	GWh						
JYRSINTURVE	GWh						
MAAKAASU	GWh						
BIOKAASU	GWh						
MUU 1 = palaturve 2 = puu 3 = jätte 4 = jäte-lämpö 5 = muovi	p-aine GWh						
YHTEENSÄ	GWh						

Tiedot antoi: _____

Puh.numero _____

Pvm _____

Kuukausi / Vuosi

xx

/

xxxx

N.N.

TUOTANTO:		(kW)	(kWh)	(kWh)	(h)	(h)	(h)
ID Tuulivoimala	Lempinimi	Teho	brutto	netto	tuotantoaika	myrsky	kylmä aika
22	Mylly 1	500		81420	0	0	0
41	Mylly 2	750		123 994	0	0	0
42	Mylly 3	750		124 598	0	0	0
43	Mylly 4	750		124 557	0	0	0
64	Mylly 5	750		149 008	0	0	0
65	Mylly 6	750		150 147	0	0	0
66	Mylly 7	750		146 727	0	0	0
71	Mylly 8	2000		486451	0	0	0
- Yhteensä		7000		1 386 902			

HÄIRIÖAIKA:		(kW)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
ID Tuulivoimala	Lempinimi	Teho	Häiriöaika	sähköverkko	häiriö	vika	huolto	jäätyminen	muu
22	Mylly 1	500	0	0	0	0	0	0	0
41	Mylly 2	750	0	0	0	0	0	0	0
42	Mylly 3	750	0	0	0	0	0	0	0
43	Mylly 4	750	0	0	0	0	0	0	0
64	Mylly 5	750	0	0	0	0	0	0	0
65	Mylly 6	750	0	0	0	0	0	0	0
66	Mylly 7	750	0	0	0	0	0	0	0
71	Mylly 8	2000	0	0	0	0	0	0	0

huolto: etukäteen suunniteltu (puoli)vuosihuolto

häiriö: toimenpiteeksi riittää esim. manual reset

KOMMENTIT JA TARKENNUKSET (viat ja häiriöt, syy ja komponentti):

ID Tuulivoimala	Lempinimi	
22	Mylly 1	
41	Mylly 2	
42	Mylly 3	
43	Mylly 4	
64	Mylly 5	
65	Mylly 6	
66	Mylly 7	
71	Mylly 8	

- jäätymishavainto: _____
vikojen ja häiriöiden vuoksi menetetty tuotanto (arvio): _____ kWh

muuta/lisättävää: _____

Tekijä(t) Lemström, Bettina, Holttinen, Hannele & Jussila, Matti			
Nimeke Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirtotarpeet ja -valmiudet			
Tiivistelmä Hajautetun tuotannon tiedonkeruu ja -siirto on nykyään kirjavaa, vaihtelee paljon sekä voimalasta että toiminnosta toiseen. Tänä päivänä kootaan vielä paljon tietoa käsin, ja toimitetaan eteenpäin postitse tai sähköpostitse mm. tullille ja tilastointia varten. Ala kehittyi nopeasti ja demoja ja tutkimusta on paljon esim. EU-tutkimusohjelmissa. Tavallisin suure, josta eri osapuolet ovat kiinnostuneita, on voimalan tuotanto. Se on perussuure ainakin verkon ja sähköjärjestelmän hallinnassa, voimaloiden yhteiskäytössä, energian myynnissä, verkkomaksuissa, verotuksessa ja tuotantotilastoinnissa. Lisäksi se kiinnostaa omistajia, osakkaita, kunnonvalvontaa jne. Tänä päivänä energianmittaus on usein kaksinkertainen: tuotantotiedot tallennetaan sekä voimalan kontrolleriin että laskutusmittariin. Jos tuotantotiedon käsittely ja tiedonsiirto hoidettaisiin keskitetysti ja vielä automatisoitaisiin, etenkin omistaja säästyisi paljon työltä. Kehittyneellä laskutusmittarilla voi mitata ja seurata myös muita suureita ja tapahtumia kuin vain pätö- ja loistehoja. Tärkeimmät ovat sähkön laatuun liittyvät suureet ja esimerkiksi sähkökatkosta ilmoittaminen. Toinen tärkeä kokonaisuus on voimalaitoksen valvonta ja ohjaus. Tällä puolella ollaan selvästi siirtymässä enemmän kaukokäyttöön ja kunnonvalvontaan, mikä lisää huomattavasti tiedonsiirron määrää ja tiedon analysointitarpeita. Muita toimintoja ovat laitoksen olosuhteisiin liittyvät tiedot joita voidaan käyttää erilaisissa malleissa ja tilastoissa sekä tiedottamisessa hyödyksi. Lisäksi tiedonsiirtoa voidaan käyttää hyväksi niin polttoainetoimitusten kuin erilaisten automaattisten hälytysten ohjelmoimiseksi. Mittausjärjestelmän ja -tietojen on oltava yhteensopiva tietoja käyttävien osapuolten muiden järjestelmien kanssa. Uutta formaattia ei kannata keksiä, vaan esimerkiksi verkonhaltijan intressissä on, että tuotantolaitosten tiedot ovat formaatiltaan vastaavanlaisia kuin sähkön kuluttajien tiedot.			
Avainsanat power generation, power consumption, distributed systems, energy measurement, energy systems control, data collection, accounting systems, power plants, remote control, maintenance			
Toimintayksikkö VTT Prosessit, Biologinkuja 3-5, PL 1601, 02044 VTT			
ISBN 951-38-6529-0 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)			Projektinnumero C3SU00747
Julkaisuaika Tammikuu 2005	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 62 s. + liitt. 10 s.	Hinta B
Projektin nimi 28 DCP/IP, TCP/IP-arkkitehtuuri hajautetun energijärjestelmän ohjaukseen ja valvontaan		Toimeksiantaja(t) TKK (Tekes Densy)	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Julkaisija: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374	

Author(s) Lemström, Bettina, Holttinen, Hannele & Jussila, Matti			
Title The data communication requirements and capabilities of the management of distributed energy resources			
Abstract <p>The data communication requirements and capabilities of distributed energy resources varies today a lot with the considered type of power plant and information. A lot of the reporting is still done manually for statistics or state authorities for example. However, the branch is developing fast, with demonstration and R&D projects in national and EU research programmes.</p> <p>The production of a power plant is basic information used in energy trade, grid tariffs, taxation, production statistics as well as grid and electricity system operation. With an advanced billing metering solution, active and reactive power as well as power quality and power failures could be monitored.</p> <p>The monitoring and control of distributed power plants is developing towards remote use and condition monitoring. This increases the amount of data communication and the needs for data analyses. The meteorological conditions collected by the power plants can also be used for simulations models and statistics. Advanced data communication solutions can further be used for automatic alarms and fuel delivery applications.</p>			
Keywords power generation, power consumption, distributed systems, energy measurement, energy systems control, data collection, accounting systems, power plants, remote control, maintenance			
Activity unit VTT Processes, Biologinkuja 3-5, P.O.Box 1601, FIN-02044 VTT, Finland			
ISBN 951-38-6529-0 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)			Project number
Date January 2005	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 62 p. + app. 10 p.	Price B
Name of project 28DCP/IP, TCP/IP-arkkitehtuuri hajautetun energiajärjestelmän ohjaukseen ja valvontaan		Commissioned by TKK (Tekes Densy)	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Publisher VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374	

Hajautetulla tuotannolla tarkoitetaan tässä pienvoimaloita, jotka on liitetty pien- tai keskijännitteiseen jakeluverkkoon ja jotka tuottavat sähköä rinnan muun sähköjärjestelmän kanssa.

Julkaisussa kartoitetaan hajautetun energiantuotannon tiedonsiirtovalmiudet ja -tarpeet sekä tiedonsiirron mahdollistamat toiminnot ja palvelut. Osa-alueita ovat tuotetun energian valvonta, optimointi ja ohjaus, voimalan verkkoliittymän valvonta ja ohjaus normaalikäytön ja vikatilanteiden aikana sekä voimalan ja sen osien kunnonvalvonta.

VTT TIETOPALVELU
PL 2000
02044 VTT
Puh. 020 722 4404
Faksi 020 722 4374

VTT INFORMATIONSTJÄNST
PB 2000
02044 VTT
Tel. 020 722 4404
Fax 020 722 4374

VTT INFORMATION SERVICE
P.O.Box 2000
FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 20 722 4404
Fax + 358 20 722 4374
