



ROVANIEMEN VERKKO OY:N SÄHKÖASEMIEN KUORMITUSENNUSTE VUOSILLE 2011 - 2030

Pasi Moilanen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan
suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

PASI MOILANEN: Rovaniemen Verkko Oy:n sähköasemien kuormitusennuste vuosille 2011 - 2030

Opinnäytetyö 69 s., liitteet 6 s.
Huhtikuu 2011

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin Rovaniemen Verkko Oy:n jakeluverkon kuormituskehitystä pitkällä aikavälillä. Vuoteen 2030 saakka ulottuvan kuormitusennusteen tarkoituksena oli tutkia sähköasemien lähtöjen kapasiteettia yhtiön toimintaympäristön muuttuessa.

Toimintaympäristön muutosten tarkastelu pohjautui väestössä, kaavoituksessa, rakennuskannassa ja kuluttajien ominaiskulutuksissa tapahtuviin muutoksiin. Ennusteen perusteella suoritettu laskenta osoitti, että vuoteen 2030 mennessä sähköasemien useiden lähtöjen kapasiteetti loppuu kesken.

Sähköasemien lähtöjen määrää on lisättävä, jotta yhtiö voi luotettavasti siirtää sähköä asiakkailleen. Tuloksia on kuitenkin pidettävä vain suuntaa-antavina, koska verkkotietojärjestelmän verkkomallin lähtötiedot eivät vastanneet todellisen verkon kuormitustilaa. Kuormitusennusteen epävarmuutta lisäävät myös olettamuksiin perustuva väestöennuste ja se, että Rovaniemen kaavoituksen lopullinen suunta selviää vasta lähivuosina.

Varsinaisen kuormitusennusteen lisäksi työssä tarkasteltiin myös muutamia seikkoja, jotka voivat tulevaisuudessa vaikuttaa sähköenergian käyttöön ja sähköverkon kuormitushuippuihin. Käsiteltävinä olivat sähköautot, energiansäästölamput, matalaenergiarakentaminen, pientuotanto, energiaverotus ja sähköenergian hintakehitys.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

PASI MOILANEN: Electric Load Forecast of Rovaniemen Verkkö Oy's Substations from Year 2011 to 2030

Bachelor's thesis 69 pages, appendices 6 pages
April 2011

The aim of this thesis was to study changes in electric loads in electricity network of Rovaniemen Verkkö Oy. Attention was directed to capacities of electricity substations by the year of 2030.

Study of changes is based on population, zoning, housing stock and characteristics of consumer's electricity consumption in the future. Created forecast shows that many of substation's feeds are going to run out of capacity.

The amount of substation's feeds has to be increased by the year of 2030, but the results are not very reliable. Calculation was done with network information system that did not equate to actual network. Because of the long time between now and year 2030, population and zoning are not easy to forecast.

In addition to actual electric load forecast, this thesis also studies some things that are going to have influence on electricity consumption and load peaks of electricity networks. Those things were electric cars, energy saving lamps, construction of low energy buildings, decentralized production, taxation of energy and price of energy.

Keywords: Electric load forecast, electric load modeling.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Rovaniemen Verkko Oy:n toimeksiannosta. Idea opinnäytetyöhön tuli keväällä 2010 teknikko Jouni Karastilta. Aihe sai lopullisen muotonsa syksyllä 2010. Tampereen ammattikorkeakoulun puolesta ohjaajana toimi diplomi-insinööri Jarkko Lehtonen.

Haluan kiittää Jouni Karastia kiinnostavasta opinnäytetyön aiheesta ja tuesta pohjamateriaalin hankinnassa. Kiitoksen ansaitsevat myös omat perheenjäseneni, jotka omalta osaltansa ovat tukeneet minua opinnössani ja opinnäytetyössäni.

Tampereella 29. huhtikuuta 2011

Pasi Moilanen

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	4
1 JOHDANTO	7
2 ROVANIEMEN ENERGIA -KONSERNI JA ROVANIEMEN VERKKO OY	9
3 SÄHKÖVERKON KUORMITUSTEN MALLINTAMINEN.....	12
3.1 Kuormitusmallit.....	13
3.2 Uusien kuluttajien sähköenergioiden arviointi.....	14
3.3 Verkkotietojärjestelmä	15
3.3.1 Tekla Xpower -verkkotietojärjestelmä	16
4 SÄHKÖVERKON KUORMITUSTEN ENNUSTAMINEN	18
4.1 Väestönkasvu ja työpaikat.....	18
4.2 Kaavoitus.....	18
4.2.1 Maakuntakaava	19
4.2.2 Yleiskaava	19
4.2.3 Asemakaava.....	19
4.3 Ominaiskulutus.....	20
5 ROVANIEMEN VERKKO OY:N SÄHKÖASEMAT	21
5.1 Palkisentien sähköasema.....	23
5.2 Viirinkankaan sähköasema.....	23
5.3 Ounasvaaran sähköasema.....	24
6 VÄESTÖENNUSTE JA RAKENTAMINEN.....	25
6.1 Väestöennuste	25
6.2 Rakentaminen	26
6.2.1 Kerrostalot	27
6.2.2 Pientalot.....	33
6.2.3 Palvelut.....	36
6.2.4 Teollisuus.....	39
7 OMINAISKULUTUSENNUSTEET	42
7.1 Kotitaloudet	42
7.2 Palvelut.....	43
7.3 Teollisuus	43
8 KUORMITUSENNUSTE	45
8.1 Laskentatulosten luotettavuus.....	45
8.2 Palkisentien sähköaseman kuormitusennuste.....	47
8.3 Viirinkankaan sähköasema.....	50
8.4 Ounasvaaran sähköasema.....	51
9 TULEVAISUUDESSA SÄHKÖN KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	54

9.1 Sähköautot	54
9.2 Energiansäästölamput.....	58
9.3 Matalaenergiarakentaminen	59
9.4 Pientuotanto	61
9.5 Energiaverotus	63
9.6 Sähköenergian hintakehitys	64
10 YHTEENVETO.....	65
LÄHTEET	67
LIITTEET	70

1 JOHDANTO

Verkkoyhtiön toimenkuvaan kuuluu nykyisen sähköverkon hallinnointi ja ylläpito. Olennaista on myös varautua tulevaisuudessa toimintaympäristössä tapahtuviin muutoksiin, koska sähköverkon kehittäminen vaatii pitkäjänteistä kehitystyötä. Liian heikoksi rakennetun runkoverkon muuttaminen jälkikäteen on aikaa vievää ja kallista. Tämän vuoksi on tärkeää, että runkoverkon kapasiteetti on riittävä myös tulevaisuudessa. Kapasiteettia voidaan tarkastella esimerkiksi keskijänniteverkon tai sähköasemien kannalta.

Sähköasemat ovat jakeluverkon tärkeimpiä osia. Ne muodostavat verkkorakenteen toiminnan kannalta olennaisimmat syöttöpisteet. Sähköasemat ovat kalliita ja pitkäaikaisia investointeja, joten on tärkeää tarkastella niiden kapasiteettia myös tulevaisuudessa.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella Rovaniemen Verkko Oy:n jakelualueen kuormituskehitystä pitkällä aikavälillä. Vuoteen 2030 ulottuvan kuormitusennusteen tavoitteena on tutkia sähköasemien kapasiteettia verkkoyhtiön muuttuvassa toimintaympäristössä. Ennuste perustuu jakelualueella tapahtuviin yhteiskunnallisiin muutoksiin.

Kuormitusennuste perustuu yleisesti saatavilla oleviin ympäröivän yhteiskunnan luomiin ennusteisiin. Väestöennusteen ja kaavoituksen perusteella tarkastellaan rakennettavien asuinhuoneistojen tarpeen jakautumista kahteen eri tyyppiin. Tarpeen perusteella saatavia asuinpinta-aloja verrataan tarkastelualueen kaavoitukseen, joka määrittää asuinkiinteistöjen maantieteelliset sijainnit. Asuinrakennusten lisäksi tarkastelualueelle on suunniteltu rakennettavaksi myös suuri määrä palveluiden ja teollisuuden tarvitsemia kiinteistöjä. Näihin liittyvä tarkastelu pohjautuu Rovaniemen kaupungin kaavoitusennusteisiin ja Lapin maakuntaliiton työpaikkaennusteeseen. Kuormitusennusteeseen liittyy olennaisesti myös ominaiskulutuksen muutokset. Ne on huomioitu käyttämällä valtakunnallisia ennusteita.

Tulevaisuuden pyrkimyksenä on panostaa energiatehokkuuteen monilla eri aloilla. Tämä johtaa osaltansa myös muutoksiin sähkön käytössä. Työn viimeisessä osassa pohditaan näitä verkkoyhtiön toimintaympäristöön vaikuttavia muutostekijöitä. Tarkastelu rajoittuu kuitenkin hyvin yleiselle tasolle, koska käytävissä olleilla laskentatyökaluilla näiden seikkojen verkostovaikutusten tutkiminen ei ollut mahdollista.

2 ROVANIEMEN ENERGIA -KONSERNI JA ROVANIEMEN VERKKO OY

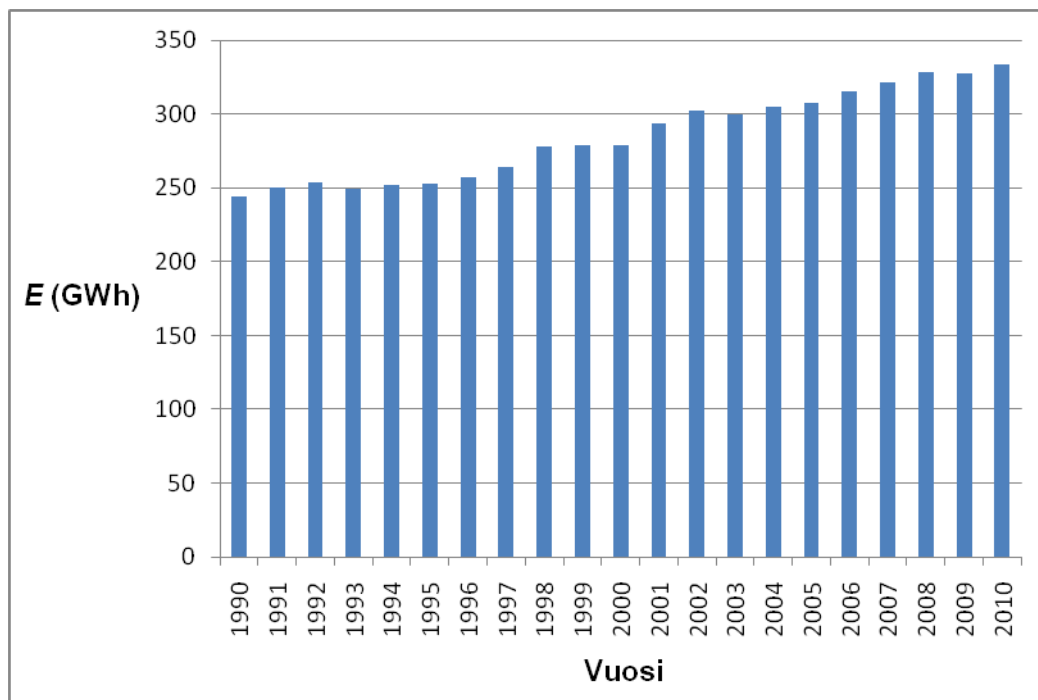
Rovaniemen kaupungin omistama Rovaniemen Energia Oy toimii Rovaniemen Energia -konsernin emoyhtiönä. Se tuottaa ja myy sähköä sekä kaukolämpöä pääasiallisella toiminta-alueellaan Rovaniemen kantakaupungissa. Vuonna 2006 sähkömarkkinalain edellyttämänä eriytettiin sähkön tuotanto- ja siirtoliiketoiminnot. Tällöin perustettiin Rovaniemen Energia Oy:lle tytäryhtiö Rovaniemen Verkko Oy, jonka emoyhtiö omistaa 100 %:sti. Rovaniemen Verkko Oy aloitti toimintansa vuoden 2007 alussa. (Toimintakertomus 2009, 2010, 25)

Vuoden 2011 alun organisaatiomuutoksen johdosta osa Rovaniemen Verkko Oy:n toiminnoista siirrettiin takaisin Rovaniemen Energia Oy:n alaisuuteen. Nykyään Rovaniemen Verkko Oy (jäljempänä merkintänä ROVE) hallinnoi jakelualueensa siirto- ja jakeluverkostoa sekä suorittaa käyttötoimintaa. Yhtiön sähköverkkolupa perustuvaan jakelualueeseen kuuluu Rovaniemen kaupungin kantakaupunki, jonka rajat on esitetty kuviossa 1. Jakelualue rajoittuu naapurijakelualueeseen, Rovakaira Oy:n, jakelualueeseen. (Tietoa yrityksestä, 2011)



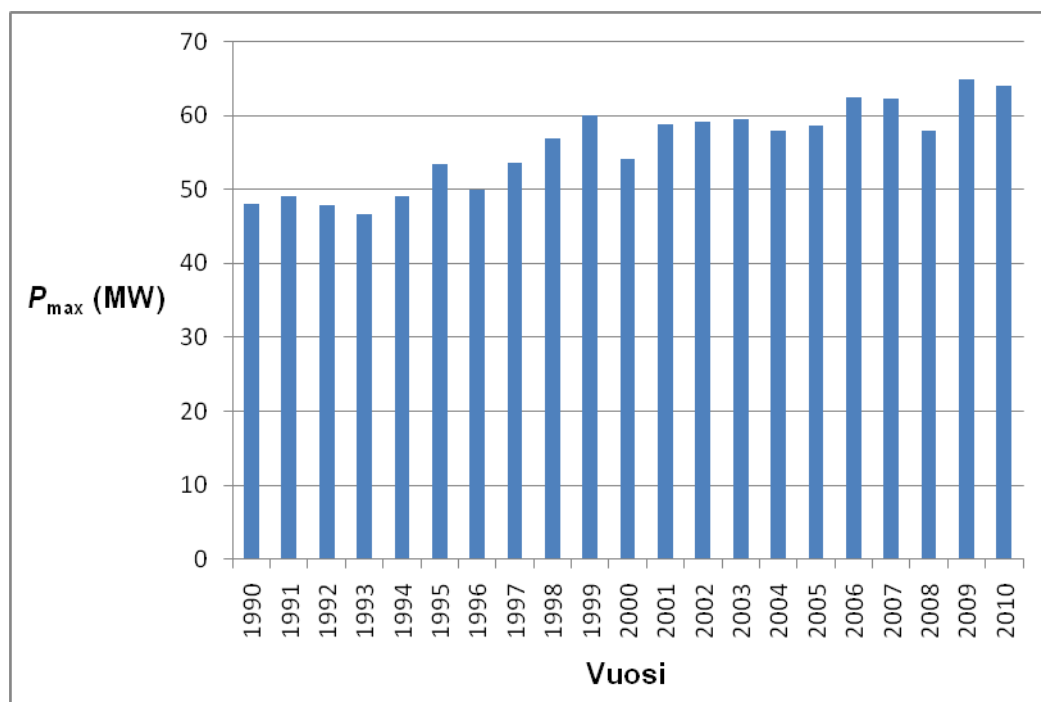
KUVIO 1. Rovaniemen Verkko Oy:n jakelualue (Karasti, 2010)

Kuviossa 2 on esitetty ROVE:n sähköenergian siirtomäärät vuosina 1990 - 2010. Kehitys on ollut lähes koko ajan nousujohteinen. Vain muutamina vuosina nousu on pysähtynyt tai laskua on tapahtunut hieman edelliseen vuoteen verrattuna. Vuonna 2010 ROVE siirsi sähköä n. 334 GWh.



KUVIO 2. ROVE:n sähkön siirto vuosina 1990 - 2010 (Karasti, 2011)

Kuviossa 3 on esitetty ROVE:n verkon huipputeho vuosina 1990 - 2010. Kehitys on ollut selvästi epätasaisempaa kuin sähkön siirrossa (kuvio 2). Vuonna 2010 ROVE:n verkon huipputeho oli n. 64 MW.



KUVIO 3. ROVE:n verkon huipputeho vuosina 1990 - 2010 (Karasti, 2011)

3 SÄHKÖVERKON KUORMITUSTEN MALLINTAMINEN

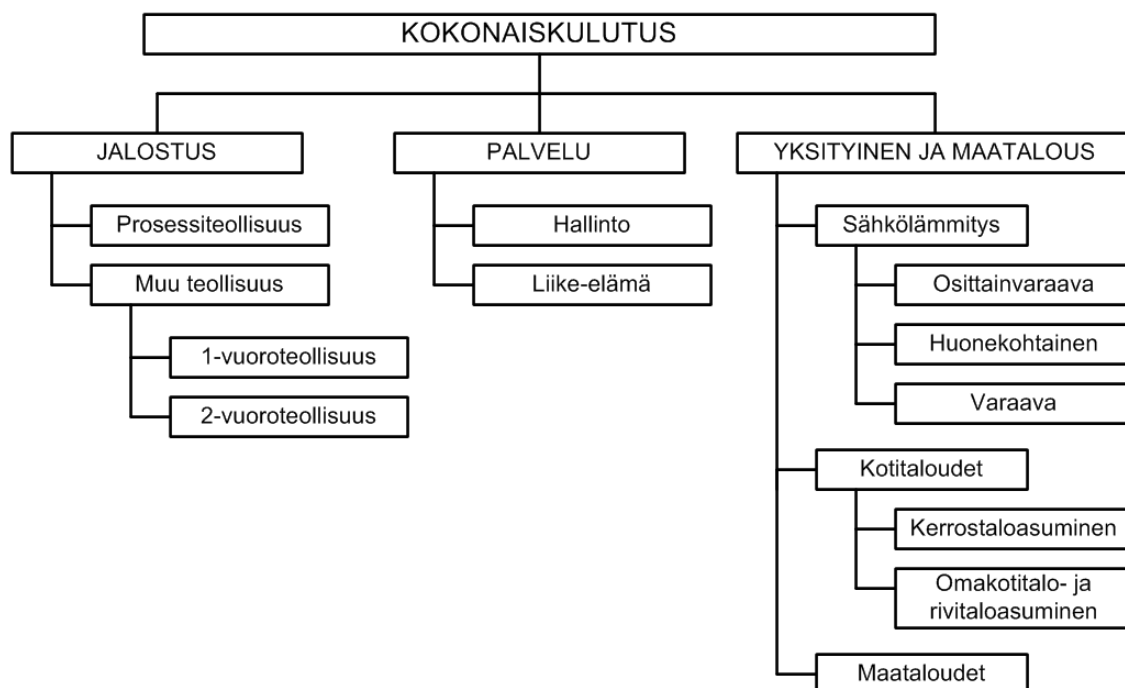
Kuormitusten mallintamisella pyritään matemaattisin keinoin tarkastelemaan sähköverkon kuormitustilaa. Mallintaminen on mahdollista mittaustietojen pohjalta luoduilla laskentamalleilla, joilla pyritään pääsemään mahdollisimman lähelle verkon todellista kuormitustilaa. Kuluttajien satunnaisuonteinen käyttäytyminen voi kuitenkin aiheuttaa suuren virheen, jos käsiteltävänä on vain yksittäisen kuluttajan tai pienen kuluttajajoukon aiheuttama kuormitus. Suuressa joukossa yksittäisten kuluttajien satunnaisuus häviää ”massaan” ja näin laskentatuloksesta saadaan luotettavampi. Sähköasematasolla tulosten pitäisikin vastata hyvin todellisuutta.

Kuormitusten mallintaminen voidaan tehdä suoraan tunnettujen huipputehojen perusteella. Kuitenkin useimmiten laskennan perustana käytetään vuosien energioiden. Asiakaskohtaiset vuosien energiat löytyvät jokaisen verkkoyhtiön asiakastietojärjestelmistä, koska ne toimivat laskutuksen perustana. Lisäksi sähkönkäyttöennusteet laaditaan yleensä energiaan pohjautuvina. (Lakervi & Partanen, 2009, 52)

Kuluttajien vuosien energiat eivät kuitenkaan suoraan kerro verkossa esiintyvien kuormitusten suuruuksia. Seuranta- ja suunnittelulaskennan mahdollistamiseksi energiat on muutettava huipputehoiksi tai tietyn hetken tehoksi. Usein riittävä tarkkuus saadaan käsiteltäessä tunnin tai 15 minuutin keskitehoja. Huipputeho on laskettavissa esimerkiksi Velanderin kaavalla, joka ei kuitenkaan sovellu kuin yksittäisen kuluttajaryhmän huipputehon tarkasteluun. Verkon kokonaiskuormitusta laskettaessa on huomioitava tarkasteltavan alueen eri kuluttajaryhmien huipputehojen lisäksi myös huipputehojen ajallinen vaihtelu. Tämä voidaan toteuttaa osallistumiskertoimien avulla. Ne kertovat tietyntyyppisen ajankohtana kuluttajan tehon suhteessa huipputehoon. (Lakervi & Partanen, 2009, 53-54)

3.1 Kuormitusmallit

Nykyään kuormitusmalleihin perustuva kuormituslaskenta on syrjäyttänyt Vellanderin kaavaan ja osallistumiskertoimien käyttöön perustuvan laskennan. Profiloimalla erityyppisten kuluttajien sähkökäyttötottumukset on luotu kuormitusmallit, jotka kuvaavat kuluttajan määrällisesti ja ajallisesti vaihtuvaa kuormitusta. Näiden avulla voidaan arvioida yksittäisten sähkökäyttäjien tuntikohtainen teho. Sähköverkon kokonaiskuormituksen arvioimiseksi on luotu kuvion 4 mukainen suurpiirteinen kuluttajaryhmäjako, joka perustuu Sähkölaitosyhdistyksen (nykyinen Energiateollisuus ry) vuonna 1992 julkaisemaan sähkön käytön kuormitustutkimukseen. (Lakervi & Partanen, 2009, 54)



KUVIO 4. Kuluttajaryhmien jaottelu (Lakervi & Partanen, 2009, 55)

Kuvion 4 jako pohjautuu mittaustuloksiin, joiden perusteella samaan ryhmään kuuluvien kuluttajien kulutustottumukset ovat riittävällä tarkkuudella yhtenäisiä. Eri kuluttajaryhmien välillä on todettu olevan selviä eroja, jotka syntyvät niin kuormitusten suuruuksissa kuin ajallisessa vaihtelussakin. Tehojen laskentaa varten jokaiselle ryhmälle on määritetty keskitehot vuoden jokaiselle 2-viikkojaksolle ja niihin suhteutetut 2-viikkoindeksit sekä viikonpäivien tunti-

indeksit eri vuodenajoille. Viikonpäivät jakautuvat edelleen arki-, aatto- ja pyhäpäiviin. (Lakervi & Partanen, 2009, 54)

Kuormitusmalleissa sähkökäyttäjäjoukon keskimääräistä käyttäytymistä kuvataan keskiteholla. Verkon mitoituksen kannalta kiinnostava suure on kuitenkin keskitehon avulla laskettava huipputeho. Se voi olennaisesti poiketa keskitehosta, koska yksittäisen sähkökäyttäjän kulutus vaihtelee satunnaisesti. Huipputehon arviointi pohjautuu normaalijakaumaan, koska tietyn kuluttajaryhmän tehojen vaihtelun oletetaan olevan tarkasteltavalla ajanhetkellä sen mukaista. Kuormitusmalleissa erityyppisten kuluttajien huipputehoa laskettaessa on lisäksi otettu huomioon tehojen ajallinen vaihtelu eli risteily, koska eri kuluttajaryhmiin kuuluvien asiakkaiden huipputehot eivät esiinny samaan aikaan. Summakuormituksen huipputeho ei yleensä ole niin suuri kuin yksittäisten huipputehojen summa. (Lakervi & Partanen, 2009, 57, 58, 60)

3.2 Uusien kuluttajien sähköenergioiden arviointi

Nykyisen verkon kapasiteettia voidaan tarkastella arvioimalla tulevaisuudessa verkkoon liitettävien kuluttajien aiheuttamaa kuormitusta. Laskennan tuloksena voidaan löytää verkon kriittiset pisteet, jotka vaativat muutoksia tulevaisuudessa. Uusien kuluttajien sähkön käyttöä voidaan arvioida verkkoyhtiöiden omien mittaustietojen avulla, mutta arviot voidaan perustaa myös yleisesti saatavilla oleviin laskentamalleihin. Kuormitusmallien luomisen yhteydessä on määritetty laajoihin mittaustietoihin perustuvat laskentakaavat, joiden avulla voidaan esittää arvioita eri kuluttajaryhmien vuosienergioista.

Esimerkiksi sähkölämmitteisten pientalojen, joihin luetaan omakotitalot, paritalot ja rivitalot, vuosienergioita voidaan arvioida seuraavasti

$$W = 7000 \cdot n + 110 \cdot A_{\text{hu}} \quad (1)$$

jossa W on vuosienergia [kWh]
 n on kuluttajien eli huoneistojen lukumäärä

A_{hu} on kuluttajien huoneistoala [m^2]

(Verkostosuositus 2:08, 2008, 3)

Kaavalla 1 saatava vuosienenergia on korjattava vastaamaan käsiteltävän paikkakunnan olosuhteita. Olosuhdekorjaus tehdään seuraavasti

$$\Delta W_{T\text{-korjaus}} = 0,02 \cdot A_{hu} \cdot (S_{17x} - 5053) \quad (2)$$

jossa $\Delta W_{T\text{-korjaus}}$ on vuosienenergian lämpötilakorjaus [kWh]

S_{17x} on paikkakunnan astepäiväluku

(Verkostosuositus 2:08, 2008, 4)

Muut tässä työssä käytetyt vuosienenergioiden laskukaavat on esitetty taulukossa 2. Merkintä A_{krs} tarkoittaa kiinteistön kerrosalaa.

TAULUKKO 2. Kuluttajaryhmien vuosienenergioiden laskentakaavoja (Verkostosuositus 2:08, 2008, 4, 36)

Kuluttajaryhmä	Kaava	Kaavan numero
OKT, ei-sähkölämmitystä	$W = 3600 \cdot n + 25 \cdot A_{hu}$	(3)
Kerrostalo	$W = 40 \cdot A_{krs}$	(4)
Päivittäistavaramyymälä	$W = 23000 \cdot n + 310 \cdot A_{krs}$	(5)
Vähittäismyymälä	$W = 140 \cdot A_{krs}$	(6)
Ravintola	$W = 260 \cdot A_{krs}$	(7)
Hotelli	$W = 170 \cdot A_{krs}$	(8)
Terveydenhoito	$W = 75 \cdot A_{krs}$	(9)
Museo ja lukio	$W = 67 \cdot A_{krs}$	(10)
Konepaja	$W = 100700 \cdot n + 112 \cdot A_{krs}$	(11)

3.3 Verkkotietojärjestelmä

Verkkotietojärjestelmä on nykyaikainen tietojärjestelmä, jota käytetään verkon kunnossapidon, suunnittelun ja dokumentoinnin apuvälineenä. Se sisältää todellista verkkoa vastaavan mallin, johon on tallennettu verkon kuluttajatietojen

ja sähköisten ominaisuuksien lisäksi verkon maantieteellinen sijainti. Verkkotietojärjestelmän laskentaominaisuuksilla voidaan tarkastella esimerkiksi nykyisen verkon kuormitusten suuruutta, jännitteenalenemia sekä suojausten toimivuutta normaalissa käyttötilanteessa tai poikkeustilanteissa. Sen avulla voidaan tutkia myös verkon kapasiteettia kuormitusten muuttuessa tulevaisuudessa. Verkkotietojärjestelmän kuormituslaskenta perustuu aiemmin esitettyihin kuormitusmalleihin.

Verkkotietojärjestelmän nykyiset kuormitukset määritetään asiakastietojärjestelmään tallennettujen tietojen perusteella. Verkkotietojärjestelmä mallintaa luotettavasti todellista verkkoa, jos sen sisältämissä tiedoissa ei ole olennaisia virheitä tai puutteita. Tämän vuoksi on tärkeää, että asiakastietojärjestelmästä siirtyvät tiedot ovat oikeita ja riittävän kattavia verkkomallin luomiseksi. Verkosuosituksen 2:08 (2008, 3) mukaan luotettava laskenta vaatii jokaiselle kuormitukselle vähintään tiedot kuluttajatyypistä, kuluttajan vuosienergiasta ja kuluttajan liittymän pääsulakkeesta.

Verkkotietojärjestelmän verkkomalli sisältää kuitenkin aina oletuksia ja energia-tietoihin perustuvat kuormitusmallit eivät aina vastaa todellisuutta. Siksi onkin aika-ajoin tarpeen vertailla verkkotietojärjestelmän laskentatuloksia ja reaaliaikaisen SCADA-käytönvalvontajärjestelmän mittaustietoja. Käytönvalvontajärjestelmään tallentuu kuormavirtojen huippuarvot yleensä vähintään sähköasemasalla. Tällä tasolla suoritettavaa vertailua voidaan useasti pitää riittävänä ja se kertoo heti, jos verkkotietojärjestelmän tiedoissa on selkeitä virheitä tai puutteita.

3.3.1 Tekla Xpower -verkkotietojärjestelmä

ROVE käyttää suomalaisen Teklan kehittämää Xpower-verkkotietojärjestelmää. Xpower on tietokantapohjainen graafiseen käyttöliittymään perustuva verkkotietojärjestelmä. Se sisältää kuvion 5 mukaisesti monien verkon hallinnan ja ylläpidon kannalta tarpeellisten ominaisuuksien lisäksi rajapinnat muihin järjestelmiin.

Rajapintojen kautta Xpower voidaan yhdistää mm. käytönvalvonta- ja asiakas-tietojärjestelmiin.



KUVIO 5. Tekla Xpower -verkkotietojärjestelmän sovellukset ja rajapinnat (Tekla Xpower, 2011)

PSA-laskentaominaisuus on tämän työn kannalta olennaisin Xpower-verkkotietojärjestelmän ominaisuus. Kuormituslaskennan avulla voidaan saada käsitys verkolle asetettujen vaatimusten täyttymisestä. Se mahdollistaa verkon tarkastelun sekä nykytilanteessa että tulevaisuudessa. Tulevaisuuden kuormituslaskentaan ei ole kuitenkaan käytettävissä kuin prosentuaaliseen vuosikasvuun perustuva menetelmä. Kasvun suuruutta ei voi myöskään määrittellä erikseen sähköaseman eri lähdöille tai eri kuluttajaryhmille. Jos tulevaisuuden kuormitustilaa halutaan tarkastella muuten kuin prosentuaalisen vuosikasvun perusteella, tulevat kuluttajat on lisättävä verkkoon manuaalisesti.

4 SÄHKÖVERKON KUORMITUSTEN ENNUSTAMINEN

Verkkoyhtiön tulevaisuuden tarpeet riippuvat olennaisesti verkon kuormitusten muutoksista. Verkon kuormitustilaan ja sen kehittymiseen vaikuttavat monet tekijät. Jos käsittely ulottuu vain lähitulevaisuuteen, verkkoon liitettävien uusien kuluttajien merkitys on suuri. Pitkää aikaväliä käsiteltäessä on huomioitava uusien kuluttajien lisäksi myös nykyisten kuormitusten muuttuminen.

4.1 Väestönkasvu ja työpaikat

Muutokset asukasmäärissä vaikuttavat olennaisesti verkon kuormituskehitykseen pitkällä aikavälillä. Kehittyvillä ja muuttovoittoisilla paikkakunnilla väestönkasvu johtaa vääjäämättä myös kuormitusten kasvamiseen, kun taas taantuvilla ja muuttotappiollisilla alueilla väestön väheneminen johtaa kuormitusten pienentymiseen. Väestöennusteita tekevät kunnat ja tilastokeskus. Kuntien väestöennusteisiin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, koska ne ovat yleensä tavoitteellisia ja siksi optimistisia. Tilastokeskuksen ennusteet perustuvat todelliseen väestönkasvuun, joten niiden avulla voidaan tarkastella verkon todellista kuormituskasvua.

Väestönkasvun vaikutus näkyy suoraan uusien asuinkiinteistöjen tarpeessa. Asukasmäärien muutokset vaikuttavat myös työpaikkojen syntyymiseen tai vähenemiseen. Työpaikkaennusteita tekevät esimerkiksi kunnat ja maakuntaliitot. Kuormitusennusteen kannalta oleellinen tekijä on työpaikkojen laatu. Esimerkiksi toimistokiinteistöjen aiheuttama kuormitus on erilainen kuin teollisuuskiinteistöjen.

4.2 Kaavoitus

Kaavoitus vaikuttaa välillisesti sähköverkon kuormituskehitykseen, koska kunta ohjaa kaavoituksellaan uusien kiinteistöjen mahdolliset sijaintipaikat. Eritasois-

ten kaavojen perusteella voidaan erilaisilla tarkkuuksilla arvioida, että minne uudet kiinteistöt mahdollisesti tulevat sijoittumaan ja että kuinka suuria ne voivat olla.

4.2.1 Maakuntakaava

Maakuntakaava on maakuntaliiton laatima yleispiirteinen suunnitelma, jolla ohjataan maakunnan alueiden käyttöä huomioiden yhdyskuntarakenteen ja alueiden käytön tarpeet. Se luodaan aina keskipitkälle ja pitkälle aikavälille. Kuormitusennusteita ei voida tehdä suoraan maakuntakaavan perusteella. Maakuntakaavan yleisluontoisuuden vuoksi sen pohjalta voidaan tehdä vain suurpiirteisiä arvioita eri alueiden kaavoituksista, kun yleiskaavaa laajennetaan nykyisen vaikutusalueensa ulkopuolelle.

4.2.2 Yleiskaava

Maakuntakaavaa yhtä tasoa yksityiskohtaisempi kaava on kuntien viranomaisien laatima yleiskaava. Siitä voidaan nähdä esimerkiksi, että mille alueille kunta ohjaa asuntojen, palvelujen ja teollisuuden kiinteistöjen rakentamisen. Yleiskaava koskee koko kuntaa, mutta se voidaan laatia myös osissa. Tällaista yksittäistä kaavaa kutsutaan osayleiskaavaksi.

4.2.3 Asemakaava

Asemakaavalla määritetään yksityiskohtaisesti eri alueiden käyttötarkoitukset. Kuormituslaskennan kannalta asemakaava antaa tarkat tiedot tonteille tulevien rakennusten tyypeistä ja suurimmista mahdollisista kerrosaloista. On kuitenkin huomioitava, että kaavaan merkittyä kerrosalaa ei aina käytetä kokonaan. Edelleen on huomioitava myös, että valmiskaan asemakaava ei tarkoita rakentamisen alkamista. Rakentamisaikatauluun vaikuttaa kiinteistöjen tarve, johon taas vaikuttavat olennaisesti talouden suhdanteet.

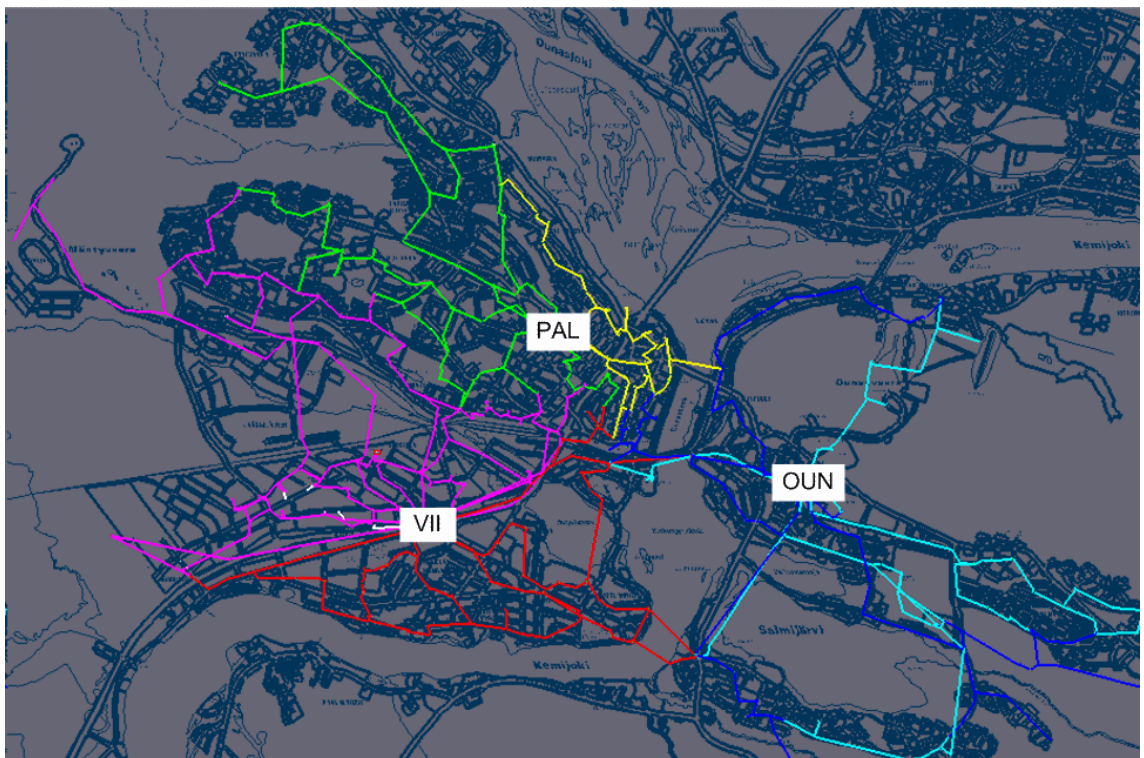
4.3 Ominaiskulutus

Kuluttajien lukumäärän muuttumisen lisäksi verkon kuormitukseen vaikuttaa nykyisten kuormitusten kasvu tai pieneneminen. Tätä kuvataan ominaiskulutuksella, joka kertoo energian kulutuksen tiettyä yksikköä kohden. Sen yksikkönä on useasti kWh/m² tai kWh/m³. Ominaiskulutuksen muutoksia voidaan arvioida verkkoyhtiön omilla ennusteilla tai verkkoyhtiön ulkopuolelta saatavilla valtakunnallisilla ennusteilla.

5 ROVANIEMEN VERKKO OY:N SÄHKÖASEMAT

ROVE:n jakeluverkko koostuu kolmesta sähköasemasta, 10 kV keskijänniteverkosta ja 0,4 kV pienjänniteverkosta. Sähköasemia syötetään 110 kV yhteyksillä pääasiassa Rovaniemen Energia Oy:n Suosiolan voimalaitokselta sekä Kemijoki Oy:n Valajaskosken vesivoimalaitoksen suunnalta. Jokaisella sähköasemalla on kaksi tehomuuntajaa, joita tässä työssä kutsutaan päämuuntajiksi.

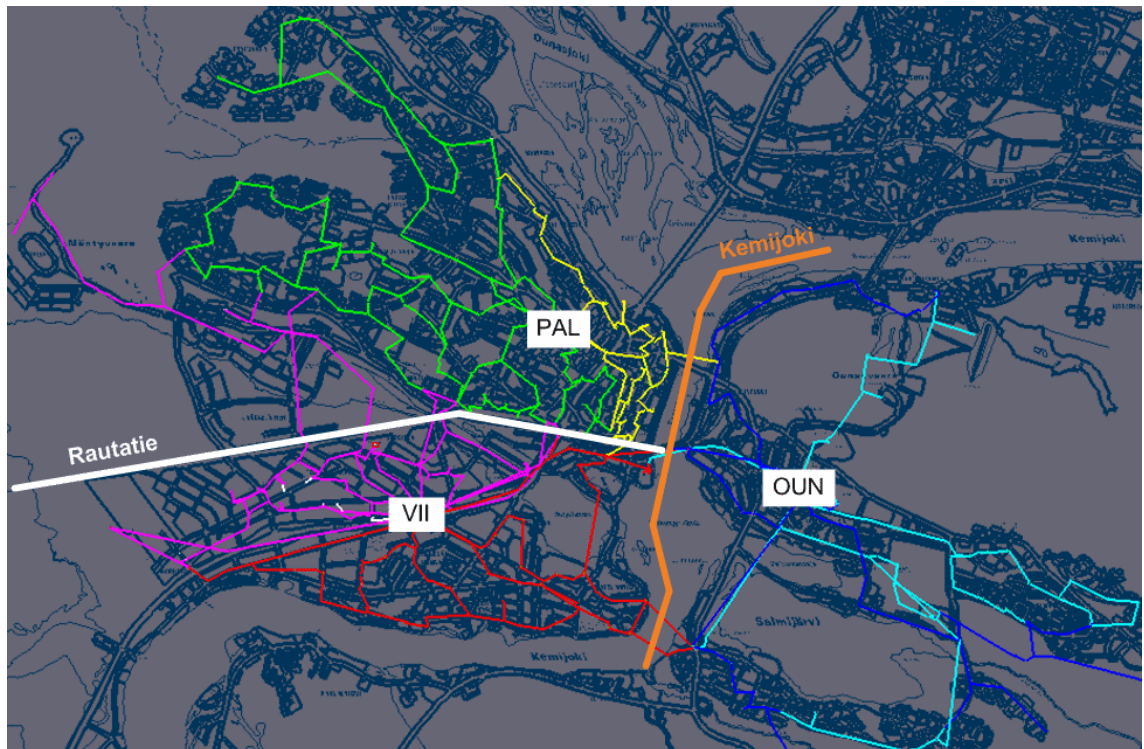
ROVE:n keskijänniteverkon nykyinen tila on esitetty kuviossa 6. Palkisentien (lyhennetty PAL), Viirikankaan (lyhennetty VII) ja Ounasvaaran (lyhennetty OUN) sähköasemilla ei ole maantieteellisesti selviä syöttöalueita.



KUVIO 6. ROVE:n KJ-verkon nykyinen tila jaoteltuna sähköasemittain (Xpower-verkkotietojärjestelmä, 2011)

Tämän työn kuormituslaskennassa käytetään kuitenkin kuviosta 6 poikkeavaa KJ-verkon kytkentätilaa. Verkon uusi tila on esitetty kuviossa 7, jossa sähköasemien syöttämät alueet ovat jaoteltuna maantieteellisesti selvin rajoin. KJ-verkon jakorajojen muutoksilla on pyritty seuraavanlaiseen syöttötilaan

- Ounasvaaran sähköasema syöttää Kemijoen itäpuolta.
- Palkisentien sähköasema syöttää Kemijoen länsipuolta siten, että sen syöttöalue rajoittuu kaupungin keskustan eteläpuolella rautatiehen.
- Viirinkankaan sähköasema syöttää Kemijoen länsipuolta siten, että sen syöttöalue rajoittuu aseman pohjoispuolella rautatiehen. Poikkeuksena tähän on yhden johtolähdön syöttämä alue kaupungin länsilaidalla.



KUVIO 7. ROVE:n KJ-verkon uusi tila jaoteltuna sähköasemittain (Xpower-verkkotietojärjestelmä, 2011)

KJ-verkon uuden syöttötilan saavuttamiseksi vaaditaan useita muutoksia jakorajoihin. Tehdyt muutokset on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. KJ-verkon jakorajamuutokset

Sähköasema 1 / lähtö	Sähköasema 2 / Lähtö	Vanha raja	Uusi raja
Ounasvaara / Hoitotie	Viirinkangas / Vapaudentie	M28	M179
Ounasvaara / Ounaskoski	Palkisentie / Koskikatu	M46	M24
Ounasvaara / Ounaskoski	Palkisentie / Oppipoika	M3/Y19	M24
Viirinkangas / Vapaudentie	Palkisentie / Keskus A-A	M31	M117
Viirinkangas / Postitalo	Palkisentie / Keskus A-A	Y25	Y23
Viirinkangas / Suosiolantie	Palkisentie / Kiertotie	M125	M86

5.1 Palkisentien sähköasema

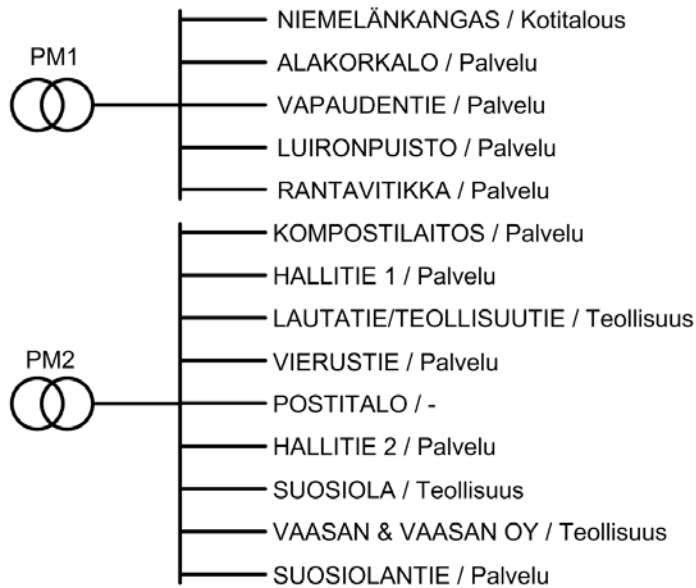
Palkisentien sähköasema sijaitsee lähellä kaupungin ydinkeskustaa. Se syöttää keskustan kotitalouksien ja palveluiden lisäksi keskustan länsipuolella sijaitsevia asuinalueita. Palkisentien sähköaseman päämuuntajat ja lähdöt on esitetty kuviossa 8. Kuvioon on lisäksi arvioitu jokaisen lähdön syöttämän alueen pääasiallinen kuluttajaryhmä. Lähtöjen kuluttajajakauma ei ole näin selvä, mutta Xpower-verkkotietojärjestelmällä tehtävän kuormituslaskennan mahdollistamiseksi jako ei voi olla yksityiskohtainen.



KUVIO 8. Palkisentien sähköaseman päämuuntajat ja lähdöt sekä lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät

5.2 Viirinkankaan sähköasema

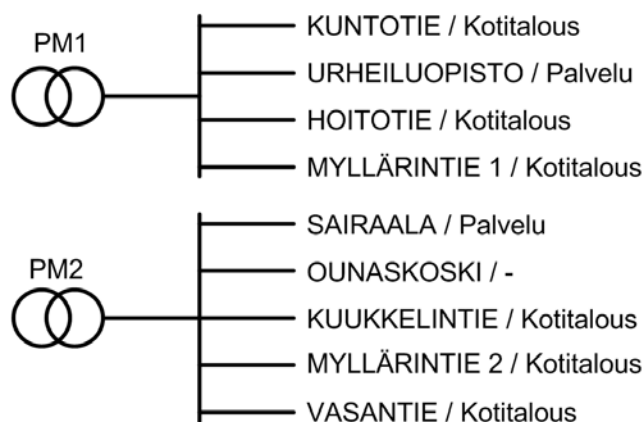
Viirinkankaan sähköasema syöttää kaupungin lounaisosassa olevan asutuksen ja palveluiden lisäksi aseman länsipuolelle sijoittuvaa Teollisuuskylää. Viirinkankaan sähköaseman lähdöt ja päämuuntajat on esitetty kuviossa 9. Kuvioon on lisäksi arvioitu jokaisen lähdön syöttämän alueen pääasiallinen kuluttajaryhmä. Taulukossa 3 esitettyjen jakorajamuutosten jälkeen Postitalon lähtö jää ilman kuormitusta.



KUVIO 9. Viirinkankaan sähköaseman päämuuntajat ja lähdöt sekä lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät

5.3 Ounasvaaran sähköasema

Ounasvaaran sähköasema sijaitsee kaupungin itäosassa. Se syöttää pääasiassa kaupungin itäpuolella sijaitsevaa asutusta. Ounasvaaran sähköaseman lähdöt ja päämuuntajat on esitetty kuviossa 10. Kuvioon on lisäksi arvioitu jokaisen lähdön syöttämän alueen pääasiallinen kuluttajaryhmä. Taulukossa 3 esitettyjen jakorajamuutosten jälkeen Ounaskosken lähtö jää ilman kuormitusta.



KUVIO 10. Ounasvaaran sähköaseman päämuuntajat ja lähdöt sekä lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät

6 VÄESTÖENNUSTE JA RAKENTAMINEN

Rovaniemi on yksi Pohjois-Suomen merkittävimmistä keskuksista. Sen väkiluku on viime vuosina kasvanut niin syntyvien lapsien kuin muuttovoittoisuudenkin vuoksi. Väkiluvun kasvu keskittyy kuitenkin lähinnä kaupunkikeskuksen läheisyyteen ja syrjäseuduilla asukkaat vähenevät. ROVE:n jakelualue käsittää suuren osan kaupunkikeskuksesta.

ROVE:n jakelualueelle tullaan rakentamaan vuoteen 2030 mennessä paljon uusia kiinteistöjä. Väestönkasvun johdosta tarvitaan uusien asuinrakennusten lisäksi lisää palvelu- ja teollisuuskiinteistöjä.

6.1 Väestöennuste

Taulukossa 4 on esitetty Rovaniemen kaupungin ja ROVE:n jakelualueen asukasluku vuosilta 2001 - 2010. Rovaniemen kaupungin väestöennuste vuosille 2011 - 2030 perustuu tilastokeskuksen ennusteeseen. ROVE:n jakelualueen väestönkasvun ennustaminen on haastavaa. Rovaniemen "vanhan" kaupungin ja Rovaniemen Maalaiskunnan yhdistyttyä vuonna 2006 ennusteissa ei ole enää näitä alueita eroteltu mitenkään. ROVE:n jakelualueen ennuste perustuu vuoden 2006 jälkeiseen aikaan, jolloin alueen väestön osuus koko Rovaniemen väestöstä on kasvanut joka vuosi keskimäärin noin 0,3 %. Tämän trendin on oletettu jatkuvan tarkasteluvälin loppuun saakka. Ennusteessa tämä tarkoittaa Rovaniemen sisäistä muuttoliikettä, joka kohdistuu tarkasteltavalle alueelle. Taulukkoon 4 on lisäksi laskettu luodun väestöennusteen mukainen asukasluvun muutos edelliseen vertailuvuoteen nähden.

TAULUKKO 4. Rovaniemen ja ROVE:n jakelualueen asukasluku ja väestöennuste sekä muutos jakelualueen asukasluvussa (Väestö suur-, tilasto- ja pienalueittain, 2010, muokattu) (Rovaniemen väestöennuste 2040 saakka ikäluokittain, 2010, muokattu)

VUOSI	Rovaniemi	ROVE:n jakelualue	ROVE:n muutos edelliseen
	(asukasta)	(asukasta)	(asukasta)
2001	56 437	34 770	-
2002	56 338	34 687	-83
2003	56 414	34 649	-38
2004	56 937	34 934	285
2005	57 375	35 215	281
2006	57 699	35 412	197
2007	58 414	36 037	625
2008	58 924	36 493	456
2009	59 205	36 919	426
2010	60 327	37 800	881
2015	62 461	40 074	2 274
2020	64 263	42 194	2 120
2025	65 862	44 232	2 038
2030	67 245	46 169	1 937

6.2 Rakentaminen

Rovaniemen kaupunki ohjaa rakentamista kaavoituksellaan. Rakennusten valmistusaikataulua voidaan arvioida kaavoitus- ja väestöennusteiden perusteella. On kuitenkin huomioitava, että pitkällä aikavälillä ennuste sisältää paljon epävarmuustekijöitä. Lisäksi ei voida olettaa, että rakentaminen alkaisi heti kaavoituksen valmistuttua.

Rovaniemi kehittää kaupunkia keskustalähtöisesti. Vielä valmisteilla olevan keskustan osayleiskaavan (jäljempänä merkintänä KOYK) perusteella ydinkeskustaan on tulossa suuria kaupunkikuvaa muokkaavia muutoksia. Tässä työssä on käytetty pohjana keskustan osayleiskaavan rakennemallia 2 (liite 1). (Keskustan osayleiskaava - rakennevaihtoehto 2, 2010) Vaikka tämän malli on todennäköisin, sekään ei tule toteutumaan ehdotuksen mukaisesti, vaan lopulliseen toteutukseen voidaan yhdistää yksittäisiä ratkaisuja myös kahdesta muusta vaihtoehdosta. (Torvinen, 2010)

6.2.1 Kerrostalot

Kuten taulukosta 4 nähdään, ROVE:n jakelualueen väestö kasvaa selvästi vuosina 2011 - 2030. Väestönkasvun seurauksena myös asuntoja tarvitaan lisää. Taulukossa 5 koko tarkasteluväli on jaettu neljään osaan, joista jokaiselle on määritetty kokonaisasuntotarve asukasluvun muutoksen perusteella. Asuntotarve on laskettu sillä perusteella, että Rovaniemen kaupunki on määrittänyt Rovaniemen keskimääräiseksi asuntokuntakooksi 1,8 asukasta / asunto ja että asuntotarpeesta kerrostaloasuntojen osuus on 3/4 ja pientalojen osuus 1/4. (Kaavoitusohjelma valtuustokaudelle 2009 - 2012, 2010, 7, 23) Kokonaisuudessaan tarkasteluvälillä tarvitaan noin 3500 kerrostaloasuntoa ja noin 1200 pientaloasuntoa.

TAULUKKO 5. ROVE:n jakelualueen väestönkasvu ja asuntotarve

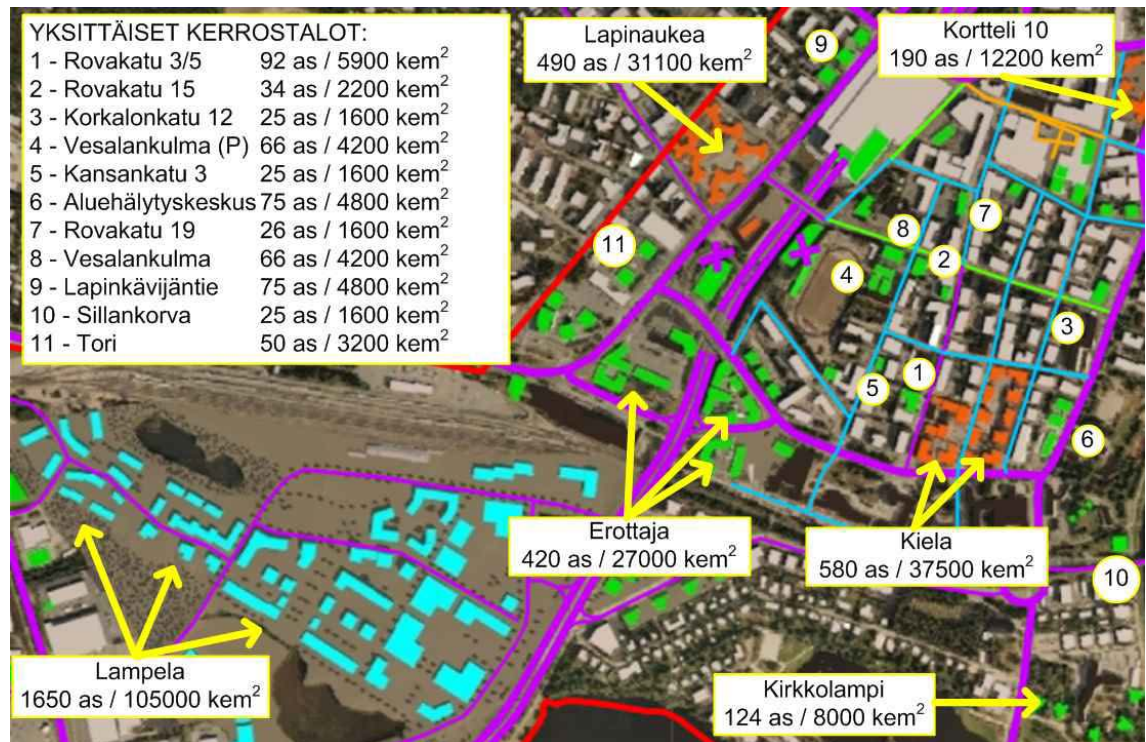
VUODET	Muutos	Asuntotarve	Kerrostalot	Pientalot
	(asukasta)	(asuntoa)	(asuntoa)	(asuntoa)
2011-2015	2 274	1 263	948	316
2016-2020	2 120	1 178	883	294
2021-2025	2 038	1 132	849	283
2026-2030	1 937	1 076	807	269

KOYK-alueelle on arvioitu rakennettavan 3000 asuntoa vuoteen 2030 mennessä. (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 46) Koska kyseessä on keskusta-alue, kaikki asunnot sijoittuvat kerrostaloihin. Taulukossa 6 on esitetty arvio kerrostaloasuntojen tarpeesta KOYK-alueella ja KOYK-alueen ulkopuolella (taulukossa merkintänä "muu alue"). Arvio pohjautuu olettamukseen, jossa KOYK-alueelle rakennetaan kerrostaloasuntoja 750 kappaletta jokaisella tarkasteluvälin 5-vuotisjaksolla. Jäljelle jäävä asuntotarve tyydytetään KOYK-alueen ulkopuolelle rakennettavilla kerrostaloasunnoilla.

TAULUKKO 6. Kerrostaloasuntojen kokonaistarve sekä KOYK-alueelle ja KOYK-alueen ulkopuolelle tarvittavat kerrostaloasunnot

VUODET	Kerrostalot (asuntoa)	KOYK-alue (asuntoa)	Muu alue (asuntoa)
2011-2015	948	750	198
2016-2020	883	750	133
2021-2025	849	750	99
2026-2030	807	750	57

KOYK-alueen kerrostalojen maantieteellinen sijoittuminen ja kerrosalat sekä kerrosalojen perusteella lasketut asuntokapasiteetit on esitetty kuviossa 11. Alueelle on suunniteltu rakennettavaksi 6 suurta ja yhtenäistä kerrostalokompleksia. Lapinaukean, Kortteli 10:n, Erottajan, Kielan, Kirkkolammen ja Lampelan kerrosalat ovat yhteensä 220 800 kem² (kerrosneliömetriä). (Rovaniemen keskuksen oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 46) Suuret kohteet eivät kuitenkaan riitä tyydyttämään koko asuntotarvetta, vaan niiden lisäksi on rakennettava myös yksittäisiä kerrostaloja yhteensä noin 36000 kem². Yksittäisten kohteiden sijainnit ja koot on arvioitu sekä Rovaniemen kaupungin kaavatorilla (2011) esitetystä asemakaavasta että silmämääräisesti liitteessä 1 esitetystä KOYK-mallista. Yksittäisinä kerrostaloina ne eivät aiheuta jakeluverkolle mainittavaa kuormaa, mutta kokonaisuutena vaikutus on huomattava.



KUVIO 11. KOYK-alueen kerrostalokohteet (Rakennemallivaihtoehto 2 - Vyöhykkeet ja liikenne, 2010, muokattu)

Koska kaavoituksessa ei yleensä oteta kantaa kerrostaloihin rakennettavien asuntojen määrään, ne on laskettava kerrosalojen perusteella. Rovaniemen keskusta-alueella kerrostaloasunnon asuntokuntakokona käytetään arvoa 1,3 henkilöä / asunto (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 17) Asumisväljyydeksi Rovaniemellä on määritetty 48,8 kem² / asunto. (Sirkiä, 2011, 5) Asuntokuntakoon ja asumisväljyyden perusteella on kuvioon 11 määritetty kerrostalojen asuntokapasiteetit seuraavasti

$$\text{Asuntoja} = \frac{\text{kerrosala}}{\text{asuntokuntakoko} \cdot \text{asumisväljyys}} \quad (12)$$

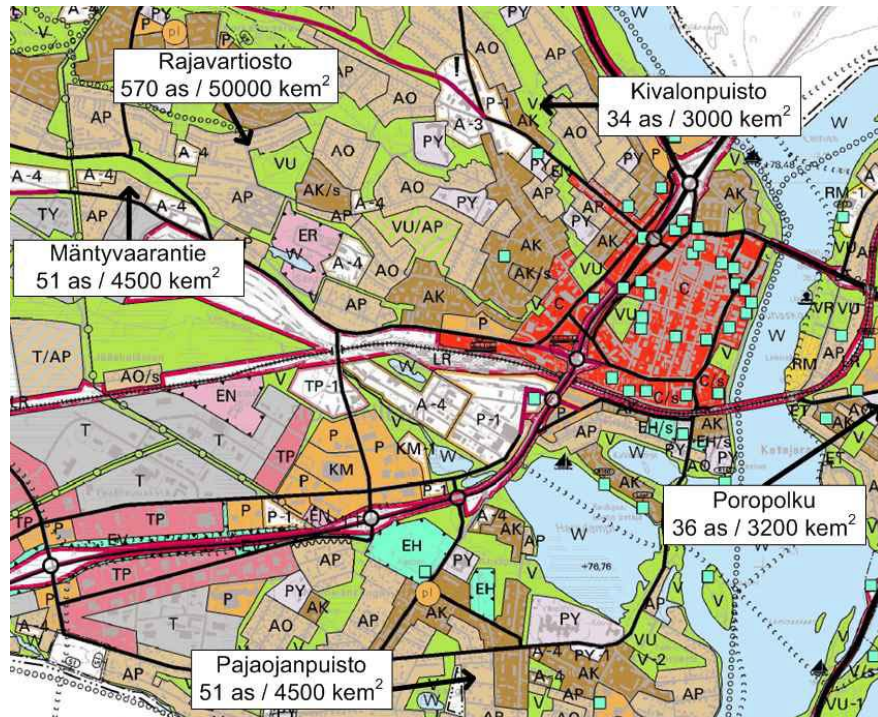
Taulukossa 7 on esitetty arvio kuviossa 11 osoitettujen KOYK-alueen kerrostalojen rakennusaikataulusta. Taulukkoon on määritetty myös kohteita vastaavat vuosienenergiat kaavalla 4. Taulukosta löytyvät myös jokaista rakennettavaa kohdetta syöttävä sähköasema ja sähköaseman lähtö. Rakennusaikataulu perustuu seuraaviin seikkoihin

- Jokaisella 5-vuotisjaksolla rakennetaan noin 750 asuntoa, jotta asuntojen tarve saadaan tyydytettyä.
- Isoja ja pieniä kohteita rakennetaan tasaisesti koko tarkasteluvälillä.
- Vuosina 2011 - 2015 rakennetaan jo rakenteilla olevat talot ja talot, joiden asemakaava on valmis, ehdotusvaiheessa tai kaavasta on olemassa arkkitehtitoimiston luonnos. (Kaavatori, 2011) Lisäksi talojen rakentaminen ei vaadi olemassa olevien rakennusten purkamista.
- Vuosien 2016 - 2020 talot rakennetaan edellä mainituilla perusteilla. Poikkeuksena on, että talojen rakentaminen vaatii olemassa olevien rakennusten purkamista.
- Vuosina 2021 - 2030 rakennettaville taloille ei ole olemassa minkään muotoisia kaavaehdotuksia. Rakennettavien talojen sijainnit on arvioitu liitteen 1 perusteella. Yksittäisen kerrostalon alaksi on arvioitu kaavaa 16 soveltamalla 1600 km^2 , koska Rovaniemen vaihemaakuntakaavan (2010, 5) mukaan yhdessä kerrostalossa on keskimäärin 25 asuntoa.
- Lampelasta rakennetaan vuosina 2021 - 2030 vain osa, koska asuntotarve ei vaadi alueen koko kerrosalakapasiteetin käyttämistä. Alueen rakentaminen sijoittuu tarkasteluvälin loppupuolelle, koska alueella rakentaminen vaatii nykyisten rakennusten purkamista, nykyisillä tonteilla on olemassa pitkät vuokrasopimukset ja alueen maat ovat osittain pilaantuneet (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 25)

TAULUKKO 7. Arvioitu KOYK-alueen kerrostalojen rakentamisaikataulu

VUODET	KOHDE	Asunt. (kpl)	A _{kr} s (m ²)	E (MWh)	SÄHKÖAS.	LÄHTÖ
2011-2015	Kiela	290	18 750	750	PAL	Koskikatu
2011-2015	Lapinaukea	245	15 550	622	PAL	Keskus A-A
2011-2015	Rovakatu 3/5	92	5 900	236	PAL	Koskikatu
2011-2015	Rovakatu 15	34	2 200	88	PAL	Koskikatu
2011-2015	Korkalonkatu 12	25	1 600	64	PAL	Oppipoika
2011-2015	Vesalankulma (P)	75	4 800	192	PAL	Keskus A-A
2016-2020	Kiela	290	18 750	750	PAL	Koskikatu
2016-2020	Lapinaukea	245	15 550	622	PAL	Keskus A-A
2016-2020	Kortteli 10	190	12 200	488	PAL	Oppipoika
2016-2020	Kansankatu 3	25	1 600	64	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Erottaja	210	13 500	540	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Aluehälytyskeskus	75	4 800	192	PAL	Oppipoika
2021-2025	Rovakatu 19	25	1 600	64	PAL	Koskikatu
2021-2025	Vesalankulma	66	4 200	168	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Kirkkolampi	124	8 000	320	VII	Vapaudentie
2021-2025	Lampela	255	22 640	906	VII	Vierustie
2026-2030	Erottaja	210	13 500	540	PAL	Keskus A-A
2026-2030	Lapinkävijäntie	75	4 800	192	PAL	Koskikatu
2026-2030	Sillankorva	25	1 600	64	PAL	Oppipoika
2026-2030	Tori	50	3 200	128	PAL	Keskus A-A
2026-2030	Lampela	375	33 300	1 332	VII	Vierustie

Taulukossa 6 on esitetty kerrostaloasuntojen tarve KOYK-alueen ulkopuolella. Rovaniemen asemakaavassa tai ehdotusvaiheessa on useita yksittäisiä kerrostalotontteja. (Kaavatori, 2011) Viime vuosina on kuitenkin ollut selvästi nähtävissä, että kerrostaloja rakennetaan vain ydinkeskustaan tai sen lähelle. (Vuosi-
na 2006 - 2009 valmistuneiden kerrostalojen sijainti, 2010) Rovaniemen kaavatorilta (2011) kootut keskustaa lähinnä olevat yksittäiset kerrostalotontit on esitetty kuviossa 12, jossa on osoitettu tonttien maantieteellinen sijoittuminen, kerrosalat ja kerrosalojen perusteella lasketut asuntokapasiteetit. Kuvion pohjakartana on käytetty osaa liitteen 2 kartasta. Asuntokapasiteetit on määritetty kaavalla 12. KOYK-alueesta poiketen ydinkeskustan ulkopuolella kerrostaloasunnon asuntokuntakokona käytetään arvoa 1,8 henkilöä / asunto. (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 17) Kuviossa on yksittäisten kerrostalotonttien lisäksi esitetty Rajavartioston alue, jonka kapasiteetti (50000 kem²) on suuri verrattuna yksittäisiin kohteisiin. (Kaavatori, 2011) Aluetta ei ole vielä määritetty asemakaavaan, vaan siitä on olemassa vain arkkitehtitoimiston luonnos.



KUVIO 12. KOYK-alueen ulkopuoliset kerrostalokohteet (Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta, 2002, muokattu)

Taulukossa 8 on esitetty arvio kuviossa 12 osoitettujen KOYK-alueen ulkopuolelle sijoittuvien kerrostalojen rakentamisaikataulusta. Taulukkoon on määritetty myös kohteita vastaavat vuosienenergiat kaavalla 3. Taulukosta löytyvät myös jokaista rakennettavaa kohdetta syöttävä sähköasema ja sähköaseman lähtö.

Rakennusaikataulu perustuu seuraaviin seikkoihin

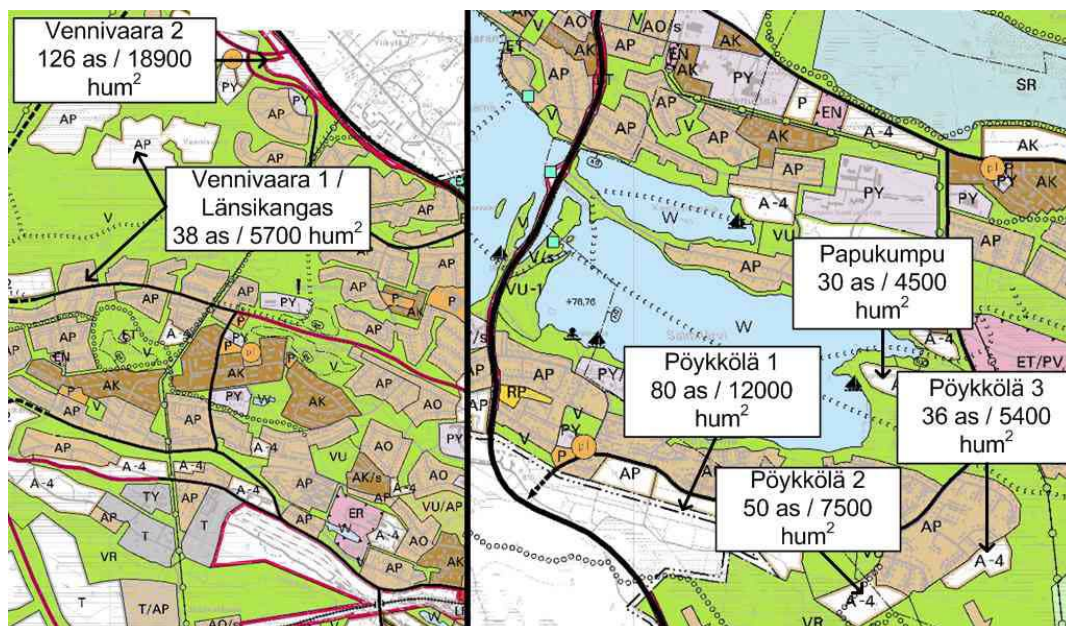
- Jokaisella jaksolla rakennetaan taulukon 6 osoittama määrä asuntoja, jotta asuntotarve saadaan tyydytettyä.
- Yksittäiset kohteet rakennetaan ensimmäisellä jaksolla, koska ne ovat jo valmiiksi asemakaavassa tai ehdotusvaiheessa.
- Vuosina 2016 - 2030 rakennetaan vain Rajavartioston alueelle, koska sen voidaan olettaa olevan suosittua aluetta eikä lähempänä keskustaa ole vapaana kerrostalotontteja. Alueen kapasiteetti on niin suuri, ettei sitä tarvitse käyttää kokonaan.

TAULUKKO 8. Arvioitu KOYK-alueen ulkopuolisten kerrostalojen rakentamiskataulu

VUODET	KOHDE	Asunt. (kpl)	A_{krs} (m ²)	E (MWh)	SÄHKÖAS.	LÄHTÖ
2011-2015	Kivalonpuisto	34	3 000	120	PAL	Piisivalkeantie
2011-2015	Pajaojanpuisto	73	6 400	256	VII	Luironpuisto
2011-2015	Mäntyvaarantie	51	4 500	180	VII	Hallitie 2
2011-2015	Poropolku	36	3 200	128	OUN	Hoitotie
2016-2020	Rajavartiosto	130	12 600	504	VII	Teerikatu
2021-2025	Rajavartiosto	100	8 900	356	VII	Teerikatu
2026-2030	Rajavartiosto	55	5 000	200	VII	Teerikatu

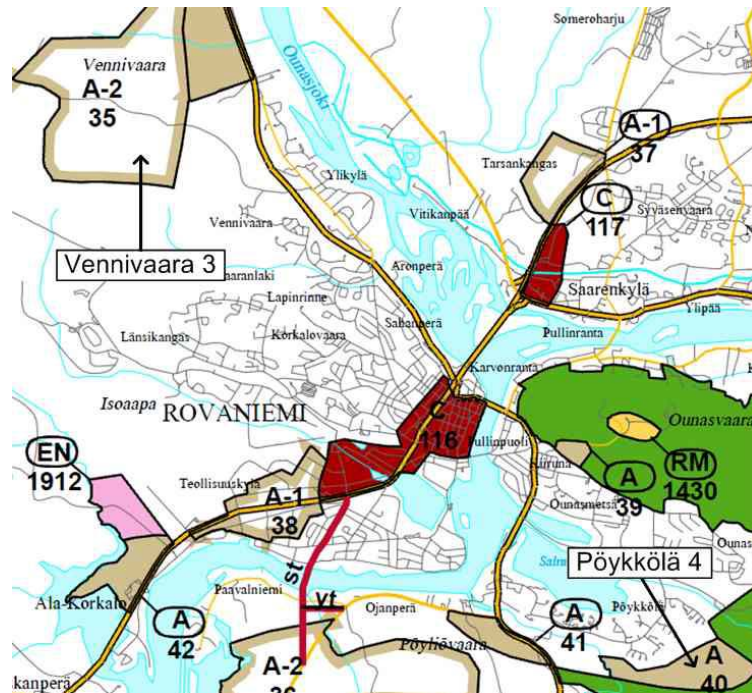
6.2.2 Pientalot

Vuosina 2011 - 2030 Rovaniemelle tarvitaan kerrostaloasuntojen lisäksi suuri määrä pientaloja. Niiden tarve on esitetty taulukossa 5. Rovaniemen asemakaavassa on kokonaistarpeeseen verrattuna vain pieni määrä pientalotontteja. Kuviossa 13 on esitetty vapaana olevat tontit ja vuosina 2011 - 2015 kaavoitettavaksi suunnitellut pientalotontit. Vapaana on tällä hetkellä (31.1.2011) yhteensä vain 38 tonttia Vennivaara 1:ssä ja Länsikankaalla. (Kaavatori, 2011) Lähitulevaisuudessa Pöykkölä 1:een valmistuu 168 tonttia, mutta niistä on ROVE:n jakelualueella vain 80. (Kaavatori, 2011) Rovaniemen kaupungilla on olemassa kaavaehdotus 127 tontille Vennivaara 2:een. (Kaavatori, 2011) Lisäksi vuoteen 2015 mennessä on suunnitteilla kaavoittaa Pöykkölä 2:een ja Pöykkölä 3:een sekä Papukumpuun yhteensä 116 tonttia. (Hemmilä, 2009, 30) Kuviossa 13 esitetyt huoneistoneliömetrit (hum²) on laskettu sillä perusteella, että Rovaniemelle rakennettavien pientalojen keskimääräinen huoneistoala on 150 hum². (Rovaniemen yleiskaava 2015, 2002, 31)



KUVIO 13. Vapaana ja suunnitteilla olevat pientalotontit (Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta, 2002, muokattu)

Kuviossa 13 esitetty pientalotonttikapasiteetti ei kuitenkaan riitä kuin vuosille 2011 - 2015. Rovaniemen kaupungin suunnitelmista ei löydy tonttivarantoa vuoden 2015 jälkeiselle ajalle, joten tonttien sijainnit on määritettävä maakunta-kaavan perusteella. Päivitetyssä vaihemaakuntakaavassa pientaloille on määritetty kaksi uutta aluetta. Alueet on esitetty kuviossa 14, jossa ne on nimetty Vennivaara 3:ksi ja Pöykkölä 4:ksi.



KUVIO 14. Uusien pientalotonttien sijainnit vuosille 2016 - 2030 (Rovaniemen vaihemaakuntakaavakartta, 2009, muokattu)

Taulukossa 9 on esitetty arvio pientalojen rakennusaikataulusta. Taulukkoon on määritetty myös kohteita vastaavat vuosienergiat kaavoilla 1 ja 2, kun Rovaniemen astepäiväluku on 5558. (Karasti, 2011) Pientalot on oletettu sähkölämmitteisiksi, koska niiden todellisia lämmitysmuotoja on mahdoton ennustaa. Taulukosta löytyvät myös jokaista rakennettavaa kohdetta syöttävä sähköasema ja sähköaseman lähtö. Pientalot on käsitelty yksittäisinä omakotitaloina. Käytännössä pientalot jakautuvat omakotitaloihin ja rivitaloihin, mutta koska Rovaniemen asemakaavassa ei ole vapaita rivitalotontteja, kaikki pientalot oletetaan rakennettavaksi omakotitaloina. Rakennusarviossa vuosina 2011 - 2015 oletetaan rakennettavan jo asemakaavassa olevat sekä suunnitteilla olevat tontit (kuvio 13). Vuosina 2016 - 2030 rakennetaan maakuntakaavan osoittamille alueille (kuvio 14).

TAULUKKO 9. Arvioitu pientalojen rakentamisaikataulu

VUODET	KOHDE	Asunt. (kpl)	A_{hu} (m ²)	E (MWh)	SÄHKÖAS.	LÄHTÖ
2011-2015	Vennivaara 1	35	5 250	876	PAL	Rakkatie
2011-2015	Länsikangas	3	450	75	PAL	Rakkatie
2011-2015	Vennivaara 2	73	10 950	1 826	PAL	Rakkatie
2011-2015	Pullinranta	8	1 200	200	OUN	Vasantie
2011-2015	Pöykkölä 1	80	12 000	2 001	OUN	Myllärintie 1
2011-2015	Pöykkölä 2	50	7 500	1 251	OUN	Myllärintie 1
2011-2015	Pöykkölä 3	36	5 400	901	OUN	Myllärintie 1
2011-2015	Papukumpu	30	4 500	751	OUN	Kuukkelintie
2016-2020	Vennivaara 2	54	8 100	1 351	VII	Rakkatie
2016-2020	Vennivaara 3	122	18 300	3 052	VII	Rakkatie
2016-2020	Pöykkölä 4	60	8 900	1 489	OUN	Myllärintie 1
2016-2020	Pöykkölä 4	60	8 900	1 489	OUN	Kuukkelintie
2021-2025	Vennivaara 3	140	21 000	3 502	PAL	Rakkatie
2021-2025	Pöykkölä 4	70	10 500	1 751	OUN	Myllärintie 1
2021-2025	Pöykkölä 4	70	10 500	1 751	OUN	Kuukkelintie
2026-2030	Vennivaara 3	135	20 250	3 377	PAL	Rakkatie
2026-2030	Pöykkölä 4	68	10 125	1 689	OUN	Myllärintie 1
2026-2030	Pöykkölä 4	68	10 125	1 689	OUN	Kuukkelintie

6.2.3 Palvelut

KOYK:n mukaan keskusta-alueelle on arvioitu rakennettavaksi 80000 kem² palvelukiinteistöjä. Näistä ydinkeskustan osuus on 40000 kem², Lampelan osuus on 20000 kem² ja Eteläkeskuksen osuus on 20000 kem². (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 46) Arvio palvelukiinteistöjen maantieteellisestä sijoittumisesta ja kerrosaloista on esitetty kuviossa 15. Kyseessä on kuitenkin osittain vain arvio. Missään ei ole määritelty, että mitkä yksittäiset palvelukiinteistöt kuuluvat edellä mainittuun 40000 kem² kiintiöön. Kuvioon on lisäksi koottu muut keskusta-alueelle sijoittuvat palvelukiinteistöt, jotka eivät sisälly ydinkeskustan 40000 kem² kiintiöön (numerot 2, 3, 9, 10 ja 15). (Kaavatori, 2011)



KUVIO 15. KOYK-alueen palveluiden sijainnit ja kerrosalat (Rakennemallivaihtoehto 2 - Vyöhykkeet ja liikenne, 2010, muokattu) (Kaavatori, 2011)

Taulukossa 10 on esitetty arvio kuviossa 15 osoitettujen KOYK-alueelle rakennettavien palvelukiinteistöjen rakentamisaikataulusta. Taulukkoon on määritetty myös kohteita vastaavat vuosienenergiat kaavoilla 5, 6, 7, 8, 9 ja 10. Taulukosta löytyvät myös jokaista rakennettavaa kohdetta syöttävä sähköasema ja sähköaseman lähtö. Rakennusaikataulu perustuu seuraaviin seikkoihin

- Vuosina 2011 - 2015 rakennetaan jo rakenteilla olevat kiinteistöt ja kiinteistöt, joiden asemakaava on jo valmis, ehdotusvaiheessa tai asemakaavasta on olemassa arkkitehtitoimiston luonnos. (Kaavatori, 2011)
- Vuosien 2016 - 2020 kiinteistöt ja kerrosalat on arvioitu liitteen 1 perusteella. Kiinteistöjen rakentaminen ei vaadi olemassa olevien rakennusten purkamista.
- Vuosien 2021 - 2030 kiinteistöt ja kerrosalat on arvioitu liitteen 1 perusteella. Kiinteistöjen rakentaminen vaatii purkamista.
- Vuosina 2011 - 2030 rakennetaan Eteläkeskus kokonaan valmiiksi. Vuosina 2021 - 2030 rakentaminen tapahtuu vuorovuosittain Lampelan kanssa.
- Lampelasta rakennetaan vuoteen 2030 mennessä vain puolet, koska alueella rakentaminen vaatii nykyisten rakennusten purkamista, nykyisillä tonteilla on olemassa pitkät vuokrasopimukset ja alueen maat ovat osit-

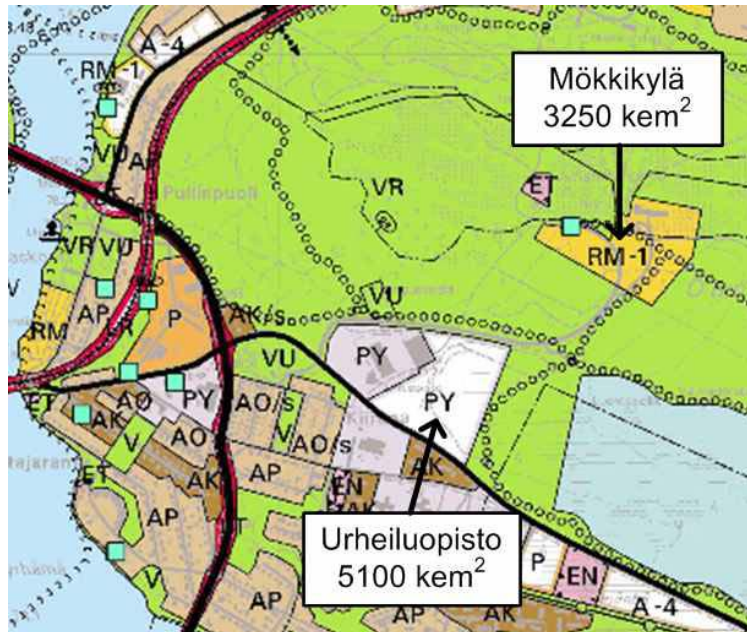
tain pilaantuneet (Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava, 2010, 25)

- Kielan, Lapinaukean, Kortteli 10:n ja Erottajan rakentaminen liittyy asuntorakentamiseen, jonka aikataulu on määritetty taulukossa 7.

TAULUKKO 10. Arvioitu KOYK-alueen palvelukiinteistöjen rakentamisaikataulu

VUODET	KOHDE	TYYPPI	A _{krs} (m ²)	E (MWh)	SÄHKÖAS.	LÄHTÖ
2011-2015	Rovakatu 22	Vähittäismyymälä	2 860	400	PAL	Koskikatu
2011-2015	Lyseonpuiston lukio	Lukio	6 000	240	PAL	Keskus A-A
2011-2015	Korundi	Museo	6 500	436	PAL	Keskus A-A
2011-2015	Pekankatu 6, P-alue	Vähittäismyymälä	2 200	308	PAL	Oppipoika
2011-2015	Kiela	Vähittäismyymälä	2 000	280	PAL	Koskikatu
2011-2015	Lapinaukea	Vähittäismyymälä	1 000	140	PAL	Keskus A-A
2011-2015	Prisma	Marketti	2 100	575	VII	Hallitie 1
2011-2015	Eteläkeskus	Vähittäismyymälä	2 200	308	VII	Suosiolantie
2011-2015	Citymarket	Marketti	5 400	1 073	VII	Hallitie 1
2011-2015	Eteläkeskus	Vähittäismyymälä	2 200	308	VII	Suosiolantie
2011-2015	Urheiluopisto	Hotelli	5 100	867	OUN	Urheiluopisto
2011-2015	Valionranta	Hotelli	10 000	1 700	OUN	Vasantie
2011-2015	Ounasv. mökkikylä	Hotelli	3 250	553	OUN	Urheiluopisto
2016-2020	Scandic, P-alue	Vähittäismyymälä	2 000	280	PAL	Koskikatu
2016-2020	Kiela	Vähittäismyymälä	2 000	280	PAL	Koskikatu
2016-2020	Lapinaukea	Vähittäismyymälä	1 000	140	PAL	Keskus A-A
2016-2020	Kortteli 10	Vähittäism.+hotelli	6 600	1 092	PAL	Oppipoika
2016-2020	Eteläkeskus	Vähittäismyymälä	4 400	616	VII	Suosiolantie
2016-2020	Urheiluopisto	Hotelli	5 100	867	OUN	Urheiluopisto
2016-2020	Valionranta	Hotelli	10 000	1 700	OUN	Vasantie
2021-2025	Uusi matkakeskus	Toimisto	5000	650	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Erottaja	Vähittäismyymälä	1 500	210	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Hyvinvointikeskus	Terveystieteiden keskus	5 000	375	PAL	Keskus A-A
2021-2025	Eteläkeskus	Vähittäismyymälä	6 600	924	VII	Suosiolantie
2021-2025	Lampela	Vähittäismyymälä	4 000	560	VII	Vierustie
2021-2025	Kemijoen ranta	Ravintola	200	520	OUN	Vasantie
2021-2025	Uintikeskus	Toimisto	1 000	130	OUN	Vasantie
2026-2030	McDonald's-kortteli	Vähittäismyymälä	5 000	700	PAL	Koskikatu
2026-2030	Erottaja	Vähittäismyymälä	1 500	210	PAL	Keskus A-A
2026-2030	Lampela	Vähittäismyymälä	6 000	840	VII	Vierustie
2026-2030	Eteläkeskus	Vähittäismyymälä	4 400	616	VII	Suosiolantie

Kaikkia KOYK-alueen ulkopuolelle rakennettavia palvelukiinteistöjä on mahdollista määrittää. Rovaniemen kaupunki on ennustanut vuosina 2011 - 2015 kaavoittavansa kaksi kohdetta. (Hemmilä, 2009, 30) Näiden maantieteellinen sijoittuminen ja kerrosalat on esitetty kuviossa 16.



KUVIO 16. KOYK-alueen ulkopuolella sijaitsevien palvelukiinteistöjen sijainnit ja kerrosalat (Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta, 2002, muokattu)

Taulukossa 11 on esitetty arvio kuviossa 16 osoitettujen KOYK-alueen ulkopuolelle rakennettavien palvelukiinteistöjen rakentamisaikataulusta. Koska rakentamista ei voi ennustaa, molempien on arvioitu toteutuvan vuosina 2011 - 2015. Taulukkoon on määritetty myös kohteita vastaavat vuosienenergiat kaavalla 8. Taulukosta löytyvät myös jokaista rakennettavaa kohdetta syöttävä sähköasema ja sähköaseman lähtö.

TAULUKKO 11. Arvioitu KOYK-alueen ulkopuolisten palvelukiinteistöjen rakentamisaikataulu

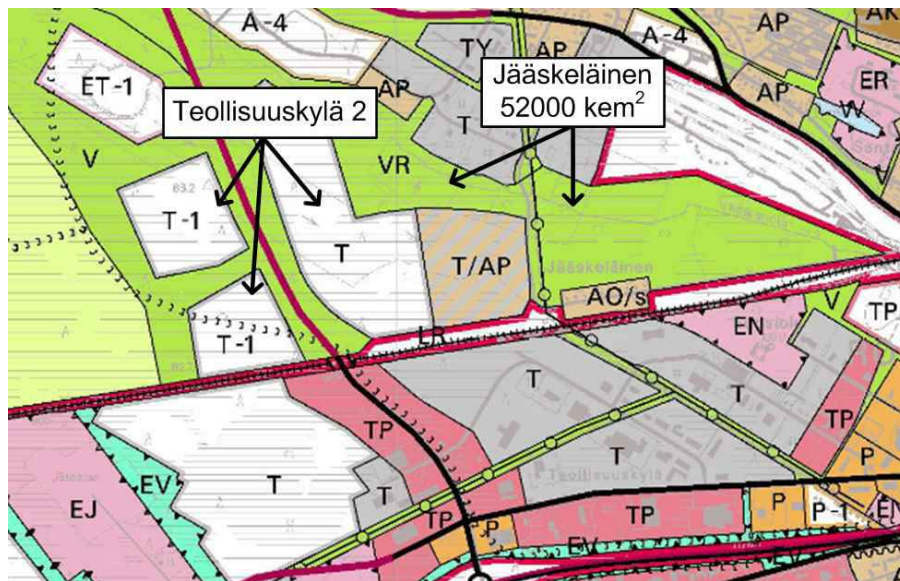
VUODET	KOHDE	TYYPPI	A_{krs} (m ²)	E (MWh)	SÄHKÖAS.	LÄHTÖ
2011-2015	Mökkikylä	Hotelli	3 250	553	OUN	Urheiluopisto
2011-2015	Urheiluopisto	Hotelli	5 100	867	OUN	Urheiluopisto

6.2.4 Teollisuus

Väestönkasvun seurauksena myös työpaikat lisääntyvät. Rovaniemelle on arvioitu syntyvän 3000 työpaikkaa vuoteen 2030 mennessä. (Rovaniemen vaihe-
maakuntakaava, 2010, 4). Rovaniemen kaupungin arvion mukaan Rovaniemelle syntyvistä työpaikoista 12 % sijoittuu kaupanalalle, 35 % muille palveluille ja

53 % teollisuudelle. (Rovaniemen yleiskaava 2015, 2002, 32) ROVE:n jakelualueella sijaitseva Teollisuuskylä on ainoa kasvava teollisuusalue Rovaniemellä. Täten voidaan olettaa teollisuuteen liittyvien työpaikkojen (1590 kpl) syntyvän Teollisuuskylän alueelle.

Yhden teollisuustyöpaikan vaatima kerrosala on 80 kem², joten teollisuus tarvitsee vuoteen 2030 mennessä kerrosalaa yhteensä 127 200 kem². (Rovaniemen yleiskaava 2015, 2002, 32) Kuvion 17 mukaisesti on kaksi aluetta, johon teollisuus voi sijoittua. Jääskeläisen kapasiteetin on suunniteltu olevan 52 000 kem², mutta tonttien kokoja ei ole määritetty. (Kaavatori, 2011) Teollisuuskylä 2:n aluetta ei ole vielä kaavoitettu, mutta sinne on suunniteltu laaja teollisuusalue. (Projektiselvitys - Isoaavan teollisuusalue, 2010, 1) Kaupanalan ja muiden palveluiden tarvitseman kerrosalan on oletettu sisältyvän KOYK-alueen palveluikiinteistöihin.



KUVIO 17. Teollisuustonttien sijainnit ja kerrosalakapasiteetit (Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta, 2002, muokattu)

Taulukossa 12 on esitetty arvio teollisuuskiinteistöjen rakentamisaikataulusta. Arvio perustuu siihen, että kerrosalatarve teollisuudessa jakautuu tasaisesti koko tarkasteluvälille. Arviossa on käytetty Jääskeläisen tonttimääränä 8 kappaletta. Jääskeläiseen ja Teollisuuskylä 2:een on oletettu rakennettavan vuorovuosina aikavälillä 2011 - 2025. Vuoteen 2025 mennessä Jääskeläisen kapasiteetti

on käytetty kokonaan, joten vuosina 2026 - 2030 rakennetaan pelkästään Teollisuuskylä 2:een. Taulukkoon 12 on määritetty myös teollisuuskiinteistöjen vuosienenergiat, joiden laskentaperusteena on käytetty konepajan vuosienenergiaa (kaava 11). Teollisuusaluetta syöttää Viirinkankaan sähköasema, jonka lähdöt on myös kirjattu taulukkoon.

TAULUKKO 12. Arvioitu teollisuuskiinteistöjen rakentamisaikataulu

VUODET	KOHDE	A_{krs} (m ²)	E (MWh)	LÄHTÖ
2011-2015	Jääskeläinen	19 080	2 439	Hallitie 2
2011-2015	Teollisuuskylä 2	12 720	1 626	Vaasan & Vaasan Oy
2016-2020	Jääskeläinen	12 720	1 626	Hallitie 2
2016-2021	Teollisuuskylä 2	19 080	2 439	Vaasan & Vaasan Oy
2021-2025	Jääskeläinen	19 080	2 439	Hallitie 2
2021-2026	Teollisuuskylä 2	12 720	1 626	Vaasan & Vaasan Oy
2025-2030	Teollisuuskylä 2	31 800	4 065	Vaasan & Vaasan Oy

7 OMINAISKULUTUSENNUSTEET

Ominaiskulutusennusteilla on tärkeä merkitys sähköverkon kuormituskehitystä tarkasteltaessa. Paikkakuntaakohtaisten ominaiskulutusten tilastointi ja ennustaminen kuuluvat paikallisen verkkoyhtiön tehtäväksi. ROVE:lla ei kuitenkaan ole kerättyä historiatietoja eikä ole luotuna tulevaisuuden ennusteita erilaisten kuluttajaryhmien kulutuskäyttäytymisestä. Tämän vuoksi tässä työssä on käytetty valtakunnallisia ennusteita.

Kuluttajaryhmäkohtaisten ominaiskulutusten ennustamisen tekee haasteelliseksi kuitenkin se, että suoranaisia valtakunnallisia ennusteita ei tehdä. Yleiset sähkönkäytön ennusteet voivat sisältää ominaiskulutuksen lisäksi myös uudisrakentamisen osuuden. Ominaiskulutusta ennustettaessa nämä antavat kuitenkin kuvan pahimmasta mahdollisesta tilanteesta. Edelleen on kuitenkin huomiotava, että kyseiset ennusteet ovat valtakunnallisia, joten ne eivät välttämättä kuvaa paikallista kehitystä.

7.1 Kotitaloudet

Kotitaloudet kuluttavat suuren osan ROVE:n siirtämästä sähköstä. Kotitalouksissa energiansäästöpotentiaali on suuri, koska sähkön käyttöä voidaan vähentää esimerkiksi valaistuksesta, kodin elektroniikasta sekä kylmäsäilytys- ja LVI-laitteista. Esimerkiksi vuoteen 2020 mennessä säästöpotentiaali on kokonaisuudessaan 23 %. Kuitenkin Elinkeinoelämän keskusliitto EK ja Energiateollisuus ry ovat arvioineet kotitalouksien ominaiskulutuksen pysyvän ennallaan. Tämä johtuu siitä, että kotitalouksien sähkölaitteiden määrä kasvaa ja se kumoaa energiansäästön vaikutuksen. (Arvio Suomen sähkönkysynnästä vuonna 2030, 2009, 14-15)

7.2 Palvelut

Rovaniemen elinkeinorakenteesta johtuen palveluiden osuus ROVE:n jakelualueen kuormituksesta on suuri. Alueella on paljon kaupanalan ja muiden palveluiden kiinteistöjä. Palvelualoilla Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosasto (2009, 12) on arvioinut sähkön käytön kasvavan vuodessa 0,7 % vuoteen 2030 asti.

Pitkän aikavälin arvion tekee epävarmaksi maailmanmarkkinoiden kehitys. Taantuman tai laman aikana ihmiset ovat tarkkoja rahojensa käytöstä, joten tällöin voidaan olettaa palveluidenkin käytön vähenevän. Lisäksi palvelusektorilla on useita kohteita, joiden sähkön käyttöä on mahdollista vähentää. Näitä ovat esimerkiksi valaistus, ilmanvaihto ja erilaiset sähkömoottorikäytöt. (Arvio Suomen sähkönkysynnästä vuonna 2030, 2009, 12)

7.3 Teollisuus

Teollisuuden osuus ROVE:n jakelualueen kuormituksesta ei ole suuri. Alueella ei ole energiaintensiivistä prosessiteollisuutta. Teollisuuskylässä sijaitsee mm. muutamia suuria kokoonpanoteollisuuden ja elintarvikealan yrityksiä sekä korjaamotoimintaa harjoittavia yrityksiä. Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosasto (2009, 12) on arvioinut teollisuuden sähkön käytön kasvavan vuodessa 0,2 % vuoteen 2030 mennessä.

Kuten palveluidenkin kohdalla, teollisuudessa arvion tekee epävarmaksi pitkällä aikavälillä toteutuva maailmanmarkkinoiden kehitys ja toimintaympäristöissä tapahtuvat muutokset. Maailmanmarkkinoiden kasvaessa tuotantoa pyritään kasvattamaan ja tuotantolaitoksiin investoidaan kiivaasti. Tämä näkyy kasvuna myös sähkön käytössä. Toisaalta taantuman tai laman aikana tuotantomääriä lasketaan ja tuotantolaitoksia jopa pysäytetään, jolloin luonnollisesti myös sähkön tarve vähenee. Toimintaympäristössä tapahtuvat muutokset saattavat aiheuttaa myös pysyviä muutoksia teollisuudelle. Esimerkiksi talouden taantuman jälkeen tuotantomäärät eivät välttämättä kasva taantumaa edeltäneelle tasolle.

Lisäksi myös teollisuudella mahdollista vähentää sähkönkulutusta. Tämä onnistuu esimerkiksi sähkömoottorikäyttöjen osalta.

8 KUORMITUSENNUSTE

Sähköasemien lähtöjen kuormitusennuste perustuu edellä esitettyihin rakentamisaikatauluihin ja ominaiskulutusennusteisiin. Niiden pohjalta Xpower-verkkotietojärjestelmään luotiin viisi suunnitelmaa. Vuoden 2011 lähtötilanteessa verkkomalliin ei tehty muita muutoksia kuin taulukon 3 mukaiset jakorajamuutokset. Vuosia 2015, 2020, 2025 ja 2030 koskien luotiin jokaista neljää osaväliä vastaavat suunnitelmat. Rakennusaikataulujen perusteella muuntamoiden juuripisteisiin lisättiin uusia kuluttajia vastaavat kuluttajaryhmät ja niiden vuosienenergiat. Ominaiskulutuksen kasvua mallinnettiin Xpower:in kasvukertoimen avulla. Ominaiskulutuksen kasvua ei ollut kuitenkaan mahdollista toteuttaa muuten kuin olettamalla 5-vuotistarkastelujaksoa vastaavan rakentamisen tapahtuvan heti jakson alussa. Tämän jälkeen ominaiskulutuksen mukainen prosentuaalinen vuosittainen kasvu tapahtui tarkastelujakson loppuun saakka. Edelleen laskentatarkkuuteen liittyen on huomioitava, että kasvukerrointa ei ollut mahdollista syöttää Xpower:iin kuin yhden prosentin tarkkuudella.

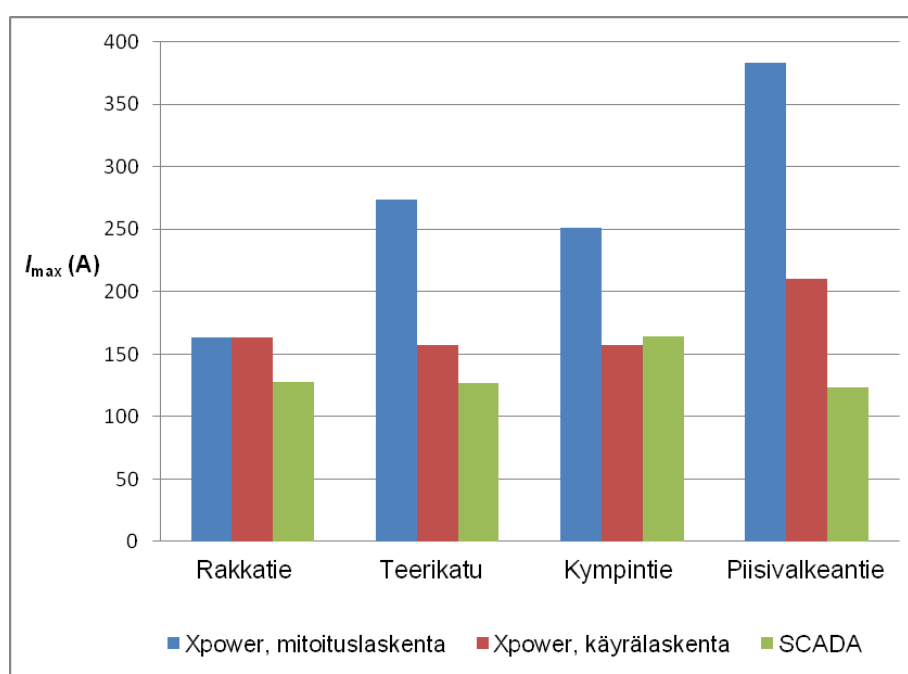
Sähköasemien lähtöjen huippuvirtojen ennustamisen apukeinona voisi käyttää myös lähtöjen historiatietoja. Näitä ei ollut kuitenkaan saatavilla, joten kuormitustarkastelu perustuu pelkästään verkkotietojärjestelmällä saatuihin laskentatuloksiin.

KJ-verkon normaalissa syöttötilanteessa ROVE:lla sähköasemien lähtöjen huippuvirtojen raja-arvona pidetään 240 A:ia. Kuormitusennusteisiin liittyvässä pohdinnassa oletetaan, että raja-arvon ylittävien lähtöjen kapasiteetti on loppunut.

8.1 Laskentatulosten luotettavuus

Jotta verkkotietojärjestelmän antamat laskentatulokset olisivat luotettavia, verkkomallin lähtötietojen on vastattava todellisen verkon kuormitustilannetta mahdollisimman tarkasti. Kuviossa 18 on esitetty esimerkkinä Palkisentien sähkö-

aseman neljän lähdön kuormitushuipun virrat I_{\max} . Kuviota vastaavat tarkat numeeriset arvot ovat liitteessä 3. Kuviossa on esitetty kahdella eri Xpower-verkkotietojärjestelmän laskentaoptiolla saatua laskentatulosta ja verkon SCADA-valvontajärjestelmään talvisena pakkaspäivänä 29.12.2010 tallentuneet todelliset huippuarvot. Verkkomalliin tehdyt taulukon 3 mukaiset jakorajamuutokset eivät koske kyseisiä lähtöjä, joten arvot ovat vertailukelpoisia. Kuviossa 18 merkintä "Xpower, mitoituslaskenta" vastaa verkkotietojärjestelmän "Tehonjakomitoitus"-laskentaoptiota, jonka avulla yleensä tarkastellaan verkon suureita. Merkintä "Xpower, käyrälaskenta" vastaa verkkotietojärjestelmän "Tehonjakokäyrä"-laskentaoptiota.



KUVIO 18. Neljän Palkisentien sähköaseman lähdön Xpower-laskentatulokset ja SCADA-järjestelmän todelliset mittaustulokset 29.12.2010 (Karasti, 2011, muokattu)

Kuten kuvio 18 osoittaa, Xpower:in verkkomalli ei vastaa todellista verkkoa. Lähes kaikki mitoituslaskennan kautta saadut tulokset poikkeavat olennaisesti mitatuista huippuarvoista. Käyrälaskennan tulokset poikkeavat todellista arvoista mitoituslaskentaa vähemmän. Tämän vuoksi jäljempänä olevat laskentatulokset on määritetty Xpower:in käyrälaskennalla. Edelleen kuvioista on pääteltävissä, että verkon kuormituslaskennan tulokset ovat totuttua pienemmät, koska laskennassa ei ole voitu käyttää normaalisti käytettävää mitoituslaskentaa.

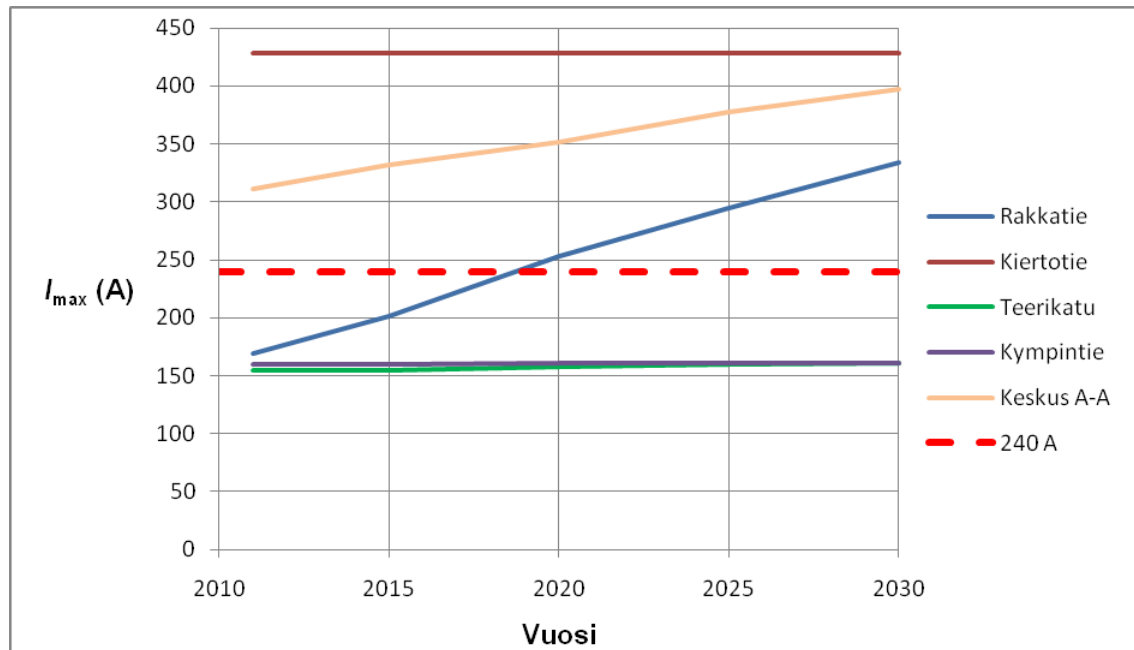
Koska Xpower:in verkkomalli ei vastaa todellisen verkon kuormitustilannetta, laskentatulokset ovat lähinnä suuntaa-antavia. Verkon kehittämisen kannalta niistä ei kannata tehdä liian tarkkoja johtopäätöksiä. Lisäksi väärin lähtötietojen vuoksi ei ole mielekäästä tarkastella esimerkiksi päämuuntajien huipunkäyttöaikoja, joiden perusteella voisi tutkia päämuuntajien kapasiteetin riittävyyttä tulevaisuudessa.

Todellisuudesta poikkeavien lähtötietojen ja purettavien rakennusten vähäisen määrän vuoksi purettavia rakennuksia ei ole laskennassa otettu huomioon. Esimerkiksi jokaisen nykyisen kerrostalon lämmitysjärjestelmäksi on verkkotietojärjestelmässä määritetty jokin sähkölämmityksen muoto. Jos sähkölämmitetty kerrostalo poistetaan verkosta ja se korvataan kerrostaloa vastaavalla todellisella kuluttajaryhmällä, verkon kuormitus laskee, vaikka rakennettava uusi kerrostalo olisi edeltäjänsä suurempi. Lisäksi osaa purettavista rakennuksista syöttää Y-muuntamot eli yksityisessä omistuksessa olevat muuntamot, joilla ei ole kulu-tustietoja. Tämän vuoksi ne eivät aiheuta verkkoon kuormitusta ollenkaan.

8.2 Palkisentien sähköaseman kuormitusennuste

Palkisentien sähköaseman kuormitusennustetta vastaavat Xpower-verkkotietojärjestelmään lisätyt kuluttajaryhmät ja niiden vuosienenergiat sekä ominaiskulutuksen vuosikasvu kuvaavat prosenttiluvut on koottu liitteeseen 4. Liitteessä on esitetty myös kuvioita 19 ja 20 vastaavat kuormitusvirrat numeroarvoina.

Kuviossa 19 on esitetty Palkisentien sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen kuormitusennusteet. Tarkasteluvälillä Teerikadun ja Kympintien lähtöjen kuormitusvirrat pysyvät maltillisina. Rakkatien lähdön kapasiteetti loppuu vuonna 2018. Keskus A-A- ja Kiertotie-lähdöt ovat ylikuormassa jo lähtötilanteessa. Vuonna 2030 Kiertotien, Rakkatien ja Keskus A-A:n lähtöjen kokonaisvirta on 1160 A. Jos kyseisten lähtöjen kuormitustilaa ei muuteta jakorajamuutoksilla, karkeasti arvioiden päämuuntajan 1 kohdalla lähtöjä tarvitaan lisää vähintään 5 kpl vuoteen 2030 mennessä.



KUVIO 19. Palkisientien sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen kuormitusennusteet

Kuvion 19 kuormitusennusteessa on oletettu kaikki Rakkatien lähdön syöttöaluelle rakennettavat omakotitalot sähkölämmitteisiksi. Uusia omakotitaloja syöttää käytännössä kahdelta sähköasemalta kolme lähtöä. Taulukkoon 12 on koottu taulukosta 9 rakennettavien omakotitaloasuntojen määrät ja huoneistoalat. Taulukkoon 12 on laskettu vuoteen 2030 mennessä rakennettavien omakotitalojen vuosienergiat kaavoilla 1, 2 ja 3, kun nyt oletetaan puolet uusista omakotitaloista sähkölämmitteisiksi ja puolet jollain muulla tavalla lämmitetyiksi.

TAULUKKO 12. Uusia omakotitaloja syöttävien lähtöjen kokonaisenergiat vuonna 2030, kun puolet omakotitaloista sähkölämmitteisiä ja puolet ei-sähkölämmitteisiä

SÄHKÖAS.	LÄHTÖ	LÄMMITYS	Asuntoja (kpl)	A_{hu} (m ²)	E (MWh)
PAL	Rakkatie	Sähkö	281	42 150	6 604
PAL	Rakkatie	Ei-sähkö	281	42 150	2 065
OUN	Myllärintie 1	Sähkö	182	27 300	4 277
OUN	Myllärintie 1	Ei-sähkö	182	27 300	1 338
OUN	Kuukkelintie	Sähkö	114	17 100	2 679
OUN	Kuukkelintie	Ei-sähkö	114	17 100	838

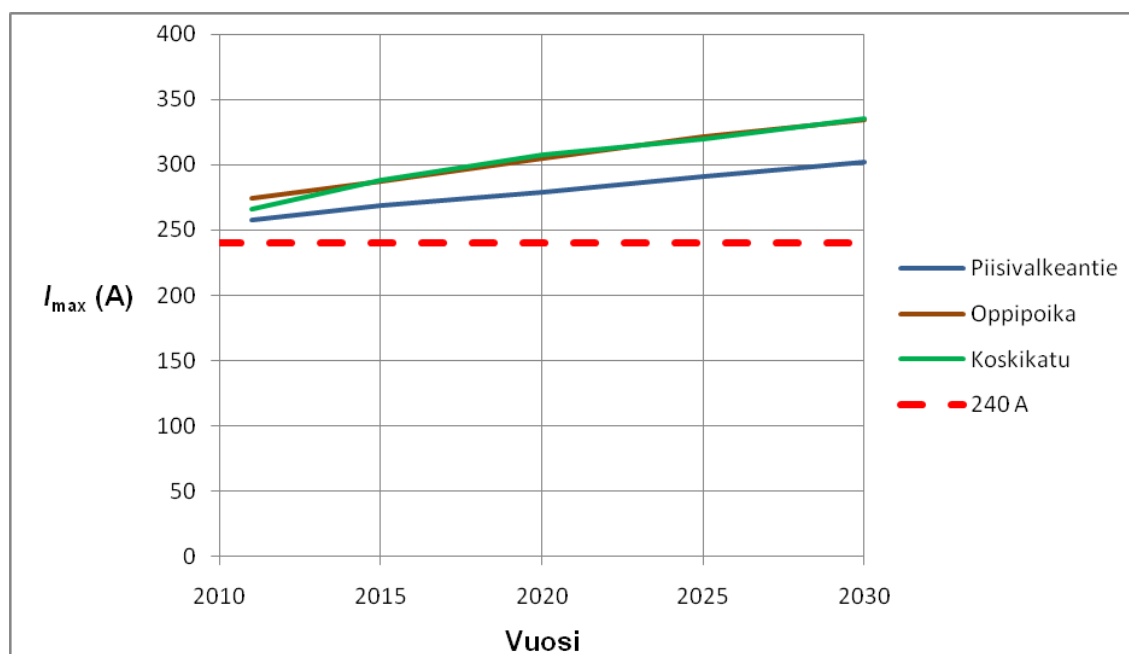
Taulukossa 13 on esitetty Xpower-kuormituslaskennalla määritetyt uusia omakotitaloja syöttävien lähtöjen huippuvirrat, kun uudet omakotitalot rakennetaan

taulukon 12 osoittamalla tavalla. Vuonna 2030 Rakkatien lähdön virta on 269 A ja lähdön kapasiteetti riittää vuoteen 2025 saakka. Huippuvirran pieneneminen on kuitenkin niin vähäistä, että edelleen päämuuntajan 1 kohdalla tarvitaan vähintään 5 uutta lähtöä vuoteen 2030 mennessä.

TAULUKKO 13. Uusia omakotitaloja syöttävien lähtöjen huippuvirrat vuonna 2030, kun puolet omakotitaloista sähkölämmitteisiä ja puolet ei-sähkölämmitteisiä

SÄHKÖAS.	LÄHTÖ	I_{\max} (A)
PAL	Rakkatie	269
OUN	Myllärintie 1	247
OUN	Kuukkelintie	180

Kuviossa 20 on esitetty Palkisentien sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet. Jokainen lähtö on ylikuormassa jo alkutilanteessa. Lähtöjen kokonaisvirta vuonna 2030 on 972 A. Jos kyseisten lähtöjen kuormitustilaa ei muuteta jakorajamuutoksilla, karkeasti arvioiden myös päämuuntajan 2 kohdalla lähtöjä tarvitaan lisää vähintään 5 kpl vuoteen 2030 mennessä.

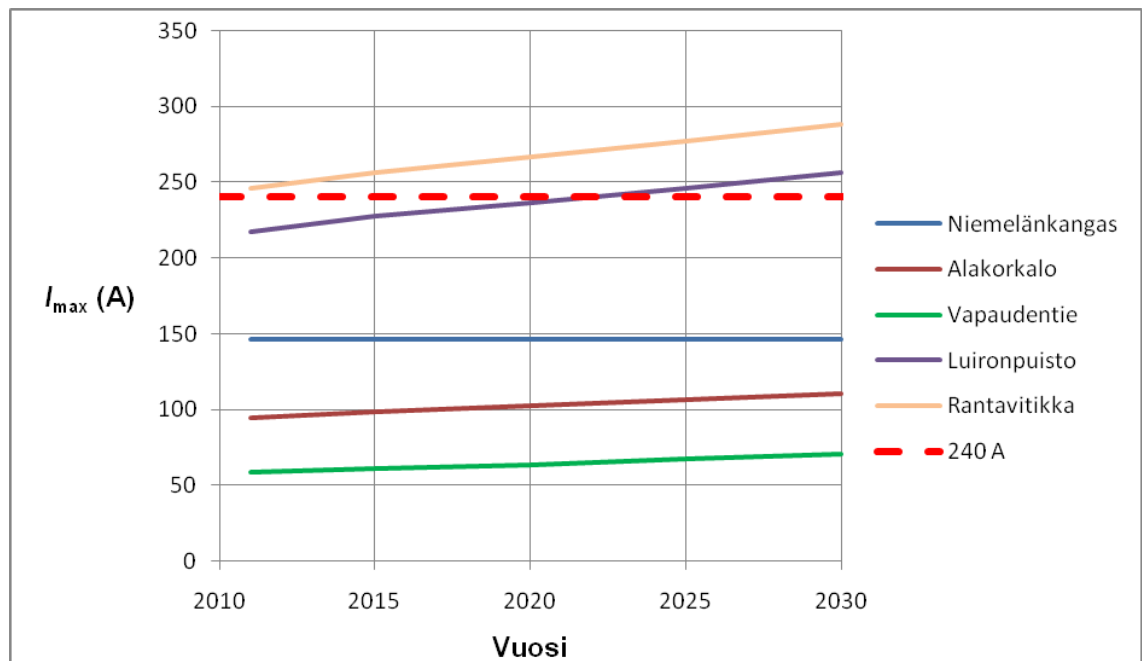


KUVIO 20. Palkisentien sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet

8.3 Viirinkankaan sähköasema

Viirinkankaan sähköaseman kuormitusennustetta vastaavat Xpower-verkkotietojärjestelmään lisätyt kuluttajaryhmät ja niiden vuosienenergiat sekä ominaiskulutuksen vuosikasvu kuvaavat prosenttiluvut on koottu liitteeseen 5. Liitteessä on esitetty myös kuvioita 21 ja 22 vastaavat kuormitusvirrat numeroarvoina.

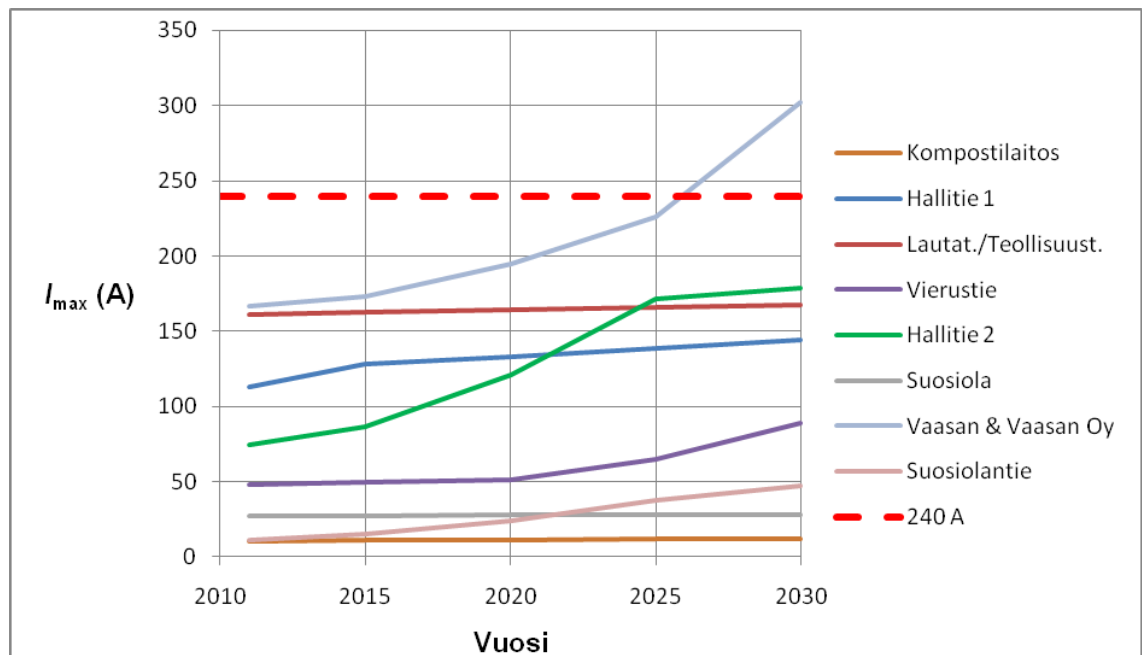
Kuviossa 21 on esitetty Viirinkankaan sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen kuormitusennusteet. Tarkasteluvälillä Niemelänkankaan, Alakorkalon ja Vapaudentien lähtöjen kuormavirrat pysyvät maltillisina. Luironpuiston lähdön kapasiteetti loppuu vuonna 2022. Rantavitikan lähtö on ylikuormassa jo lähtötilanteessa. Luironpuiston ja Rantavitikan lähtöjen kokonaisvirta vuonna 2030 on 544 A. Jos kyseisten lähtöjen kuormitustilaa ei muuteta jakorajamuutoksilla, karkeasti arvioiden päämuuntajan 1 kohdalla lähtöjä tarvitaan lisää vähintään 3 kpl vuoteen 2030 mennessä.



KUVIO 21. Viirinkankaan sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen k kuormitusennusteet

Kuviossa 22 on esitetty Viirinkankaan sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet. Tarkasteluvälillä lähes kaikkien lähtöjen kuormitukset py-

syvät maltillisina. Vaasan & Vaasan Oy:n lähdön kapasiteetti loppuu vuonna 2026. Jos kyseisen lähdön kuormitustilaa ei muuteta jakorajamuutoksilla, karkeasti arvioiden päämuuntajan 2 kohdalla tarvitaan yksi uusi lähtö vuoteen 2030 mennessä. Mutta koska muiden Teollisuuskylää syöttävien lähtöjen kuormitus on alhainen, käytännössä tilanne on korjattavissa jakorajamuutoksilla.



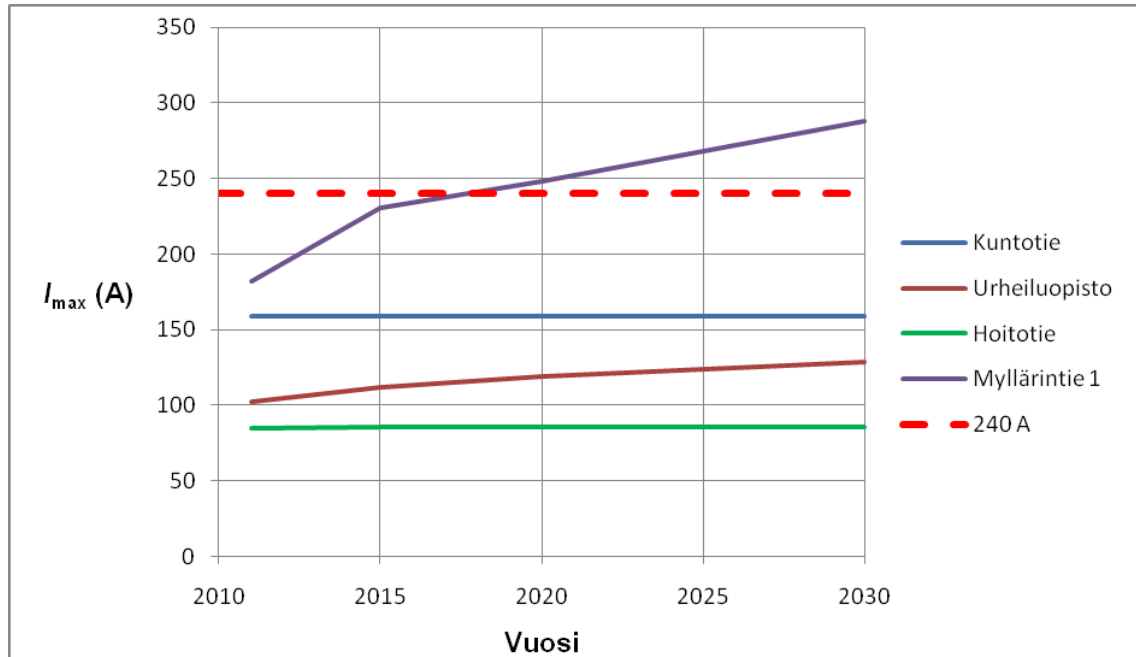
KUVIO 22. Viirinkankaan sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet

8.4 Ounasvaaran sähköasema

Ounasvaaran sähköaseman kuormitusennustetta vastaavat Xpower-verkkotietojärjestelmään lisätyt kuluttajaryhmät ja niiden vuosienergiat sekä ominaiskulutuksen vuosikasvu kuvaavat prosenttiluvut on koottu liitteeseen 6. Liitteessä on esitetty myös kuvioita 23 ja 24 vastaavat kuormitusvirrat numeroarvoina.

Kuviossa 23 on esitetty Ounasvaaran sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen kuormitusennusteet. Tarkasteluvälillä vain Myllärintie 1 -lähdön kapasiteetti loppuu kesken. Tämä tapahtuu jo ennen vuonna 2017. Kapasiteetin lisäämiseksi

tarvitaan yksi uusi lähtö, mutta käytännössä kuorma on jaettavissa päämuuntajan 2 syöttämien Myllärintie 2 - ja Kuukkelintie -lähtöjen kesken.

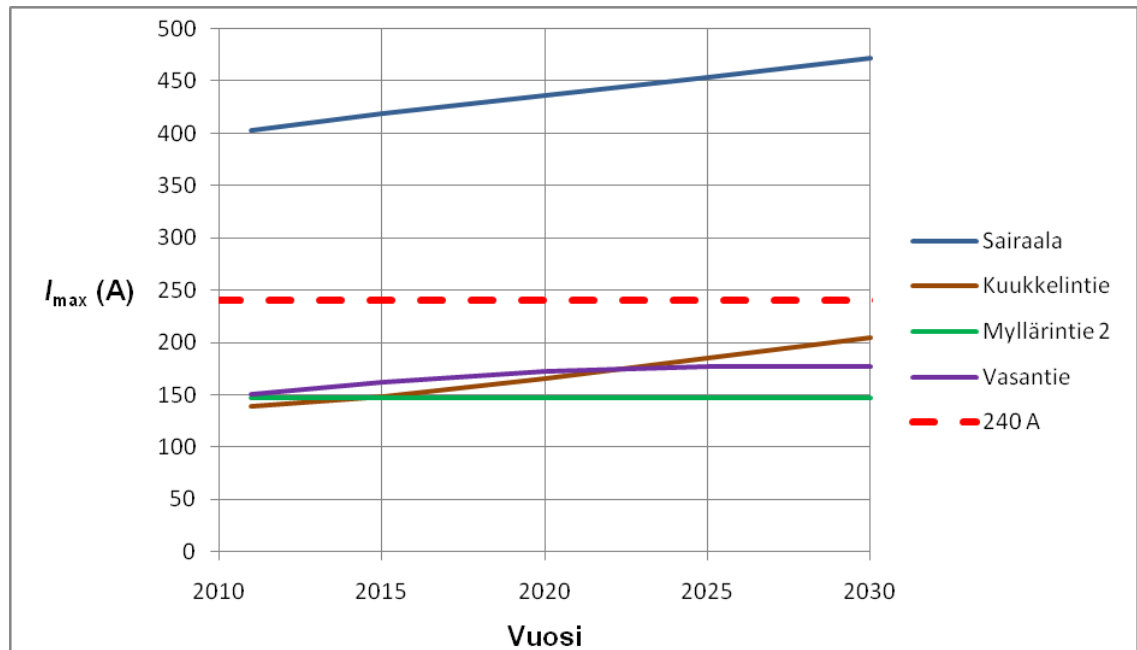


KUVIO 23. Ounasvaaran sähköaseman päämuuntajan 1 lähtöjen kuormitusennusteet

Kuvion 23 kuormitusennusteessa on oletettu kaikki Myllärintie 1 lähdon syöttöalueelle rakennettavat omakotitalot sähkölämmitteisiksi. Edellä on taulukkoon 13 määritetty lähdon kuormitusvirraksi 247 A, kun puolet uusista omakotitaloista on sähkölämmitteisiä ja puolet jollain muulla tavalla lämmitettyjä. Tässä tapauksessa kapasiteetti riittää 3 vuotta aiempaa pidemmälle eli vuoteen 2028 saakka. Myllärintie 1 lähdon kuormitusvirta on nyt vain 7 A yli raja-arvon, joten sen takia ei kannata lisätä lähtöjä vuoteen 2030 mennessä.

Kuviossa 24 on esitetty Ounasvaaran sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet. Tarkasteluvälillä kapasiteetti loppuu kesken vain Sairaalan lähdössä, joka on jo lähtötilanteessa ylikuormassa. Koska kyseiseen lähtöön on liitetty keskeytyskriittinen Lapin Keskussairaala, lähdon kuormitusta ei ole mahdollista tasata muiden lähtöjen kesken. Sairaalan lähdon huippuvirta vuonna 2030 on 472 A, joten karkeasti arvioiden Lapin Keskussairaala varten tarvitaan lähtöjä lisää vähintään 2 kpl vuoteen 2030 mennessä. Tässä tapauksessa tulee kuitenkin selvästi esille verkkotietojärjestelmässä olevat väärät lähtötiedot, kos-

ka SCADA-valvontajärjestelmään on talvisena pakkaspäivänä 29.12.2010 tal-
lentunut lähdön todelliseksi huippuvirraksi 87 A. (Karasti, 2011)



KUVIO 24. Ounasvaaran sähköaseman päämuuntajan 2 lähtöjen kuormitusennusteet

Kuvion 24 kuormitusennusteessa on oletettu kaikki Kuukkelintien lähdön syöttöalueelle rakennettavat omakotitalot sähkölämmitteisiksi. Edellä on taulukkoon 13 määritetty lähdön kuormitusvirraksi 180 A, kun puolet uusista omakotitaloista on sähkölämmitteisiä ja puolet jollain muulla tavalla lämmitettyjä. Alkuperäisessä tapauksessakaan Kuukkelintien lähdön kapasiteetti ei loppunut kesken, mutta nyt sille voi tarvittaessa siirtää kuormia muilta lähdöiltä.

9 TULEVAISUUDESSA SÄHKÖN KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

EU:n tulevaisuuden tavoitteena on pyrkiä vähentämään esimerkiksi energiantuotannossa ja liikenteessä tuotettuja kasvihuonekaasuja. Tämän johdannais-seurauksena myös sähkönkäyttötottumukset tulevat todennäköisesti muuttumaan. Tässä kappaleessa on käsitelty eräitä tekijöitä, joiden on oletettu vaikuttavan sähkön käyttöön lähitulevaisuudessa ja pitkällä aikavälillä. Niitä ei ole kuitenkaan otettu huomioon varsinaisessa kuormitusennusteessa.

9.1 Sähköautot

Vielä nykyään perinteiset polttomoottorikäyttöiset autot hallitsevat markkinoita. Sähköautojen on kuitenkin ennustettu yleistyvän lähivuosikymmeninä. Erilaisia sähköautojen yleistymiseen liittyviä skenaarioita on esitetty taulukossa 14, jossa on ennustettu ladattavien hybridautojen (PHEV eli Plug-in Hybrid Electrical Vehicle) ja pelkästään akuilla toimivien sähköautojen (EV eli Electrical Vehicle) osuuksia koko autokannasta. Vielä on kuitenkin mahdoton ennustaa, että mikä skenaario tulee toteutumaan. Tällä hetkellä yleistymistä jarruttaa erityisesti akkujen kallis hinta. Tulevaisuudessa akkuteknologioiden kehittymisen kautta saavutettu kustannustehokkuus mahdollistaa sähköautojen markkinoiden laajenemisen. Tulevaisuudessa myös öljylle epäedullinen hintakehitys tulee edesauttamaan sähköautojen yleistymistä. ROVE:n jakelualueen kohdalla pohjoinen sijainti voi vaikuttaa markkinoihin. Nykyään sähköautojen toimintasäteet ovat suhteellisen lyhyitä, kun taas pohjoisessa ajomatkat ovat pitkiä. Lisäksi akkujen on toimittava luotettavasti myös kylmillä ilmoilla, jotta sähköautot olisivat varteenotettava vaihtoehto Rovaniemen korkeudella.

TAULUKKO 14. Skenaarioita ladattavien hybridiautojen (PHEV) ja akkukäyttöisten sähköautojen (EV) osuudelle koko autokannasta (Sähköajoneuvot Suomessa - selvitys, 2009, 7)

Skenaario	Vuosi	PHEV	EV
		(%)	(%)
Hidas	2020	2	0,5
	2030	8	4
Perus	2020	3	0,6
	2030	19	7
Nopea	2020	8	1
	2030	38	19

Taulukkoon 15 on laskettu edellä laaditun väestöennusteen (taulukko 4) perusteella eri sähköautoskenaarioiden vaikutus ROVE:n jakelualueen sähkön käyttöön. Autojen kokonaismäärää laskettaessa on käytetty hyväksi Rovaniemen henkilöautotiheyttä (0,522 autoa / asukas). (Lähiöohjelma 2008 - 2011, 2008, 1) Sähköautot Suomessa - selvityksen (2009, 17) perusteella molemmat sähköautotyypit kuluttavat sähköllä ajettaessa sähköenergiaa noin 0,2 kWh / km. Lapsissa autoilla ajetaan keskimäärin 18920 km vuodessa. (Henkilöliikennetutkimus 2004 - 2005, 2006, 26) Ladattavat hybridiautot on käsitelty PHEV40-autoina, joilla voidaan ajaa 60 % ajokilometreistä pelkällä sähköllä. (Mutanen, 2010, 7) Energioihin on huomioitu myös latauksen hyötysuhde 0,81. (Mutanen, 2010, 7)

TAULUKKO 15. Eri sähköautoskenaarioiden vaikutus ROVE:n jakelualueen sähköenergian käyttöön

Skenaario	Vuosi	Asukkaita	Autoja	PHEV	EV	PHEV40	EV	PHEV40+EV
		(kpl)	(kpl)	(kpl)	(kpl)	E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)
Hidas	2020	42 194	22 025	441	110	1 235	514	1 749
	2030	46 169	24 100	1 928	964	5 404	4 503	9 908
Perus	2020	42 194	22 025	661	132	1 852	617	2 469
	2030	46 169	24 100	4 579	1 687	12 835	7 881	20 716
Nopea	2020	42 194	22 025	1 762	220	4 939	1 029	5 968
	2030	46 169	24 100	9 158	4 579	25 670	21 391	47 061

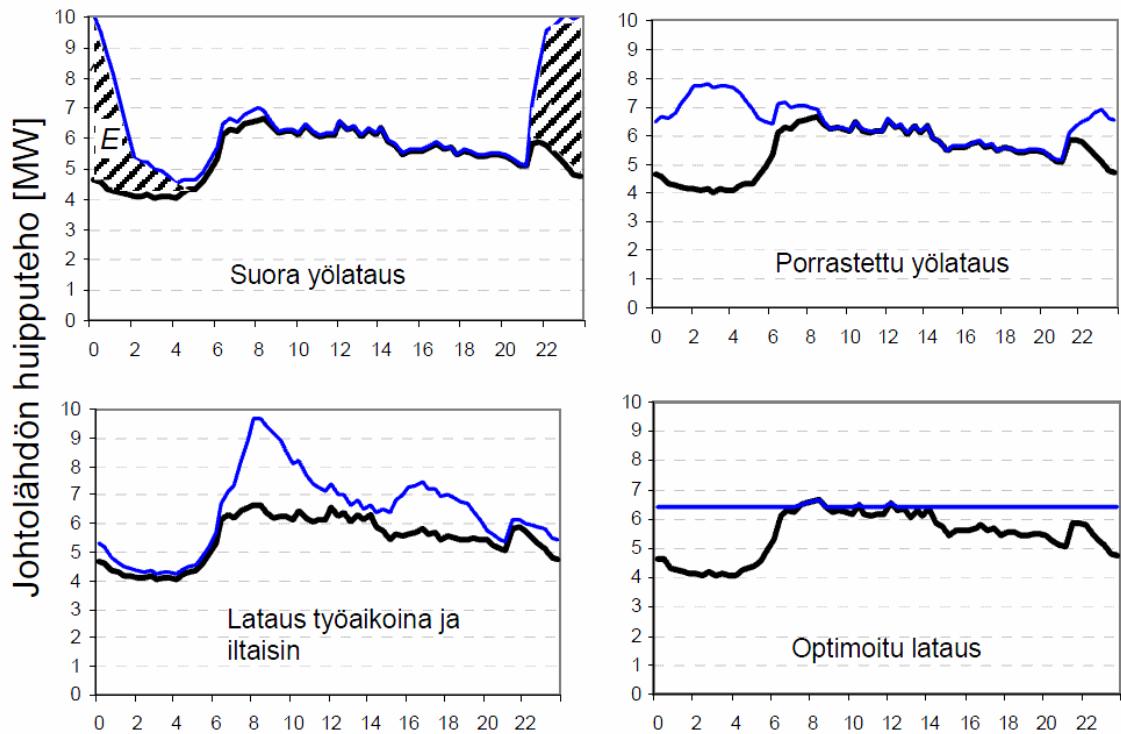
Kuten taulukosta 15 voidaan nähdä, eri skenaarioiden välillä on suuria eroja. Verrattaessa hidasta ja nopeaa skenaariota, nopeassa skenaariossa sähköautojen kokonaislatausenergia on vuonna 2020 noin 340 % ja vuonna 2030 noin 475 % hidasta skenaariota suurempi. ROVE:n vuonna 2010 siirtämästä sähkö-

energiasta (334 GWh, kuvio 2) vuoden 2030 nopean skenaarion mukainen kokonaisenergia on 14 %, mutta hitaan skenaarion enää vain 3 %.

Sähköautojen lataustavalla on suuri merkitys verkon kuormitukseen. Hidas lataus tapahtuu yksivaiheisesta 10 - 16 A sulakkeella varustetusta latauspisteestä. Tällöin latausteho voi olla enintään 2,3 kW tai 3,6 kW. Hitaan latauksen voi olettaa olevan suosituin lataustapa Suomessa, koska se on mahdollista toteuttaa jo nykyisillä polttomoottoriautojen esilämmitysjärjestelmien syötöillä. Näiden kokonaisvaikutuksena verkkojen kuormitushuiput voivat nousta suuriksi, jos sähköautot yleistyvät nopeasti ja sähköautoja ladataan iltaisin, jolloin asuinalueiden sähköverkkojen kuormitukset ovat muutenkin korkeita. Puolinopea lataus tarkoittaa 16 - 32 A:n syöttöpistettä, jonka kautta latausteho on n. 11 - 22 kW. Käytännössä nykyään puolinopea lataus on mahdollista esimerkiksi omakotitaloissa, jos niiden pääsulakkeet ovat riittävän isot. Kuitenkin omakotitalojenkin yhteydessä hidas lataus tulee olemaan suosituin latausmuoto juuri pääsulakkeiden pienuuden takia. Pikalatauksella ei ole tarkkaa määritelmää. Sen latausteho voi olla kymmenistä kilowateista satoihin kilowatteihin. Ainakin alkuvaiheessa pikalataus tulee olemaan mahdollista vain kaupunkien ydinkeskustoissa, joissa palveluiden yhteydessä voi olla tarve todella nopeaan lataamiseen. Jos pikalatauspisteet yleistyvät nopeasti ja niitä käytetään yhtäaikaisesti, sähköasemien lähdoille aiheutuu korkeita kuormituspiikkejä. Jo muutama pikalataaja saa aikaan megawatin huipputehon. (Sähköajoneuvot Suomessa - selvitys, 2009, 51-52)

Sähköautojen latauksen vaikutus verkon kuormitukseen riippuu olennaisesti latausajankohdasta. Kuviossa 25 on esitetty esimerkkinä tuntemattoman verkko-yhtiön taajama-alueen johtolähdön nykytilanteen kuormituskäyrä (musta väri) ja eri vaihtoehtoja sähköautojen latausten ajoittamisen vaikutuksesta kuormituskäyrään (sininen väri). Johtolähdön alueella on 4171 asukasta ja työpaikkoja 1577. Kuluttajatyypit jakautuvat suhteessa seuraavasti: kotitalous 58 %, teollisuus 22 %, julkinen 13 % ja palvelu 8 %. Kotitaloudet jakautuvat seuraavasti: 659 omakotitaloa, 266 rivitaloasuntoa ja 888 kerrostaloasuntoa. Sähköautojen kuormituskäyriä luotaessa on oletettu, että 2/3 kotitalouksista siirtyy päivän ajaksi työpaikoille ja henkilöautoilla työpaikoille matkustaa 50 %. Näin lähdöllä

on päivällä noin 1000 - 1500 henkilöautoa ja yöllä 2000 autoa. (Järventausta, Partanen & Koponen, 2010, 37)



KUVIO 25. Tuntemattoman verkkoyhtiön taajama-alueen johtolähdön kuormituskäyrät ilman sähköautojen lataamista ja latauksen kanssa (Järventausta ym., 2010, 38)

Kuviosta 25 nähdään, että latausten ajoittumisella on suuri merkitys johtolähdön huipputehoon. Alkuperäisessä tilanteessa johtolähdön huipputeho on hieman alle 7 MW. Suoralla yölatauksella huipputeho on suurin (10 MW), mutta myös vaihtoehdossa "lataus työaikoina ja iltaisin" huipputeho on lähes yhtä suuri. Suositusten tai latausten ohjauksen kautta voidaan päästä porrastettuun yölataukseen, jolloin huipputeho jää hieman alle 8 MW:n. Optimoitu lataus tarkoittaa käytännössä latausten täydellistä ohjausta. Tällöin lähdön huipputeho ei kasva lainkaan alkuperäiseen tilanteeseen nähden.

9.2 Energiansäästölamput

Euroopan komissio on vuonna 2009 säätänyt asetuksen (N:o 244/2009), jolla määritetään vaatimukset lamppujen energiatehokkuudelle. Asetus määrittää rajat tietyn valomäärän tuottamiseen kulutetulle sähköenergialle. Tähän mennessä (19.3.2011) markkinoilta ovat poistuneet jo kaikki kirkaslasiset hehkulamput sekä 75 W:n ja sitä tehokkaammat himmeät hehkulamput. Viimeistään 1.9.2012 markkinoilta poistuvat kaikki hehkulamput ja 1.9.2016 mennessä poistuvat myös kierrekantaiset C-luokan halogeenilamput. (Euroopan komission asetus (N:o 244/2009) lamppujen energiatehokkuudelle, 2009)

Hehkulamppujen korvaaminen energiansäästölampuilla vähentää kiinteistöjen ominaiskulutusta. Teollisuudessa, liike-elämässä ja toimistoissa vaikutus on pieni, koska niissä käytetään yleisesti loisteputkivalaisimia. Kotitalouksissa hehkulamppu on yleisin lampputyyppi, joten niissä energiansäästöpotentiaali on suurin. Tyypillisen asunnon lampputyyppijakauma on esitetty taulukossa 16. Taulukkoon on lisäksi laskettu lamppujen keskitehojen P_{ka} ja vuosittaisten käyttöaikojen t perusteella eri lamppujen käyttämät vuosienenergiat E .

TAULUKKO 16. Yhden asunnon lampputyyppijakauma ja valaistukseen kulutettu vuosienenergia (Korhonen, Pihala, Ranne, Ahponen & Sillanpää, 2002, 158, muokattu)

Lampputyyppi	n_{la} (kpl)	P_{ka} (W/kpl)	t (h/a)	E (kWh/a)
Hehku	19	58	511	563
Halogeeni	0,5	21	730	8
Vakioiloiste	3	36	913	99
Yksikantaloiste	1	10	913	9

Vuonna 2010 ROVE:n jakelualueella oli 37 800 asukasta (taulukko 4). Kaavoitusohjelman (2010, 23) mukaan Rovaniemellä on keskimäärin 1,8 asukasta / asunto, joten käsiteltävällä alueella on n. 21 000 asuntoa. Kun yhdessä asunnossa hehkulamppujen määrä, keskiteho ja vuosittainen käyttöaika ovat taulukon 16 mukaisia, teoriassa ROVE:n jakelualueella hehkulamput kuluttavat vuodessa sähköä 11,8 GWh. Tyypillisesti 60 W hehkulampun tuottama valomäärä on verrattavissa 11 W kierrekantaiseen pienoisloistelamppuun. (Energiansääs-

tölampulla säästät, 2010) Jos käsittelyalueella kaikki hehkulamput korvataan kyseisillä energiansäästölampeilla, kulutus voisi teoriassa laskea 8,7 GWh, koska energiansäästölamput kuluttavat vuodessa vain 3,1 GWh. Verrattaessa tätä ROVE:n vuonna 2010 siirtämään sähköenergiaan (334 GWh, kuvio 2) energiansäästölamput vähentävät kulutusta 2,6 %.

Hehkulamppu tuottaa paljon lämpöenergiaa, koska sen kuluttamasta sähköenergiasta vain 5 % muuttuu näkyväksi valoksi. Kulutuksen loppuosa, eli 95 %, muuttuu suoraan lämmöksi. Vastaavasti energiansäästölamppun kuluttamasta energiasta 25 % muuttuu valoksi ja 75 % lämmöksi. Energiansäästölamppuihin siirryttäessä on siis varsinaisen lämmitysjärjestelmän kautta siirrettävää lämpöenergiaa kasvatettava. Helsingissä suoritettujen mittausten mukaan yhdessä asuinhuoneistossa energiansäästölampeilla saavutetaan 1890 kWh/a säästö, kun kohteina on käytetty kaukolämpöön kytkettyjä 4 huoneiston rivitaloa ja pientaloa. Vastaavasti mittauskohteissa lämpöenergian tarve on kasvanut 1430 kWh/a. (Tapanainen, 2010, 6/7/13)

Muista seikoista johtuen energiansäästölampeilla saatava säästö ei kuitenkaan näy kotitalouksien sähkönkulutuksessa. Niiden kautta saatava hyöty kumoutuu kotien sähkölaitteiden lisääntymisen johdosta. Erityisesti viihde-elektroniikka on viime vuosina kasvattanut osuuttaan kotitalouksien energiankulutuksessa. (Arvio Suomen sähkön kysynnästä vuonna 2030, 2009, 15)

9.3 Matalaenergiarakentaminen

Rakennusten lämmitysenergian käytölle on asetettu energiatehokkuutta edesauttavia määräyksiä. Vuoden 2010 alusta lämmitysenergiatarpeen tuli pienentyä 30 % edellisiin vaatimuksiin verrattuna. Edelleen vuodesta 2012 lähtien tarpeen on pienennyttävä 20 % vuoden 2010 määräyksiin verrattuna. Vuoteen 2020 mennessä EU:n tavoitteena on saavuttaa uudisrakennuksille taso, jolla suoranaisesti lämmitystarkoitukseen ei käytettäisi energiaa ollenkaan. Tällöin kaikki uudisrakennukset olisivat ns. nollaenergiataloja. (Käräjämäki, 2011, 9)

ROVE:n jakeluverkon kannalta uudisrakennuksista eivät ole olennaisia muut kuin sähkölämmitteiset pientalot ja rivitalot. Muut asuinrakennukset ja toimistorakennukset sekä teollisuuden, liike-elämän ja muiden palveluiden kiinteistöt lämpenevät lähes yksinomaan kaukolämmöllä.

Uudisrakennukset jaetaan matala-, passiivi- ja nollaenergiataloihin. Matalaenergiatalossa lämmitysenergian kulutus saa olla enintään 60 kWh/m² ja passiivitalossa vastaava arvo on 20 kWh/m². Luvut sisältävät mm. ilmanvaihdon, lämpökuorman ja käyttöveden lämmityksen tarvitseman energian. Nollaenergiatalo tuottaa yhtä paljon energiaa kuin se kuluttaa. Se siis tarvitsee käyttöönsä myös sähköenergiaa, mutta se mm. sähkölaitteiden hukkalämmön avulla tuottaa kuluttamansa verran sähköä. (Käräjämäki, 2011, 16)

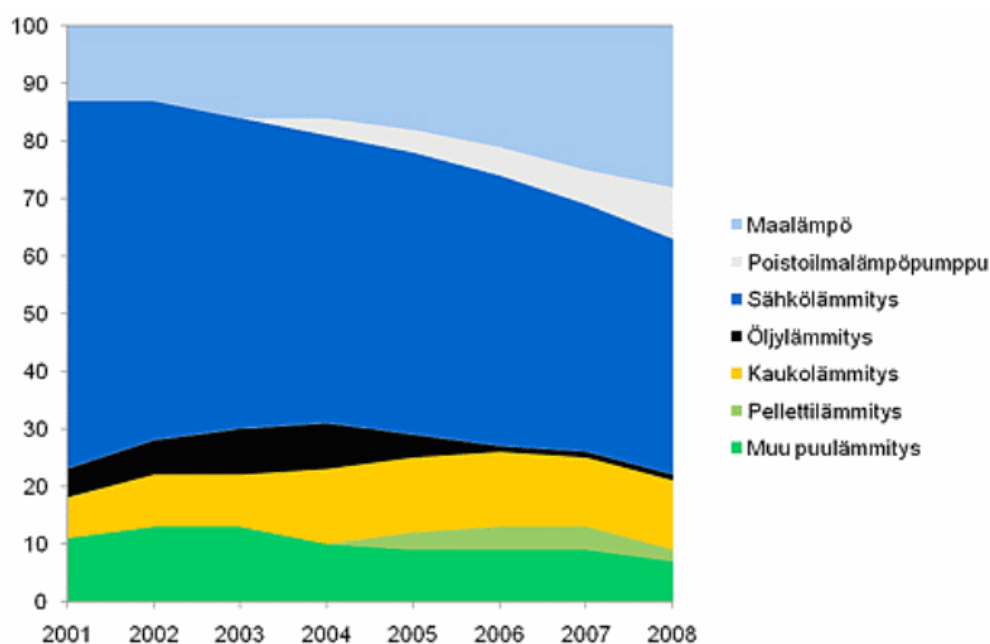
Taulukkoon 17 on koottu erilaisten sähkölämmitysmuotojen hyötysuhteita. Ne poikkeavat selvästi toisistaan, joten erilaiset lämpöpumput ovat varsin houkuttelevia vaihtoehtoja suoralle ja varaavalla sähkölämmitykselle. Lämpöpumppujen yleistyessä myös sähkölämmitteisten pientalojen lämmitykseen käytettävä sähköenergia tulee vähenemään. Toisaalta erityisesti ilma-ilma ja ilma-vesi lämpöpumppujen hyötysuhteet laskevat lämpötilan laskiessa, joten niitä ei kannata käyttää asuntojen lämmittämiseen kovilla pakkasilla. Eikä niitä ole myöskään suunniteltu täyttämään kiinteistön koko lämmitystarvetta. Ne siis tarvitsevat rinnalleen jonkin toisen lämmitysmuodon, joka on hyvin usein sähkölämmitys. Tämän vuoksi ilma-ilma ja ilma-vesi lämpöpumppuja käyttävien asuntojen verkoon aiheuttama huippukuormitus ei ole sähkölämmitteistä asuntoa pienempi.

TAULUKKO 17. Eri sähkölämmitysmuotojen hyötysuhteita (Honkapuro, Jauhiainen, Partanen & Valkealahti, 2009, 32/42)

Tyyppi	η (%)
Suora sähkölämmitys	95
Varaava sähkölämmitys	90
Maalämpöpumppu	300
Ilma-ilma lämpöpumppu	250
Ilma-vesi lämpöpumppu	220

Kuviossa 26 on esitetty vuosina 2001 - 2008 uusiin pientaloihin valittujen lämmitysjärjestelmien markkinaosuudet. Kuvioista voidaan nähdä, että sähköä toimi-

akseen tarvitsevat maalämpö ja poistoilmalämpöpumput ovat lisänneet suosioaan. Suuntaus on selvä, joten niiden suosio luultavasti kasvaa myös tulevaisuudessa. Perinteisen sähkölämmityksen markkinaosuus on pienentynyt. Kiristyvät lämmitysenergian käyttöön liittyvät määräykset voivat kuitenkin tulevaisuudessa lisätä sähkölämmityksen suosiota, koska sen hankintakustannukset ovat pienet. Uusissa kiinteistöissä lämpöenergian tarve vähenee, jolloin myös sähkölämmitykseen tarvittava energia pienenee.



KUVIO 26. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuudet uusissa pientaloissa (Lämmitysjärjestelmän valinta, 2010)

9.4 Pientuotanto

Pientuotannoksi luetaan pienet tai suhteellisen pienet tuuli-, aurinko-, vesi- ja biovoimat. ROVE toimii kaupunkiympäristössä, joten näistä varteenotettavimmat vaihtoehdot ovat tuuli- ja aurinkovoima.

Käytössä olevia pienvoimaloita on vielä hyvin pieni määrä ja niiden tuotannosta löytyy tietoa erittäin heikosti. Useasti voimaloiden yhteydessä mainitaan vain nimellis- tai huipputeho, joka antaa liian positiivisen kuvan tuotantokyvystä. Todellisuudessa huipunkäyttöajat ovat lyhyet, joten tuotetun sähköenergian mää-

räkin on pieni. Taulukossa 18 on esitetty muutamien voimaloiden nimellistehot P ja vuosienenergiat E . Taulukosta voidaan nähdä, että pääkaupunkiseudulla kohtalaisen kokoiset pienvoimalat eivät toimi tehokkaasti. Sähköenergian tuotanto jää pieneksi suhteessa voimaloiden nimellistehoon. Välimatka pääkaupunkiseudun ja Rovaniemen välillä on pitkä, joten taulukon arvot eivät ole suoraan sovellettavissa ROVE:n jakelualueelle.

TAULUKKO 18. Eräitä pääkaupunkiseudun pienvoimaloita (Kaartio, 2010, 79, muokattu)

Sijainti	Voimala	P (kW)	E (kWh)
Helsinki	Tuuli	2,4	1 000
Helsinki	Aurinko	12	12 000
Espoo	Aurinko	6	4 000

Kaupunkiympäristössä tuulivoiman tehokas hyödyntäminen on haastavaa. Korkeat rakennukset ja muut rakennelmat estävät tuulen esteettömän kulun. Lisäksi ROVE:n toimialue sijaitsee sisämaassa, jossa tuuliolosuhteet ovat yleisesti huonommat kuin merialueiden läheisyydessä. Ydinkeskustan ulkopuolelta löytyy myös kohtalaisen suuria korkeuseroja, joten tuulivoiman kannalta otollisiakin paikkoja voi löytyä. Yksittäisten pientuulivoimaloiden tuotantomäärät ovat kuitenkin pieniä. Voimaloiden on yleistyttävä rajusti, jotta niiden tuotanto näkyy sähköverkoissa siirretyn energian vähenemisenä. ROVE:n jakelualueella kuormitushuiput sattuvat vuoden kylmimpään aikaan, jolloin ei tuule mainittavasti. Tämän vuoksi pientuulivoimalat eivät tule vaikuttamaan verkon kuormitushuippuihin.

Kaupunkien ydinkeskustoissa aurinkovoimankin käyttöä haittaavat korkeat rakennukset, jotka voivat ajoittain aiheuttavat varjoja aurinkopaneelien päälle. Paneelit on kuitenkin sijoitettavissa tuulivoimaloita vapaammin, joten haitta voi olla merkityksetön. Yleisimmät pienaurinkovoimalat ovat pieniä, joten niiden tuotantomäärätkin ovat olemattomia. Voimaloiden on yleistyttävä ja yksiköiden kokojen on kasvettava, jotta niiden vaikutus näkyy sähköverkoissa siirretyn energian vähenemisenä. ROVE:n jakelualueella kuormitushuiput sattuvat vuoden pimeimpään aikaan, jolloin aurinkovoimalat tuottavat hyvin huonosti. Tämän vuoksi aurinkovoimalat eivät tule vaikuttamaan verkon kuormitushuippuihin.

9.5 Energiaverotus

Energiaverotus kiristyi vuoden 2011 alussa. Korotus kohdistui sähkönsiirron verotukseen, energiantuotannossa käytettävien fossiilisten polttoaineiden verotukseen ja diesel-polttoaineen verotukseen. Korotuksella pyrittiin edistämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

Fossiilisten polttoaineiden verotuksen kiristyminen asettaa korotuspaineita sähkön hintaan. Fossiilisia polttoaineita käyttävien sähköntuottajien on siirrettävä korotus sähkön hintaan, jotta tuotannon toimintaedellytykset säilyvät tulevaisuudessakin. Tämän vuoksi joidenkin loppukäyttäjien sähkön hinta todennäköisesti nousee.

Energiaverotuksen korotus vaikuttaa suoraan kuluttajiin, joiden kiinteistöt lämpenevät polttoöljyllä. Öljylämmitteisten kiinteistöjen lämmitysjärjestelmien uusiminen tulee entistä kannattavammaksi. Jos uudeksi lämmitysjärjestelmäksi valitaan jonkin tyyppinen sähkölämmitys, sähkönkulutus ja kuormitushuiput tulevat nousemaan. Toisaalta kaupunkialueilla lämmitysmuodoksi voidaan valita myös kaukolämpö.

Kuluttajat maksavat sähköveroä siirretyn sähköenergian perusteella. Sähkövero jakautuu kahteen luokkaan. Teollisuus kuuluu luokkaan 2, jonka sähkövero nousi 2,7-kertaiseksi. Muut kuluttajat kuuluvat luokkaan 1, jonka sähkövero nousi noin 2-kertaiseksi. (Energiaverotus 2011, 2011) Korotusten seurauksena erityisesti teollisuusyritykset voivat alkaa kiinnittämään enemmän huomiota energiatehokkuuteen, mikä voi näkyä sähkönkulutuksen ja verkon kuormituksen laskemisena. Sähköveron kallistuminen voi näkyä myös muiden kuluttajien kulutuskäyttäytymisessä.

Edelleen diesel-veron nosto voi edesauttaa sähköautojen yleistymistä, mikä taas nostaa verkon kuormitusta. Vielä on kuitenkin liian aikaista sanoa, että miten energiaveron korotus vaikuttaa kulutuskäyttäytymiseen.

9.6 Sähköenergian hintakehitys

Sähkön hintakehitys on ollut viime vuosikymmeninä nousujohteista. Tämän ovat aiheuttaneet esimerkiksi nousevat työvoimakustannukset ja sähköntuotantoon käytettävien raaka-aineiden kallistuminen. Kuluttajille epäedullinen hintakehitys saa heidät miettimään kulutustottumuksiaan, joten sähkön hinnan nousu voi vaikuttaa kulutukseen. Toisaalta sähkö on kulutushyödyke, jota käytetään päivittäin, joten sen kallistuminen voi näkyä säästämisenä muissa tarpeissa. Sähkön käyttöön vaikuttavat kuitenkin niin monet seikat, ettei ole mahdollista muodostaa korrelaatiota sähkönkulutuksen ja sen hinnan välille.

AMR-mittaukset (Automated Meter Reading) tuovat lähes reaaliaikaiset kulutus-tiedot myös asiakkaille. Kuluttajat pääsevät esimerkiksi internet-pohjaisen seurannan kautta näkemään todellisen kulutuksensa eri tilanteissa. Tämä voi joh-taa kulutuskäyttäytymisen muuttumiseen erityisesti, jos tulevaisuudessa siirry-tään tuntipohjaiseen laskutukseen. Tällöin sähkön hinta tulee olemaan kor-keimmillaan kuormitushuippujen aikana. Tämän seurauksena AMR-mittaukset voivat pienentää kuormitushuippuja.

10 YHTEENVETO

Väestönkasvun johdosta ROVE:n jakelualueen rakentamistahti tulee olemaan kiivas vuosina 2011 - 2030. On kuitenkin selvää, mille alueille uudet kiinteistöt sijoittuvat. Ydinkeskustaan ja sen lähialueille rakennetaan paljon kerrostalo-asuntoja ja erilaisia palvelukiinteistöjä. Lisääntyvien teollisuustyöpaikkojen johdosta myös Teollisuuskylä tulee laajenemaan. Omakotitalorakentamisenkin osalta suuntaus on selvä. Uusia omakotitaloja tulee paljon ja ne sijoittuvat käytännössä kahdelle alueelle kaupungin laitamille.

Kiivas rakentamistahti aiheuttaa jatkuvaa kuormituksen kasvua ROVE:n jakeluverkkoon. Laskentatulosten perusteella sähköasemien useiden lähtöjen kapasiteetit tulevat loppumaan ennen vuotta 2030. Uusia kiinteistöjä rakennetaan erityisesti ydinkeskustan alueelle. Palkisentien sähköasemalle onkin lisättävä 10 uutta lähtöä vuoteen 2030 mennessä. Keskusta-alueen ja Teollisuuskylän rakentaminen vaikuttaa Viirinkankaan sähköasemaan. Sen lähtöjä on lisättävä 3 tai 4 kappaletta riippuen siitä, että korjataanko lähtöjen kuormitustilaa jakorajamuutoksilla vai ei. Teoriassa Ounasvaaran sähköasemalle tarvitaan 3 uutta lähtöä, mutta käytännössä investointitarvetta lisälähtöihin ei kuitenkaan ole.

Laskentatuloksiin pitää kuitenkin suhtautua varauksella, koska verkkotietojärjestelmän lähtötiedot eivät vastaa todellista verkkoa. Tämä tuli selvästi ilmi Ounasvaaran sähköasemaa koskevassa kuormituslaskennassa. Sairaalan lähdön kuormavirta oli jo alkutilassa moninkertainen verrattuna lähdöstä mitattuun todelliseen arvoon. Laskentatuloksia tarkasteltaessa on huomioitava myös, että kuormituslaskennassa jouduttiin käyttämään normaalista poikkeavaa laskentatapaa. Se voi mahdollisesti osoittaa kuormituskasvun olevan todellista pienempää.

Tuloksia on pidettävä vain suuntaa-antavina myös siksi, että saatavilla olevalla väestöennusteella ei oteta kantaa ROVE:n jakelualueen väestökehitykseen. Ennusteissa käsitellään nykyään koko Rovaniemen aluetta. Lisäksi Rovaniemen kaavoitus on tällä hetkellä erityisen suuressa murroksessa. KOYK-alueen

kaavoitusta vasta suunnitellaan ja lopullinen toteutustapa ratkaistaan vasta lähivuosina.

Ominaiskulutuksen kasvu tulee olemaan maltillista, koska tulevaisuudessa tullaan panostamaan energiatehokkuuteen. Kotitalouksien osalta kasvu on jo pysähtynyt. Myös palveluissa sekä teollisuudessa on monia keinoja saavuttaa nykyistä parempi energiatehokkuus.

Erityisesti sähköautoilla tulee olemaan suuri merkitys sähkön käytön ja sähköverkkojen kuormitushuippujen kehityssuunnassa. Vielä on kuitenkin epävarmaa, että kuinka nopeasti sähköautot yleistyvät. Myös matalaenergiarakentaminen ja energiatehokkaat lämmitysmuodot tulevat vaikuttamaan ROVE:n toimintaympäristöön.

Tulevaisuudessa kuormituskehitystä ennustettaessa ROVE:n olisi hyvä panostaa erityisesti verkkotietojärjestelmän saattamiseen todellista verkkoa vastaavaan tilaan. Lisäksi on suositeltavaa tallentaa tietoja sähköasemien lähtöjen kuormitushuippujen virroista ja lisäksi kannattaa seurata erilaisten kuluttajien ominaiskulutuksien kehitystä.

LÄHTEET

Arvio Suomen sähkökysynnästä vuonna 2030. Elinkeinoelämän keskusliitto EK ja Energiateollisuus ry. 2009. Luettu 18.3.2011

http://www.ek.fi/www/fi/tutkimukset_julkaisut/2009/Raportti_saehkoen_kysyntae_2030.pdf

Energiavero nousi 2011. Kymenlaakson sähkö. 2011. Luettu 20.3.2011.

<http://www.kymenlaaksonsahko.fi/kotitalouksille/tietoa-sahkosta/energiavero-nousi-2011>

Energiansäästölampulla säästät. Motiva. 2010. Luettu 19.3.2011.

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/energiansaastolamppu

Energiatehokas valaistus. Suomen valoteknillinen seura. 2009. Luettu 19.3.2011.

http://www.valosto.com/tiedostot/Energiatehokas_valaistus.pdf

Euroopan komission asetus (N:o 244/2009) lamppujen energiatehokkuudelle. Motiva. 2009. Luettu 19.3.2011.

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/euroopan_komission_asetus_%28n_o_244_2009%29_lamppujen_energiatehokkuudelle

Hemmilä, J. Rovaniemen Verkko Oy:n Ounasvaaran tavoiteverkkosuunnitelma 2010 - 2014. 2009. Kemin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Henkilöliikennetutkimus 2004 - 2005. WSP LT-konsultit Oy. 2006. Luettu 18.3.2011.

http://www.hlt.fi/HTL04_loppuraportti.pdf

Honkapuro, S., Jauhiainen, N., Partanen, J. & Valkealahti, S. Sähkön ja kaukolämmön rooli energiatehokkuudessa ja energiansäästöissä. 2009. Tampereen teknillinen yliopisto. Raportti.

Järventausta, P., Partanen, J. & Koponen, P. 2010. INCA - Interaktiivinen asiakasliityntä ja sen hyödyntäminen sähköjakelujärjestelmän hallinnassa ja energiatehokkuuteen kannustavissa palveluissa. Luettu 19.3.2011

http://webhotel2.tut.fi/units/set/research/inca-public/tiedostot/Raportit/INCA_loppuraportti_final.pdf

Kaartio, T. Alueellisen sähkökuorman ennustamisen kehittäminen. 2010. Aalto-yliopisto. Opinnäytetyö.

Kaavatori. Rovaniemen kaupungin kaavoitus. 2011. Luettu 31.1.2011

http://www.rovaniemi.fi/suomeksi/Palveluhakemisto/Kaavat_ja_kiinteistot/Kaavatori.iw3

Kaavoitusohjelma valtuustokaudelle 2009 - 2012. Rovaniemen kaupunki. 2010. Luettu 8.2.2011.

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=1e02de37-6329-4658-a52c-2fa0914dcae1>

Karasti, J. Tietoja Rovaniemen Verkko Oy:n toiminnasta ja tunnusluvuista. 2011.

Keskustan osayleiskaava - rakennevaihtoehto 2. Sito Oy. 2010. Luettu 15.3.2011.

http://kaava.rovaniemi.fi/roikesoyk/Rakennemalli2_091210.pdf

Korhonen, A., Pihala, H., Ranne, A., Ahponen, V. & Sillanpää, L. Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkö käytön tehostaminen. 2002. Helsinki.

Kunta-asunnot Oy:n ja Rovaniemen kaupungin yhteinen käyttöaste projekti Rovaniemellä. Kunta-asunnot Oy. 2006. Luettu 19.3.2011.

<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=21527&lan=FI>

Käräjämäki, K. Energiakustannusvertailu Puutalokymppi Oy:n matalaenergiatalon ja passiivitalon välillä. 2011. Vaasan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Lakervi E. & Partanen J. 2009. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.

Lähiöohjelma 2008 - 2011. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. 2008. Luettu 18.3.2011.

<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=23698&lan=fi>

Lämmitysjärjestelmän valinta. Motiva. 2010. Luettu 20.3.2011.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/

Mutanen, A. Sähköautojen ja plug-in hybridien vaikutukset sähköverkkoihin. 2010. Luettu 18.3.2011.

http://webhotel2.tut.fi/units/set/research/inca-public/tiedostot/Raportit/Antti_Mutanen_EHV_INCA.pdf

Projekti selvitys - Isoaavan teollisuusalue. Lapin ELY-keskus. 2010. Luettu 17.3.2011.

<http://lapinliitto.tjhosting.com/kokous/2010123-9-4146.PDF>

Rakennemallivaihtoehto 2 - Vyöhykkeet ja liikenne. Sito Oy. 2010. Luettu 15.3.2011.

http://kaava.rovaniemi.fi/roikesoyk/Planssi2_vyohykkeet_091210.jpg

Rovaniemen keskustan oikeusvaikutteinen osayleiskaava. Sito Oy. 2010. Luettu 15.3.2011.

http://kaava.rovaniemi.fi/roikesoyk/Kaavaselostus_091210.pdf

Rovaniemen vaihemaakuntakaavakartta. Lapin liitto. 2009. Luettu 17.3.2011.

http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=18281&name=DLFE-1163.pdf

Rovaniemen väestö 2040 saakka ikäluokittain. Tilastokeskus. 2010. Luettu 17.3.2011

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=7c866a1b-58ea-424f-8239-8b1f3e9b49cd>

Rovaniemen yleiskaava 2015. Rovaniemen kaupunki. 2002. Luettu 17.3.2011.

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=89af66fd-43f9-4886-9bf5-7edb2861cee9>

Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta. Rovaniemen kaupunki. 2002. Luettu 17.3.2011.

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=72dbbc9b-2ef0-4fa7-88d4-9b04b5907767>

Sirkiä, T. Rovaniemen keskustan kehittäminen. 2011. Luettu 26.3.2011. Ei julkisessa jakelussa.

Sähköajoneuvot Suomessa - selvitys. Biomeri Oy. 2009. Luettu 18.3.2011.

http://www.motiva.fi/files/2263/Sahkoajoneuvot_Suomessa_-_selvitys.pdf

Tapanainen, V.-M. Lampputyypin vaikutus kotitalouksien energiankäyttöön ja CO₂-päästöihin. 2010. Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö.

Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosasto. Energian kysyntä vuoteen 2030. 2009. Luettu 24.3.2011.

http://www.tem.fi/files/25135/Energian_kysynta_vuoteen_2030_Arvioita_sahkon_ja_energian_kulutuksesta_TEM_EOS_10.11.2009.pdf

Tekla Xpower. 2011. Luettu 10.3.2011.

<http://www.tekla.com/fi/products/tekla-xpower/Pages/Default.aspx>

Tietoa yrityksestä. Rovaniemen Energia. 2011. Luettu 5.3.2011.

https://www.ren.fi/Suomeksi/Tietoa_yrityksesta.iw3

Toimintakertomus 2009. Rovaniemen Energia. 2010. Luettu 24.3.2011.

https://www.ren.fi/Suomeksi/Tietoa_yrityksesta/Vuosikertomukset/2009.iw3

Torvinen, O. Millaisella mielipiteellä voi vaikuttaa kaavaan? Lapin-Kansan artikkeli 28.12.2010.

Verkostosuositus 2:08. Energiateollisuus. 2008. Helsinki: Adato Energia.

Vuosina 2006 - 2009 valmistuneiden kerrostalojen sijainti. Rovaniemen kaupunki. 2010. Luettu 17.3.2011.

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=8405afec-c490-4e72-a774-0f813ad6accb>

Väestö suur-, tilasto- ja pienalueittain. Rovaniemen kaupunki. 2010. Luettu 17.3.2011.

<http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=d3bffcd5-f7c9-4c4c-87eb-36aa447c6d76>

Xpower-verkkotietojärjestelmä. Rovaniemen Verkko Oy. 2011.

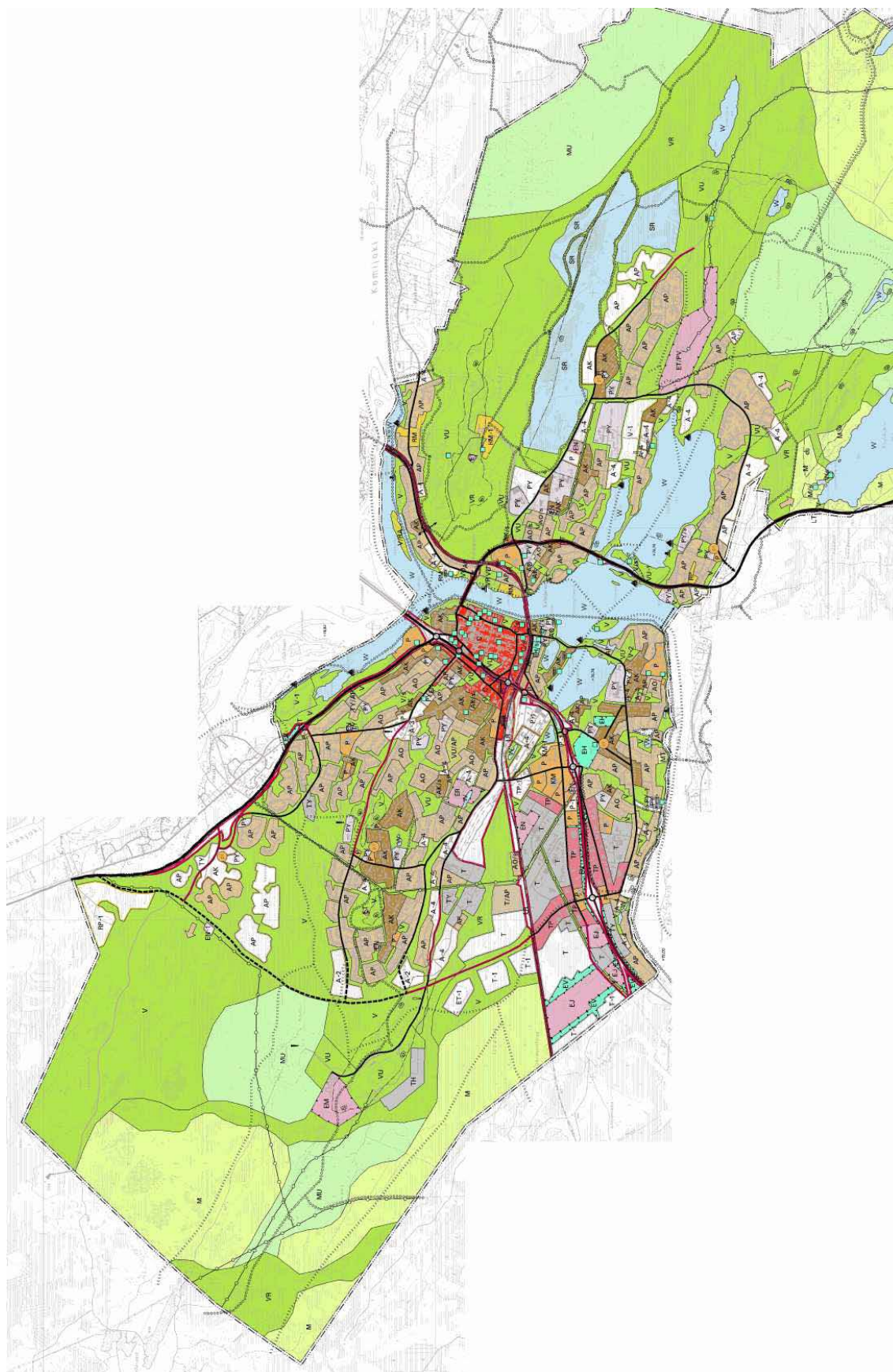
KESKUSTAN OSAYLEISKAAVAN RAKENNEMALLIVAIHTOEHTO 2 LIITE 1 (Rakennemallivaihtoehto 2 - Vyöhykkeet ja liikenne, 2010)



ROVANIEMEN YLEISKAAVA 2015

LIITE 2

(Rovaniemen yleiskaavan 2015 kartta, 2002, muokattu)



LASKENNAN LUOTTETTAVUUDEN TARKASTELU

LIITE 3

Palkisientien sähköaseman neljän lähdöt laskentatulokset Xpower:sta ja SCADA-järjestelmästä luettu todellinen mittaustulos (29.12.2010)

	Xpower-käyrä	Xpower-mitoitus	SCADA
Lähtö	I_{max} (A)	I_{max} (A)	I_{max} (A)
Rakkatie	163	163	128
Teerikatu	274	157	127
Kympintie	251	158	164
Piisivalkeantie	383	210	123

PALKISENTIEN SÄHKÖASEMA

LIITE 4

Rakentamisennuste

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	V. 2011-2015	V. 2016-2020	V. 2021-2025	V. 2026-2030
		E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)
Rakkatie	Omakotitalo	2 777	4 403	3 503	3 377
Kiertotie	-	0	0	0	0
Teerikatu	Kerrostalo	0	462	356	200
Kympintie	-	0	0	0	0
Keskus A-A	Kerrostalo	686	814	708	668
Keskus A-A	Vähittäismyymälä	140	140	210	210
Keskus A-A	Toimisto	0	0	650	0
Keskus A-A	Terveydenhoito	0	0	375	0
Keskus A-A	Museo	436	0	0	0
Keskus A-A	Lukio	240	0	0	0
Piisivalkeantie	Kerrostalo	120	0	0	0
Oppipoika	Kerrostalo	64	0	582	64
Oppipoika	Vähittäismyymälä	308	140	0	0
Oppipoika	Hotelli	0	952	0	0
Koskikatu	Kerrostalo	1 074	750	64	192
Koskikatu	Vähittäismyymälä	680	560	0	210

Lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät ja ominaiskulutusennusteet

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	Vuosikasvu (%)
Rakkatie	Kotitalous	0
Kiertotie	Kotitalous	0
Teerikatu	Kotitalous	0
Kympintie	Kotitalous	0
Keskus A-A	Palvelu	0,7
Piisivalkeantie	Palvelu	0,7
Oppipoika	Palvelu	0,7
Koskikatu	Palvelu	0,7

Kuormituslaskennan tulokset

Lähtö	V. 2011	V. 2015	V. 2020	V. 2025	V. 2030
	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)
Rakkatie	169	202	253	294	334
Kiertotie	428	428	428	428	428
Teerikatu	155	155	158	160	161
Kympintie	160	160	160	160	160
Keskus A-A	311	332	351	377	398
Piisivalkeantie	258	269	279	291	302
Oppipoika	275	288	305	321	335
Koskikatu	266	288	307	320	336

VIIRINKANKAAN SÄHKÖASEMA

LIITE 5

Rakentamisennuste

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	V. 2011-2015	V. 2016-2020	V. 2021-2025	V. 2026-2030
		E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)
Niemelänkangas	-	0	0	0	0
Alakorkalo	-	0	0	0	0
Vapaudentie	Kerrostalo	0	0	320	0
Luironpuisto	Kerrostalo	256	0	0	0
Rantavitikka	-	0	0	0	0
Kompostilaitos	-	0	0	0	0
Hallitie 1	Marketti	1 648	0	0	0
Lautatie / Teollisuustie	-	0	0	0	0
Vierustie	Kerrostalo	0	0	906	1 332
Vierustie	Vähittäismyymälä	0	0	560	840
Postitalo	-	0	0	0	0
Hallitie 2	Kerrostalo	120	0	0	0
Hallitie 2	Konepaja	2 439	1 626	2 439	0
Suosiola	-	0	0	0	0
Vaasan & Vaasan Oy	Konepaja	1 626	2 439	1 626	4 065
Suosiolantie	Vähittäismyymälä	616	616	924	616

Lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät ja ominaiskulutusennusteet

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	Vuosikasvu (%)
Niemelänkangas	Kotitalous	0
Alakorkalo	Palvelu	0,7
Vapaudentie	Palvelu	0,7
Luironpuisto	Palvelu	0,7
Rantavitikka	Palvelu	0,7
Kompostilaitos	Palvelu	0,7
Hallitie 1	Palvelu	0,7
Lautatie / Teollisuustie	Teollisuus	0,2
Vierustie	Palvelu	0,7
Postitalo	-	-
Hallitie 2	Palvelu	0,7
Suosiola	Teollisuus	0,2
Vaasan & Vaasan Oy	Teollisuus	0,2
Suosiolantie	Palvelu	0,7

Kuormituslaskennan tulokset

Lähtö	V. 2011	V. 2015	V. 2020	V. 2025	V. 2030
	I _{max} (A)	I _{max} (A)	I _{max} (A)	I _{max} (A)	I _{max} (A)
Niemelänkangas	147	147	147	147	147
Alakorkalo	95	98	102	106	111
Vapaudentie	58	61	63	68	70
Luironpuisto	217	228	237	246	256
Rantavitikka	246	256	266	277	288
Kompostilaitos	10	11	11	12	12
Hallitie 1	113	128	133	138	144
Lautatie / Teollisuustie	161	163	164	166	168
Vierustie	48	49	51	65	89
Postitalo	-	-	-	-	-
Hallitie 2	74	87	121	172	179
Suosiola	27	27	28	28	28
Vaasan & Vaasan Oy	167	173	195	226	302
Suosiolantie	11	15	24	38	47

OUNASVAARAN SÄHKÖASEMA

LIITE 6

Rakentamisennuste

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	V. 2011-2015	V. 2016-2020	V. 2021-2025	V. 2026-2030
		E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)	E (MWh)
Kuntotie	-	0	0	0	0
Urheiluopisto	Hotelli	867	553	0	0
Hoitotie	Kerrostalo	128	0	0	0
Myllärintie 1	Omakotitalo	4 153	1 489	1 751	1 689
Sairaala	-	0	0	0	0
Ounasjoki	-	0	0	0	0
Kuukkelintie	Omakotitalo	751	1 489	1 751	1 689
Myllärintie 2	-	0	0	0	0
Vasantie	Omakotitalo	200	0	0	0
Vasantie	Hotelli	1 700	1 700	0	0
Vasantie	Ravintola	0	0	520	0
Vasantie	Toimisto	0	0	130	0

Lähtöjen pääasialliset kuluttajaryhmät ja ominaiskulutusennusteet

LÄHTÖ	KULUTTAJARYHMÄ	Vuosikasvu (%)
Kuntotie	Kotitalous	0
Urheiluopisto	Palvelu	0,7
Hoitotie	Kotitalous	0
Myllärintie 1	Kotitalous	0
Sairaala	Palvelu	0,7
Ounasjoki	-	-
Kuukkelintie	Kotitalous	0
Myllärintie 2	Kotitalous	0
Vasantie	Kotitalous	0

Kuormituslaskennan tulokset

Lähtö	V. 2011	V. 2015	V. 2020	V. 2025	V. 2030
	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)	I_{\max} (A)
Kuntotie	159	159	159	159	159
Urheiluopisto	102	111	119	124	129
Hoitotie	84	85	85	85	85
Myllärintie 1	182	231	248	269	288
Sairaala	403	419	436	453	472
Ounasjoki	-	-	-	-	-
Kuukkelintie	139	148	165	186	205
Myllärintie 2	147	147	147	147	147
Vasantie	150	162	173	177	177