

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
Energiatekniikan koulutusohjelma
BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

Sähkön kulutusskenaariot ja niiden toteutuminen

Electricity consumption scenarios and their realization

Työn tarkastaja: Aija Kivistö

Työn ohjaaja: Aija Kivistö

Rauma 19.02.2018

Liisa Salminen

TIIVISTELMÄ

Liisa Salminen

Sähkön kulutusskenaariot ja niiden toteutuminen

LUT School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyön ohjaaja: Aija Kivistö

Kandidaatintyö 2018

29 sivua, 7 kuvaa

Hakusanat: sähkönkulutus, sähkönkulutusennuste, kulutusskenaario

Tässä kandidaatintyössä tutustutaan sähkön kulutusskenaarioihin ja niiden toteutumiseen Suomessa. Työn tavoitteena on etsiä syitä sähkönkulutusskenaarioiden epäonnistumiselle ja esitellä kulutusskenaarioiden laatimisen haasteita tulevaisuudessa. Työssä käsitellään vuosien 1958 – 2007 välillä laadittuja skenaarioita, niiden laatijoita ja laadintaperusteita. Kulutusskenaariot on jaettu eri sektoreihin, joita käsitellään erikseen. Sektoreita ovat mm. teollisuus, liikenne, lämmitys ja kotitaloudet. Eri sektoreista kootaan niiden sähkönkulutukseen ja sen arviointiin vaikuttavia tekijöitä.

Sähkönkulutusskenaarioita verrataan Tilastokeskuksen laatimaan sähkönkulutustilastoon ja analysoidaan syitä sähkönkulutusskenaarioiden ja todellisen sähkönkulutuksen eroavaisuuksiin. Suomen teollisuuden energiaintensiivisyyden ja vientivoittoisuuden takia sähkönkulutuksen kasvu seuraa talouskasvua ja sähkönkulutuksen taantumat taloustaantumia. Suurimmat erot tilaston ja skenaarioiden välillä löytyvät metsäteollisuuden sektorilta, jonka sähkönkulutuksen merkittävän pienenemisen syitä 2000-luvulla tarkastellaan yksityiskohtaisemmin. Muiden sektoreiden osalta sähkönkulutuksen kasvun hidastuminen ei ole ollut yhtä merkittävää. Lopuksi tarkastellaan lyhyesti tulevaisuuteen sijoittuvia sähkönkulutusskenaarioita ja pohditaan sähkönkulutuksen suuntaa ja siihen vaikuttavia syitä eri sektoreilla.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä.....	2
Sisällysluettelo.....	3
Symboliluettelo.....	4
1 Johdanto.....	5
2 Sähkön kulutuksen arviointi	7
2.1 Laatijat	8
2.2 Laadintaperusteet arvioille	9
2.2.1 Teollisuus.....	10
2.2.2 Liikenne	11
2.2.3 Lämmitys	11
2.2.4 Kotitaloudet	12
2.2.5 Palvelut	12
2.2.6 Muut.....	12
3 Kulutusskenaarioiden toteutuminen suhteessa tilastoon	13
3.1 Metsäteollisuuden sähkönkulutuksen muutokset	19
4 Katsaus tulevaisuuteen	22
5 Johtopäätökset	24
6 Yhteenveto.....	25
Lähteet	26

SYMBOLILUETTELO

Lyhenteet

EU Euroopan unioni

KTM Kauppa- ja teollisuusministeriö

TEM Työ- ja elinkeinoministeriö

1 JOHDANTO

Suomen sähköistyminen alkoi ensimmäisten maiden joukossa jo vuonna 1882, kun Edison toimitti Tampereelle Finlaysonin tehdassaliin sähköisen valaistuksen vain kolme vuotta hehkulampun keksimisen jälkeen. Ensimmäiset sähkölaitokset perustettiin Suomessa 1900-luvun alussa. Tästä eteenpäin Suomi sähköistyi kaupunkien osalta nopeasti. Vuonna 1930 kaupunkien sähköistysaste oli jo lähes 100 %. Myös maaseudun sähköistyminen eteni ripeästi. Vuonna 1925 maaseudun sähköistysaste oli 40 % ja 1960-luvulle tultaessa sähköistysaste nousi 80 %:iin siitäkin huolimatta, että 30 % Suomen sähköverkosta menetettiin talvi- ja jatkosodan aikana. Käytännössä Suomi oli kokonaan sähköistetty 1980-luvulle mennessä. (Simola 1982; VTT Prosessit 2004)

Sähkön tuotanto oli Suomessa alkuaikoina yhtä vaatimatonta kuin sen kulutuskin, mutta luonnollisesti myös tuotannon määrä nousi nopeasti. Vuonna 1885 Suomen sähköntuotantokapasiteetti oli vain 0,32 MW, josta lähes 90 % tuotettiin höyryvoimalla. 15 vuoden kuluessa vuoteen 1900 mennessä tuotantokapasiteettia oli rakennettu jo 40-kertainen määrä, 13 MW. Höyryvoimasta oli siirrytty vesivoimaan, jolla katettiin lähes 60 % sähkön tuotantokapasiteetista vuosisadan vaihteessa. Sähköntuotantokapasiteetti oli käytännössä kokonaan teollisuuden ja erityisesti metsäteollisuuden käytössä. Metsäteollisuus onkin säilyttänyt paikkansa Suomen suurimpana sähkönkuluttajana sähköistymisen alkua ajoista lähtien. (VTT Prosessit 2004)

Sähkönkulutusarviointi on tärkeä osa energiatalouden kokonaisuutta, sillä sen avulla on mahdollista arvioida sähköntuotannon riittävyttä ja mahdollistaa terveen talouskasvun edellytykset. Suomen teollisuuden vientivoittoisuus altistaa Suomen sähkömarkkinat kansainvälisen talouden vaikutuksille ja pohjoisen sijaintinsa takia myös lämpötilanvaihteluilla on merkitystä sähkön kokonaiskulutukseen. Sähköntuotantoinvestointien pitkät rakennusajat aiheuttavat haasteita sähkön saatavuudelle nopean talouskasvun kohdatessa, varsinkin kun aina ei ole voitu luottaa sähkön saatavuuteen ostomarkkinoilla.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tutustua eri tahojen laatimiin sähkönkulutusennusteisiin ja niiden eri skenaarioihin ja tutkia syitä niiden onnistumiselle

tai epäonnistumiselle lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Työssä tarkastellaan sähkönkulutusta eri osa-alueiden summana ja arvioinnissa keskitytään sähkönkulutuksen muutosten suurimpiin tekijöihin tarkemmin. Kulutusarvioiden kokonaisuudesta tarkastellaan aikaväliä 1960 – 2000 yleisellä tasolla ja vuodesta 2000 vuoteen 2016 hieman yksityiskohtaisemmin.

Luvussa kaksi käsitellään sähkön kulutusarvioita, niiden laatijoita sekä laadintaperusteita. Luvussa käydään pääpiirteittäin läpi skenaarioissa käsiteltävät sähkön kulutussektorit sekä niiden arviointiin vaikuttaneet tekijät vuosikymmenten ajalta.

Kolmannessa luvussa kulutusskenaarioita verrataan sähkön kulutukseen ja eritellään syitä sähkönkulutuksen kasvunopeuteen ja sähkönkulutusennusteiden toteutumiseen tai epäonnistumiseen. Kulutusskenaarioiden onnistumista tarkastellaan erityisesti metsäteollisuuden näkökulmasta.

Neljäs luku keskittyy tulevaisuuden sähkön kulutusskenaarioihin sekä mahdollisiin haasteisiin, joita tulevaisuuden sähkönkulutuksen arvioiminen saattaa pitää sisällään. Viidennessä luvussa tuodaan esille johtopäätökset ja kuudes luku sisältää yhteenvedon.

2 SÄHKÖN KULUTUKSEN ARVIOINTI

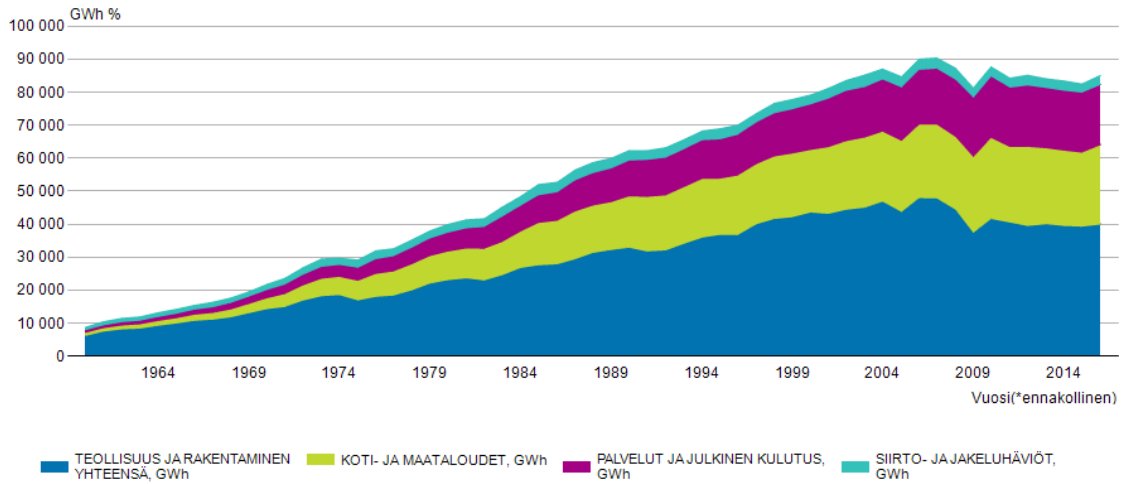
Toisen maailmansodan jälkeen sähköntuotannon varmistaminen nousi aikaisempia vuosikymmeniä tärkeämmäksi, sillä edellytykset talouden kasvulle haluttiin pitää korkeina. Teollistuminen, automatisaatio ja elintason nousu lisäsivät entisestään nousevaa energian ja sähkön kulutusta. Jotta sähköntuotannon määrä voitiin sovittaa kasvavaan kulutukseen, piti kulutusta pystyä arvioimaan, sillä sähköntuotantoinvestoinnit olivat pitkäikäisiä ja niiden valmistuminen kesti useita vuosia. Koska tilanne oli sama lähes koko Euroopassa, ei voitu myöskään luottaa tuontisähkön saatavuuteen. (Teollisuusneuvottelukunta 1958)

Sähkönkulutusarvioita laadittaessa käytettiin hyödyksi muun muassa ennusteita talouskasvun suunnista sekä teollisuuden kehitysnäkymistä ja väestön määrästä. Jotta kulutusarvioiden käyttö tehokkaasti päätöksenteon tukena olisi ollut mahdollisimman hyvää, toteutettiin niistä erilaisia skenaariotarkasteluja. Eri skenaarioiden tarkoitus ei ollut kuvata tulevaisuutta luotettavasti, vaan toimia apuna tulevaisuuden mahdollisuuksien arvioimisessa ottamatta kantaa vaihtoehtojen todennäköisyyteen, keskinäiseen paremmuuteen tai hyväksyttävyyteen. (KTM 1984) Skenaariot toimivat näin ollen eräänlaisina laskelmina, jotka vastaavat ”mitä tapahtuu, jos” –tyyppisiin kysymyksiin (KTM 1977). Skenaariomenetelmällä pystyttiin siis tuottamaan enemmän hyödyllistä tietoa energiataloudellisten päätösten tueksi kuin tarkasteluilla, jotka perustuvat vain yhteen vaihtoehtoon. Skenaarioita myös päivitettiin tiheästi, jos nopealla aikavälillä kävi ilmi, että sähkönkulutuksen suunta poikkesi skenaarion arviosta merkittävästi. Päivityksissä voitiin vaihtaa ennustearvoja vain yhden osa-alueen osalta, jolloin kokonaisuus muuttui, mutta muut osa-alueet pysyivät samana (KTM 1989, 1990).

Sähkönkulutuksen painopisteet ovat vajaan 60 vuoden aikana muuttuneet huomattavasti. Tämä on osaltaan vaikuttanut ennusteiden luontiin ja niiden toteutumiseen. Pitkän aikavälin tarkasteluissa ei välttämättä ole pystytty ennustamaan esimerkiksi kehittyneen tekniikan luomia mahdollisuuksia. Sähkönkulutuksen ennustettiin kuitenkin kaikissa arvioissa kasvavan, mitä se vuoteen 2007 saakka muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta tekikin. Vuosien 1960 ja 2007 välillä sähkönkulutus yli kymmenkertaistui 8789 GWh:sta

90 388 GWh:iin. Tämän jälkeen kulutus on hieman laskenut, ollen vuonna 2016 85 059 GWh. Sähkön kokonaiskulutus ja sen jakautuminen on esitetty kuvassa 1. (SVT 2018)

Sähkön kokonaiskulutus ja sen jakautuminen 1960 - 2016



Lähde: Tilastokeskus

Kuva 1: Sähkön kokonaiskulutuksen jakautuminen vuosina 1960 – 2015. (SVT 2018)

Vuonna 1960 käytetystä sähköstä 72 % kului teollisuuden ja rakentamisen tarpeisiin, kun vuonna 2016 luku oli vain 47 %. Kokonaisuudessaan teollisuuden sähkönkulutus on ollut nousujohteista, mutta sähkön käyttötarve on kasvanut muilla sektoreilla teollisuutta nopeammin. Erityisesti kasvua on ollut koti- ja maatalouksissa, joiden osuus oli vuonna 1960 11 % ja vuonna 2016 27 %. Myös palveluiden ja julkisen kulutuksen osuus on noussut vuoden 1960 9 %:sta 23 %:iin vuonna 2016. Siirto- ja jakeluhäviöiden osuus on kuitenkin pienentynyt suhteessa alle puoleen vuoden 1960 8 %:sta 3 %:iin vuonna 2016, mikä on selitettävissä mm. tekniikan kehittämisellä. (SVT 2018)

2.1 Laatijat

Sähkönkulutusta on Suomessa ennustanut usea eri taho. Tässä kandidaatintyössä on niistä käytetty Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM, nykyisin Työ- ja Elinkeinoministeriö TEM) eri osastojen ja neuvottelukuntien laatimia raportteja sekä Energia-alan keskusliitto Finergyn (nykyisin Energiateollisuus ry) toteuttamia tutkimusraportteja.

Kauppa- ja teollisuusministeriössä ennusteita laatimassa ovat olleet vuodesta riippuen eri tahot ja henkilöt. Ensimmäisiä arvioita toteutettaessa vuonna 1958 laadinnasta vastasi Teollisuusneuvottelukunnan voimajaosto, jonka puheenjohtajana toimi professori ja tekniikan tutkija Erkki Kinnunen. Vuosina 1974–1975 kulutusskenaarioita laati energiapolitiikan neuvottelukunta. Neuvottelukunta asetti kolme jaostoa: energiantarvejaoston, energianhankintajaoston ja rahoitusjaoston, joiden yhteistyönä mietinnöt toteutettiin. Tästä eteenpäin skenaarioiden laatiminen toteutettiin virkamiestyönä KTM:n energiaosastolla. Ennusteita laatimassa on ollut ministeriön virkamiesten lisäksi useita eri asiantuntijoita muun muassa energiayhtiöistä, eri alojen keskusliitoista sekä talousalalta. Lisäksi ministeriö on tilannut ennusteita konsulttipalveluina. (KTM 1958, 1974, 1977, 1984, 1990, 1994)

Energia-alan keskusliitto ry Finergyn toimesta ennusteita laativat työryhmät, jotka koostuivat 6-8:sta energia-alan asiantuntijasta, joiden työnantajiin kuuluivat Suomen johtavat energiayhtiöt, Finergy ja muut toimialaliitot. (Finergy 1997, 2000, 2004)

Skenaariotarkasteluiden tavoitteena on ollut toteuttaa kaikkia sektoreita hyödyttävää tietoa, jonka pohjalta pystyttiin luomaan luotettava pohja Suomen energiantuotannolle ja talouskasvun mahdollistamiseen, sillä Suomen vienti ja talous on sotien jälkeisenä aikana nojannut vahvasti energiaintensiiviseen teollisuuteen.

2.2 Laadintaperusteet arvioille

Kulutusarvioiden laadintaperusteet eroavat toisistaan eniten sen laatijan ja arvioidun ajanjakson ja sen pituuden perusteella. Arvioita laadittaessa on käytetty hyväksi muiden tahojen tekemiä arvioita esimerkiksi talouskasvusta, tekniikan kehityksestä eri teollisuusaloilla ja kansainvälisen talouden tilasta. Ennusteisiin ja niiden suuntaan ovat vaikuttaneet muiden muassa vuoden 1978 öljykriisi sekä 1990-luvun alun lama, minkä takia ennusteita laadittiin talouden alamäkien jälkeen myös tiheämmin kuin oli alun perin suunniteltu.

Koska Suomi on sähkömarkkinoiden osalta osa suurempaa kokonaisuutta, pitää sen sähkönkulutusta arvioidessa ottaa huomioon myös pohjoismaiden ja muiden lähialueiden vaikutus. Myös mittava osa Suomessa käytettävistä polttoaineista tulee maan ulkopuolelta, joten polttoaineiden hinnat määräävät sähkön hinnan kautta osaltaan esimerkiksi sähkönkulutustottumuksia ja -kehitystä.

Sähkönkulutus ja sen arviointi on jaettu eri sektoreihin, joita on tarkasteltu erikseen ja osittain muista riippumatta. Perussuunnan skenaarioille ovat luoneet talouden kasvun ennusteet ja sähkönkulutuksen suhde talouskasvuun, joita on peilattu edellisvuosien lukuihin ja usein oletettu kasvun olevan joko tasaista tai hieman nousevaa. Kokonaiskulutusarviot on luotu yhdistämällä eri sektoreiden arviot ja lisäämällä niihin häviöiden osuus. Sektoreita ovat olleet teollisuus, liikenne, lämmitys, kotitaloudet, palvelut ja muu kulutus. Osassa arvioita sektorit on pilkottu pienempiin osiin tarkemman analyysin mahdollistamiseksi. Ensimmäisiä arvioita tehdessä on ylläolevien lisäksi huomioitu myös Suomen sähköverkon laajuus ja sähköistymisen eteneminen varsinkin maaseudun osalta. Esimerkiksi vuonna 1958 Suomen maaseudusta oli sähköistetty vain 80% ja sen oletettiin nousevan 100 %:iin ennustekauden loppumiseen vuoteen 1965 mennessä (KTM 1958).

2.2.1 Teollisuus

Teollisuus on Suomen suurin sähkönkuluttaja ja sen osuus ennusteissa on luonnollisesti merkittävin. Teollisuus on suurimmassa osassa arvioita jaettu pienempiin sektoreihin, sillä sen käsitteleminen yhtenä kokonaisuutena ei olisi tarkoituksenmukaista. Teollisuudenaloista omiksi sektoreikseen on nostettu energiaintensiiviset metsäteollisuus, kemian teollisuus ja metalliteollisuus. Muut teollisuudenalat käsitellään yhtenä kokonaisuutena: Muu teollisuus.

Teollisuuden sähkönkulutus on muodostettu laskemalla tai arvioimalla ominaissähkönkulutus tiettyä tuotettua yksikköä kohden ja tuotantovolyymiennusteen perusteella on muodostettu sähkönkulutuksen kokonaisarvio. Tuotantoa arvioitaessa on huomioitu mm. teollisuuden rakennekehitys, talouskasvun mahdollisuudet,

maailmanmarkkinatilanne ja verotuksen vaikutukset sekä energiankäyttöön että kokonaisuutena. (KTM 1997)

Muita tuotantovolyymin ja sähkönkulutuksen kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat olleet mm. arvion laatimishetkellä meneillään olleet ja suunnitellut tuotantokapasiteettien laajennukset ja perusparannushankkeet. Lisäksi on huomioitu metsäteollisuuden raaka-aineen saatavuus ja metsäteollisuuden kokonaisuuden muodostuminen useista tuotealueista, joiden sähkönkulutus eroaa toisistaan merkittävästi. (Finergy 1997, 2000)

2.2.2 Liikenne

Liikenteen osalta sähkönkulutuksen kasvuun on alussa vaikuttanut voimakkaimmin rautateiden sähköistämisen eteneminen, Helsingin metroverkon avaaminen ja raideliikenteen yleistyminen (KTM 1974). Tämän jälkeen liikenteen sähkönkulutusarviointiin on vaikuttanut rautateiden käyttö tavaraliikenteessä ja sähköisten joukkoliikennevälineiden käytön yleistyminen. 2000-luvulle sijoittuvista ennusteista osassa on käytetty myös sähköautojen määrää liikenteen sähkönkulutuksen mittarina. Liikenne menetti merkityksensä suurempana osa-alueena 80-luvulle tultaessa, sillä siinä ei kokonaisuutena ole tapahtunut paljoa muutoksia raideliikenteen sähköistymisen jälkeen. Liikenne on kuitenkin tulevaisuuden sähkönkulutusarvioissa nousemassa uudeksi painopistealueeksi.

2.2.3 Lämmitys

Sähkölämmitys alkoi yleistyä rakennuksissa öljykriisin jälkeen. Sen sähkönkulutusennusteisiin on vaikuttanut muun muassa rakennuskannan kehittyminen. Sähkölämmitys on myös ollut yksi suurimpia epävarmuustekijöitä skenaarioissa, sillä sen suosittuuden arviointi on osoittautunut haasteelliseksi (KTM 1985). Siihen ovat vaikuttaneet mm. polttoaineiden hintakehitys sekä vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen, kuten kaukolämmön yleistyminen. Vaikuttavin tekijä lämmityksen sähkönkulutusennusteissa on kuitenkin ollut uusien asuntojen rakentaminen (Finergy 1997).

2.2.4 Kotitaloudet

Asumisen sähkönkulutus koostuu kotitalouksista ja niiden perussähkönkulutuksesta lämmitys poislukien. Sitä arvioitaessa on otettu huomioon kotitalouksien koko ja määrä, asumistiiveys, ja sähköä kuluttavien laitteiden kuten kylmälaitteiden yleistyminen, määrä ja energiatehokkuus. Myös väestön ikärakenteella on vaikutusta kotitalouksien sähkönkulutukseen. Yhden hengen talouksien lukumäärän ennustettiin kasvavan läpi skenaarioiden ja sen vaikutukset sähkönkulutukseen ovat merkittävät, sillä yhden hengen taloudessa sähkönkulutus henkeä kohden on lähes kaksinkertainen suuriin perheisiin nähden (KTM 1987).

2.2.5 Palvelut

Palvelut ja julkinen kulutus on nostettu omaksi sektorikseen 1980-luvulta alkaen, kun sen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta oli noussut merkittäväksi. Palvelutarjonnan laajuus ja niiden käyttö on noussut jatkuvasti, mikä on osaltaan siirtänyt sähkön kulutusta kotitalouksista palvelusektorille. Palvelusektorin sähkönkulutuksen kasvu koostuu enimmäkseen palvelurakennuskannan kasvusta. Palveluiden määrään ja käyttöön vaikuttaa lisäksi mm. väestön määrä, ikärakenne ja sen käytettävissä oleva varallisuus.

2.2.6 Muut

Yhtenä kokonaisuutena ennusteissa voidaan ajatella olevan myös energiatehokkuuden ja energiansäästötoimenpiteiden nostaminen. Lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset ja vaatimukset on huomioitu viimeisimmissä ennusteissa. Nykyään Euroopan unioni (EU) sanelee jonkin verran Suomen energiataloutta ja sen suuntaviivoja, sillä päästötavoitteiden saavuttaminen tulee aiheuttamaan haasteita. Yllämainitut toimenpiteet vaikuttavat kaikkien sektoreiden kautta sähkön kokonaiskulutukseen varsinkin pitkällä aikavälillä ja pienempinä kokonaisuuksina yksittäisten sektoreiden alla.

3 KULUTUSSKENAARIOIDEN TOTEUTUMINEN SUHTEESSA TILASTOON

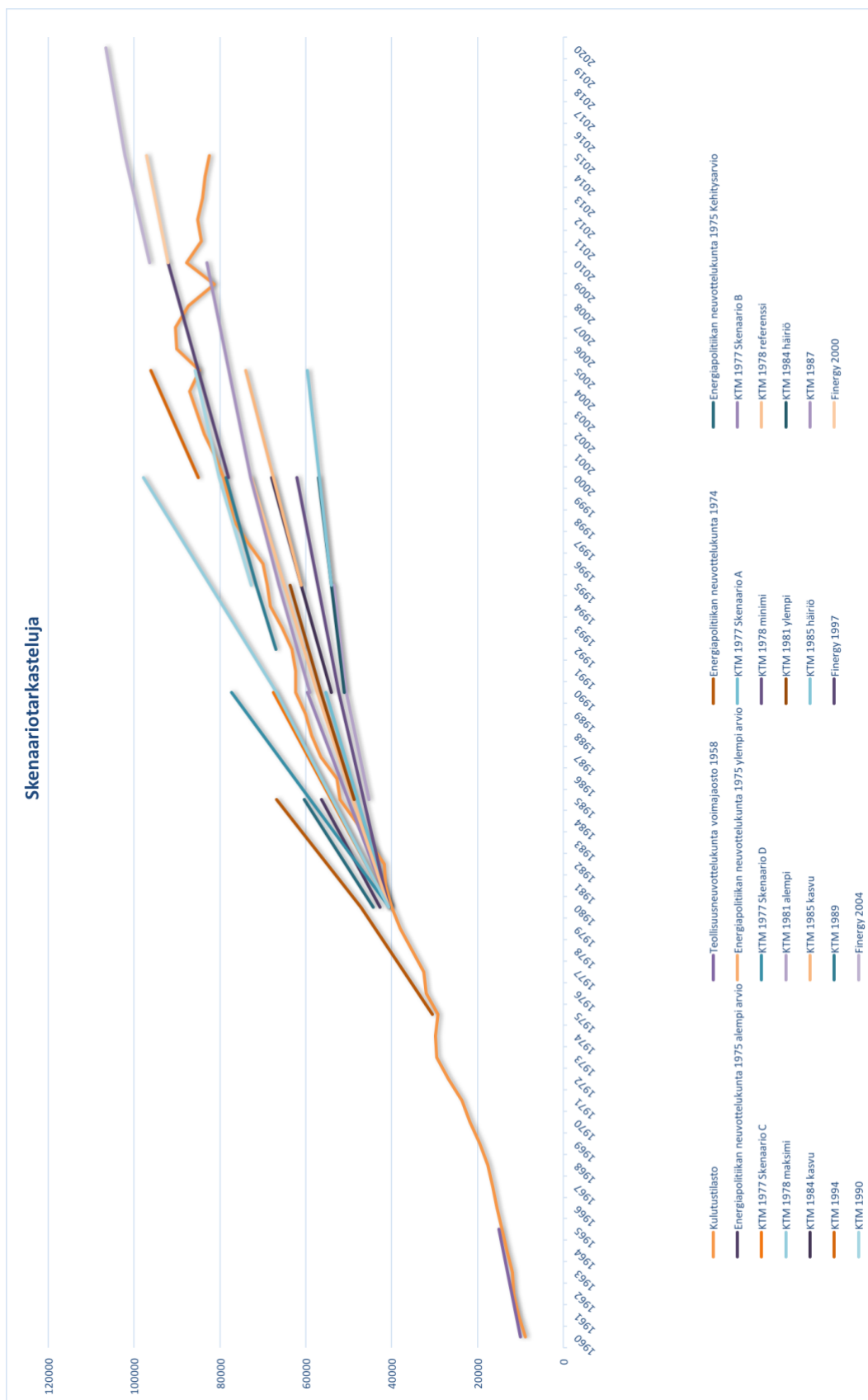
Tilastokeskus on tilastoinut Suomen sähkönkulutusta vuodesta 1960 vuoteen 2016. Sähkönkulutus nousi melko tasaisesti vuoteen 2004, kunnes se putosi hetkellisesti vuonna 2005. Vuonna 2006 sähkönkulutus palasi samaan nousevaan linjaan aikaisempien vuosien kanssa. Kulutus oli korkeimmillaan vuonna 2007, minkä jälkeen se on ollut hienoisessa laskussa, kunnes se kääntyi uudelleen nousuun 2016. Teollisuuden osuus Suomen sähkönkulutuksesta on pysynyt suurimpana. Edellisen luvun kuvasta 1 nähdään sähkön kokonaiskulutuksen laskukohtien olevan suoraan teollisuuden ja rakentamisen sektorilta. Muiden osa-alueiden sähkönkulutus on pysynyt tilastointihistorian ajan yleisesti nousevalla trendillä.

Tässä kappaleessa analysoidaan sähkönkulutusskenaarioiden toteutumista ja todetaan syitä niiden epäonnistumiselle 2000-luvulla. Analyysia varten on valittu tarkemmin käsiteltäviä skenaariotarkasteluja edellisen 30 vuoden ajalta. Kuvaan 2 on kuitenkin lisätty kaikki edellisessä luvussa käsitellyt sähkön kokonaiskulutuksen skenaariotarkastelut vuodesta 1958 ja peilattu niitä sähkön kokonaiskulutukseen vuosina 1960 – 2016. Kuten kuvasta ilmenee, kaikissa skenaarioissa sähkönkulutuksen on oletettu kasvavan. Vain kasvunopeus vaihtelee eri skenaarioiden välillä. Kuvasta on havaittavissa, että Suomen sähkönkulutuksen kasvu on ollut melko maltillista ja on parhaiten linjassa keskitason arvioiden kanssa. Sähkönkulutuksen ei kuitenkaan missään arviossa ole odotettu laskevan, vaan kaikki arviot ovat nousujohteisia. (SVT 2017)

Vertaamalla kuvaan piirrettyjä skenaarioviivoja kulutustilastokäyrään, huomataan niiden perustuvan useassa tapauksessa aikaisempiin kasvunopeuksiin. Suurimmassa osassa skenaarioiden kasvuprosentteja ennustaessa onkin käytetty hyödyksi edellisvuosien kasvuprosentteja. Talouden kehitys ei ole kuitenkaan ennusteista huolimatta ollut tasaista. Kansainvälisen talouden taantumät näkyvät myös sähkön kulutuskäyrässä selkeinä kasvun hidasteina, sillä Suomen teollisuustuotanto oli varsinkin vuosina 1950 – 1975 kansainvälisten noususuhdanteiden armoilla. Vuoden 1973 öljykriisin vaikutuksesta sähkönkulutuksen nousu putosi seuraavaksi kahdeksi vuodeksi edellisvuosien lähes 10 %

kasvuvauhdista nollaan, vaikkakin kauppa Neuvostoliiton kanssa lievitti laman synnyttämiä vaikutuksia muihin maihin nähden. (Tilastokeskus 2007)

1980-luvun alussa oleva kulutuksen kasvun hidastuminen on heijastusta öljyn voimakkaasta hinnannoususta, joka aiheutti vuosikymmenen alun maailmanlaajuisen taloudellisen taantuman. 1990-luvun lama aiheutti jälleen sähkönkulutuksen kasvun hidastumista, josta kuitenkin toivuttiin kohtuullisen nopeasti. Myös 90-luvun puolivälissä nähdään selkeä kasvun hidastuminen, joka heijastuu Suomen EU:iin liittymiseen ja sen vaikutuksiin Suomen talouden kehitykselle. (Tilastokeskus 2007)

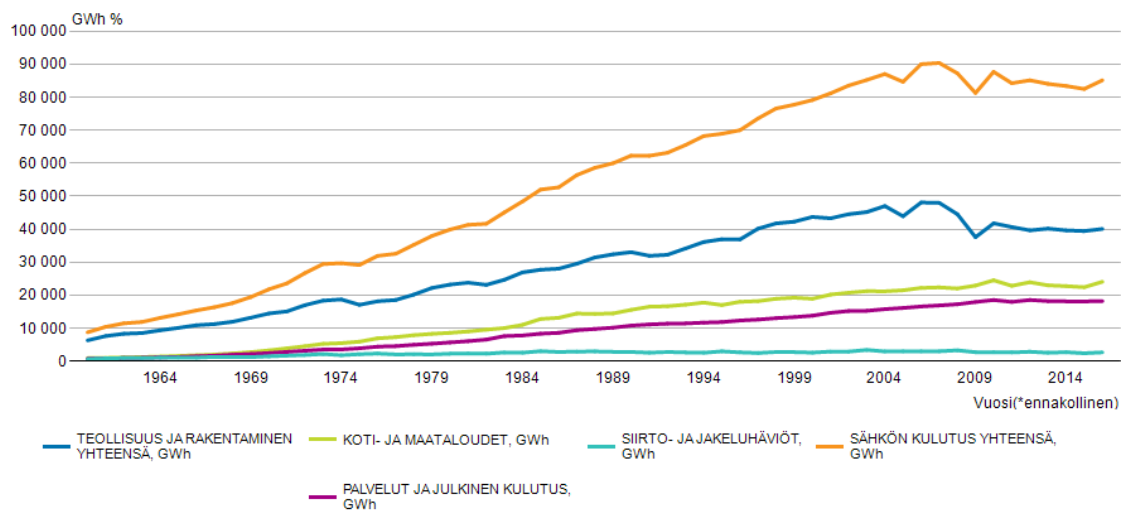


Kuva 2: Sähkön kokonaiskulutus ja skenaariotarkastelut 1960 – 2020.

Sähkönkulutusskenaarioita laadittaessa on sähkön kulutusta arvioitu sektoreittain. Tästä syystä myös niiden toteutumista on hyvä tarkastella sektorikohtaisesti. Koska Tilastokeskuksen ilmoittamat sähkönkulutussektorit eivät vastaa suoraan skenaarioissa käytettyä sektorijakoa, ei niitä voida aivan suoraan vertailla keskenään lukuun ottamatta teollisuuden kokonaiskulutusta, metsäteollisuuden sähkönkulutusta ja sähkön kokonaiskulutusta. Koska metsäteollisuus on Suomen suurin yksittäinen sähkönkuluttaja, on sen kulutusarvion onnistuminen myös osoittautunut määrääväksi tekijäksi kulutusskenaarioiden onnistumisessa. (Tilastokeskus 2017)

Kun tarkastellaan Tilastokeskuksen tietojen perusteella koottua Suomen sähkönkulutuksen kokonaisuutta sektoreittain kuvasta 3, havaitaan kokonaiskulutuksen päätrendin seuraavan teollisuudessa sähkönkulutusta. Palvelut ja julkinen kulutus sekä koti- ja maatalouksien sähkönkulutus ovat keskimäärin olleet tasaisessa kasvussa kokonaissähkönkulutuksen laskusta huolimatta.

Sähkön kokonaiskulutus sektoreittain



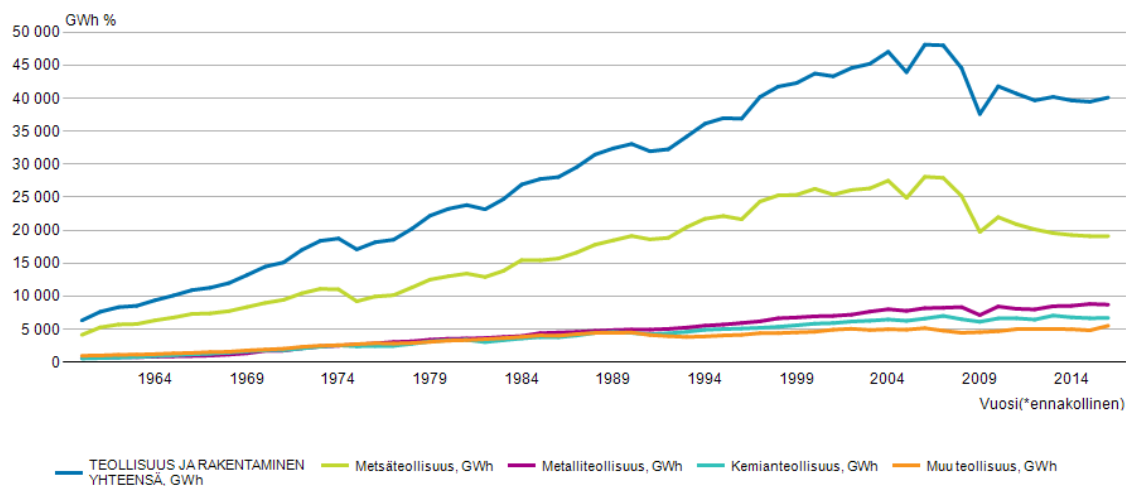
Lähde: Tilastokeskus

Kuva 3: Sähkönkulutus Suomessa 1960 – 2016. (SVT 2017)

Kun teollisuuden sähkönkulutus jaetaan eri teollisuuden alojen kesken kuvassa 4, huomataan sinisen päätrendin seuraavan melko tarkasti metsäteollisuuden sähkönkulutuksessa (vihreä käyrä) tapahtuneita muutoksia. Metsäteollisuuden

sähkökulutuksen muutoksilla onkin ollut suurin vaikutus sähkökulutuksen laskuun 2000-luvulla.

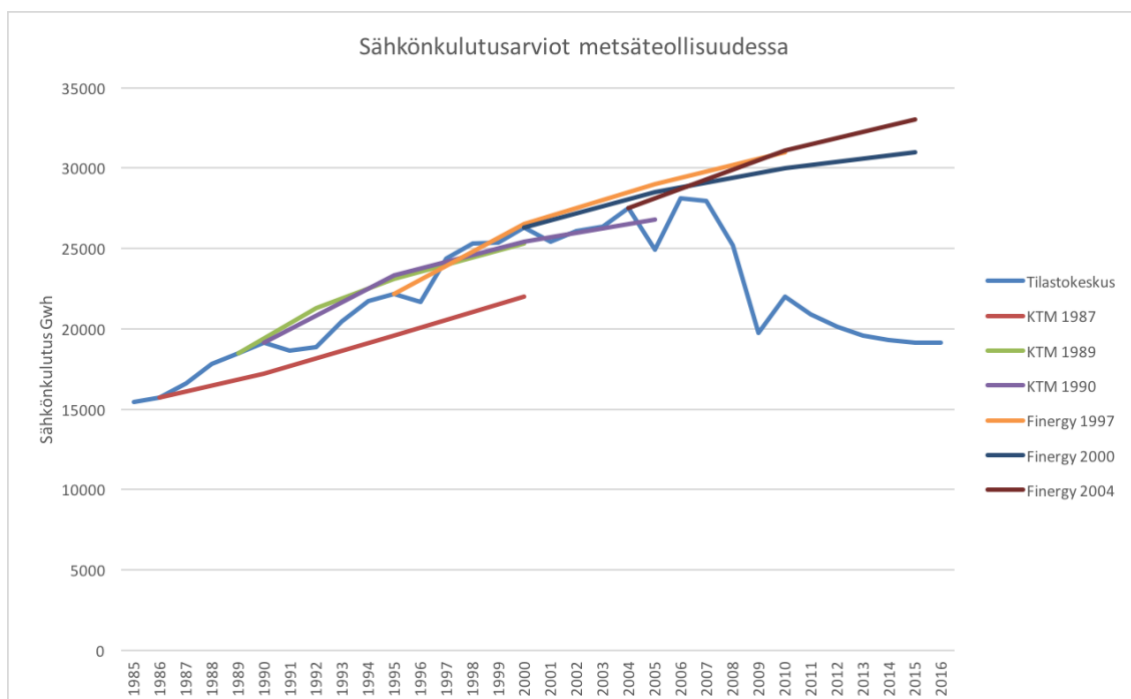
Teollisuuden sähkökulutus sektoreittain



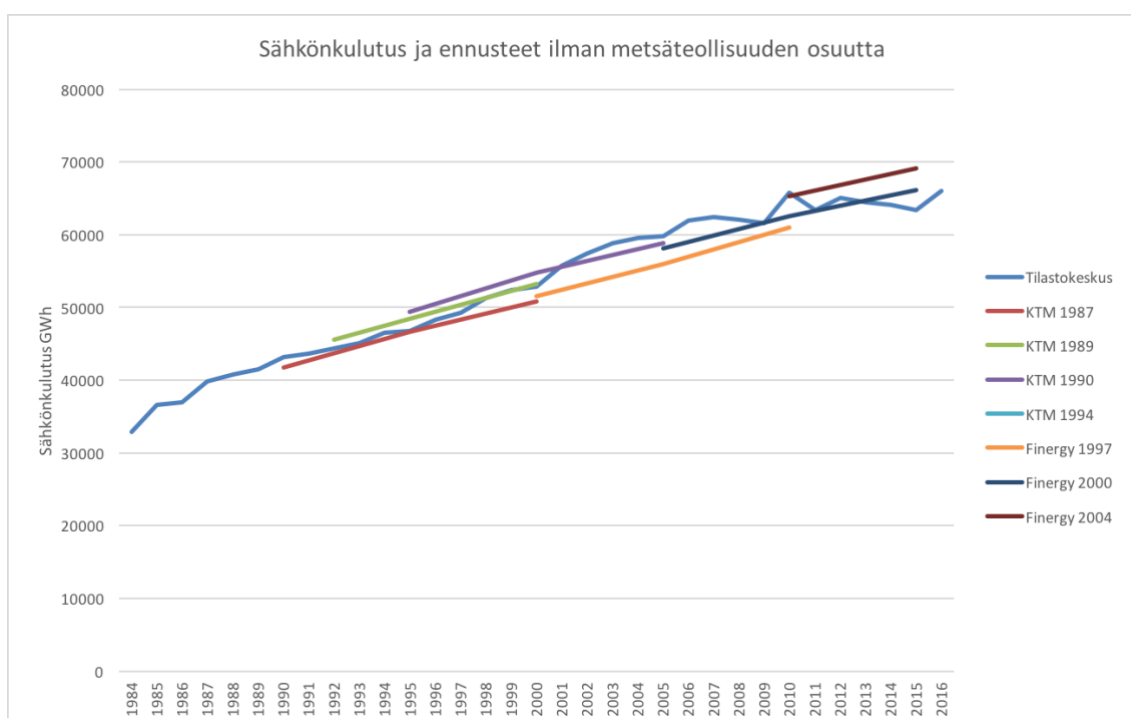
Lähde: Tilastokeskus

Kuva 4: Teollisuuden sähkökulutus 1960 - 2016. (SVT 2017)

Tarkastellaan kuvaajia kuvissa 5 ja 6, joista ensimmäisessä on esitetty sähkökulutus ja kulutusarvioita metsäteollisuuden osalta ja toisessa on esitetty sähkökulutus ja kulutusarvioita Suomen kokonaiskulutuksesta ilman metsäteollisuuden vaikutusta. Kuvaajista nähdään selkeästi metsäteollisuuden sähkökulutuksen olevan suurin merkittävä tekijä sähkökulutusarvioiden toteutumisen epäonnistumisessa. Kuvia tarkastellessa on huomioitava erot pysty akselin sähkökulutuksissa, sillä metsäteollisuus edustaa vain noin 20 – 30 % Suomen kokonaissähkökulutuksesta käsitellyn ajanjakson aikana.



Kuva 5: Metsäteollisuuden sähkönkulutus ja kulutusarviot vuosina 1985 – 2016.



Kuva 6: Sähkönkulutus ilman metsäteollisuuden osuutta Vuosina 1984 – 2016.

Vaikka sähkön kokonaiskulutus ei metsäteollisuutta lukuunottamatta ole täysin linjassa arvioitun kulutuksen kanssa, on suurin tilaston ja ennusteen välinen erotus vuodelta 2015 noin 6 TWh. Tämä vastaa 9 % pienempää todellista kulutusta ennusteeseen nähden.

Metsäteollisuudessa suurin tilaston ja ennusteen välinen ero on yli kaksinkertainen, lähes 14 TWh, jolloin todellinen sähkönkulutus oli 58 % ennusteen arviosta. Suurin lasku sähkönkulutuksessa kuvassa 6 oli vuonna 2009, mikä johtuu metalliteollisuuden sähkönkulutuksen laskusta vuoden 2009 taloustaantumän vaikutuksesta. Vuonna 2010 sähkönkulutus nousi edellisvuoteen nähden, mikä johtui talouden kevyestä elpymisestä ja normaalia kylmemmästä talvesta (TEM 2012: 6). Huomattavaa on, että Suomessa myös lämpötilan vaihtelut ja erityisen kylmät vuodet nostavat kokonaissähkönkulutusta.

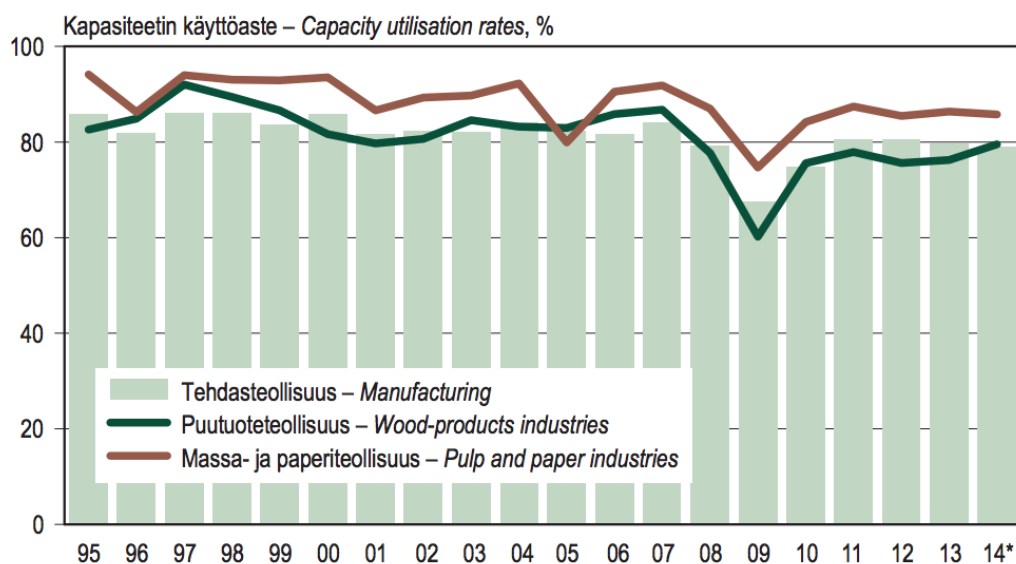
3.1 Metsäteollisuuden sähkönkulutuksen muutokset

Metsäteollisuuden sähkönkulutuksen kasvu osui skenaarioarvioiden kasvunopeuksien läheisyyteen suhteellisen hyvin vuoteen 2004 saakka. KTM:n skenaariotarkasteluista on huomattava niiden jatkuva päivittyminen siinä vaiheessa, kun vuoden 1987 kasvuennusteet havaittiin liian pieniksi. 1990-luvun kasvun hidastumiset aiheutuivat jo aikaisemmin mainituista 1990-luvun alun lamasta ja Suomen liittymisestä EU:iin vuonna 1995. Vuonna 2005 metsäteollisuuden sähkönkulutus laski edellisvuodesta noin 10 %. Tämä yksittäinen lasku johtui pääosin vuoden 2005 touko-kesäkuussa käydystä paperiteollisuuden noin seitsemän viikon työkiistasta, joka keskeytti tuotannon lähes kokonaan. Vuoden sisällä massa- ja paperiteollisuustuotannon volyyymi-indeksi putosi alkuvuoden 160:stä vuoden puolivälillä 25:een ja nousi taas vuoden loppua kohden takaisin 160 tasolle. (Metsäntutkimuslaitos 2006: 289, 295)

Taloustaantumän ja tuotteiden kysynnän pientymisen johdosta metsäteollisuudessa on pienennetty myös kapasiteettia. Tuotantokapasiteettia poistettiin käytöstä vuonna 2008 paperi- ja kartonkiteollisuuden osalta 9 % vuoden 2007 tuotantoon nähden, ja sellun ja kemihierteen osalta 12 %. Sähkönkulutuksessa suljettu tuotantokapasiteetti vastasi noin 3,2 TWh vuosikulutusta, joka oli noin 12 % vuoden 2007 metsäteollisuuden sähkönkulutuksesta. (Metsäntutkimuslaitos 2009: 295) Viimeisimmissä skenaariotarkasteluissa kuitenkin oletettiin sähkönkulutuksen keskimääräisen vuosikasvun olevan yli 2 % (Finergy 2000; 2004).

Tuotantokapasiteetin pienennyksiä jatkettiin vuosina 2009 – 2011 vielä yhteensä 2,5 TWh sähkönkulutuksen verran. Vuosien 2008 – 2011 välillä kapasiteetista poistui siis yhteensä 5,7 TWh sähkönkulutuksen verran tuotantoa, joka vastasi noin viidennestä metsäteollisuuden vuoden 2007 sähkönkulutuksesta (Metsäntutkimuslaitos 2012). Myös metsäteollisuuden osuus Suomen kokonaissähkönkulutuksesta putosi vuoden 2007 31 %:sta vuoden 2012 noin 24 %:iin, kun sen ennustettiin vuonna 2010 olevan 32 – 34 % Suomen kokonaissähkönkulutuksesta (KTM 1990; Finergy 1997, 2000, 2004). Metsäteollisuuden sähkönkulutuskapasiteetti vastasi siis enää vain noin 22 TWh vuoden 2007 28 TWh sähkönkulutukseen nähden.

Metsäteollisuuden sähkönkulutus ei kuitenkaan noussut enää takaisin sen maksimikapasiteetin tasolle, sillä taloustaantumien vaikutuksesta myös kapasiteetin käyttöaste jäi noin 10 % edellistä vuosikymmentä alhaisemmaksi. Metsäteollisuuden kapasiteetin käyttöaste on esitetty kuvassa 7.



* Ennakkotieto 2014 (lokakuu 2014): keskiarvo jaksolta tammi–elokuu 2014.
Preliminary data for 2014 (October 2014): averages for the period January to August, 2014.

Lähde: SVT: Tilastokeskus – Source: OSF: Statistics Finland

Kuva 7: Teollisuuden kapasiteetin käyttöaste 1995 – 2014. (Metsäntutkimuslaitos 2014)

Taloustaantuma iski metsäteollisuuteen merkittävämmiin kuin muihin teollisuudenaloihin, sillä esimerkiksi paperin kysyntä oli ajoittaisessa laskussa jo ennen

vuotta 2008 ja sen vientimäärät ovat laskeneet siitä lähtien. Kulutushyödykkeiden kauppaan taantumat vaikuttavat alkutuotantoa hitaammin.

4 KATSAUS TULEVAISUUTEEN

Tulevaisuudessa sähkön kysynnän oletetaan nousevan aikaisempia ennusteita maltillisemmin, sillä talouden elpymiseen taantuman jälkeen oletetaan kuluvan pidemmän aikaa kuin edellisinä vuosikymmeninä ja energiatehokkuuden kehitys hidastaa kokonaiskulutuksen kasvua (Pöyry 2015: 1). Kuten aikaisemmissa, myös tulevien vuosien arvioissa on merkittäviä eroja sähkön kokonaiskulutuksen kannalta. Kokonaissähkönkulutuksen oletetaan vuoteen 2030 mennessä asettuvan n. 90 - 100 TWh tuntumaan. Kasvunopeus kuitenkin näyttäisi eri skenaarioiden välillä hidastuvan uuden skenaarion ilmestymisen myötä. (TEM 2012: 7; Pöyry 2015:10)

Todennäköisesti suurimman osan sähköstä kuluttaa tulevaisuudessa edelleen teollisuus, jonka aloista Pöyry (2015: 10) olettaa perusskenaariossaan terästeollisuuden olevan suurin sähkönkulutuksen kasvattaja vuoteen 2030. Muuten kulutus lisääntyisi kotitalouksien ja liikenteen osalta. Vaikka tuotantoa muillakin teollisuuden aloilla nostetaan, vaikuttavat energiatehokkuuden nostotoimet sähkön kokonaiskulutukseen siten, ettei se tulisi juurikaan nousemaan.

Metsäteollisuuden osalta ei ole tiedossa suuria tuotannon supistumisia lähitulevaisuudessa. Sen sijaan investoinnit ovat kääntymässä nousuun ja vireillä olevat poliittiset linjaukset esimerkiksi muovien käytön tiekartasta voivat edistää niitä entisestään tulevaisuudessa (Pohjakallio 2018). Metsäteollisuuden mahdollisuudet toimia Suomen biotalouden suunnannäyttäjänä voivat luoda uusia mahdollisuuksia puu- ja kuitutuotteille perinteisen paperin ja sellun lisäksi.

Lämmityksen osalta sähkönkulutuksessa tulee todennäköisesti tapahtumaan muutosta. Vuonna 2015 kotitalouksista 23 % lämmitykseen käytettiin suoraa sähkölämmitystä ja kauko- tai aluelämpöä käytti 49 % kotitalouksista. Loput 28 % koostui öljystä, puusta ja muista tai tuntemattomista lähteistä. On arvioitu, että erilaisten lämpöpumppujen käyttö rakennusten lämmityksessä tulee nousemaan tulevina vuosina jo melko korkeasta tasostaan. Lämpöpumppujen etuna on myös se, että niillä pystytään tuottamaan tarvittaessa myös viileää ilmaa lämpiminä kuukausina. Sähkön käyttöön nähden lämpöpumput voivat joko nostaa lämmityksen sähkönkulutusta tai laskea sitä riippuen

siitä, tullaanko sillä korvaamaan sähkölämmitystä vai muita lämmitysmuotoja. Lämpöpumppujen käyttö ilmastointiin todennäköisesti kuitenkin nostaa sähkönkulutusta jonkin verran. Lämpöpumppuja asennetaan myös muiden lämmitysmuotojen rinnalle, jolloin niiden kokonaisvaikutusta on varsin hankala ennustaa. (Nordic growth 2018)

Liikenteen sähkönkulutus on todennäköisesti nousussa jälleen. Sähköautojen määrä on selkeässä nousussa tekniikan kehittymisen myötä. Vuoden 2015 lopussa Suomessa oli liikennekäyttöön rekisteröityjä sähköhenkilöautoja yhteensä 614 kun vuoden 2017 lopussa niitä oli 1449 (Trafi 2018). Todennäköisesti valtion investointuen myötä sähköautojen määrä tulee nousemaan. Lisäksi Tampereen raitiovaunuliikenteen käyttöönotto ja mahdollisten muiden sähköisten joukkoliikennevälineiden yleistyminen nostanee liikenteen sähkökäyttöä jonkin verran.

Kotitalouksien osalta sähkönkulutus tulee todennäköisesti nousemaan jonkin verran. Yhden hengen talouksien määrä nousee edelleen. Tosin asumisväljyys ja henkilökohtaiset neliömäärät ovat laskussa lähinnä kaupungistumisen ja asuntojen hintojen nousun myötä. Väestön ikärakenne tulee muuttumaan jonkin verran ja keski-ikä nousee, mikä aiheuttanee sähkönkulutuksen nousua. Asumisväljyyden pienenemisen myötä on mahdollista, että sähkökäyttö siirtyy kotitalouksilta enenevässä määrin palvelusektorille, jolloin sen kokonaisvaikutusten arviointi voi osoittautua haasteelliseksi.

Kokonaisuutena haasteita tulevaisuuden sähkönkulutuksen arvioinnille tulevat muodostamaan yhteiset päästötavoitteet ja ilmastonmuutoksen luomat haasteet, kun energiantuotannon tulee siirtyä yhä puhtaampaan suuntaan ja hiilidioksidipäästöjä on pienennettävä radikaalisti. Suomella on mahdollisuudet toimia ilmastonmuutoksen torjunnassa edelläkävijänä ja siitä on olemassa viitteitä ilmoilla. Metsäteollisuuden osalta on mahdollista myös tuotannon merkittävä kasvu, jos muovituotteita ryhdytään korvaamaan laajassa mittakaavassa Suomessa aktiivisesti kehitettävillä puu- ja sellupohjaisilla tuotteilla. Tulevaisuuden sähkönkulutuksen suunnan tulevat näyttämään todennäköisesti seuraavat lähivuodet, sillä ne ovat suuntaa-antavia sen suhteen, kuinka nopeasti Suomi selviää taloustaantumasta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sähkönkulutuksen arviointi ja sen painopistealueet ovat muuttuneet vuosikymmenien aikana ja tulevat muuttumaan jatkossakin. Niiden arviointi erikseen ja kokonaisuutena on kiinni monista eri tekijöistä. Kulutusskenaarioiden laatiminen on haastavaa, sillä kokonaiskulutukseen voivat merkittävästi vaikuttaa mm. säätelijät tai yksittäiset työtaistelutoimenpiteet. Yksityiskohtia tärkeämpää on ennustaa sähkönkulutuksen suuntaa laajemmassa mittakaavassa, jotta kasvavaan kulutukseen pystytään varautumaan riittävän ajoissa ja samalla varmistaa sähkön riittävyys. Varsinkin suurilla sähköntuotantoinvestoinneilla on pitkät suunnittelu- ja valmistumisajat, mikä voi itsessään toimia taloutta hidastavana tekijänä.

Sähkön kokonaiskulutuksessa ja arvioiden toteutumisessa teollisuudella on edelleen suurin vaikutus muihin sektoreihin verrattuna. Suomessa teollisuus on vientivoittoista ja energiaintensiivistä, joten sähkön kokonaiskulutus seuraa pienellä viiveellä maailmantalouden kokonaistilannetta. Suurimmat laskut sähkön kokonaiskulutukseen Suomessa ovatkin suoraan yhdistettävissä laajoihin talouden taantumisiin, joiden vaikutukseen ovat vaikuttaneet aikoinaan mm. Neuvostoliiton kanssa käytävä kauppa. Metsäteollisuuden kannalta merkitsevää tulee olemaan biotalouden kehitys ja uusien innovaatioiden kaupallistaminen.

Sähkönkulutusarvioita tarkastellessa tulee kuitenkin muistaa, että niiden on tarkoitus antaa tietoa laatimisajankohdan aikaista päätöksentekoa ajatellen. Kun havaitaan todellisuuden poikkeavan arviosta, arvioidaan tilannetta uudelleen ja uuden tilanteen valossa luodaan uusia arvioita ja skenaariotarkasteluja. Lyhyen aikavälin kulutusarvioita pitäisikin yksittäisten arvioiden sijaan tarkastella peräkkäisinä kokonaisuuksina. Uuden arvion tullessa voimaan, on edellisten arvioiden sisältämä tieto otettu niitä laadittaessa jo huomioon.

6 YHTEENVETO

Työssä tutkittiin sähkönkulutusennusteita, niiden laatijoita, laadintaperusteita ja ennusteiden onnistumista. Sähkönkulutusarvioista teollisuudella ja varsinkin metsäteollisuudella on ollut suurin rooli niiden onnistumiselle. Metsäteollisuuden tuotannon hetkellisellä ja pidempiaikaisella supistumisella on ollut suurimmat vaikutukset Suomen sähkönkulutuksen pienenemiseen ja siten kasvuennusteisten sähkönkulutusskenaarioiden epäonnistumiseen.

Tulevaisuudessa sähkönkulutuksen ennustaminen varsinkin pitkällä aikavälillä tulee olemaan entistä haasteellisempaa, sillä ilmastonmuutoksen torjunta luo haasteita sekä teollisuudelle ja sen tuleville painopisteille että energiatehokkuustoimien kautta koko sähkönkulutukselle. Suurimman epävarmuustekijän tulee edelleen luomaan metsäteollisuus ja sen tällä hetkellä käynnissä olevan biotaloutteen tähtäävän rakennemuutoksen onnistuminen.

Nopeimman sähkönkulutuksen kasvun aika lienee kuitenkin ohi. Sähkönkulutuksen kasvun on arvioitu hidastuvan edellisiin vuosikymmeniin nähden merkittävästi. Kulutusarvioiden toteutumisen tarkastelua tulee kuitenkin jatkaa, jotta pystytään tarkemmin arvioimaan sähkönkulutuksen todellista suuntaa sekä lähivuosina että kauempana tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Energia-alan keskusliitto Finergy. 1997. Sähkömarkkinat 2010 Sähkön käytön ja hankinnan kehitysnäkymiä. Tutkimusraportti nro 3. Helsinki. ISBN 952-440-002-2

Energia-alan keskusliitto Finergy. 2000. Sähkömarkkinat 2015 Sähkön käytön ja hankinnan kehitysnäkymiä. Tutkimusraportti nro 9. Helsinki. ISBN 952-440-008-1

Energia-alan keskusliitto Finergy. 2004. Arvio Suomen sähkön tarpeesta vuoteen 2020. Tutkimusraportti.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1974. Energiapolitiikan neuvottelukunnan väliraportti. Helsinki. Kansallisarkiston kokoelmat.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1975. Energian kysyntä-, tarjonta- ja rahoitusnäkymät Suomessa vuosina 1975 – 1985. Helsinki. Kansallisarkiston kokoelmat.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1977. Energiatalouden kehitysnäkymät 1980-luvulla. Sarja B:1. Helsinki. ISBN 951-46-3270-2

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1978. Energiatalouden kehitysnäkymät vuoteen 2000. Sarja B:9. Helsinki.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1981. Energiatalous 1995 Energian kulutuksen ja tuotannon kehitysnäkymät. Sarja B:20. Helsinki.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1984. Sähkön kulutus ja tuotanto vuoteen 2000. Sarja B:32. Helsinki. ISBN 951-46-7743-9

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1985. Energian kulutus vuoteen 2005. Sarja B:47. Helsinki. ISBN 951-46-8808-2

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1987. Sähkön kulutus vuoteen 2000. Sarja B:68. Helsinki. ISBN 951-47-1126-2

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1989. Sähkö 1990-luvulla Kysynnän kasvuskenaario. Sarja B:69. Helsinki. ISBN 951-47-2283-3

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1990. Sähkö 1990-luvulla Kysynnän kasvuskenaarion päivitys. Sarja B:75. Helsinki. ISBN 951-47-3922-1

Metsäteollisuus. 2017. Massa- ja paperiteollisuus. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 9.2.2018]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/tilastot/massa-ja-paperiteollisuus/>

Metsäntutkimuslaitos. 2006. Metsätilastollinen vuosikirja. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Saatavilla: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2006/>

Metsäntutkimuslaitos. 2009. Metsätilastollinen vuosikirja. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Saatavilla: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/>

Metsäntutkimuslaitos. 2012. Metsätilastollinen vuosikirja. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Saatavilla: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2012/>

Metsäntutkimuslaitos. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Saatavilla: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/>

Nordic growth. 2018. Katsaus – Lämpöpumput haastavat kaukolämpöä ja sähkölämmitystä. [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.2.2018]. Saatavilla: <http://www.nordicgrowth.com/fi/avainsana/rakennusten-lammitys/>

Pohjakallio, Maija. 2018. Paha muovi – Hyvä muovi?. [verkkojulkaisu] [viitattu 9.2.2018]. Saatavilla: <http://www.biotalous.fi/paha-muovi-hyva-muovi/>

Pöyry management consulting. 2015. Suomen sähkötehon riittävyys ja kapasiteettirakenteen kehitys vuoteen 2030. Raportti. Saatavilla: https://tem.fi/documents/1410877/2717655/Suomen_sahkotehon_riittavyys_ja_kapasiteettirakenteen_kehitys_vuoteen_2030_2015.pdf/56b3f402-31fa-48a7-a6ef-d750e4665f78

Simola, Osmo (toim.) 1982. Vuosisata sähköä Suomessa. Espoo:Suomen Sähkölaitosyhdistys ry. ISBN 951-99337-1-9

Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkkójulkaisu]. ISSN=1799-795X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 03.01.2018]. Saatavilla: <http://www.stat.fi/til/ehk/index.html>

Teollisuusneuvottelukunnan voimajaosto. 1958. Maamme nykyinen energiatilanne ja energian saannin turvaaminen vuoteen 1965 saakka. Helsinki. Kansallisarkiston kokoelmat.

Tilastokeskus 2007. Suomen teollisuustuotannon kasvun vuodet. [verkkodokumentti]. [viitattu 20.01.2018]. Saatavilla: <http://www.stat.fi/tup/suomi90/toukokuu.html>

Trafi. Liikennekäytössä olevat sähköautot. [Verkkodokumentti]. [viitattu 09.02.2018]. Saatavilla: https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot

Tukes. Sähköistyminen Suomessa. [Verkkodokumentti]. [viitattu 20.01.2018]. Saatavilla:http://www.tukes.fi/sahkoturvallisuus100/sts100/sahkoistyminen_suomessa.html

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2012. Sähkömarkkinaskenaariot 2035. Raportti. Saatavilla: <http://tem.fi/energia1>

VTT Prosessit. 2004. Energia Suomessa Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset.
Toim. Mikko Kara. Helsinki: VTT Prosessit. ISBN 951-37-2745-9