



SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTON POTENTIAALIKARTOITUS TEOLLISUUDESSA

Hannu Pihala

Juho Farin

Seppo Kärkkäinen

Julkinen

Suorittajaorganisaatio ja osoite VTT Prosessit, PL 1604 02044 VTT Projektin vastuuhenkilö Seppo Kärkkäinen Projektin asiakirjanumero (VTT) PRO3/P3017/05	Tilaaja Fingrid OYJ Kauppa- ja teollisuusministeriö Tilaajan yhdyshenkilö Erkki Stam Tilaajan tilaus- tai viitenumero Kirje 25.1.2005 / Erkki Stam	
Hankkeen nimi, lyhytnimi ja suoritettunnus Sähkön kysyntäjoustopotentiaalikartoitus teollisuudessa, 36SÄH-JOUSTO, C5SU00518	Raportin numero ja sivumäärä 29 s. + liite 5 s.	Päiväys 31.8.2005

Projektiraportin nimi ja kirjoittajat SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTON POTENTIAALIKARTOITUS TEOLLISUUDESSA HANNU PIHALA, JUHO FARIN, SEPPO KÄRKKÄINEN

Tiivistelmä <p>Tutkimuksessa selvitettiin teollisuuden sähkön kysyntäjoustopotentiaalia ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä paikallisen sähköntuotannon lisäysmahdollisuuksia huippukuormitustilanteissa kirjallisen kyselyn ja yrityksissä tehtyjen haastattelujen avulla. Kyselyt lähetettiin suurille, paljon sähköä käyttäville teollisuusyrityksille, joita valittiin eri toimialoilta. Mukana eri teollisuustoimialoista olivat prosessiteollisuudesta massa- ja paperiteollisuus, metallien jalostus ja peruskemikaalien valmistus. Näistä saatiin riittävän kattava tulos laajentamalla kyselyjen perusteella laskettu potentiaali koko toimialan vuotuisen sähkön käytön ja kyselyssä mukana olleiden vuotuisen sähkön käytön suhteella. Lisäksi suoritettiin kyselyjä koskien elintarviketeollisuutta sekä lasin, sementin ja koneiden valmistusta. Yhteensä kyselyyn saatiin vastaukset 14 teollisuusyritykseltä, joilla oli toimintaa yhteensä 55 toimipaikalla.</p> <p>Tutkimuksessa havaittiin, että ilman varoitusaikaa käytettävissä olevaa lyhytaikaista (kestoltaan 1...3 tuntia) sähkön kysyntäjoustopotentiaalia on noin 1060 MW eli 7,5 % tähän mennessä toteutuneesta valtakunnan yhden tunnin huippukitehosta (14 040 MW). Kun varoitusaikaa kysyntäjoustopotentiaalin suorittamiseen on 2...24 tuntia, potentiaali kasvaa noin 220 MW:lla eli potentiaalia on yhteensä noin 1 280 MW eli 9 % Suomen kokonaishuipputehosta. Kun otetaan huomioon häiriöreservisopimukset, sähkömarkkinoille on tarjottavissa lyhytaikaista kysyntäjoustopotentiaalia tällä hetkellä noin 880 MW ja vuonna 2010 noin 480 MW. Osaa tästä potentiaalista tarjotaan jo spot-markkinoille.</p> <p>Kyselyn perusteella saatiin arvio siitä, millä sähkön hintatasolla edellä mainittu potentiaali voisi aktivoitua sähkömarkkinoilla. Hintataso riippuu teollisuuden suhdannetilanteesta. Kun joustotoimenpiteen kesto on maksimissaan kolme tuntia noin 270 MW aktivoituu sähkön hinnan ylittäessä tason 200 EUR/MWh ja edellisen lisäksi 840 MW on mahdollista saada joustopotentiaalia sähkön hinnan ylittäessä rajan 300 EUR/MWh. Yli kahdentoista tunnin joustotoimenpiteen mahdollistava sähköteho vajeat 300 MW aktivoituu, kun sähkön hinta ylittää arvon 200 EUR/MWh. Häiriöreservisopimusten hintataso on 500 EUR/MWh kuorman irtikytkennästä. Ilman varoitusaikaa aktivoitavissa oleva joustopotentiaali on mahdollista tarjota säätösähkömarkkinoille. Tätä mahdollisuutta yritykset eivät vielä ole käyttäneet hyväkseen. Sähkön hinta säätösähkömarkkinoilla on vuoden 2005 alkupuolella noussut hetkellisesti tasolle 350 EUR/MWh, vaikka samanaikaisesti spot-hinta on pysytellyt tasolla 30 EUR/MWh.</p>

Jakelu: Fingrid OYJ, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Elinkeinoelämän keskusliitto EK	Julkisuus julkinen
---	------------------------------

Projektin vastuuhenkilö Seppo Kärkkäinen	Tarkastus- ja hyväksymisallekirjoitukset Osmo Auvinen
--	---

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin teollisuuden sähkön kysyntäjoustopotentiaalia ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä paikallisen sähköntuotannon lisäsmahdollisuuksia huippukuormitustilanteissa kirjallisen kyselyn ja yrityksissä tehtyjen haastattelujen avulla. Kyselyt lähetettiin suurille, paljon sähköä käyttäville teollisuusyrityksille, joita valittiin eri toimialoilta. Mukana eri teollisuustoimialoista olivat prosessiteollisuudesta massa- ja paperiteollisuus, metallien jalostus ja peruskemikaalien valmistus. Näistä saatiin riittävän kattava tulos laajentamalla kyselyjen perusteella laskettu potentiaali koko toimialan vuotuisen sähkön käytön ja kyselyssä mukana olleiden vuotuisen sähkön käytön suhteella. Lisäksi suoritettiin kyselyjä koskien elintarviketeollisuutta sekä lasin, sementin ja koneiden valmistusta. Yhteensä kyselyyn saatiin vastaukset 14 teollisuusyritykseltä, joilla oli toimintaa yhteensä 55 toimipaikalla.

Tutkimuksessa havaittiin, että ilman varoitusaikaa käytettävissä olevaa lyhytaikaista (kestoltaan 1...3 tuntia) sähkön kysyntäjoustopotentiaalia on noin 1060 MW eli 7,5 % tähän mennessä toteutuneesta valtakunnan yhden tunnin huippukeskitechosta (14 040 MW). Kun varoitusaikaa kysyntäjoustotoimenpiteen suorittamiseen on 2...24 tuntia, potentiaali kasvaa noin 220 MW:lla eli potentiaalia on yhteensä noin 1 280 MW eli 9 % Suomen kokonaishuipputehosta. Kun otetaan huomioon häiriöreservisopimukset, sähkömarkkinoille on tarjottavissa lyhytaikaista kysyntäjoustoa tällä hetkellä noin 880 MW ja vuonna 2010 noin 480 MW. Osaa tästä potentiaalista tarjotaan jo spot-markkinoille.

Kyselyn perusteella saatiin arvio siitä, millä sähkön hintatasolla edellä mainittu potentiaali voisi aktivoitua sähkömarkkinoilla. Hintataso riippuu teollisuuden suhdannetilanteesta. Kun joustotoimenpiteen kesto on maksimissaan kolme tuntia noin 270 MW aktivoituu sähkön hinnan ylittäessä tason 200 EUR/MWh ja edellisen lisäksi 840 MW on mahdollista saada jouston piiriin sähkön hinnan ylittäessä rajan 300 EUR/MWh. Yli kahdentoista tunnin jouston mahdollistava sähköteho vajaan 300 MW aktivoituu, kun sähkön hinta ylittää arvon 200 EUR/MWh. Häiriöreservisopimusten hintataso on 500 EUR/MWh kuorman irtikytkennästä. Ilman varoitusaikaa aktivoitavissa oleva joustopotentiaali on mahdollista tarjota säätösähkömarkkinoille. Tätä mahdollisuutta yritykset eivät vielä ole käyttäneet hyväkseen. Sähkön hinta säätösähkömarkkinoilla on vuoden 2005 alkupuolella noussut hetkellisesti tasolle 350 EUR/MWh, vaikka samanaikaisesti spot-hinta on pysytellyt tasolla 30 EUR/MWh.



ALKUSANAT

Suomeen perustettiin syksyllä 2004 vapaaehtoinen, kolme neljä kertaa vuodessa kokoontuva kysynnän jousto –foorumi. Foorumissa on edustettuina kymmenkunta eri intressipiiriä, ja se on ottanut tavoitteekseen mm. kysyntäjoustoan liittyvien kehitystarpeiden tunnistamisen sekä tarvittavien projektien käynnistämisen ja niiden valtakunnallisena taustaryhmänä toimimisen. Kesäkuuhun 2005 mennessä foorumi on kokoontunut kolme kertaa. Tässä raportoiva selvitys on ensimmäinen foorumin aloitteesta syntynyt kehityshanke.

Tämän selvityksen rahoittajina ovat olleet Fingrid Oyj ja kauppa- ja teollisuusministeriö. Hankkeen johtoryhmään ovat kuuluneet Erkki Stam, Jarno Sederlund ja Risto Lindroos Fingrid Oyj:stä, Timo Ritonummi kauppa- ja teollisuusministeriöstä, Jouni Punnonen Elinkeinoelämän keskusliitosta sekä Seppo Kärkkäinen VTT Prosesseista.

Tämän raportin laatimisesta ja suuresta osasta yrityshaastatteluja on vastannut erikoistutkija Hannu Pihala VTT Prosesseista. Erikoistutkija Juho Farin VTT Prosesseista on suorittanut joitakin yrityshaastatteluja. Tutkimusprofessori Seppo Kärkkäinen VTT Prosesseista on ollut laatimassa kyselylomaketta ja mukana kahdessa yrityshaastattelussa. Raportissa esitetyistä tuloksista vastaavat raportin tekijät.

Tämän tyyppisen selvityksen saaminen riittävän kattavaksi edellyttää yritysten aktiivisuutta tietojen hankinnassa. Tekijät haluavat kiittää kaikkia selvitykseen työpanoksensa antaneita yritysten edustajia ja johtoryhmän jäseniä rakentavista kommentteista.

Espoossa 31.8.2005

Tekijät

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ALKUSANAT

SISÄLTÖ

1 YLEISTÄ

2 TEOLLISUUS SÄHKÖN KÄYTTÄJÄNÄ

2.1 SÄHKÖNKÄYTTÖ JA SEN JAKAUMA SUOMESSA

2.2 TEOLLISUUDEN SÄHKÖNKÄYTTÖ V.2002

3 KYSYNTÄJOUSTOKARTOITUKSEN KOHDERYHMÄT

4 KYSYNTÄJOUSTON TEKNINEN POTENTIAALI

4.1 MASSA- JA PAPERITEOLLISUUS

4.2 METALLIEN JALOSTUS

4.3 PERUSKEMIKAALIEN VALMISTUS

4.4 MUU TEOLLISUUS

4.5 PROSESSITEOLLISUUS YHTEENSÄ

5 KYSYNTÄJOUSTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

5.1 SÄHKÖN HINTA

5.2 TUOTANTOPROSESSEIHIN LIITTYVÄT TEKIJÄT

5.3 ORGANISATORISET JA HENKILÖSTÖÖN LIITTYVÄT TEKIJÄT

6 SÄHKÖN TUOTANNON LISÄY SMAHDOLLISUUDET

6.1 VARAVOIMAKONEET

6.2 MUUT LISÄY SMAHDOLLISUUDET

7 YHTEENVETO

LÄHDELUETTELO

LIITE

1 YLEISTÄ

Sähkön käyttö ei ole täysin ennalta määräytyvää, vaan siihen sisältyy tiettyä joustavuutta. Yleensä sähköjärjestelmän kannalta on edullista saada sähkön käyttö ajallisesti mahdollisimman tasaiseksi. Sähkön kysynnän huippua voidaan joko leikata vähentämällä kulutusta kyseisenä ajankohtana tai siirtämällä huipun aikaista kulutusta muuhun ajankohtaan, erityisesti pienen kulutuksen aikaan. Kysyntään vaikuttamisesta käytetään termiä "kysynnän jousto" (Demand Response, DR). Tämä on pitkään käytössä ollut "kysynnän hallinta" (Demand Side Management, DSM) –termiä markkinalähtöisempi lähestymistapa ja sopii paremmin kilpailuille sähkömarkkinoille.

Sähkön kysynnän joustolla voidaan myötävaikuttaa kysynnän ja tarjonnan välisen tasapainon säilymiseen tiukoissa kuormitustilanteissa sekä hinnanmuodostukseen markkinoilla. Tästä syystä kysyntäjousto on keskeinen tekijä pohjoismaisten sähkömarkkinoiden toimivuudelle ja sen edistäminen on priorisoitu kaikissa pohjoismaissa korkealle.

Sähkölle noteerataan tuntienergi hinta eri markkinapaikoilla (Elspot, Elbas). Hinta muodostuu sen mukaan millä hinnalla myyjät ovat valmiit myymään sähköä kullakin hetkellä ja minkä hinnan ostaja on tällöin valmis maksamaan sähköstä. Käyttötunnin sisällä on lisäksi pohjoismaiset säätösähkömarkkinat, joille Suomessa voidaan tarjota teholtaan 10 MW suurempia kuormia. Useimmissa kulutuskohteissa sähköä käytetään silloin kun sitä tarvitaan, pitkälti sähkön hinnasta riippumatta. Jos käyttäjä voi siirtää sähkön käyttöönsä toiseen ajankohtaan, puhutaan kysyntäjoustopotentialista. Kysyntäjoustopotentialilla kuluttaja voi säästää energiakustannuksissaan ja hyödyntää sitä keinona hintariskien hallinnassa. Kysyntäjousto vaikuttaa sähkön markkinahintaan. Sähköjärjestelmän kannalta kysyntäjousto myötävaikuttaa kysynnän ja tarjonnan tasapainon säilymiseen huippukuormitustilanteissa.

Kysyntäjoustopotentialia hyödynnetään myös bilateraalisesti mm. nopeina häiriöreserveinä. Järjestelmästä vastaava (Fingrid Oyj) on tehnyt sopimukset yhteensä 1000 MW kulutuskuormista, joita voidaan häiriötilanteissa kytkeä pois päältä. Sen sijaan kuormien osallistuminen spot- ja säätösähkömarkkinoille on nykykäsityksen mukaan vähäistä.

Suomessa on teollisuuden kysyntäjoustopotentialia selvitetty laajemmin viimeksi 1980-luvun puolivälissä /Keronen, Kinnunen 1986/. Silloin sähkömarkkinat eivät olleet kuitenkaan vielä avoimet eikä sähköllä ollut julkisesti noteerattua tuntienergi hintaa ohjaavana signaalina. Toisaalta silloin käytettiin tariffien sekä erityissopimusten hinta-signaaleja ohjaamaan sähkön käyttöä huippukuormitustilanteissa. Nykyisin tariffiohjausta toteutetaan lähinnä jakeluverkon hinnoittelussa. Toimintaympäristössä tapahtuneiden muutosten vuoksi teollisuusikäkkäiden edellytykset kysyntäjoustopotentialiin ovat muuttuneet. Kysyntäjoustopotentialiin vaikuttavat varsinaisten prosessien lisäksi myös mahdollisesti käytettävät varavoimallaitokset.

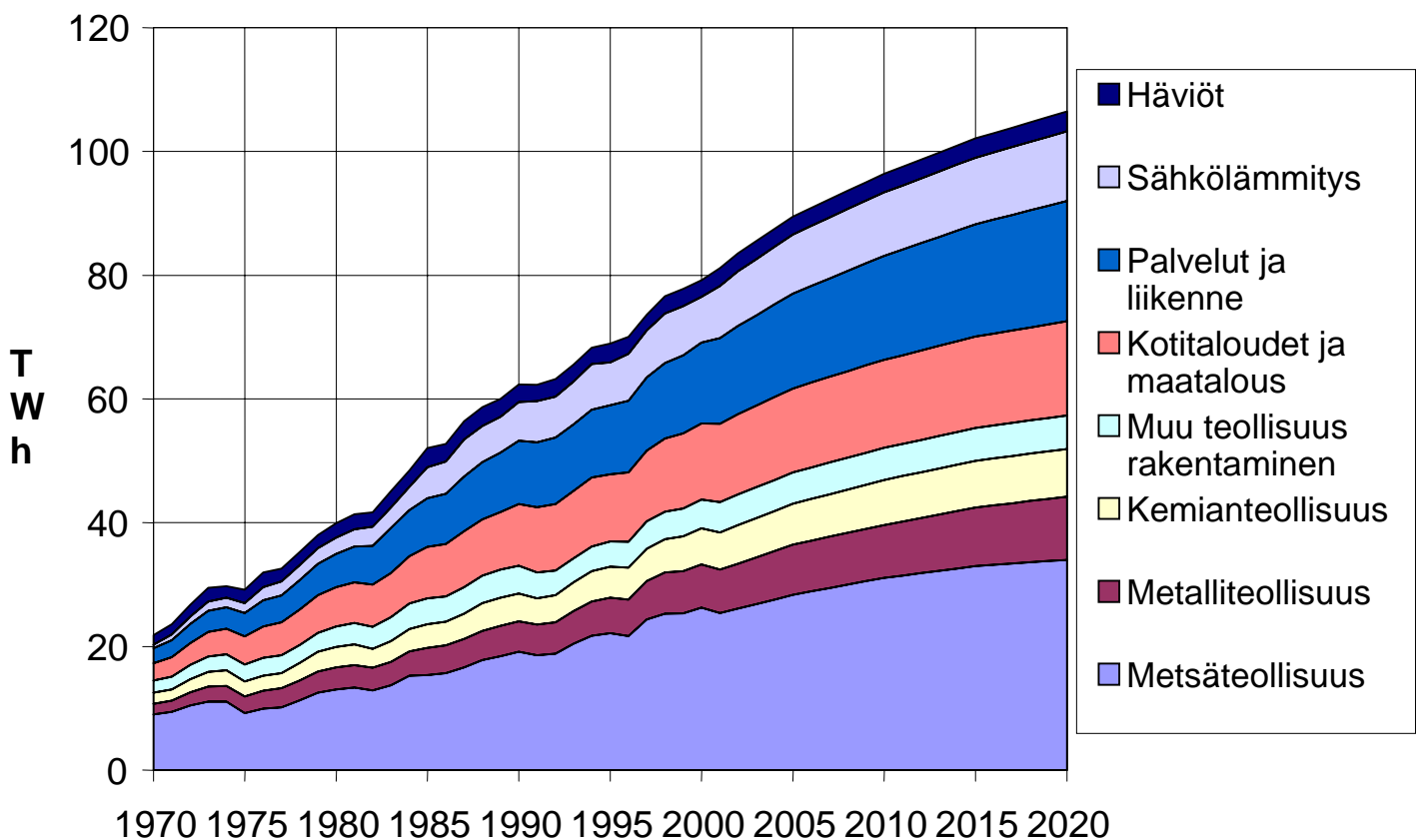
Tämän kyselyihin perustuvan selvityksen tavoitteena oli luoda kuva markkinoille tarjottavissa olevasta teollisuuden kysyntäjoustopotentialista ja potentiaaliin merkittävimmin vaikuttavista tekijöistä.

2 TEOLLISUUS SÄHKÖN KÄYTTÄJÄNÄ

2.1 SÄHKÖNKÄYTTÖ JA SEN JAKAUMA SUOMESSA

Suomen sähkönkulutus oli vuonna 2002 83,5 TWh, vuonna 2003 85,2 TWh ja vuonna 2004 86,8 TWh. Teollisuuden ja rakentamisen sähkönkulutus vuonna 2004 oli yhteensä 46,9 TWh eli noin 54 % kokonaissähkönkulutuksesta. Kuvassa 1 on esitetty toteutunut vuosittainen sähkönkäyttö sektoreittain vuodesta 1970 lähtien vuoteen 2003 ja ennuste lähtien vuodesta 2004 vuoteen 2020 asti /Finergy 2004/. Nopeimmin kulutuksen arvioidaan kasvavan palvelusektorilla.

Sähkön kulutuksen huipputeho ajoittuu tyypillisesti keskitalven kylmään pakkaspäivään. Tähän asti korkein kulutuksen huipputeho Suomessa saavutettiin 3.1.2003, jolloin kulutus oli 14 040 MW klo 17-18. Huipputehon arvioidaan kasvavan 16 300 MW:iin vuoteen 2010 mennessä ja 18 000 MW:iin vuoteen 2020 mennessä /Finergy 2004/.



Kuva 1. Sähköenergian vuosittainen jakauma kulutussektoreittain /Finergy 2004/.

2.2 TEOLLISUUDEN SÄHKÖNKÄYTTÖ V. 2002

Tässä selvityksessä teollisuuden sähkönkäytön laskelmat ja vertailut perustuvat vuoden 2002 tietoihin, koska se on viimeisin tilastokeskuksen tietokannoista saatavilla ollut informaatio. Teollisuuden sähkönkäyttö vuonna 2002 toimialaluokittain (TOL 2002) oli taulukon 1 mukainen (lähde: Tilastokeskus, STATFIN-nettipalvelu). Toimipaikalla (tmp) tarkoitetaan taloudellista yksikköä, jossa saman omistajuuden tai valvonnan alaisuudessa harjoitetaan mahdollisimmin samanlaisten tavaroiden ja palvelusten tuotantoa tavallisimmin yhdellä sijaintipaikalla.

Toimipaikan toimiala määräytyy rakennetilastossa toimipaikan tuottamien hyödykkeiden myyntiarvojen perusteella. Toimipaikan toimialaksi määritellään se, mille toimialalle tyypillisiä hyödykkeitä toimipaikalla eniten valmistetaan. Määrittely tapahtuu asteittain toimialaluokituksen karkeimmalta tasolta lähtien. Ensin määritellään toimipaikan 1-numeroinen toimiala. Seuraavaksi 2-numeroinen jne. aina tarkimmalle tasolle. Tarkimman tason toimialan määrittelyssä on mukana vain niiden hyödykkeiden tuotanto, jotka määräsivät toimipaikan toimialan karkeammalla tasolla.

Sähkön/lämmön kulutus kuvaa sähkön/lämmön kokonaiskäytön määrää. Sähkön/lämmön kokonaiskäyttöön sisältyy yrityksen ulkopuolelta ostettujen, yrityksen toiselta toimipaikalta hankittujen ja toimipaikan omassa tuotannossa syntyneen sähkön/lämmön käytön.

Eri teollisuussektoreista suurin sähkönkäyttö on metsäteollisuudessa (noin 25,2 TWh) noin 57,2 % koko teollisuuden sähkönkäytöstä. Seuraavina suuruusjärjestyksessä ovat metalliteollisuus (noin 7,2 TWh, 16,4 %) ja kemianteollisuus (noin 6,3 TWh, 14,3 %). Nämä kolme teollisuussektoria käyttävät noin 88 % koko teollisuuden sähköstä.

Tässä selvityksessä keskityttiin pääasiallisesti edellä mainitun kolmen päätoimialan sähkönkäytöltään suurimpiin yrityksiin. Nämä yritykset edustavat tyypillistä prosessiteollisuutta, joissa työrytmi on pääasiassa 3-vuorossa. Lisäksi tehtiin muutamia haastatteluja koskien elintarvike- ja mineraaliteollisuutta sekä metalliteollisuuden koneiden ja laitteiden valmistusta.

Taulukko 1. Teollisuuden sähkön ja lämmön kokonaiskäyttö päätoimialoittain sekä toimipaikkojen lukumäärä vuonna 2002 (Tilastokeskus, STATFIN-nettipalvelu).

Toimialat ja toimipaikkojen (tmp) lukumäärät		Energian kulutus			
		Sähkö	Lämpö	Sähkö/tmp	Lämpö/tmp
Toimiala (TOL 2002)	Lkm	GWh	TJ	MWh/tmp	GJ/tmp
CDE Koko teollisuus	29222	44025	209082	1506	7154
C Kaivostoiminta ja louhinta	1231	585	275	474	223
D Teollisuus	26764	41982	204818	1568	7652
• 15-16 Elintarviketeollisuus	2052	1503	6299	732	3069
• 17-19 Tekstiiliteollisuus	2633	246	256	93	97
• 20-21 Metsäteollisuus	3219	25219	156116	7834	48498
• 23-25 Kemianteollisuus	1168	6278	29736	5374	25458
• 27-35 Metalliteollisuus	11098	7215	11208	650	1009
DL Elektroniikka- ja sähkötuott. valm.	1832	1121	1392	611	759
MuuD tehdasteollisuus*	6594	1521	1203	230	182
E Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	1227	1457	3989	1188	3250

* sisältää seuraavat toimialat: 22 kustantaminen, painaminen ja tallenteiden jäljentäminen, 26 Ei-metallisten mineraalituotteiden valmistaminen, 36 huonekalujen valmistaminen, 37 Kierrätys

3 KYSYNTÄJOUSTOKARTOITUKSEN KOHDE- RYHMÄT

Sähkön kysyntäjoustop kartoitus perustuu kyselyyn joka lähetettiin etukäteen kyselyyn valituille yrityksille ja puhelimitse sovittiin henkilökohtaisesta tapaamisesta yrityksen energia-asioista vastaavien henkilöiden kanssa. Kyselyyn valittujen yritysten ja niiden energiavastaavien yhteystiedot saatiin pääasiassa Elinkeinoelämän keskusliiton kautta.

Taulukossa 2 on esitetty kyselyssä mukana olleiden prosessiteollisuusyritysten toimialaluokittain yhdistetyt sähkönkäyttötiedot. Koko toimialaluokan osalta sähköenergian kulutus ja toimipaikkojen lukumäärät perustuvat tilastokeskuksen tietokantaan ja sähkön huipputeho on laskettu olettamalla koko toimialan huipunkäyttöajan vastaavan kyselyssä mukana olleiden yritysten huipun käyttöaika. Yhteensä kartoituksessa oli mukana kahdeksan prosessiteollisuuden luettavaa yritystä.

Taulukko 2. Kyselyssä mukana olleiden prosessiteollisuusyritysten toimialaluokittaiset sähkönkäyttötiedot sekä koko toimialan sähkönkäyttö.

Toimialaluokka TOL 2002	Toimi- paikkoja	Sähkäteho (tunnin huippu)	Sähköenergia	Huipun käyttö- aika
	<i>Lkm</i>	<i>MW</i>	<i>TWh/a</i>	<i>h/a</i>
Koko sektori v. 2002				
TOL 211 Massa, paperi, kartongin valmistus	113	3 180	23,547	7400
TOL 27 Metallien jalostus	183	680	4,494	6 600
TOL 241 Peruskemikaalien valmistus	155	510	3,831	7 500
Yhteensä	451	4 370	31,872	7 300
Kyselyssä mukana v. 2004				
TOL 211 Massa, paperi, kartongin valmistus	16	1 150	8,516	7400
TOL 27 Metallien jalostus	5	645	4,237	6 600
TOL 241 Peruskemikaalien valmistus	10	329	2,456	7 500
Yhteensä	31	2 124	15,209	7 200

Taulukossa 3 on esitetty muiden kyselyssä mukana olleiden toimialojen sähkönkäyttötiedot. Koko sektorin osalta sähköenergian kulutus ja toimipaikkojen lukumäärät perustuvat tilastokeskuksen tietokantaan ja sähkön huipputeho on laskettu olettamalla

koko toimialan huipunkäyttöajan vastaavan kyselyssä mukana olleiden yritysten huipun käyttöaika. Tämä yleistys ei ole kovin luotettava toimialan TOL 29 kohdalla, koska siihen sisältyy suuri joukko pieniä erityyppisiä yrityksiä. TOL 29 koskien oli mukana vain kaksi erityyppistä toimipaikkaa. Yhteensä kartoituksessa oli mukana kuusi muuta kuin prosessiteollisuuden yritystä koskien yhteensä 24 toimipaikkaa.

Taulukko 3. Kyselyssä mukana olleiden ja koko toimialojen muiden kuin prosessiteollisuuden sähkönkäyttötiedot.

Toimialaluokitus TOL 2002	Toimi- paikkoja	Sähkäteho (tunnin huippu)		Sähköenergia TWh/a	Huipun käyttöaika h/a
		MW Päivä	MW Yö, vkloppu		
Koko sektori v. 2002					
TOL 151 Teurastus, lihan ja lihatuotteiden valmistus	254	71	24	0,376	5 300
TOL 155 Maitotaloustuotteiden valmistus	82	45	23	0,264	5 800
TOL 261 Lasin ja lasituotteiden valmistus	161	59	59	0,363	6 100
TOL 265 Sementin, kalkin ja kipsin valmistus	7	28	28	0,183	6 600
TOL 29 Koneiden ja laitteiden valmistus	3 638	217	73	0,679	3 100
Kaikki yhteensä	4 142	420	207	1,865	4 400
Kyselyssä mukana v. 2004					
TOL 151 Teurastus, lihan ja lihatuotteiden valmistus	7	10	3	0,053	5 300
TOL 155 Maitotaloustuotteiden valmistus	8	25	12	0,146	5 800
TOL 261 Lasin ja lasituotteiden valmistus	4	18	18	0,110	6 100
TOL 265 Sementin, kalkin ja kipsin valmistus	3	24,5	24,5	0,161	6 600
TOL 29 Koneiden ja laitteiden valmistus	2	24	8	0,075	3 100
Kyselyssä yhteensä	24	101,5	65,5	0,545	5 400

4 KYSYNTÄJOUSTON TEKNINEN POTENTIAALI

4.1 YLEISTÄ

Luvussa 4 tarkastellaan sähkön kysyntäjoustopotentialia kyselyssä mukana olleilla teollisuuden toimialoilla. Teknisellä potentiaalilla tarkoitetaan kaikkia kartoituksessa löydettyjä sähkökuormia, jotka tekniset rajoitukset huomioiden voidaan lyhytaikaisesti (pääsääntöisesti 1 tunnista 24 tuntiin) tapahtuvaa joustoa varten tarjota sähkömarkkinoille. Taulukoissa 5, 7, 9, 10 ja 11 esiintyviä kysyntäjoustopotentialiin liittyviä termejä käsitellään kootusti seuraavassa.

Pääsääntöisesti kaikki taulukoissa ilmoitetut tehot ovat yhden tunnin huippukeskitehoja, poikkeuksena häiriöreserviin varattu teho, joka ilmoitetaan 7000 h:n vuosikäytettävyytenä. Mikäli joustoaika ylittää yhden tunnin, ilmoitettu teho vastaa kyseistä joustoaikaa vastaavaa keskitehoa. Joustavilla sähkökuormilla tarkoitetaan tässä yksittäisiä kuormia, kuormaryhmiä tai tuotantolinjoja, jotka voidaan irtikytkä sähköverkosta tai joiden tehoja voidaan pienentää tietyksi joustoajaksi joko ilman varoitusaikaa tai tietyn valmisteluajan jälkeen. Osa joustavista kuormista on sellaisia, että ne tarvitsevat tietyn tehon pysyäkseen toimintavalmiina. Tämä teho on ilmoitettu taulukoissa kohdassa joustavien kuormien joustamaton pohjateho. Osa joustavien kuormien tehoista on varattu järjestelmävastaan (Fingrid) häiriöreserviin bilateraalilla sopimuksella.

Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho tarkoittaa sellaista tehoa, joka tekniset rajoitteet huomioonottaen on ohjattavissa pois käytöstä joustoajaksi ilmoitettujen valmisteluajojen puitteissa. Tämä teho ei sisällä häiriöreserviin (Fingrid) varattua tehoa. Joustoajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jonka ilmoitetun tehon suuruinen kuorma voi olla irtikytettynä sähköverkosta tai muulla tavoin on suoritettu kyseisen kuorman avulla ilmoitetun tehon suuruinen kuorman vähennys. Valmistelu/ennakkovaroitusaika tarkoittaa aikaa, joka tarvitaan ennen joustotapahtuman alkua järjestelyajaksi, jotta jousto voidaan toteuttaa.

4.2 MASSA- JA PAPERITEOLLISUUS

Koko metsäteollisuuden sähkönkulutus oli vuonna 2002 noin 25,2 TWh (taulukko 1), josta massa- ja paperiteollisuuden osuus oli 23,7 TWh. Tästä valtaosa eli 19,8 TWh kului paperin ja kartongin valmistukseen. Massa- ja paperiteollisuuden energiankäyttö tilastokeskuksen toimialaluokituksen mukaan on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Massan, paperin ja paperituotteiden valmistuksen energiankulutus v.2002

Toimialat ja toimipaikkojen (tmp) lukumäärät		Energian kulutus			
		Sähkö	Lämpö	Sähkö/tmp	Lämpö/tmp
Toimiala (TOL 2002)	Lkm	GWh	TJ	MWh/tmp	GJ/tmp
21 Massan, paperin ja paperituott. valmistus yht.	280	23685	144907	84587	517526
• 211 Massan, paperin ja kartongin valmistus	113	23547	144602	208374	1279659
2111 Massan valmistus	23	3762	52716	163554	2292015
2112 Paperin ja kartongin valmistus	90	19785	91885	219829	1020946
• 212 Paperi- ja kartonki- tuotteiden valmistus	167	138	306	826	1831

Taulukossa 5 on esitetty Suomen massa- ja paperiteollisuuden sähkön kysyntäjoustopotentiali. Kartoituksessa oli mukana noin kolmasosa koko sektorin sähkönkulutuksesta, mutta potentiaali on laajennettu kattamaan koko toimiala, koska tuotantoprosessit ovat hyvin samantyyppiset koko toimialalla. Laajennus on suoritettu kertomalla kyselyssä saadut tehot koko toimialan vuoden 2002 ja kyselyssä mukana olleiden toimipaikkojen vuoden 2004 sähköenergioiden suhteella (kerroin 2,77). Laajennus koskee sekä koko potentiaalia että häiriöreserviin varattua tehoa.

Järjestelmävastaavan (Fingrid) häiriöreserviin varatut tehoarvot perustuvat 7 000 h:n vuosikäytettävyyteen, kun taas muut tehoarvot ovat tunnin huipputehoja. Joustavien kuormien teho 790 MW on tunnin huippukeskiteho ja teho 650 MW vastaa 7000 h:n vuosikäytettävyyttä. Näiden tehojen erotuksena laskennallisesti jää vielä 464 MW sähkömarkkinoille tarjottavaa tehoa.

Massa- ja paperiteollisuudessa on yhteensä noin 790 MW sähkön kysyntäjoustopotentiaalia. Tämä muodostuu hiertämöistä ja hiomoista, joissa varastokapasiteetin avulla saavutetaan nopeasti aktivoituvaa joustoa maksimissaan kolmen tunnin ajaksi. Mikäli aika pitenee tästä, riski koko paperikonelinjan tuotannon pysähtymisestä kasvaa suureksi.

Taulukko 5. Massa- ja paperiteollisuuden sähkön kysyntäjouaston tekninen potentiaali vuonna 2004.

Joustavat sähkökuormat: Hiertämöt (a' 5 – 25 MW), hiomot (a' 5 MW)					
Laskelma on laajennettu kattamaan koko massaa, paperia ja kartonkia valmistavan toimialan TOL 211 (sähkönkäyttö v. 2002 noin 23,5 TWh)					
					vuosi 2004
Massa- ja paperiteollisuuden kokonaishuipputeho					3 180 MW
Joustavien kuormien huipputeho					790 MW
- häiriöreserviin varattu teho (Fingrid)					326 MW*
- maksimi sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva teho					464 MW
Joustavien sähkökuormien huipun käyttöaika h/a					7 000
Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho					
Sarakkeet ovat kumulatiivisia, sarakkeessa "yhteensä" on laskettu saman joustoajan eri valmisteluajkojen sarakearvot yhteen.					
Joustoaika	valmistelu / ennakkovaroitusaika				
	0 h	2 h	8 h	24 h	yhteensä
1 h	464 MW				464 MW
1 – 3 h	464 MW				464 MW
3 – 6 h					
6 – 12 h					
> 12 h					

* arvot perustuvat 7 000 h:n vuosikäytettävyyteen

4.3 METALLIEN JALOSTUS

Metallien jalostuksen energiankäyttö tilastokeskuksen toimialaluokituksen mukaan on esitetty taulukossa 6. Koko metalliteollisuuden sähkönkulutus oli vuonna 2002 noin 7,2 TWh (taulukko 1), josta metallien jalostuksen osuus oli noin 4,5 TWh eli noin 62 %.

Taulukko 6. Metallien jalostuksen energiankulutus ja toimipaikat v. 2002.

Toimialat ja toimipaikkojen (tmp) lukumäärät		Energian kulutus			
		Sähkö	Lämpö	Sähkö/tmp	Lämpö/tmp
Toimiala (TOL 2002)	Lkm	GWh	TJ	MWh/tmp	GJ/tmp
27 Metallien jalostus yht.	183	4494	6838	24558	37364
• 271 Raudan, teräksen ja rautaseosten valmistus	40	2722	3517	68052	87931
• 272 Putkien valmistus	41	57	668	1378	16296
• 273 Muu raudan, teräksen jalostus sekä rautaseosten valmistus	3	4	.	1246	
• 274 Muiden kuin rautametallien valmistus	31	1482	2434	47801	78517
• 275 Metallien valu	68	230	218	3382	3208

Taulukossa 7 on esitetty Suomen metallien jalostusteollisuuden sähkön kysyntäjoustopotentiaali. Kartoituksessa olivat mukana alan sähkökäytöltään suurimmat yritykset. Potentiaali on laajennettu koskemaan koko toimialaa. Laajennus on suoritettu kertomalla kyselyssä saadut tehot koko toimialan vuoden 2002 ja kyselyssä mukana olleiden toimipaikkojen vuoden 2004 sähköenergioiden suhteella (kerroin 1,06). Laajennus on tehty koskemaan vain koko potentiaalia. Häiriöreserviin varattua tehoa ei ole laajennettu siitä, mikä saatiin kyselyjen perusteella.

Metallien jalostusteollisuudessa on yhteensä 333 MW sähkön kysyntäjoustopotentiaalia. Tästä noin 260 MW on mahdollista tarjota sähkömarkkinoille. Suurin osa koko potentiaalista on nopeasti ilman pitkiä valmisteluajoja aktivoituvaa tehoa. Suurimmat joustavat kuormat muodostuvat elektrolyyseistä ja valokaariuuneista.

Taulukko 7. Metallien jalostusteollisuuden sähkön kysyntäjouaston tekninen potentiaali vuonna 2004.

Joustavat sähkökuormat: Elektrolyysit, valokaariuunit, valssaamot					
Laskelma on laajennettu kattamaan koko metallin jalostuksen toimialan TOL 27 (sähkönkäyttö v. 2004 noin 4,5 TWh)					
					vuosi 2004
Metallien jalostusteollisuuden huipputeho					680 MW
Joustavien kuormien huipputeho					410 MW
- häiriöreserviin varattu teho (Fingrid)					75 MW
- maksimi sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva teho					258 MW
- joustavien sähkökuormien joustamaton pohjateho					77 MW
Joustavien sähkökuormien huipun käyttöaika h/a					8 100 h
Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho					
Sarakkeet ovat kumulatiivisia, sarakkeessa "yhteensä" on laskettu saman joustoajan eri valmisteluaikojen sarakearvot yhteen.					
Jousto aika	valmistelu / ennakkovaroitusaika				
	0 h	2 h	8 h	24 h	yhteensä
1 h	107 MW	121 MW		30 MW	258 MW
1 – 3 h	107 MW	32 MW		33 MW	172 MW
3 – 6 h	107 MW		32 MW		139 MW
6 – 12 h	107 MW			32 MW	139 MW
> 12 h	107 MW			32 MW	139 MW

4.4 PERUSKEMIKAALIEN VALMISTUS

Peruskemikaalien valmistuksen energiankäyttö tilastokeskuksen toimialaluokituksen mukaan on esitetty taulukossa 8. Koko kemianteollisuuden sähkönkulutus oli vuonna 2002 noin 6,3 TWh (taulukko 1), josta peruskemikaalien valmistuksen osuus oli noin 3,8 TWh eli noin 60 %.

Taulukko 8. Peruskemikaalien valmistuksen energiankulutus ja toimipaikat v. 2002.

Toimialat ja toimipaikkojen (tmp) lukumäärät		Energian kulutus			
		Sähkö	Lämpö	Sähkö/tmp	Lämpö/tmp
Toimiala (TOL 2002)	Lkm	GWh	TJ	MWh/tmp	GJ/tmp
241 Peruskemikaalien valmistus yhteensä	155	3830	13501	24711	87105
• 2411 Teollisuuskaasujen valmistus	19	733	74	38584	3896
• 2412 Värien ja pigmenttien valmistus	6	131	3175	21907	529110
• 2413 Muiden epäorg. peruskemikaal. valm.	31	2087	3635	67301	117263
• 2414 Muiden orgaanisten peruskemik. valm.	40	487	5091	12185	127281
• 2415 Lannoitteiden ja tyyppiyhdisteiden valm.	17	275	639	16164	37582
• 2416 Muoviaineiden valmistus	38	96	725	2539	19082
• 2417 Synteettisen kumi-raaka-aineen valmistus	4	21	162	5188	40536

Taulukossa 9 on esitetty Suomen peruskemikaaleja valmistavan teollisuuden sähkön kysyntäjoustopotentiaali. Kartoituksessa oli mukana noin kaksi kolmasosaa koko sektorin sähkönkulutuksesta, mutta potentiaali on laajennettu kattamaan koko toimiala, koska tuotantoprosessit ovat hyvin samantyyppiset koko toimialalla. Laajennus on suoritettu kertomalla kyselyssä saadut tehot koko toimialan vuoden 2002 ja kyselyssä mukana olleiden toimipaikkojen vuoden 2004 sähköenergioiden suhteella (kerroin 1,56). Koska kyselyssä ei saatu yhtään tämän toimialan kohdetta, jossa olisi ollut häiriöreserviin varattua tehoa, laajennusta ei ole tehty häiriöreservitehoihin.

Peruskemikaaleja valmistavassa teollisuudessa on tämän selvityksen mukaan yhteensä 161 MW sähkön kysyntäjoustopotentiaalia. Potentiaalisin kuormaryhmä joustolle ovat elektrolyysit. Suurin osa potentiaalista on mahdollista tarjota sähkömarkkinoille kahden

tunnin tai sitä lyhyemmällä varoitusaajalla. Osa potentiaalista on jo tarjottu spot-markkinoille.

Taulukko 9. Peruskemikaaleja valmistavan teollisuuden sähkön kysyntäjouaston tekninen potentiaali vuonna 2004.

Joustavat sähkökuormat: Elektrolyysit, ekstruderit, kaasukompressorit					
Laskelma on laajennettu kattamaan koko peruskemikaaleja valmistavan toimialan TOL 241 (sähkönkäyttö v. 2002 noin 3,8 TWh)					
					vuosi 2004
Peruskemikaaleja valmistavan teollisuuden huipputeho					510 MW
Joustavien kuormien teho					359 MW
- häiriöreserviin varattu teho (Fingrid)					-
- maksimi sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva teho					161 MW
- joustavien sähkökuormien joustamaton pohjateho					198 MW
Joustavien sähkökuormien huipputehon pysyvyys h/a					7 500 h
Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho					
Sarakeet ovat kumulatiivisia, sarakkeessa "yhteensä" on laskettu saman joustoajan eri valmisteluajkojen sarakearvot yhteen.					
Jousto aika	valmistelu / ennakkovaroitusaika				
	0 h	2 h	8 h	24 h	yhteensä
1 h	90 MW	55 MW		16 MW	161 MW
1 – 3 h	90 MW	55 MW		16 MW	161 MW
3 – 6 h	78 MW	55 MW		7 MW	140 MW
6 – 12 h				7 MW	7 MW
> 12 h	7 MW			7 MW	14 MW

4.5 MUU TEOLLISUUS

Muun kuin prosessiteollisuuden osalta tarkastelluissa toimialoissa sähkön kysyntäjousto löytyi ainoastaan toimialalla TOL 265: Sementin, kalkin ja kipsin valmistus (taulukko 3). Taulukossa 10 on esitetty tämän toimialan koko alaan laajennettu potentiaali. Laajennus on suoritettu kertomalla kyselyssä saadut tehot koko toimialan vuoden 2002 ja kyselyssä mukana olleiden toimipaikkojen vuoden 2004 sähköenergioiden suhteella (kerroin 1,06). Muista taulukossa 3 mainituista toimialoista ei tässä kyselyssä löydetty niin merkittävää sähkön kysyntäjousto, että sillä olisi merkitystä tässä tarkastelussa. Eräänä syynä tähän oli se, että joidenkin kyselyssä mukana olleiden yritysten edustajien näkemyksen mukaan heidän mahdollisesti joustavat kuormansa ovat teholtaan suhteellisen pieniä eli alle yhden megawatin suuruisia.

Taulukko 10. Sementtiä, kalkkia ja kipsiä valmistavan teollisuuden sähkön kysyntäjouaston tekninen potentiaali.

Joustavat sähkökuormat: Myllyt					
Laskelma on laajennettu kattamaan koko sementin, kalkin ja kipsin valmistuksen toimialan TOL 265 (sähkönkäyttö v. 2002 noin 0,183 TWh)					
					vuosi 2004
Toimialan TOL 265 kokonaishuipputeho					28 MW
Joustavien kuormien huipputeho					10 MW
- häiriöreserviin varattu teho (Fingrid)					-
- maksimi sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva teho					6 MW
- joustavien sähkökuormien joustamaton pohjateho					4 MW
Joustavien sähkökuormien huipun käyttöaika h/a					
Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho					
Sarakkeet ovat kumulatiivisia, sarakkeessa "yhteensä" on laskettu saman joustoajan eri valmisteluajkojen sarakearvot yhteen.					
Joustoaika	valmistelu / ennakkovaroitusaika				
	0 h	2 h	8 h	24 h	yhteensä
1 h	6 MW				6 MW
1 – 3 h	6 MW				6 MW
3 – 6 h	6 MW				6 MW
6 – 12 h	6 MW				6 MW
> 12 h				6 MW	6 MW

4.6 PROSESSITEOLLISUUS YHTEENSÄ

Taulukossa 11 on esitetty yhteenveto koko prosessiteollisuuden teknisestä sähkön kysyntäjoudesta. Se kattaa hyvin koko prosessiteollisuuden. Prosessiteollisuudessa on tämän selvityksen mukaan yhteensä noin 1 280 MW sähkön kysyntäjoustopotentiaalia, josta vuonna 2004 häiriöreserviin on varattu noin 400 MW ja noin 880 MW on tarjottavissa sähkömarkkinoille.

Häiriöreservin osalta tilanne muuttuu Olkiluodon kolmannen ydinvoimayksikön valmistuttua siten, että nykyinen häiriöreserviteho kaksinkertaistuu. Tämän vuoksi tässä selvityksessä saadusta potentiaalista 1 280 MW vuonna 2010 noin 800 MW on varattu häiriöreserviin ja loput 480 MW on mahdollista tarjota sähkömarkkinoille.

Häiriöreservisopimusten piirissä olevaa sähkökuormien tehoa tässä kyselyssä saatiin kartoitettua yhteensä 800 MW. Fingrid on kuitenkin tehnyt häiriöreservisopimuksen 1000 MW:n tehosta vuodelle 2010. Sopimuksen piirissä olevat kuormat voidaan kytkeä irti verkosta vähintään kolmeksi tunniksi. Häiriöreservisopimuksia Fingrid on tehnyt myös peruskemikaaleja valmistavan teollisuuden kanssa, jolloin on oletettavaa, että osa kemianteollisuuden laajennetusta kokonaispotentiaalista 161 MW sisältää myös häiriöreservitehoa.

Taulukko 11. Prosessiteollisuuden sähkön kysyntäjouaston tekninen potentiaali vuonna 2004.

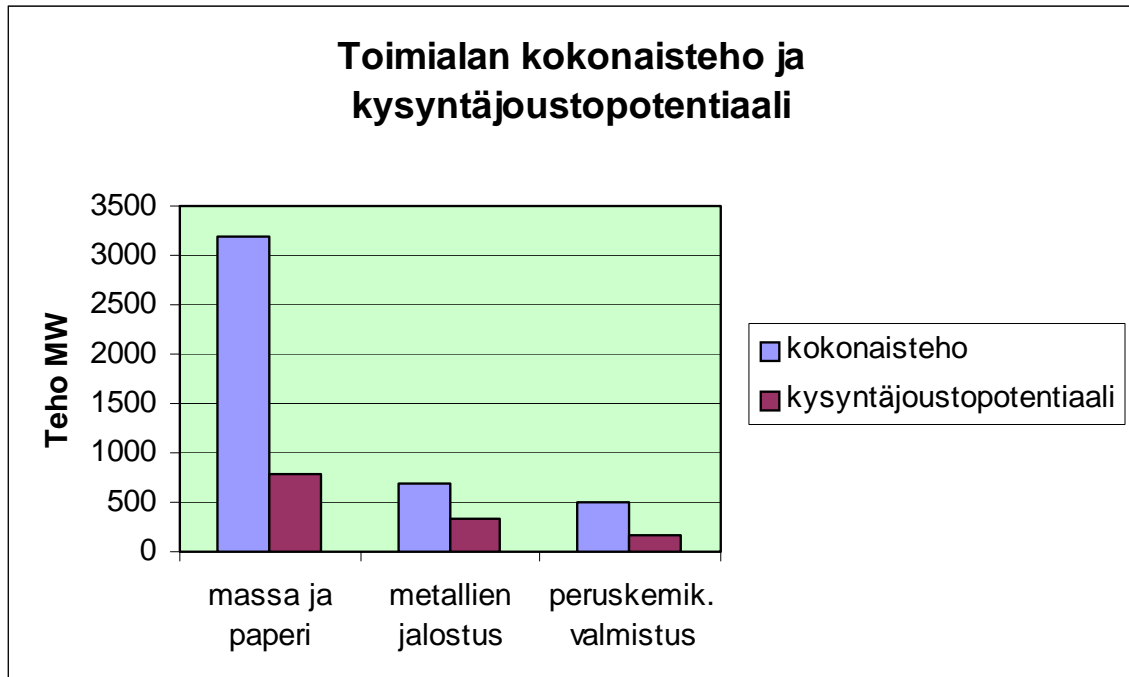
Joustavat sähkökuormat: Hiertämöt, hiomot, elektrolyysit, valokaariuunit, valssaamot, ekstruuderit, kaasukompressorit					
Laskelma kattaa prosessiteollisuuden sähkökäytöstä n. 31,8 TWh					
					vuosi 2004
Tarkastellun prosessiteollisuuden kokonaisteho					4 370 MW
Joustavien kuormien kokonaisteho					1 559 MW
- varattu häiriöreserviin (Fingrid)					401 MW*
- maksimi sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva teho					883 MW
- joustavien sähkökuormien joustamaton pohjateho					275 MW
Joustavien sähkökuormien huipputehon pysyvyys h/a					7 400 h
Sähkömarkkinoille tarjottavissa olevien kuormien sähköteho					
Sarakkeet ovat kumulatiivisia, sarakkeessa "yhteensä" on laskettu saman joustoajan eri valmisteluajkojen sarakearvot yhteen.					
Joustoaika	valmistelu / ennakkovaroitusaika				
	0 h	2 h	8 h	24 h	yhteensä
1 h	661 MW	176 MW		46 MW	883 MW
1 – 3 h	661 MW	87 MW		49 MW	797 MW
3 – 6 h	185 MW	55 MW	32 MW	7 MW	279 MW
6 – 12 h	107 MW			39 MW	146 MW
> 12 h	114 MW			39 MW	153 MW

* arvot perustuvat 7 000 h vuosikäytettävyyteen

Kuvassa 2 on esitetty kunkin prosessiteollisuuden toimialan osalta kysyntäjouaston osuus suhteessa toimialan kokonaishuipputehoon. Suomen kokonaiskulutuksen tähänastinen tunnin huippukeskiteho oli vuonna 2003 noin 14 000 MW, josta teollisuuden lyhytaikaisen (1...3 tuntia kestävä) kysyntäjouaston tekninen potentiaali 1280 MW on noin 9 %.

Kyselyssä selvitettiin myös kysyntäjouaston toistettavuutta eli sitä, miten pitkä aika vaaditaan siihen, kun jousto voidaan toistaa uudelleen. Tulokseksi saatiin, että suuri osa siitä joustotehosta, joka joustaa 1...3 h, voidaan ottaa uudelleen jouston piiriin 1...8 tunnin kuluessa. Mikäli jouston kesto on 3...6 h, tarvitaan palautumisaikaa enemmän eli 12...24 h. Pidemmällä joustoajoilla seuraavaan joustotapahtumaan tarvitaan aikaa yli vuorokausi.

Kysyntäjoustoan tarjotun kuorman tehon monitorointi perustuu isoilla kuormilla linjakohtaisiin tuntitehomittauksiin. Pienemmällä kuormilla ei välttämättä ole suorita mittauksia, jolloin tieto voidaan saada epäsuorasti esimerkiksi katkaisijatiedoista ja muutoin kokonaistehossa.



Kuva 2. Prosessiteollisuuden eri toimialojen lyhytaikaiset (1...3 h) kysyntäjoustopotentiaalit suhteessa kyseisten alojen tunnin huippukeskitehoihin vuonna 2004.

5 KYSYNTÄJOUSTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

5.1 SÄHKÖN HINTA

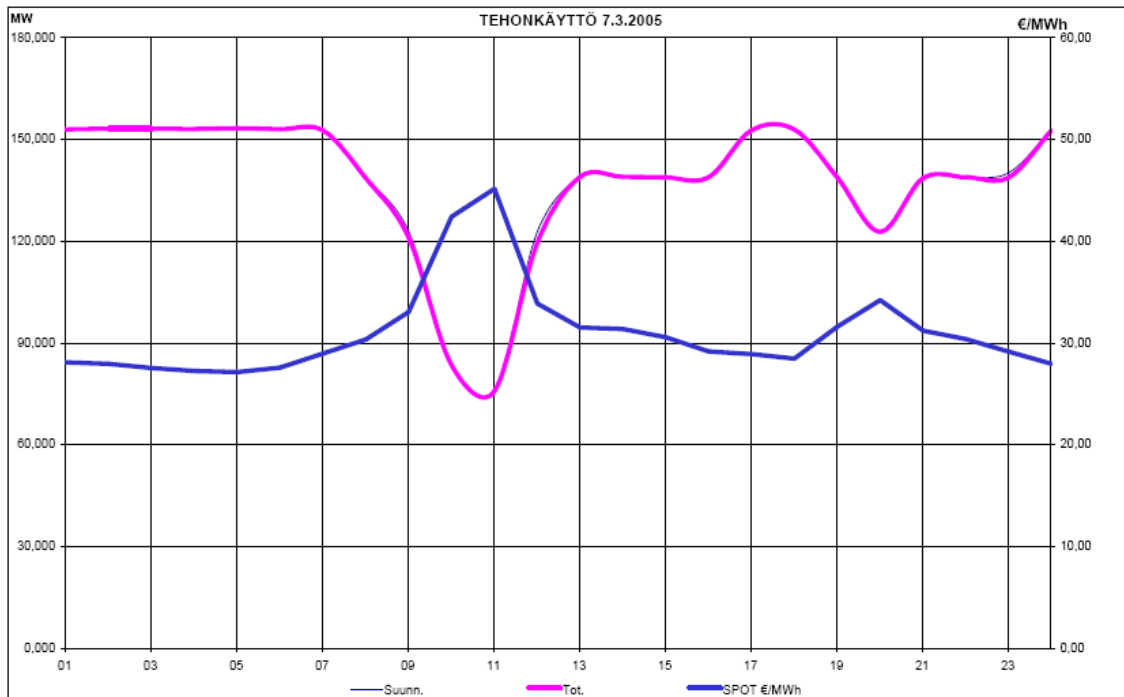
Kaikki kyselyssä mukana olleet yritykset ovat varautuneet sähkön hinnan vaihteluihin suojaamalla sähkön ostonsa. Ko. yrityksillä 95...98 % ostetusta sähköenergiasta on hintasuojauksen piirissä. Loppu ostetaan spot-markkinoilta. Jotkut ovat asettaneet hintarajan, jonka jälkeen spot-ostoa rajoitetaan esimerkiksi pienentämällä prosessien tuotantoa tai aikaistamalla tuotantolinjojen huoltoseisokkeja korkean spot-hinnan perusteella. Tämä toiminta on kuitenkin hyvin harvoin tapahtuvaa. Vuoden 2003 alussa pitkään vallinneet korkeat spot-hinnat saivat aikaan teollisuudessa joitakin tuotannon supistustoimenpiteitä.

Kuvassa 3 on esimerkki erään yrityksen vuorokautisen kokonaissähkönkäytön ja spot-hinnan välisestä riippuvuudesta. Prosessia ohjataan spot-hinnan perusteella sekä vuorokausi- että vuodenaikatasolla. Varastosäiliöitä hyväksikäyttämällä vuodenaikojen mukaan tapahtuva ajo tapahtuu siten, että varastot ovat maaliskuun lopulla tyhjillään, juhannuksena varastot taas täytetään. Seuraavan kerran varastot ovat tyhjillään ennen joulua. Joulun aikana varastot ajetaan täyteen.

Sähkön hinnan vaihteluihin yrityksissä on varauduttu myös hankkimalla omaa tuotantoa tai omistusosuuksia sähköntuotantoa harjoittavista voimayhtiöistä. Prosesseja on kehitetty myös niin, että yhä suurempi osa sähköstä saadaan tuotettua itse prosessista saatavien prosessikaasujen avulla (esimerkkinä uudet typpihappotehtaat ja vetyvoimalaitokset).

Sähköenergiakustannusten osuus kaikista tuotantokustannuksista tarkastelluissa yrityksissä vaihtelee huomattavasti. Niissä yrityksissä, joista kysyntäjoustoa on mahdollista toteuttaa se vaihteli 6 %:sta...80 %:iin. Niissä tarkastelluissa yrityksissä, joissa kysyntäjoustoa ei ollut mahdollista toteuttaa, se oli alle 3 %.

MAALISKUU 2005



Kuva 3. Esimerkki erään yrityksen kokonaissähkönkäytön (vaalean punainen käyrä, MW) ja spot-hinnan (sininen käyrä, €/MWh) riippuvuudesta 7.3.2005.

Taulukossa 12 on esitetty sähkömarkkinoille aktivoituvan sähkötehon riippuvuutta sähkön hinnasta. Taulukon arvoja tarkasteltaessa on huomattava, että jouston toteuttaminen aiheuttaa usein tuotantomenetyksiä, jolloin kyseisen alan suhdannetilanne vaikuttaa hintatasoon, jolla joustoa on mahdollista toteuttaa. Fingridin häiriöreserviin varatuille kuormille maksetaan 500 EUR/MWh energiakorvaus irtikytkenästä.

Taulukko 12. Sähkön hinnan vaikutus aktivoituvan kysyntäjouston määrään.

Sähkön hinnan vaikutus markkinoille tarjottavan jouston määrään		
Hintataso, jolla jousto aktivoituu	Jouston kesto	
	max 3 h	yli 12 h
100 EUR/MWh		
200 EUR/MWh	266 MW	275 MW
300 EUR/MWh	1063 MW	275 MW
500 EUR/MWh	1068 MW	275 MW
1000 EUR/MWh	1169 MW	317 MW

Ilman varoitusaikaa käytettävissä olevaa sähkön lyhytaikaista kysyntäjoustopotentiaalia on tämän selvityksen mukaan noin 1060 MW eli 7,5 % valtakunnallisesta yhden tunnin huippukeskitehosta. Tästä 400 MW on varattu tällä hetkellä ja 800 MW vuonna 2009 Olkiluodon kolmannen ydinvoimayksikön käynnistyttyä kantaverkkoyhtiö Fingridin häiriöreserviin bilateraalilla sopimuksilla. Kun otetaan huomioon häiriöreservisopimukset, säätösähkömarkkinoille olisi teknisesti mahdollista tarjota kysyntäjoustoa tällä hetkellä noin 660 MW ja vuonna 2010 noin 260 MW. Osaa edellä mainitusta potentiaalista tarjotaan jo aktiivisesti spot-markkinoille. Mahdollisuutta tarjota joustavia sähkökuormia säätösähkömarkkinoille yritykset eivät ole käyttäneet hyödyksi.

Säätösähkön hinnat voivat poiketa paljon spot-hinnoista, eräitä esimerkkejä on esitetty taulukossa 13. 3.1.2003 iltapäivä edustaa tilannetta, jolloin saavutettiin tähän mennessä valtakunnan suurin yhden tunnin huippukeskiteho 14 040 MW. Tällöin spot- ja säätösähköhinnat olivat lähellä toisiaan. 23.2.2005 säätösähkön hinta nousi hyvin korkealle suhteessa spot-hintoihin johtuen siitä, että säätävä vesivoima oli jo kokonaan käytössä ja ylössäätö edellytti lauhdevoiman käynnistämistä.

Taulukko 13. Spot- ja säätösähköhintoja.

Päivä	aika	Suomen hinta-alueen hinta (EUR/MWh)	Ylössäätö-hinta (EUR/MWh)
3.1.2003	16:00	104,88	109,89
3.1.2003	17:00	108,03	111,31
3.1.2003	18:00	108,11	111,31
23.2.2005	9:00	30,31	350
23.2.2005	10:00	29,51	350

5.2 TUOTANTOPROSESSEIHIN LIITTYVÄT TEKIJÄT

Teollisuuden tuotantoprosessit ovat nykyään integroituja kokonaisuuksia. Tämän vuoksi jonkin osatekijän sähkönkäytön muuttaminen saattaa vaarantaa koko prosessin toimivuuden. Seuraavaan luetteloon on kerätty kyselyissä esiin tulleita esteitä, jotka vaikeuttavat kuormien ohjauksen toteuttamista.

- Prosessilaitteiston pysäyttäminen ja uudelleen käynnistäminen voi lisätä tuotantokustannuksia, huonontaa tuotteen laatua ja johtaa pahimmassa tapauksessa laitevaurioihin. Lisäksi tietyissä tapauksissa jopa turvallisuusriskit ovat mahdollisia (laitteet räjähdysvaarallisten tilojen Ex-luokiteltuja). Prosessit on suunniteltu ajettaviksi ilman käyttökeskeytyksiä.

- Prosessilaitteiston uudelleenkäynnistys ei ole aina varmaa, jolloin ongelmatilanteissa koko tuotantolinja voidaan joutua pysäyttämään. Yleensä tuotantolinjan ylösajo kestää useita tunteja. Käynnistystilanteet vaativat lähes aina henkilökunnan tiivistä läsnäoloa ja tarkkaavaisuutta käynnistyvien laitteiden läheisyydessä.
- Kylmään talviaikaan tapahtuvat laitteiden pysäytykset saattavat johtaa jäätymisvaurioihin, koska usein laitteiden lämmöntuotto lakkaa samanaikaisesti.
- Prosessien integroituminen vaikeuttaa jouston toteuttamista; sähköä käyttävän laitteiston pysäyttäminen saattaa lopettaa samalla lämmön tuotannon tai voimalaitoksella polttoaineena käytettävän prosessikaasun tuoton.
- Asiakasriippuvainen prosessi. Prosessin integroituminen suoraan asiakkaan tuotantoprosessiin ilman välivarastoja vaikeuttaa kysyntäjouston toteuttamista (esimerkiksi ilmakaasulaitokset; tuote toimitetaan suoraan putkea pitkin asiakkaan prosessiin).
- Sähkönhankinta ja prosessien sähkönkäyttö ovat nykyään irrallaan toisistaan. Prosesseissa olevat välivarastot on otettu tuotantokäyttöön lisättäessä tuotantolinjojen kapasiteettia (ennen vuotta 1995 voimassa olleen sähkön tukkutariffirakenteen aikana välivarastoja käytettiin hyväksi sähkötehon huipunrajoitustilanteissa, keskitetyistä yrityskohtaisista sähkötehon huipunrajoitusjärjestelmistä on luovuttu).

5.3 ORGANISATORISET JA HENKILÖSTÖÖN LIITTYVÄT TEKIJÄT

Seuraavassa luettelossa on esitetty organisatorisiin ja henkilöstöön liittyviä kysynnän jouston toteuttamista vaikeuttavia tekijöitä.

- Tuotantohenkilöstöä on vaikea motivoida toteuttamaan kysyntäjoustoa, koska se voi johtaa tuotannon menetyksiin ja riski tuotantolaitteiden rikkoutumisesta kasvaa.
- Harvoin tapahtuvat toimenpiteet kuten kysyntäjouston vaatimat toimet eivät miellytä tuotantohenkilöstöä, koska ne kuormittavat lisää henkilöstöä (tämä pienentää haluja tarjota kuormia säätösähkömarkkinoille).
- Kysyntäjoustotoimenpiteet pienentävät energiakustannuksia, mutta kiinteät kustannukset kuten työntekijöiden palkkamenot pysyvät ennallaan. Mikäli lisäksi tulee tuotantomenetyksiä, työntekijöille pitäisi tällöin löytää siksi aikaa korvaavaa työtä, jotta kysyntäjoustoa kannattaisi tehdä.
- Tuotannon ajoitusta ja määrää koskevat päätökset voidaan nykyään tehdä kaukana varsinaisesta tuotantopaikasta (esimerkiksi toisesta maasta käsin), jolloin mahdollisuus paikallisesti tehtäviin joustoihin pienenee.
- Sähkönhankinta on suojattu hintavaihtelujen varalle, jolloin kiinnostus kysyntäjouston toteuttamiseen pienenee.



- Sopivan toimijan puute. Esimerkkinä yritys oli ehdottanut sähköyhtiölle oman sähkökuormansa tarjoamista spot-markkinoille sähköyhtiön kautta siten, että saavutettava hyöty jaetaan puoliksi. Ehdotus ei ollut saavuttanut vastakaikua sähköyhtiössä.

6 SÄHKÖNTUOTANNON LISÄYSMAHDOLLI- SUUDET

6.1 VARAVOIMAKONEET

Teollisuusyrityksiin on hankittu sekä hyvin pieniä (muutaman kymmenen kVA:n kokoi-
sia) että hiukan suurempia (100...1000 kVA) varavoimakoneita. Pienet aggregaatit on
sijoitettu lähelle varavoimalla syötettäviä prosessilaitteita ja niiden avulla prosessi aje-
taan hallitusti alas sähkökatkon sattuessa. Taulukossa 14 on esitetty suuremman koko-
luokan dieselkäyttöisten varavoimakoneiden jakaantuminen automaatioasteeltaan ja
rinnankäyntiominaisuuksiltaan eri luokkiin. Myös näiden käyttö rajoittuu pelkästään
varavoimakäyttöön, jolloin ne varmistavat prosessin tärkeimmät toiminnot (pumput,
puhaltimet) sähkökatkoissa. Kaikkiaan varavoimakoneiden yhteistehoksi tässä selvityk-
sessä saatiin noin 30 MW.

1990-luvun alussa tehdyssä laajassa selvityksessä todettiin varavoimakoneita olevan
noin 4 000 kpl yhteisteholtaan noin 450 MW. Huipun ajoon teknisesti soveltuvia yli 200
kVA:n varavoimakoneita arvioitiin Suomessa olevan yhteisteholtaan vähintään 132
MW /Pihala H. & muut, 1991/.

Taulukko 14. Kyselyssä saadut varavoimalaitosten tyypit, koot ja määrät.

Varavoimalaitoksen tyyppi	Kokoluokka kVA		
	< 500	500...1000	> 1000
Käsikäyttöinen, saarekekäyttö	1 kpl		
Käsikäyttöinen, rinnankäyntikelpoinen			
Automaattinen, saarekekäyttö	6 kpl		
Automaattinen, rinnankäyntikelpoinen	1 kpl	8 kpl	17 kpl
Yhteensä	8 kpl	8 kpl	17 kpl
Yhteisteho	2,5 MW	6 MW	20 MW

Käsikäyttöinen: Varavoimakone käynnistetään käsin.

Automaattinen: Varavoimakone käynnistyy automaattisesti, kun yksikin verkon kol-
mesta vaihejännitteestä laskee alle asetetun rajan.

Saarekekäyttö: Varavoimakone syöttää kuormia saarekkeessa erillään jakeluverkosta.

Rinnankäyntikelpoinen: Varavoimakonetta pystytään käyttämään jakeluverkon kanssa
rinnan.

Varavoimakoneiden koekäyttöjen väli vaihtelee yrityksestä riippuen. Se voidaan tehdä
kerran viikossa tai kerran kuukaudessa. Yhden koekäytön kesto vaihtelee puolesta tun-
nista yhteen tuntiin. Koekäytöt ajoittuvat päiväaikaan, jolloin yrityksen oma henkilöstö
suorittaa sen.

Kyselyssä kartoitettiin myös mahdollisuuksia käyttää varavoimakoneita sähkön tuotantoon muulloin kuin sähkökatkojen aikana. Tulokseksi saatiin, että laitteiston pitäisi olla niin automatisoitu, että tuotantoajo voitaisiin suorittaa automaattisesti ilman valvontaa, koska muuten sähköntuotannon hinta tulee huomattavasti kalliimmaksi. Hintarajat, joilla tuotanto nähtiin mahdolliseksi, vaihtelivat huomattavasti. Varavoimakoneella tuotetun sähkön polttoainekustannukset ovat noin 160 EUR/MWh,e (polttoöljyn hinnalla 0,5 EUR/litra). Vähimmäiskorvaukseksi aggregaatin käytöstä sähkön tuotantoon huippukuormitusilanteissa arvioitiin 200...250 EUR/MWh ja tällöin edellytyksenä on se, että henkilökuntaa ei tarvita toimenpiteen suorittamiseen.

Selvityksessä kävi ilmi, että kantaverkkosopimuksessa oleva yli 1 MVA:n laitoksia koskeva mittausvelvoite voidaan kokea esteeksi sähkön tuottamiselle. Sen mukaan nettotuotanto on ilmoitettava, jos laitoksen teho on yli 1 MVA, ja laitosta käytetään pitkiä aikoja sähköntuotantoon. Tämä edellyttäisi omakäyttöenergian (lämmitykset + muut oheislaitteet) mittaamista, johon ei tällä hetkellä ole valmiuksia. Käytännössä mittausta ei kuitenkaan välttämättä edellytetä, koska useimmiten omakäyttöön kuluva energia on suurempi kuin koekäytöissä ja lyhytaikaisissa huipputilanteissa tuotettu energia.

6.2 MUUT LISÄY SMAHDOLLISUUDET

Kyselyssä tuli esiin myös muita mahdollisuuksia lisätä paikallista sähköntuotantoa. Nopeasti ilman valmisteluaikaa sähköntuotantoa voidaan vastapainetuotannossa lisätä apulauhduuttimia hyväksikäyttämällä. Lisäksi yrityksissä on kunnossa olevia lauhdevoimakoneita, jotka voidaan ottaa käyttöön vuorokauden varoitusajalla. Eräs mahdollisuus sähkön tuotannon lisäykseen kahden tunnin varoitusajalla oli siirtää prosessista saatu kaukolämmöntuotanto raskaalle polttoöljylle.

Taulukkoon 14 on koottu yhteen kaikki edellä mainitut mahdollisuudet yhteisteholtaan 120 MW.

Taulukko 15. Kyselyssä kartoitetut muut sähköntuotannon lisäysmahdollisuudet.

TUOTANTOMUOTO: Apulaudutin (vastapainetuotanto), lauhdekone, lauhdevoimalan tehon nosto apupolttoaineella, sähkön tuotannon lisäys siirtämällä kaukolämmön tuotanto polttoöljylle				
	v. 2004		v. 2010	
Tuotannon kokonaisteho	120 MW		120 MW	
Käytettävissä h/a	8000 h		8000 h	
Sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva tuotannon teho				
Tuotantoaika	Valmistelu/ennakkovaroitusaika			
	0 h	2 h	8 h	24 h
1 h	65 MW			
1 – 3 h	65 MW			
3 – 6 h	65 MW			
6 – 12 h	65 MW			50 MW
> 12 h	65 MW	5 MW		50 MW
Sähkön hintataso, jolla tuotanto voidaan aktivoida				
Rajahinta, jolla tuotanto on mahdollista ottaa käyttöön	Tuotantoaika			
	max 3 h	yli 12 h		
100 EUR/MWh	40 MW	95 MW		
200 EUR/MWh	50 MW	105 MW		
300 EUR/MWh	50 MW	105 MW		
500 EUR/MWh	50 MW	105 MW		

7 YHTEENVETO

Tutkimuksessa havaittiin, että ilman varoitusaikaa käytettävissä olevaa lyhytaikaista (kestoltaan 1...3 tuntia) sähkön kysyntäjoustopotentialia on noin 1060 MW eli 7,5 % tähän mennessä toteutuneesta valtakunnan yhden tunnin huippukeskitehosta (14 040 MW). Potentialista 400 MW on varattu tällä hetkellä ja 800 MW vuonna 2009 Olkiluodon kolmannen ydinvoimayksikön käynnistyttyä kantaverkkoyhtiö Fingridin häiriöreserviin bilateraalilla sopimuksilla. Kun varoitusaikaa kysyntäjoustotoimenpiteen suorittamiseen on 2...24 tuntia, potentialia kasvaa noin 220 MW:lla eli se on yhteensä noin 9 % Suomen kokonaishuipputehosta. Kun otetaan huomioon häiriöreservisopimukset, sähkömarkkinoille on tarjottavissa lyhytaikaista kysyntäjoustoa vuonna 2005 noin 880 MW ja vuonna 2010 noin 480 MW.

Kyselyn perusteella saatiin arvio siitä, millä sähkön hintatasolla edellä mainittu potentialia voisi aktivoitua sähkömarkkinoilla. Kun joustotoimenpiteen kesto on maksimissaan kolme tuntia noin 270 MW aktivoituu sähkön hinnan ylittäessä tason 200 EUR/MWh ja edellisen lisäksi 840 MW on mahdollista saada jouston piiriin sähkön hinnan ylittäessä rajan 300 EUR/MWh. Yli kahdentoista tunnin jouston mahdollistava sähköteho vajaan 300 MW aktivoituu, kun sähkön hinta ylittää arvon 200 EUR/MWh. Häiriöreservisopimusten hintataso on 500 EUR/MWh kuorman irtikytkennästä.

Ilman varoitusaikaa käytettävissä olevasta sähkön kysyntäjoustopotentialista 1060 MW häiriöreservisopimukset huomioon ottaen säätösähkömarkkinoille olisi teknisesti mahdollista tarjota kysyntäjoustoa tällä hetkellä noin 660 MW ja vuonna 2010 noin 260 MW. Osa edellä mainitusta potentialista tarjotaan jo aktiivisesti spot-markkinoille. Mahdollisuutta tarjota joustavia sähkökuormia säätösähkömarkkinoille yritykset eivät ole vielä käyttäneet hyödyksi. Sähkön hinta säätösähkömarkkinoilla on vuoden 2005 alkupuolella noussut hetkellisesti tasolle 350 EUR/MWh, vaikka samanaikaisesti spot-hinta on pysytellyt tasolla 30 EUR/MWh.

Kysyntäjouston kunkin hetkiseen potentialiin vaikuttavat monet tekijät, varsinkin teollisuuden suhdannetilanne. Monet tuotantoprosesseihin liittyvät rajoitukset, kuten tuotevälivarastojen puute, jotkin organisatoriset ja tuotantohenkilöstöön liittyvät tekijät rajoittavat mahdollisuuksia toteuttaa kysynnän joustoa. Nykyisin lähes poikkeuksetta tehtävä sähkönhankinnan kattava hintasuojaus ja osassa teollisuutta myös sähköenergiakustannusten pieni osuus tuotantokustannuksista pienentävät halukkuutta kysynnän joustoon.

Yleisesti oli havaittavissa, että ennen sähkömarkkinoiden vapautumista käytössä olleen sähkötukkariffin aikaan tuotantoprosessit ja sähkönhankinta olivat kiinteämmin yhteydessä toisiinsa ja välivarastoja yms. käytettiin hyväksi huipputehojen rajoittamisessa. Nyt prosesseissa on vähemmän välivarastoja, tai ne on käytetty hyväksi tuotantoa laajennettaessa. Lisäksi prosessit on suunniteltu ja rakennettu yhä enemmän integroiduiksi, jolloin mahdollisuus kysyntäjoustoon on pienentynyt.

Paikallisia sähköntuotannon lisäismahdollisuuksia huippukuormitustilanteita ajatellen kartoitettiin varavoimakoneiden osalta. Yli tai alle yhden megawatin kokoisia diesel-

käyttöisiä varavoimakoneita kyselyssä löytyi 33 kappaletta yhteisteholtaan noin 30 MW. Näiden käyttö huipuntuotantoon edellyttää täysin automaattista, ilman käyttöhenkilökuntaa toimivaa ja verkon kanssa rinnankäyntikelpoista laitosta. Tällöin tarvitaan vähintään 200 EUR/MWh ylittävä korvaus huipunajosta. Lisäksi kyselyssä tuli ilmi muuta sähköntuotannon lisäismahdollisuutta yhteisteholtaan noin 120 MW.

LÄHDELUETTELO

1. /Finergy 2004/, Arvio Suomen sähkön tarpeesta vuoteen 2020. Energia-alan Keskusliitto ry Finergy 29.1.2004. 15 s.
2. /Keronen J., Kinnunen P., 1986/, Sähkön kulutuksen energiataloudellinen ohjaus, Suurteollisuus, VTT tutkimuksia 411, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo 1986. 27 s. + liitteet 30 s.
3. /Pihala H. & muut, 1991/, Pienten varavoimakoneiden käyttö sähkön huipputehon leikkauksessa, VTT tutkimuksia 732, Espoo 1991. 135 s. + liitteet 3 s.



LIITE: Kyselylomake

**TEOLLISUUDEN SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTON POTENTIAALI JA SIIHEN
VAIKUTTAVAT TEKIJÄT**

Toimipaikkakohtainen kysely

Toimipaikan identifiointitiedot

Yritys:

Toimipaikka:

Osoite:

Toimiala(t) (TOL 2002):

Vastaaja:

Osoite:

Puhelin:

Sähköpostiosoite:

Toimipaikan sähkönkäyttötiedot

Taulukossa LI ilmoitetaan toimipaikan kokonaissähköntarve ja sen jakautuma eri prosesseihin (1.,2.,...) "normaalituotantotilanteen" mukaisen vuoden mukaan. Sähkäteholla (MW) tarkoitetaan mitattua vuoden suurinta tunnin keskitehoa. Sähkäteho ilmoitetaan myös yöajalta ja viikonlopulta, mikäli ne eroavat merkittävästi päivätehosta.

Taulukko LI. Tiedot vuodelta:

Kulutuskohde	Sähkäteho MW (tunnin huippu)			Sähköenergia GWh/a		
	<i>Päivä</i>	<i>Yö</i>	<i>Vkloppu</i>	<i>Päivä</i>	<i>Muu</i>	<i>Yhteensä</i>
Koko toimipaikka						
1.						
2.						
3.						

Mikä on sähköenergiakustannusten osuus jalostusarvosta ?

Sähkön kysyntäjouaston tehomäärä kuormaryhmittäin ja hinta, jolla jousto aktivoidaan sekä jouston toistettavuus

Taulukoissa L2.1...L2.n (yksi taulukko kustakin kuormaryhmästä) ilmoitetaan kunkin kuormaryhmän nimi sekä toimiala (1), mikäli samassa toimipaikassa on useita toimialoja. Toimiala merkitään TOL2002 luokituksen mukaan. Toisesta liitetiedostosta löytyvät toimialaluokitukset.

Kuormaryhmällä ja ryhmän kokonaisteholla (2) tarkoitetaan tässä teknisiltä ominaisuuksiltaan ja hinnaltaan (korvattavuudeltaan) samanlaisia sähkökuormia. Tällaisia kuormaryhmiä voivat olla esim. hiomot, hierontämöt, kuorimot, uunit, elektrolyysit jne. Kuormaryhmällä ei tarkoiteta varsinaista tuotantolinjaa. Mikäli kuitenkin jonkin osaprosessin keskeyttäminen normaalituotantotilanteessa on mahdollista, voidaan se vastaajan harkinnan mukaan käsitellä kuormaryhmänä.

Sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva kuormaryhmän teho (6) tarkoittaa sellaista tehoa, joka tekniset rajoitteet huomioonottaen on ohjattavissa. Tämä teho ei sisällä häiriöreserviin (Fingrid) varattua tehoa (3) eikä mahdolliseen muuhun tarkoitukseen varattua tehoa (4). Tehot ilmoitetaan vuoden 2004 mukaan tilanteen mukaan ja arvioidaan, mikäli mahdollista, vuonna 2010 odotettavissa olevan tilanteen mukaan.

Kokonaistehon pysyvyys (5) tarkoittaa ilmoitetun ryhmän kokonaistehon (2) suuruisen kuorman normaalia päällä oloaikaa vuodessa.

Joustoajalla (7) tarkoitetaan sitä aikaa, jonka ilmoitetun tehon (6) suuruinen kuorma voi olla irtikytkettynä sähköverkosta tai muulla tavoin on suoritettu ilmoitetun tehon suuruinen kuorman vähennys.

Valmistelu/ennakkovaroitusaika (8) tarkoittaa aikaa, joka tarvitaan ennen joustotapah-tuman alkua järjestelyajaksi, jotta jousto voidaan toteuttaa.

Sähkön hintatason vaikutus joustotehon määrään (9) pyritään arvioimaan sekä lyhyem-mällä joustoajalla (max 3 h) että pitkällä joustoajalla (yli 12 h).

Jouston toistettavuus ilman valmisteluaikaa (10) antaa kuvan siitä miten, usein jousto-a voidaan toteuttaa.

Toistoväli (11) tarkoittaa sitä aikaa, joka vähintään tarvitaan edellisen jouston loppumi-sesta seuraavan jouston alkuun.

<i>Taulukko L2.1: KUORMARYHMÄN NIMI JA TOIMIALA (1):</i>				
	v. 2004		v. 2010	
Ryhmän kokonaisteho (2), josta	MW		MW	
- varattu häiriöreserviin (Fingrid) (3)	MW		MW	
- varattu muuhun tarkoitukseen (4)	MW		MW	
Kokonaistehon pysyvyys h/a (5)	h		h	
Sähkömarkkinoille tarjottavissa oleva (vielä vapaa) joustavan kuorman teho (MW, ei kumuloituva) (6)				
Joustoaika (7)	Valmistelu/ennakkovaroitusaika (8)			
	0 h	2 h	8 h	24 h
1 h	MW	MW	MW	MW
1 – 3 h	MW	MW	MW	MW
3 – 6 h	MW	MW	MW	MW
6 – 12 h	MW	MW	MW	MW
> 12 h	MW	MW	MW	MW
Sähkön hintatason vaikutus aktivoituvan joustotehon (MW) määrään (9)				
Rajahinta, jolla jousto aktivoituu	Joustoaika			
	max 3 h		yli 12 h	
100 €/MWh	MW		MW	
200 €/MWh	MW		MW	
300 €/MWh	MW		MW	
500 €/MWh	MW		MW	
Jouston toistettavuus ilman valmisteluaikaa (10)				
Joustoaika (7)	Joustoteho (6)		Toistoväli (11)	
1 h	MW		h	
1 – 3 h	MW		h	
3 – 6 h	MW		h	

Sähkön kysyntäjouaston tehomäärään ja hintaan vaikuttavat tekijät

Taulukko L3.

Toimialan suhdannetilanteen vaikutus	ei merkitystä	kohtalainen merkitys	suuri merkitys
- markkinoille tarjottavan tehon määrään			
- tarjottavien joustokertojen määrään			
Mahdolliset investointitarpeet jouaston toteuttamiseksi	ei tarpeita	kohtalaiset tarpeet	suuret tarpeet
- välivarasto			
- muu, mikä?			
Muut toimenpidetarpeet (esim. osaamisen tai sisäisten toimintaprosessien kehittäminen)			
3.1			
3.2			
3.3			

Onko yrityksenne harkinnut kysyntäjoustovaihtoehtoa ja onko varauduttu korkeiden hintapiikkien varalle?

Onko yrityksenne tarjonnut kysyntäjousto spot- tai muille markkinoille tai hyödyntänyt jousto muutoin kaupallisesti?

Mitkä ovat yrityksenne kannalta suurimmat esteet kysyntäjouaston toteuttamiselle?

Mikä on yrityksen kannalta sopivin markkina ja tapa (nykyinen tai mahdollinen uusi tuote) kysyntäjouaston toteuttamiseksi?

Miten kysyntäjousto tarjotun kuorman teho on mahdollista monitoroida tai muuten saada selville toteutunut joustoteho?

Paikallisten varavoimakoneiden määrä ja käyttömahdollisuudet sähkön hinnan ollessa korkea.

Varavoimakoneiden määrä, tyyppi ja tehot ilmoitetaan *taulukossa L4*.

Taulukko L4.

Varavoimalaitoksen tyyppi	Kokoluokka kVA		
	< 500	500...1000	> 1000
Käsi­käyt­to­inen, saareke­käyt­to	kpl	kpl	kpl
Käsi­käyt­to­inen, rin­nankäyt­ti­kel­poinen	kpl	kpl	kpl
Automaattinen, saareke­käyt­to	kpl	kpl	kpl
Automaattinen, rin­nankäyt­ti­kel­poinen	kpl	kpl	kpl

Käsi­käyt­to­inen: Varavoimakone käynnistetään käsin.

Automaattinen: Varavoimakone käynnistyy automaattisesti, kun yksikin verkon kolmesta vaihejännitteestä laskee alle asetetun rajan.

Saareke­käyt­to: Varavoimakone syöttää kuormia saarekkeessa erillään jakeluverkosta.

Rin­nankäyt­ti­kel­poinen: Varavoimakonetta pystytään käyttämään jakeluverkon kanssa rinnan.

Mikäli yrityksenne on käyttänyt varavoimakoneita sähkön tuotannossa, niin ker­to­kaa millä tavalla, miten pitkiä aikoja ja millä teholla.

Arvioi­kaa säh­kön hinta­ta­so, jolla yrityk­sen­ne voisi mah­dollis­esti käyttää varavoi­makoneita säh­kön tuotantoon muulloin kuin säh­kökatkojen aikana.

Onko yrityksessä­ne mah­dollista ajoittaa varavoi­makoneiden koekäyt­to­jä ottaen huomioon säh­kön käytön huiput koko säh­köjär­jestelmän tasolla?