



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KymiRing-hankkeen vaikutus sähköverkkoon

Olli Jokisalo

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

JOKISALO, OLLI:

KymiRing-hankkeen vaikutus sähköverkkoon

Opinnäytetyö 76 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Iitin Tillolaan rakenteilla olevan KymiRing-kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskushankkeen sekä alueen teollisuuden ja muun toiminnan kehittymistä. Kehittymistä tarkastellaan ensin yleisesti ja tämän jälkeen tarkemmin sähköverkkoa kuormittavien ominaisuuksien osalta. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka KymiRing-hanke ja alueen kehittyminen vaikuttavat nykyiseen sähköverkkoon. Tavoitteena on myös vertailla vaihtoehtoja, joilla sähköverkko pysyy käyttövarmana sekä normaali- että vikatilanteissa.

Selvitystyötä tehtiin haastattelemalla hankkeen toimijoita sekä lukemalla hankkeesta tehtyjä julkaisuja. Alueen teollisuuden kehittymistä selvitettiin haastattelemalla sähköisesti merkittävimpien yritysten edustajia sekä mahdollisen teollisuus- ja logistiikka-alueen tontin omistajaa. Muuten alueen toiminnan kehittymistä tarkasteltiin saatavilla olevien yleiskaavojen ja tiesuunnitelmien perusteella. Sähköverkkoa kuormittavia tekijöitä mitoitettiin verkostosuosituksen mallien ja verkkotietojärjestelmästä vertailukohdiksi otettujen kohteiden perusteella. Uusien sähköverkkoon tulevien kuormitusten mitoittamisen jälkeen tarkasteltiin niiden vaikutusta nykyiseen sähköverkkoon. Tarkasteluun käytettiin toimeksiantajayritykselle uutta yleissuunnittelusovellusta, jolla luotiin myös vaihtoehtoja sähköverkon parantamiseksi kuormituksen kasvun myötä.

Opinnäytetyössä vertailtiin muutamia vaihtoehtoja sähköverkon parantamiseksi. Vertailu tehtiin sähkötekniisten ominaisuuksien ja investointikustannusten perusteella. Tulokseksi saatiin, että nykyiseen verkkoon täytyy tehdä mahdollisen kuormituksen kasvun myötä pieniä muutoksia. Tämän jälkeen alueen kehittymistä täytyy tarkkailla, sillä alueen kehittyminen ennustetun laajuisesti on vielä hyvin epävarmaa.

ABSTRACT

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

JOKISALO, OLLI:
KymiRing centre's impact on power-distribution network

Bachelor's thesis 76 pages, appendices 4 pages
April 2017

The purpose of this thesis was to find out about the current activities of the KymiRing. KymiRing is forthcoming Northern Europe's leading race tract and driving training centre in Iitti. The aim was to determine the effect of future inspection and development of the power-distribution network. Another aim was to find out how KSS Verkko Oy will react to power-distribution network.

The research was done by interviewing KymiRing centre project operators, ambassadors of most electronically effective companies and proprietor of a prospective industrial and logistics area. The research of else developments was done with master and road plans. The new load to power-distribution network was dimensioned by using Finnish grid guidelines and baselines. The effect inspection of new load was made after the load dimensioning. The effect inspection was made with general planning application GPT which was new for the company. The application was also used to develop different options for the power-distribution network.

As results there were some options for upgrading the power-distribution network. Options were made on ground of electrotechnical features and investment costs. After building upgrades the company has to supervise the development of the area to make it secure.

Key words: KymiRing, power-distribution network, general plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TEORIA	8
	2.1 KSS Energia Oy.....	8
	2.2 KSS Verkko Oy	8
	2.3 Suunnittelusovellus General Planning Tool	9
	2.4 Sähkönjakeluverkon suunnittelu.....	10
	2.5 Uuden kuormituksen arvioiminen	12
3	ALUEEN TULEVAISUUS	15
	3.1 KymiRing.....	15
	3.1.1 Moottoriurheilu- ja ajokoulutuskeskus	16
	3.1.2 Oheistoiminta	16
	3.1.3 Aikataulu.....	17
	3.2 Vaikutukset alueen kehitykseen.....	18
	3.3 Miehonkangas	18
	3.4 Alueen muu sähkönkulutus.....	20
4	KUORMITUKSEN KASVUENNUSTE	24
	4.1 KymiRing.....	24
	4.1.1 Moottoriurheilu- ja ajokoulutuskeskus	25
	4.1.2 Hotelli ja kylpylä.....	25
	4.1.3 Teollisuuskylä	27
	4.1.4 Toybarns ja Country Club.....	27
	4.1.5 Motor Village	28
	4.1.6 Hankealueen kokonaiskulutus.....	29
	4.2 Miehonkangas	30
	4.3 Alueen muu sähkönkulutus.....	32
	4.4 Tehon tarve kokonaisuudessaan	33
5	VERKON NYKYTILA.....	36
	5.1 Verkkoalue.....	36
	5.2 Toiminta vikatilanteessa	39
	5.2.1 Kausalan sähköaseman korvaustilanne	39
	5.2.2 PIL L12 Peräsaari korvaustilanne	43
6	KUORMITUKSEN KASVUN VAIKUTUS NYKYVERKKOON	45
	6.1 Normaalitilanne	45
	6.2 Kausalan sähköaseman korvaustilanne.....	47
	6.3 PIL L12 Peräsaari korvaustilanne.....	49
	6.4 Päätelmä kuormituksen kasvun vaikutuksesta.....	51

7	PARANTAMISTARPEIDEN TARKASTELU.....	53
7.1	Normaalikäyttötilanne	54
7.2	Korvaustilanne	56
7.2.1	KJL L19 Keltin saneeraus.....	57
7.2.2	NIR L02 Töyrylän saneeraus	59
7.3	Uusi sähköasema.....	62
8	POHDINTA.....	66
8.1	Skenaarioiden tarkastelu	67
8.2	Korvaustilanneskenaarioiden tarkastelu	68
8.3	Yhteenvedo	70
	LÄHTEET.....	71
	LIITTEET	73
	Liite 1. Skenaarioiden hinnat.....	73

ERITYISSANASTO

<i>A</i>	pinta-ala, m ²
<i>a</i>	vuosi
<i>I</i>	virta, A
<i>k</i>	kerroin
<i>KA</i>	kuormitusaste, %
<i>n</i>	lukumäärä
<i>P</i>	teho, W
<i>P_{max}</i>	huipputeho, W
<i>Q</i>	loisteho, VAr
<i>S</i>	näennäisteho, VA
<i>U</i>	jännite, V
<i>U_h</i>	jännitteenalenema, V
<i>W</i>	vuosienergia, Wh

Lyhenteet

KJL	Korjalan sähköasema
kj	keskijännite
KSA	Kausalan sähköasema
L	johtolähtö
MAN	Mankalan sähköasema
NIR	Nirvistentien sähköasema
PIL	Pilkanmaan sähköasema

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia rakenteilla olevan KymiRing-kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskushankkeen vaikutuksia alueen sähköverkkoon ja vertailla vaihtoehtoja, joilla sähköverkko pysyy käyttövarmana sekä normaali-että vikatilanteissa. Työssä tarkastellaan myös alueen teollisuuden kehittymistä. KymiRing rakennetaan KSS Energia Oy:n toimialueelle, jota hallinnoi tytäryhtiö KSS Verkko Oy. Työssä tutkitaan myös KymiRing hankkeen vaikutusta alueen tulevaisuuteen ja sähkönkulutuksen muutokseen.

KymiRing rakennetaan Iitin kunnan Tillolaan valtatie 12 pohjoispuolelle lähelle Kouvolan kaupungin rajaa. Verkostollisesti alue sijoittuu Kausalan sähköaseman keskijännitejohtolähtöön L06 Tillola, mutta siihen vaikuttavat välillisesti myös Korjalan, Pilkanmaan sekä Nirvistentien sähköasemat.

Työn päätyökaluina käytetään PowerGrid - verkkotietojärjestelmää sekä General Planning Tool (GPT) yleissuunnittelutyökalua. Näitä sovelluksia käytetään verkon tarkasteluun ja suunnitelmien luontiin. Työn yhtenä tarkoituksena on hyödyntää suunnittelussa yritykselle uutta GPT ohjelmaa. GPT:n avulla sähköverkkoon mallinnetaan erilaisia tulevaisuuden skenaarioita ja vertaillaan niitä.

2 TEORIA

2.1 KSS Energia Oy

KSS Energia Oy on suomalainen energia-alan yritys, joka toimii Kouvolassa, mutta palvelee yksityis- ja yritysasiakkaita ympäri Suomea. Lyhenne KSS tulee sanoista Kouvolan seudun sähkö. Yhtiössä työskentelee 117 henkilöä ja sillä oli liikevaihtoa vuonna 2016 yhteensä 111,6 miljoonaa euroa. KSS Energia -konsernin muodostavat emoyhtiö KSS Energia Oy sekä tytäryhtiöt KSS Verkko Oy, KSS Rakennus Oy ja KSS Lämpö Oy. KSS Energia Oy harjoittaa sähkön ja kaukolämmön tuotantoa ja myyntiä. KSS Verkko Oy harjoittaa sähköverkkoliiketoimintaa. KSS Rakennus Oy:n toimialana on verkonrakennus ja siihen liittyvät palvelut. KSS Lämpö Oy myy maakaasua ja kaukolämpöä. Konsernin taloushallinto on keskitetty emoyhtiöön. (KSS Energia 2017.)

2.2 KSS Verkko Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on KSS Energia Oy:n tytäryhtiö KSS Verkko Oy. KSS Verkko Oy:n jakelualue (kuva 2.1) kattaa Kouvolan, Kuusankosken, Valkealan ja Iitin alueet sekä Anjalan pohjoisosat. Asiakkaita vuonna 2016 oli 51 472 ja sähköliittymiä 26 374. (KSS Energia 2017.)



KUVA 2.1. KSS Verkko Oy:n jakelualue (KSS Energia 2017, muokattu)

Vuonna 2016 yhtiö investoi 6,6 miljoonaa euroa sähköverkkoon toimitusvarmuuden parantamiseksi. Säävarman verkon osuus oli 57 prosenttia vuoden 2016 lopussa. Sähköverkon häiriöiden ja sähkönjakelun keskeytysten pituus oli vuonna 2016 keskimäärin 27 minuuttia asiakasta kohden. (KSS Energia 2017.) Alla olevassa taulukossa 2.1. on esitetty KSS Verkko Oy:n sähköasemien, jakelumuuntamoiden ja johtojen määrät vuonna 2016.

TAULUKKO 2.1. Sähköverkosto vuonna 2016 (KSS Energia 2017)

Sähköasemat 110/20 kV	11 kpl
Jakelumuuntamot	1554 kpl
Siirtojohdot 110 kV	46,9 km
Keskijännitejohdot 20 kV	1398 km
Pienjännitejohdot	3030 km

Sähköverkon komponenttien määrästä nähdään, ettei KSS Verkko Oy ole Suomen mit-tapuulla suuri verkkoyhtiö. Verkkoalue on kuitenkin monipuolinen, sillä se rakentuu useista ennen erillisinä toimivien sähkölaitoksien verkkoalueista. Näiden edeltävien sähkölaitosten verkkoalueet muodostuivat kaupunki-, maaseutu- sekä teollisuusalueista.

2.3 Suunnitteluovellus General Planning Tool

General Planning Tool (GPT) on Tieto Oyj:n kehittämä sähköverkon yleissuunnittelu-ovellus, joka on suunniteltu erityisesti kattavien verkon nykytilan analyysien tekemi-seen, parhaiden investointikohteiden tunnistamiseen sekä muutosten vaikutusten analy-sointiin. Sovelluksessa on myös skenaariopohjainen suunnitelmakokonaisuuksien hal-linta, joka mahdollistaa vaiheistettujen suunnitelmien tekemisen ja verkon tilanteen tal-lentamisen. (Tieto 2016, 2.)

GPT on rakennettu maailman johtavan GIS-paikkatietojärjestelmän eli ESRI:n ArcGIS for Desktop -alustan päälle. Sovellus mahdollistaa kattavien paikkatietoanalyysien te-kemisen lukuisia eri tietolähteitä hyödyntäen. (Tieto 2016, 2.) Tässä päättötyössä GPT -sovellusta käytetään sähköverkon nykytilan analysointiin sekä tulevaisuuden verkon muutosten suunnitteluun ja vertailuun. Myös monet työssä esitetyt kuvat KSS Verkko Oy:n alueelta on tulostettu GPT -sovelluksella.

2.4 Sähkönjakeluverkon suunnittelu

Sähkönjakelujärjestelmän teknisenä tehtävänä on siirtää sähkövoimansiirtojärjestelmän kautta tuleva tai jakeluverkkoon liitettyjen voimalaitosten tuottama sähkö loppukäyttäjille. Sähkönjakelujärjestelmän osia ovat runkoverkko, sähköasemat, keskijänniteverkko, jakelumuuntamot sekä pienjänniteverkko. Keskijännitejohdoilla siirretään sähköä runkoverkosta lähelle loppukäyttäjää. Suurin osa sähkönkäyttäjien kokemista keskeytyksistä on peräisin keskijänniteverkosta, joten sen suunnitteluun täytyy käyttää erityistä huomiota. (Lakervi & Partanen 2009, 11, 45.)

Keskijänniteverkkoa syötetään sähköasemilla, joissa muunnetaan suurjännitejakeluverkon usein 110 kV jännite yleensä 20 kV tasolle. Sähköasema on sähkönjakeluverkon tärkein yksittäinen rakenneosia. Se toimii verkon monipuolisena jakelukeskuksena ja siellä sijaitsee pääosa verkon suojajärjestelmistä. Keskeisimmät syyt uuden sähköaseman rakentamiselle ovat sähkön laadun parantaminen tai ylläpitäminen kun sähköverkkoon kohdistuu sähkön laatua heikentäviä muutoksia. Sähköasemalla tärkein ja kallein komponentti on muuntaja. Sen nimellistehot vaikuttavat keskijänniteverkon oikosulkuvirtoihin; mitä suurempi nimellisteho, sitä pienempi impedanssi ja sitä suurempi oikosulkuvirta. Päätötyön vaikutusalueella päämuuntajakoot ovat 16 – 25 MVA. Normaali-ikätilanteessa muuntajaa ei yleensä voida käyttää nimellistehollaan, koska osa muuntokapasiteetista on varattava varatehoksi saman sähköaseman toisen muuntajan tai naapurisähköasemien vikatilanteita varten. (Lakervi & Partanen 2009, 119, 121.)

Päätötyössä tarkasteltavassa jakeluverkossa on paljon ilmajohtoa ja osa siitä sijaitsee metsässä. Tällainen verkon rakentamistapa on peräisin ajalta, jolloin suunnittelun kriteereinä olivat enemmän investointikustannukset kuin sähkönjakelun luotettavuus. Nykyisin sähkönjakelun luotettavuus on noussut verkostosuunnittelun keskeiseksi reunaehdoksi. Tähän on vaikuttanut suuresti sähkömarkkinalain tiukentuneet ehdot jakeluverkon toiminnan vaatimuksille. Sähköverkon parantamiseksi ilmajohtojen johtokatuja voidaan leventää siten, etteivät puut kaatuessaan yletä johtoon, ilmajohtot voidaan rakentaa teiden varsille, jolloin on helpompi huoltaa johtoja ja ylläpitää leveämpää johtokatua, ilmajohtona voidaan käyttää päällystettyä avojohtoa eli ns. PAS-johtoa tai verkko voidaan rakentaa maakaapelista. Näillä toimilla saadaan vikojen määrää vähennettyä tai niiden kestoisuutta lyhennettyä.

Tässä päättötyössä tarkastellaan sähköverkkoa nykytilanteessa sekä kasvavalla kuormituksella. Tämän jälkeen tarkastellaan erilaisia vaihtoehtoja, joilla sähköverkko kestäisi kasvavan kuormituksen. Sähköverkkoa tarkastellaan tekniseltä kestävyydeltään sähköasemien päämuuntajien ja johtojen kuormitusasteiden sekä verkon jännitteenaleneman näkökulmista. Tarkastelu toteutetaan GPT-yleissuunnittelusovelluksen laskentatuloksilla ja teemakartoilla. Teemakarttojen väriyksessä vihreän värisävyeroja ei ole korostettu, jotta keltaisen ja punaisen huomioita vaativat kohdat erottuisivat selkeämmin.

Johtojen kuormitettavuus teemakartoissa näkyy johtokohtaisesti kuormitusaste (KA) prosentteina. Niissä ohjelma laskee jokaiselle johdolle kuormitusasteen kaavan 1 mukaisesti

$$KA = \frac{I_{\text{johto}}}{I_{\text{kuormituskestoisuus}}} \cdot 100 \% , \quad (1)$$

jossa I_{johto} on johdon läpi kulkeva virta ja $I_{\text{kuormituskestoisuus}}$ on kyseisen johdon kuormitettavuusarvo.

Johtolähtöjen jännitteenalenemaa kuvaavissa teemakartoissa näkyy jännitteenalenema (U_h) prosentteina verkon eri osissa. Ohjelma laskee kunkin jännitteenaleneman kaavan 2 mukaisesti

$$U_h = \frac{U_{\text{sähköasema}} - U}{U_{\text{sähköasema}}} \cdot 100 \% , \quad (2)$$

jossa $U_{\text{sähköasema}}$ on laskettavaa pistettä syöttävän sähköaseman kiskoston jännite ja U on laskettavan pisteen jännite.

Keskijänniteverkossa sallittujen jännitteenalenemien ylärajat KSS Verkko Oy:llä on esitetty taulukossa 2.2. Rajat on määritetty Hannu Sorsan diplomityössä (2004, 19 – 20) ja niitä on käytetty sen jälkeen.

TAULUKKO 2.2. Keski­jänniteverkon suurimmat sallitut jännitteenalenemat (Sorsa 2004, 19 – 20)

Normaalitilanteessa	
Taajamissa	4 %
Maaseudulla, haja-asutusalueilla	7 %
Häiriötilanteessa	
Taajamissa	5 %
Maaseudulla, haja-asutusalueilla	10 %

Maaseudulla ja haja-asutusalueilla sallitaan hieman suurempi jännitteenalenema kuin taajamissa. Verkoston saneeraus- ja uudisrakentamiskohteissa kuitenkin pyritään saavuttamaan mahdollisimman pieni jännitteenalenema käyttöpaikan sijainnista riippumatta. Taulukossa 2.2 on esitetty häiriötilanteessa sallitut jännitteenalenemien rajat. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa käyttöpaikan syöttö tapahtuu eri reittiä kuin normaalisti. Korvausreitit yleensä kasvattavat johtolähdön pituutta, jolloin jännitteenalenema kasvaa.

2.5 Uuden kuormituksen arvioiminen

Kuormituskäyräpohjaiset verkostolaskentaohjelmistot käyttävät lähtötietoinaan kuluttajan vuosienenergiaa, kuluttajan tyypistä riippuvaa kuormituskäyrää ja tehokerrointa sekä lisäksi sähköliittymän pääsulaketietoja. Tämän vuoksi myös suunnittelulaskennassa uusien kohteiden lähtötietona on syytä käyttää samantyyppisiä parametreja. Verkostosuosituksessa SA 2:08 esitetään malleja, joilla voi arvioida erilaisten sähkönkäyttäjien vuosienenergiankulutusta. Suosituksessa esitettävät mallit perustuvat pääosin verkostosuosituksen SA 10:92 ”Verkon mitoitusenergiat” tietoihin. (Energiateollisuus ry 2008, 3.)

Tässä päättötyössä kulutuksia tarkastellaan pientaloihin, loma-asuntoihin, teollisuuskoh-teisiin sekä majoitus- ja ravintolapalveluihin verrattavissa kohteissa. Verkostosuosituksessa SA 2:08 ilman sähkölämmitystä toimivien pientalojen energiamalli on saatu IVO:n (nykyinen Fortum Oyj) lämmitystapatutkimuksesta. Ilman sähkökiuasta olevan talon kulutus saadaan vähentämällä 800 kWh/kuluttaja mallin antamasta tuloksesta. Ilman sähkölämmitystä toimivan pientalon vuosienenergiankulutus saadaan kaavalla

$$W = 3600 \cdot n + 25 \cdot A \quad (3)$$

missä W on vuosienergia (kWh), n on kuluttajien lukumäärä ja A on lämmitetty pinta-ala yhteensä (m²), huom. ei kerrosala. (Energiateollisuus ry 2008, 3.)

Loma-asuntojen vuosienergioiden suuruudelle on määritetty todennäköisyydet, jotka perustuvat vuosien 2004 – 2007 Keski-Suomessa toteutuneiden uusien liityntöjen kuluksiin. Näistä todennäköisyyksistä suosituksessa on laskettu keskiarvoksi 3600 kWh/a. Verkostosuositus kuitenkin antaa uusien loma-asuntojen mitoitukselle vuosienergiamalliksi 5000 kWh/a kuluttajaa kohti. (Energiateollisuus ry 2008, 4.)

Verkostosuosituksessa on annettu teollisuuskohteille muutamia vanhemmassa verkostosuosituksessa SA 1:87 julkaistuja vuosienergiamalleja. Suosituksessa on kuitenkin painotettu, että toteutuvat tehontarpeet saattavat vaihdella yllättävästi, ja siksi kaavoista saa vain suuntaviivoja teollisuuskohteiden laskentaa varten. Tässä on luettelo niistä kaavoista, joita työssä voidaan hyödyntää:

$$\text{Konepaja} \quad W = 100700 + 112 \cdot A \quad (4)$$

$$\text{Autokorjaamo} \quad W = 111300 + 61 \cdot A \quad (5)$$

missä W on vuosienergia (kWh) ja A on teollisuuslaitoksen kerrosala yhteensä (m²). (Energiateollisuus ry 2008, 6.)

Samoin kuin teollisuuskohteilla, palvelutoiminta-alueiden vuosienergiamallien luotettavuus vaihtelee huomattavasti, koska tehontarpeet vaihtelevat tapauskohtaisesti. Verkostosuosituksen liitteessä 1 on listattu erilaisille palveluille kerrospinta-aloihin perustuvia ominaiskulutuskaavoja. Tässä on luettelo niistä kaavoista, joita työssä voidaan hyödyntää:

$$\text{Ravintolat} \quad W = 260 \cdot A \quad (6)$$

$$\text{Hotellit} \quad W = 170 \cdot A \quad (7)$$

$$\text{Uimahallit} \quad W = 206 \cdot A \quad (8)$$

missä W on vuosienergia (kWh) ja A on kerrosala yhteensä (m²). (Energiateollisuus ry 2008, 5, 36.)

Verkostosuosituksen kaavoilla saadaan arvioita kohteiden vuosienergian kulutuksesta. Kuitenkin sähköverkkojen laskennassa tarvitaan suunniteltavien kohteiden kuormitustehoja. Teho on hetkellinen suure, joka verkossa vaihtelee jatkuvasti osaksi rytmillisenä, osaksi satunnaisena. Yleensä verkostolaskelmissa on kiinnostavin maksimiteho, koska se määrittää termisen mitoituksen. Maksimiteho eli huipputeho voidaan arvioida vuosienergiasta ns. Velanderin kaavalla

$$P_{max} = k_1 \cdot W + k_2 \cdot \sqrt{W} \quad (9)$$

missä P_{max} on huipputeho (kW tai MW), W on vuosienergia (MWh tai GWh) ja k_1 sekä k_2 ovat kertoimia. Velanderin kaavan kertoimet on lueteltu taulukossa 2.3.

TAULUKKO 2.3. Velanderin kaavan kertoimia (Elovaara & Laiho 2001, 45)

Kuluttajaryhmä	k_1	k_2
Asuntoalue ilman sähkölämmitystä	0,33	1,52
Sähkölämmitetty pientaloalue	0,30	0,79
Jalostus	0,28	0,79
Sähkölämmitetty kerrostaloalue	0,28	0,79
Jos kuluttajaryhmää ei tunneta, käytetään joskus ohjearvoina	0,26	2,21

Taulukosta nähtävät Velanderin kaavan kertoimet perustuvat ruotsalaisiin mittauksiin ja käytännön kokemukseen. Todellisuudessa kuormitukset eivät noudata tarkasti Velanderin kaavaa. Nykyiset verkostolaskentaohjelmat käyttävät huipputehojen arviointiin kuormitusmalleihin perustuvia menetelmiä. Tässä päättötyössä kaavaa käytetään huipputehojen karkeaan arviointiin. (Elovaara & Laiho 2001, 38, 43 – 44.)

3 ALUEEN TULEVAISUUS

3.1 KymiRing

KymiRing Oy suunnittelee kuvassa 3.1 nähtävää hankekokonaisuutta, joka rakentuu Pohjois-Euroopan johtavan ajokoulutus- ja liikenneturvallisuus- sekä moottoriurheilukeskuksen ympärille. KymiRingin moottoriurheilukeskus on suunniteltu käytettäväksi useisiin eri moottoriurheilulajeihin ja kilpasarjoihin. Ajokoulutuskeskus käsittää monipuolisen ajoharjoitteluradan, jossa voidaan toteuttaa raskaan liikenteen, pelastus- ja puolustusvoimien ajoneuvojen ajokoulutusta sekä siviililiikenneajoneuvojen ajoharjoittelua. (KymiRing Oy 2017a.)



KUVA 3.1. KymiRing-hankkeen suunnitelman ilmakekuva (KymiRing Oy 2017b)

Alueella on tarkoitus toteuttaa rakennushankkeita, jotka käsittävät muun muassa hotellin, yrityspuiston, erillisiä tukitoimintatiloja sekä varikkoalueen ja palvelukeskuksen. Moottoriradan yhteyteen rakennetaan varikkorakennus, joka sisältää tallit sekä edustus-, toimisto-, ja ravintolatilat. Myös muita ratoja varten rakennetaan tarvittavat tukitoimintatilat. Lisäksi hankealueelle toteutetaan tapahtumakenttä, joka sijoittuu moottoriradan sisäalueelle. (KymiRing Oy 2017a.)

3.1.1 Moottoriurheilu- ja ajokoulutuskeskus

Moottoriurheilutoiminnalle suunniteltava kokonaisuus koostuu noin 4,6 kilometriä pitkstä asfaltoidusta kansainvälisesti luokitellusta moottoriradasta, jonka yhteyteen kuuluu rallicrossrata. Lisäksi alueelle toteutetaan kartingrata sekä motocross-, speedway- ja endurorata. Tarkoitus on, että alueella voidaan harjoitella kokonaisvaltaisesti eri moottoriurheilulajeja sekä järjestää kilpailuja. Kilparata on suunniteltu täyttämään kansainväliset *FIA* ja *FIM*-standardit. (KymiRing Oy 2017a.)

Moottoriurheilutoiminnalle suunnatun kokonaisuuden lisäksi on rakenteilla ajokoulutusalue. Ajokoulutusalue on suunniteltu tarjoamaan monipuoliset kouluttautumismahdollisuudet aina henkilöautoista raskaaseen kalustoon. Ajokoulutuksessa on mahdollisuus hyödyntää mm. liukkaan kelin olosuhteita, esteharjoittelurataa, sivuluisusimulointia ja nopeusnäyttöjä. (KymiRing Oy 2017a.)

KymiRing-hankkeen sähkösuunnittelija Timo Mattilan (2017b) mukaan sähkönkäytön kannalta rata-alueella suurin tarve on ajokoulutusalueella, jossa kuorma muodostuu lähinnä oikosulkumoottoreista ja kulutus on jatkuvaa. KSS Verkon on tarkoitus rakentaa alueelle kj-jakeluverkko ja muuntamot, KymiRing rakennuttaja vastaa itse pienjänniteverkosta. Mattilan (2017a) mukaan kilpailutilanteessa, kuten MotoGP luokan kilpailut, energian tarve kasvaa varikkoalueella melkoiseksi, mutta kilpailun kannalta tärkeät primäärijärjestelmät saavat energiansa tuolloin diesel-generaattoreista.

3.1.2 Oheistoiminta

Kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen ympäristöön on suunnitteilla monipuolisia palveluja, jotka lisäävät alueen sähkön kulutusta. Tällaisiin palveluihin kuuluu mm. hotelli- ja majoitustiloja, business park - yrityspuisto, ravintolapalveluita, messu- ja festivaalialue sekä yksityisille ja autoalan toimijoille tarkoitettuja toybarns - tiloja omien ajoneuvojensa säilyttämiseen ja testaamiseen. (KymiRing Oy 2017b.)

Alueen oheispalvelut vaikuttavat kasvattavasti sähkötehon tarpeeseen. Erityisesti hotelli sekä majoitusalue on huomioitava sähkösuunnittelussa. Oheispalveluiden sähkön tarve

on kuitenkin vaikeasti ennustettavissa, koska monet palveluista on vain kaavoitettu suunnitelmaan eikä niille ole vielä löydetty rakentajaa.

3.1.3 Aikataulu

Vuonna 2014 Sito Oy teki KymiRing kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen. Selostuksessa Sito Oy tarkasteli kaikkea, mitä hankkeessa olisi tarkoitus rakentaa ja arvioi hankkeen vaikutuksia eri osa-alueilla. Selostuksessa on esitetty silloinen hankkeen aikataulu rakennusvaiheittain (taulukko 3.1).

TAULUKKO 3.1. KymiRingin rakennusvaiheet (Sito 2014, 17)

Rakennusvaihe	Toteuttamisajanjakso
Maa- ja pohjarakennustyöt	2013 – 2015
Ajoharjoittelurata	2014 – 2015
Moottorirata	2015 – 2016
I rakennusvaihe: varikkorakennukset	2016
II rakennusvaihe: terminaalirakennus, pääkatsomo/lava, welcome center, motelli ja tukirakennuksia	2018
III rakennusvaihe: kauppa- ja koulutusrakennus, osa yrityspuistoa, katsomorakennelmat ja tukirakennuksia radan käyttäjille	2020
IV rakennusvaihe: Hotelli, loppuosa yrityspuistosta, toybarn - kiinteistöt	2025

Taulukosta nähtävä aikataulu on tehty ennen rakennustöiden aloittamista. Tästä aikataulusta ollaan kuitenkin jo nyt jäljessä. Vuoden 2017 maaliskuussa alueella oli edelleen meneillään maa- ja pohjarakennustöitä.

Ratamoottoripyöräilyn maailmanmestaruussarjaa ylläpitävä MotoGP uutisoi kotisivuillaan KymiRing radan valmiudesta liittyä MotoGP aikatauluun. Uutisessa kerrotaan Dorna Sportsin ilmoituksesta, jossa se on päässyt sopimukseen KymiRing radan liittämistä MotoGP maailmanmestaruussarjaan vuonna 2018. Uutisessa kerrotaan myös,

että Dorna Sports ja FIM tekevät tiivistä yhteistyötä KymiRing-hankkeen rakentajien kanssa, jotta radasta tulee tyyppihyväksytty. (MotoGP 2016.)

3.2 Vaikutukset alueen kehitykseen

Kouvolan Sanomien artikkelissa KymiRingin projektipäällikkö Timo Pohjola (2016) kertoo, että rata-alueelle mahtuu kaikkiaan 100 000 katsojaa. Artikkelissa kerrotaan myös, että radalla ajettaisiin aikaisintaan vuonna 2018 ratamoottoripyöräilyn MotoGP-sarjan MM-osakilpailu, joka keräisi ainakin 70 000 kisavierasta. Ratamoottoripyöräilykilpailujen ajaminen saattaa kuitenkin venyä myöhemmäksi kuin 2018 viivästyneiden rakennustöiden vuoksi.

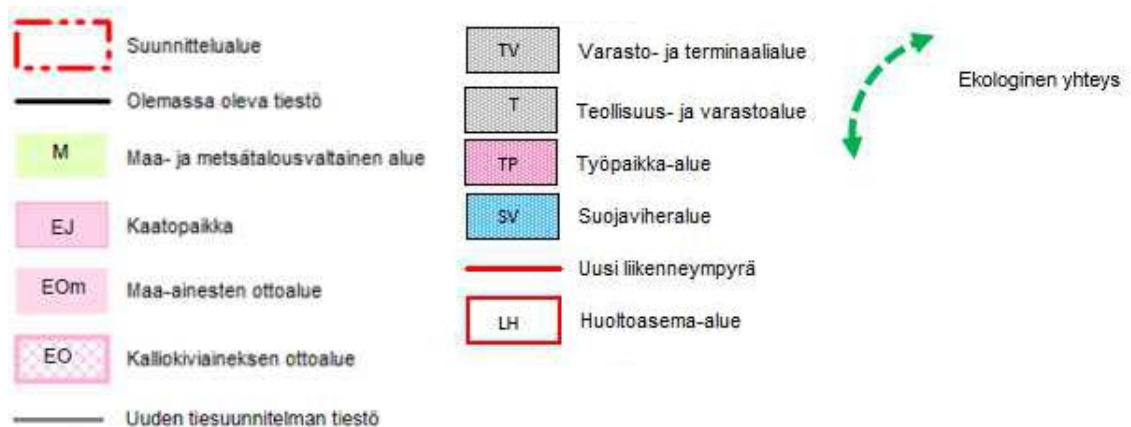
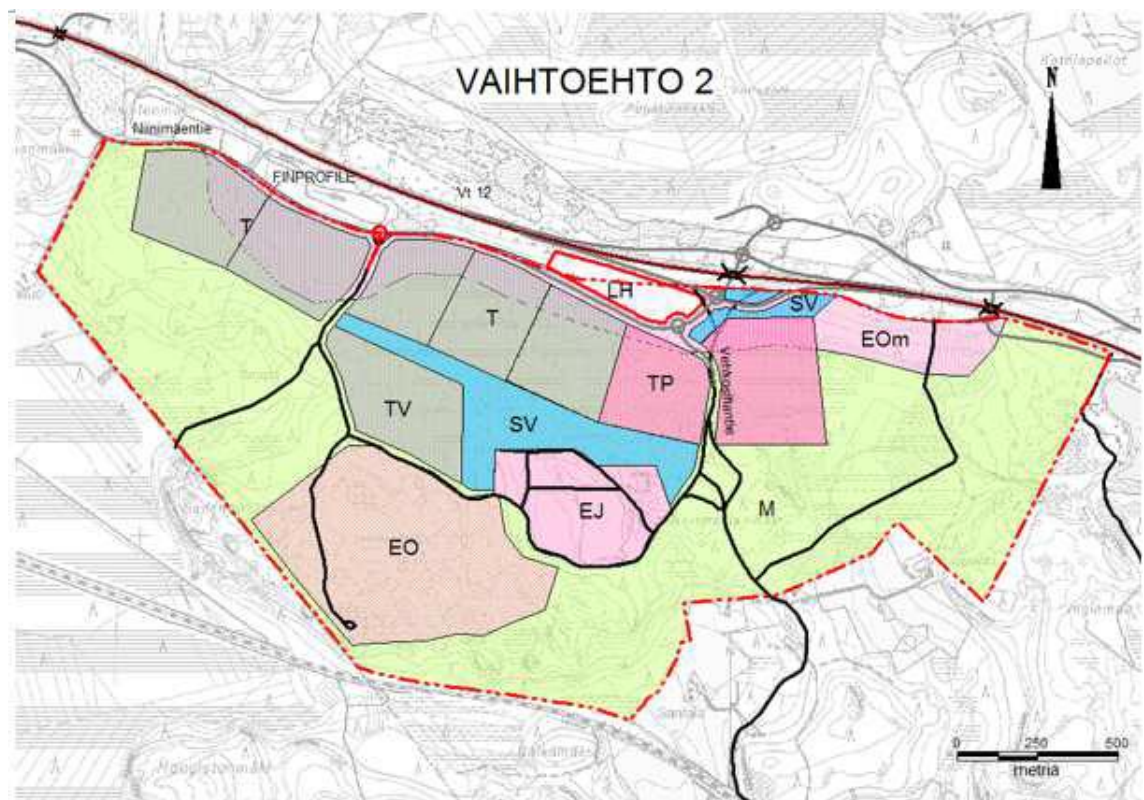
Suurten ihmismäärien liikkuminen vaikuttaa suuresti alueen kehitykseen ja ennen kaikkea tieverkostoon. Iitin kunnan ja Kouvolan kaupungin karttapalveluista sekä Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) verkkosivuilta on nähtävissä valtatie 12:lle sijoittuvia tien laajennus hankkeita ja uusia eritasoliittymiä. Kouvolan kaupungin karttapalvelun yleiskaavassa on myös nähtävissä, että valtatie 12 varteen on kaavoitettu teollisuusaluetta. Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen mukaan KymiRing on vaikuttanut erityisesti suunnitelmien liittymäjärjestelyihin. Kuitenkaan tiehankkeiden tarkasta aikataulusta ei ole tietoa. Maaliskuussa 2017 hankkeen urakoitsijan kilpailutus on aloitettu. Valtatie 12 saneerausta on suunniteltu jo vuosia ja uusimpien tietojen mukaan tien rakentamisvalmius olisi välillä 2019 – 2020. (ELY-keskus 2015; 2016, 100; Iitin karttapalvelu 2017; Kouvolan karttapalvelu 2017.)

3.3 Miehonkangas

KymiRing-hankealueen kohdalla valtatie 12 eteläpuolella olevalla Miehonkankaan alueella sijaitsee noin 320 hehtaarin kokoinen UPM Kymmene Oyj:n omistama tontti. Tontilla tällä hetkellä toimii Lamminmäen teollisuuskaatopaikka, mutta pääosin se on metsää. UPM Metsän kaavoituspäällikkö Ahti Laakson (2017) mukaan alueelle on aloitettu osayleiskaavan tekeminen. Kouvolan kaupungin kotisivulla vahvistetaan, että Miehonkankaalle on tekeillä osayleiskaava. Kaavan tarkoituksena on tutkia toimintoja, jotka

voisivat sijoittua Tillolaan KymiRingin alueen yhteyteen VT12 eteläpuolelle, Kouvolan kaupungin puolelle. (Kouvola 2017)

UPM Metsä teetti vuonna 2015 maankäyttövaihtoehtojen tarkastelun kyseisestä tontista. Tarkastelun tuloksena syntyi 4 eri maankäyttösuunnitelmaa, joista Laakson (2017) mukaan vaihtoehto 2 (kuva 3.2.) on todennäköisin tulevaisuuden kuva alueesta. Vaihtoehdon 2 mukaan alueelle tulee maa-ainesten ottoa, teollisuus-, terminaali- ja varastointitoimintoja sekä liikenneasema. (Pitko 2015, 96)



KUVA 3.2. Vaihtoehto 2 maankäyttösuunnitelma (Pitko 2015, 113)

Sähköverkon suunnittelun kannalta oleellista on alueelle tuleva teollisuus ja liikenne- asema. Teollisuuteen liittyen alueelle todennäköisimmin rakentuu suuria teollisuustontteja, joita ei juurikaan ole tällä hetkellä tarjoilla lähiseuduilla. Teollisuus ei myöskään ole yhtä meluherkkää moottoriradan melulle kuin esimerkiksi asuminen. Teollisuustyyppienä alueelle sopisi autoiluun liittyvä tuotekehitys- ja komponenttivalmistus, sekä raaka-ainevarastointi ja mahdollinen käsittely. Suunnittelualueelle voitaisiin keskittää tuotekehitystiloja esimerkiksi autonrenkasvalmistajille, polttoainevalmistajille ja ajojärjestelmien kehittäjille, jotka voisivat hyödyntää läheistä KymiRingiä tuotteidensa testaamiseen. Suuria teollisuustontteja ja hyviä liikenneyhteyksiä voitaisiin myös hyödyntää logistiikkayrityksille. Sijainti suosisi teillä liikkuvaa logistiikkaa käyttävien yritysten toimintaa. Tontin etelärajalla kulkee kuitenkin Lahti – Kouvola rautatie, joka mahdollistaisi myös rautateitä käyttävien yritysten toimimisen alueella. (Laakso 2017; Pitko 2015, 75.)

KymiRingin kohdalle tulee valtatie 12 saneerausessa eritasoliittymä, jonka yhteyteen on määritetty liikenneasemalle tontti. KymiRingin ajoharjoitteluradalla on tarkoitus kouluttaa myös raskaiden ajoneuvojen kuljettajia sekä puolustusvoimien kaluston kuljettajia. Näin ollen liikenneasema tulisi mitoittaa palvelemaan myös raskasta liikennettä. Tällöin asemaa voisivat hyödyntää myös muuten tiellä liikkuvat raskaiden ajoneuvojen kuljettajat. Varsinkin, jos tämä uusi liikenneasema sisältäisi polttoainepisteen lisäksi ravintolapalveluita ja kauppoja, on se huomioitava alueen tulevan tehontarpeen määrittämisessä.

3.4 Alueen muu sähkönkulutus

KymiRing moottoriurheilukeskuksen sähkönsiirto- ja varayhteyksien suunnittelussa täytyy ottaa huomioon alueen muut suuret sähkökuluttajat. Tällaisia ovat yritykset, kuten SharpCell Oy ja Halton Oy, sekä Kausalan asutusalue. Näiden suurten sähkökuluttajien tulevaisuuden kasvuennusteet vaikuttavat sähköasemien ja siirtoverkon kestävyys- teen.

SharpCell Oy on Iitin Tillolassa toimiva sidetarpeita tekevä yritys. Se on alueen suurimpia yksittäisiä sähkönkuluttajia. Toimitusjohtaja Pekka Pollarin (2017) mukaan yri-

tyksen sähkönkulutus tulee kasvamaan 20 prosenttia vuoden 2017 aikana ja tulevina vuosina tulee kasvamaan entisestään.

Halton Oy on sisäilmastoratkaisuja tekevä kansainvälinen yritys, jolla on Kausalassa sijaitseva tehdas. Tehtaanjohtaja Hannu Hokkasen (2017) mukaan Halton Oy:n Kausalan tehtaan tuotantoon ei ole tulossa huomattavaa kasvua lähivuosien aikana.

Kausala on noin 7,3 km² kokoinen taajama-alue ja Iitin kuntakeskus, joka sijaitsee Kouvola – Lahti rautatien ja valtatie 12 varrella. Kausalassa asuu Iitin kunnan (2017) mukaan runsas puolet kunnan väestöstä, eli noin 3000 – 3500 asukasta. Kausalan sähköverkkoa on saneerattu vaihtamalla vanha 20 kVA sähköaseman päämuuntaja 25 kVA kokoiseen vuonna 2008 ja maakaapeloimalla ilmajohtoverkkoa vuonna 2016. Verkon maakaapelointi jatkuu Kausalassa tulevina vuosina. Saneerausten myötä alueen sähköverkko on nykyaikainen ja kestävä.

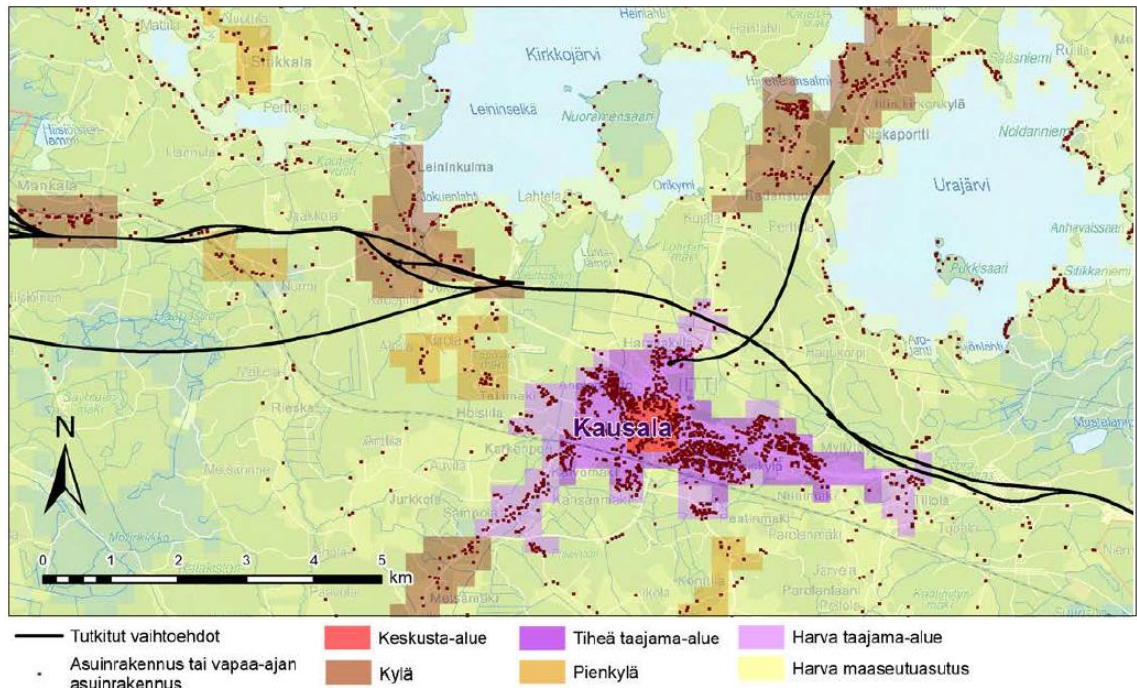
Taulukosta 3.2 nähtävän Suomen virallisen tilaston väestöennusteen mukaan Iitin kunnan väestön lukumäärä on kevyesti laskussa. Väestön lukumäärän laskemisen ja vanhenemisen voidaan olettaa vaikuttavan sähkökulutukseen Iitissä laskevasti. Suuri osa Iitin kiinteistöistä sijoittuu harvaan asutuille alueille tai järvien rannoille loma-asuntoina. Tulevaisuudessa voidaan olettaa aurinkopaneelien käytön kasvavan varsinkin loma-asuntojen yhteydessä. Aurinkopaneelien käytön suosiota nostaa tekniikan kehittymisen myötä laskeva hinta ja toimenpideluvan poistuminen uusien aurinkopaneelien rakentamisen osalta, jotka eivät vaikuta merkittävästi kaupunkikuvaan tai ympäristöön (Eduskunta: Hallituksen esitys HE 251/2016 vp 2016). Kiinteistöjen oman sähkön pientuotannon kasvu laskee myös osaltaan sähkönkulutusta sähköverkosta.

TAULUKKO 3.2. Iitin kunnan väestöennuste (SVT: Väestöennuste 2004)

Vuosi	2003	2005	2010	2020	2030	2040
Väkiluku	7321	7216	7016	6817	6725	6529

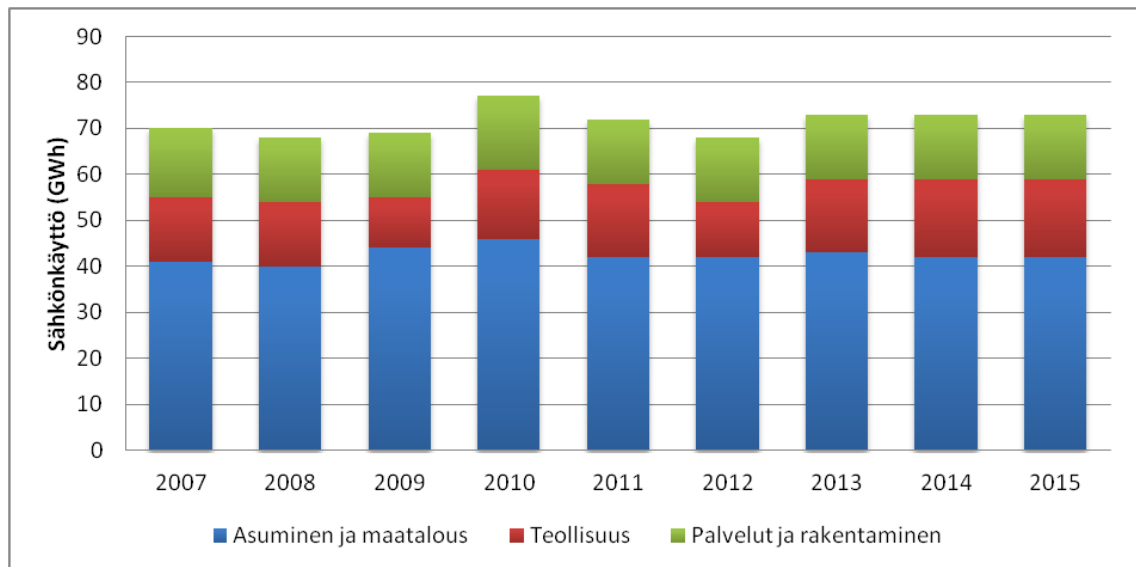
Siinä missä Iitin kunnan väestö harvenee yleisesti, Kausalan alueen asutus on kasvanut. Taajaman asutus on vuosien mittaan laajentunut Kouvolan suuntaan ja Kausalan pohjoispuolella Urajärven länsipuolella oleviin Radansuuhun ja Kirkonkylään. Alla olevassa kuvassa 3.2 ELY-keskuksen yleissuunnitelmasta valtatie 12 parantamiseksi nähdään Kausalan ympäristön yhdyskuntarakenne. Kuvasta nähdään myös mustalla viivalla

suunniteltu uusi valtatie 12 sijainti. Mikäli tiehanke toteutuu, kulkuyhteydet ja matkus-
tusajat Lahteen ja Kouvolaan lyhenevät. Tämä saattaa osaltaan nostaa Kausalan asukas-
lukua. Myös Kausalan asemakaavasta nähdään, että alueelle on kaavoitettu muutamia
asutus- ja teollisuustontteja (Iitin kunta 2015). Asukasmäärän kasvamisen voi olettaa
vaikuttavan alueen sähkönkulutukseen nostavasti.



KUVA 3.2. Kausalan ympäristön yhdyskuntarakenne (ELY-keskus 2016, 26)

Energiateollisuus ry on kerännyt Suomen kuntien sähkönkäytön määrää ja julkaissut
tulokset kotisivuillaan vuosista 2007 – 2015. Alla olevaan kuvioon 3.1. on kerätty Iitin
sähkön käyttö näiltä vuosilta. Kuviossa on eroteltu asumiseen ja maatalouteen, teolli-
suuteen sekä palveluihin ja rakentamiseen käytetyn sähkön osuudet.



KUVIO 3.1. Iitin sähkönkäyttö 2007 – 2015 (Energiateollisuus 2016)

Kuviosta nähdään, että Iitin kunnan sähkönkäyttö on vuosien 2007 – 2015 pysytellyt noin 70 GWh tasolla ja suurin osa siitä koostuu asumisesta ja maataloudesta. Asukasluvun laskiessa ja sähkönkäytön pysyessä tasaisena, voidaan päätellä, että yksittäisen asukkaan sähkönkäyttö on kasvanut. Näin ollen Kausalan alueen asukasluvun kasvaessa sähkönkäyttö tulee myös kasvamaan.

4 KUORMITUKSEN KASVUENNUSTE

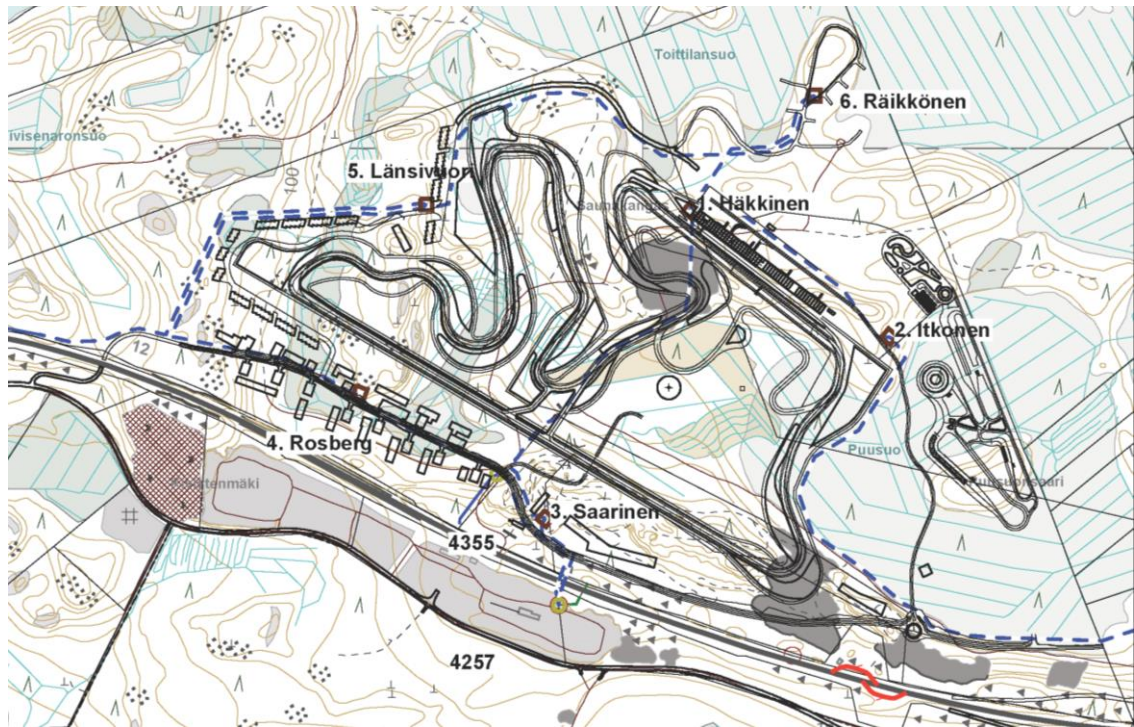
Tässä luvussa on arvioitu alueen tulevaa huipputehon suuruutta, jotta nähdään kuinka paljon sähkönsiirtoverkon kuormitus tulisi KymiRing-hankkeen myötä kasvamaan. Hankkeen sähkösuunnittelija Timo Mattilan (2017a) mukaan hankealueelle on suunniteltu aluelämpövoimala, josta ainakin oheispalvelut saavat lämmitysenergiansa. Pelkän rata-alueen ja varikon osalta lämmöntarve on kuulemma vähäinen, rata on kuitenkin pääosin käytössä vain kesäaikaan. Näin ollen KymiRing-hankealueen huipputehoa määrittävissä laskuissa on käytetty verkostosuosituksen SA 2:08 ilman sähkölämmitystä toimivien kiinteistöjen energiamalleja ja Velanderin kaavan kertoimia alueelle ilman sähkölämmitystä.

Mattilan (2017ab) mukaan alueelle ei ole tulossa huhuttua tuulivoimalaa, mutta sen sijaan on suunniteltu aurinkosähkön käyttöä. Mattila arvioi, että aurinkosähköjärjestelmä tulisi erityisesti ajoharjoitteluradalle ja otettaisiin käyttöön jo alkuvaiheessa. Jatkossa on tarkoituksena ohjata myös kaikki muut alueelle tulevat rakennukset aurinkosähkön tuotamiseen. Kun kiinteistöt eivät ole sähkölämmitteisiä ja rata-alueen ollessa pääosin käytössä vain kesäaikaan, alueen kulutushuipun voi arvioida kesäksi. Tällöin kesäisin tehokkainta oleva aurinkosähkö leikkaa sähkön kulutushuippua parhaimmillaan huomattavasti.

Luvussa on esitetty vertailukohtia verkostosuosituksen energiamallien avulla lasketuille tehoarvoille. Vertailukohteet on etsitty KSS Verkko Oy:n verkkoalueelta ja niiden tehoja ja pinta-alatiedot on saatu PowerGrid verkkotietojärjestelmästä.

4.1 KymiRing

KymiRing kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen sähkönkulutuspaikat koostuvat rata-alueesta, ajokoulutusalueesta sekä yritys- ja majoitustiloista. Kuvassa 4.1 nähdään alueen suunnitelmapiiirros ja alustava sähkönjakeluverkon suunnitelma. Siinä keskijännitemaakaapeli on kuvattu sinisellä katkoviivalla ja työnimillä nimetyt kuusi muuntamoita ruskeilla neliöillä.



KUVA 4.1. Kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen alustava suunnitelma

4.1.1 Moottoriurheilu- ja ajokoulutuskeskus

Mattila (2017b) arvioi 1. muuntamo Häkkisen kohdalla sijaitsevan varikkorakennuksen huipputehoksi < 500 kVA ja 2. muuntamo Itkosen kohdalla sijaitsevan kuljettajakoulutuksen ajoharjoitteluradan huipputehoksi 500 kVA. Mattilan mukaan MotoGP ja F1 luokan kilpailuissa varikolla tarvittava huipputeho tuotetaan erillisillä generaattoreilla, mutta muissa kilpailuokissa varikkoa syötetään sähköverkosta. Varikon osalta kulutus-huippu on kuitenkin vain kilpailujen ja tapahtumien aikana. Kuljettajakoulutuksen ajoharjoitteluradalla kulutus on päivittäistä.

4.1.2 Hotelli ja kylpylä

Hotellin paikka on suunniteltu 3. muuntamo Saarisen kohdalle. Mattilan mukaan (2017b) hotellin yhteyteen saattaa tulla myös kylpylä. Hotellin huipputehoa arvioidaan laskemalla vuosienergian kulutusarvio kaavalla 6 ja sen tuloksesta huipputehon arvio kaavalla 9. Hotellin pinta-ala on mitattu moottoriurheilukeskuksen suunnitelmasta ja kerrosalaksi on arvioitu kolme kerrosta.

$$W_h = 170 \cdot A = 170 \cdot 4400 \text{ m}^2 \cdot 3 = 2244000 \text{ kWh} = 2244 \text{ MWh}$$

$$P_{max} = k_1 \cdot W_h + k_2 \cdot \sqrt{W_h} = 0,26 \cdot 2244 \text{ MWh} + 2,21 \cdot \sqrt{2244 \text{ MWh}} = 688 \text{ kW}$$

Hotellin yhteyteen suunnitellun kylpylän huipputehoa arvioidaan laskemalla vuosienergian kulutusarvio kaavalla 7 ja sen tuloksesta huipputehon arvio kaavalla 9. Pinta-alana on käytetty yhtä hotellin kerrosta.

$$W_k = 206 \cdot A = 206 \cdot 4400 \text{ m}^2 = 906400 \text{ kWh} = 906,4 \text{ MWh}$$

$$P_{max} = k_1 \cdot W_k + k_2 \cdot \sqrt{W_k} = 0,26 \cdot 906,4 \text{ MWh} + 2,21 \cdot \sqrt{906,4 \text{ MWh}} = 302 \text{ kW}$$

Vertailukohteiksi verkostosuosituksen kaavoilla lasketuille tuloksille KSS Verko Oy:n verkkoalueelta on otettu Sokos Hotel Vaakuna ja Kouvolan uimahalli. Alla olevassa taulukossa 4.1 esitetään sekä verkkotietojärjestelmästä löytyvät, että yllä olevilla kaavoilla niille lasketut huipputehon arvot ja vuosienergian arvot. Hotellin ja uimahallin näennäistehot koostuvat lähes täysin päätötehostä.

TAULUKKO 4.1. Sokos Hotel Vaakunan ja Kouvolan uimahallin kulutustiedot

	Smitattu (kVA)	Wmitattu (MWh)	Slaskettu (kVA)	Wlaskettu (MWh)
Hotelli	310	1524	670	2179
Uimahalli	125	461	117	302

Taulukosta nähdään, että verkostosuosituksen kaavoilla ja kartasta mitatulla pinta-alalla laskettuna Sokos Hotel Vaakunan huipputehon arvo on tuplasti kulutustiedoista saatua suurempi. Uimahallin osalta kulutustietojen ja laskettujen arvojen erot ovat huomattavasti pienemmät. Tästä voidaan todeta, että KymiRingin yhteyteen suunnitellun hotellin laskettu huipputehon arvo on todellisuutta suurempi. Näin ollen hotellin huipputehon arvoiksi voidaan arvioida 300 – 400 kVA.

4.1.3 Teollisuuskylä

Teollisuuskyläksi nimetty yrityskeskittymä on suunniteltu 4. muuntamo Rosbergin kohdalle. Se on alueen hankalin kohde arvioida, koska sen alueelle tulevia yrityksiä ei vielä tiedetä ja tehon tarve riippuu täysin yritysten toimialoista. Teollisuuskylään on kuitenkin tarkoitus saada moottoriurheilualan yrityksiä ja toimistoja. Alueen huipputehoa arvioidaan laskemalla jokaiselle suunnitelmaan kaavoitetulle yritykselle vuosienergian kulutusarvio kaavalla 2 ja niiden tuloksista huipputehon arviot kaavalla 9. Nämä tulokset summataan ja sitä käytetään huipputehon arviona. Laskuissa käytetään suunnitelmapohjasta katsottua yritysten lukumäärää ja niiden mitattuja pinta-aloja.

$$W_t = 100700 + 112 \cdot A = 100700 + 112 \cdot 724,1 \text{ m}^2 = 181800 \text{ kWh} = 181,8 \text{ MWh}$$

$$P_{max} = k_1 \cdot W_t + k_2 \cdot \sqrt{W_t} = 0,28 \cdot 181,8 \text{ MWh} + 0,79 \cdot \sqrt{181,8 \text{ MWh}} = 61,6 \text{ kW}$$

Yllä on laskettu yhden yrityksen huipputehon arvio. Samalla tavalla huipputehon arvio laskettiin kaikille 14 suunnitelmaan kaavoitetulle yritykselle ja ne summaamalla saatiin teollisuuskylän huipputehon arvioksi 862,3 kW.

4.1.4 Toybarns ja Country Club

Alueelle on kaavoitettu paikkoja toybarn- rakennuksille, joissa on saunallinen huoneisto ja autotalli. Rakennukset on suunniteltu edustuskäyttöön, mutta varustetaan myös majoituskäyttöä varten. Mattilan (2017b) mukaan toybarn- rakennuksien sähkönkulutusta voidaan verrata normaalin asunnon sähkönkulutukseen. Rakennukset on kaavoitettu suunnitelmassa 5. muuntamo Länsivuoren kohdalle.

Alueen huipputehoa arvioidaan laskemalla jokaiselle suunnitelmaan kaavoitetulle toybarn-rakennukselle vuosienergian kulutusarvio ilman sähkölämmitystä toimivan pientalon kaavalla 2 ja niiden tuloksista huipputehon arviot kaavalla 9. Nämä tulokset summataan ja sitä käytetään huipputehon arviona. Laskuissa käytetään suunnitelmapohjasta katsottua rakennusten lukumäärää ja niiden mitattuja pinta-aloja. Kuluttajan lukumääränä käytetään yhtä kuluttajaa.

$$W_{tb} = 3600 \cdot n + 25 \cdot A = 3600 \cdot 1 + 25 \cdot 631 \text{ m}^2 = 19000 \text{ kWh} = 19 \text{ MWh}$$

$$P_{max} = k_1 \cdot W_{tb} + k_2 \cdot \sqrt{W_{tb}} = 0,33 \cdot 19 \text{ MWh} + 1,52 \cdot \sqrt{19 \text{ MWh}} = 13,1 \text{ kW}$$

Yllä on laskettu yhden rakennuksen huipputehon arvio. Samalla tavalla huipputehon arvio laskettiin kaikille 15 suunnitelmaan kaavoitetulle rakennukselle ja ne summaamalla saatiin toybarns- alueen huipputehon arvioksi 186,6 kW.

Vertailukohtana teorian kaavoilla lasketulle tulokselle on etsitty KSS Verkko Oy:n verkkoalueelta kaksi pinta-alaltaan noin 500 ja 300 m² kokoista pientaloa, joiden tehonkulutukset ovat noin 17 ja 10 kW. Näihin vertailukohtiin nähden tulos on arvoltaan pieni. Tästä voidaan päätellä, että sähkön kulutus on kasvanut verkostosuosituksen energiamallien ajasta. Kuitenkin tulos on oikeaa kokoluokkaa, varsinkin kun kiinteistöt on tarkoitettu edustuskäyttöön eikä ympärivuotiseen asumiseen.

Toybarns alueen keskelle on suunnitelmassa kaavoitettu Country Club ravintola- ja koustila. Country Clubin huipputehoa arvioidaan laskemalla sille vuosienergian kulutusarvio kaavalla 5 ja sen tuloksesta huipputehon arvio kaavalla 9. Laskussa käytetään suunnitelmapohjasta mitattua pinta-alaa ja olettamalla ravintola kaksikerroksiseksi.

$$W_c = 260 \cdot A = 260 \cdot 808 \text{ m}^2 \cdot 2 = 420000 \text{ kWh} = 420 \text{ MWh}$$

$$P_{max} = k_1 \cdot W_c + k_2 \cdot \sqrt{W_c} = 0,26 \cdot 420 \text{ MWh} + 2,21 \cdot \sqrt{420 \text{ MWh}} = 154,5 \text{ kW}$$

4.1.5 Motor Village

Hankealueen pohjoisosaan 6. muuntamo Räikkösen kohdalle on kaavoitettu Motor Village nimistä majoitusaluetta. Suunnitelmakuvassa ei ole nähtävissä majoituspaikkojen kokoa tai lukumäärää. Mattilan (2017b) mukaan alueen rakennusten kulutusta voi verrata normaaliin vapaa-ajan asumiseen liittyvään sähkön kulutukseen.

Työn teoriaosasta nähdään, että verkostosuosituksessa on määritetty loma-asuntojen vuosienergioille todennäköisyydet ja annettu uusien loma-asuntojen mitoitukselle vuo-

sienergiamalliksi 5000 kWh/a eli 5 MWh/a kuluttajaa kohti. Kaavalla 8 lasketaan yhden loma-asunnon huipputehon arvo määritetystä vuosienergiasta.

$$P_{max} = k_1 \cdot W_l + k_2 \cdot \sqrt{W_l} = 0,33 \cdot 5 \text{ MWh} + 1,52 \cdot \sqrt{5 \text{ MWh}} = 5,05 \text{ kW}$$

Majoitusaluetta on kuvailtu ”mökkikyläksi”, joten vertailukohdaksi on työssä otettu Tykkimäki Camping-alueen leirintämökit. Ne ovat 50 m² pinta-alaisia lomamökkejä. Sen kokoluokan mökkejä mahtuisi alueelle 10 – 20 kappaletta. Näin ollen Motor Village alueen kokonaishuipputehon arvioksi saadaan 50 – 100 kW.

Motor Village alueelle kulutuksen vertailuun on hankalaa löytää vertailukelpoista kohdetta. Verkkoalueella yksittäisten vapaa-ajan asuntojen kulutukset vaihtelevat suuresti. Tykkimäen Camping-alueen tehon kulutus on noin 170 kW. Tätä on kuitenkin mahdollista verrata suoraan, koska Tykkimäen yksityiskohdat eivät ole saatavilla ja alueella on muutakin toimintaa. Myöskään Motor Villagesta ei ole edes karkeita suunnitelmia joihin verrata.

4.1.6 Hankealueen kokonaiskulutus

KymiRing-hankealueen huipputehon arvioiminen perustui suurimmalta osaltaan toistaiseksi vasta suunnitteilla oleviin tietoihin ja verkostosuosituksen malleihin, jotka perustuvat vuoden 1992 verkostosuositukseen. Näin ollen tuloksiin täytyy suhtautua tietynlaisella kriittisyydellä. Taulukkoon 4.2 on listattu luvussa aiemmin lasketut huipputehon arviot ja koottu niistä kokonaistehon arvo pyöristettyinä lähimpään kymmenlukuun. Pyöristys on tehty lukemisen helpottamiseksi ja virhemarginaalin sisällä. Varikon ja ajoharjoitteluradan arviot oli annettu näennäistehona ja laskukaavoilla sai tulokset päätötehoa. Tässä kulutusarviossa lukuja voidaan kuitenkin summata yhteen, koska lasketut kohteet kuluttavat pääosin vain päätötehoa ja loistehon määrä jää virhemarginaalin sisään.

TAULUKKO 4.2 Hankealueen kokonaiskulutus

Kulutuspaikka	Teho (kVA)
Varikko	<500
Kuljettajakoulutuksen ajoharjoittelurata	500
Hotelli ja kylpylä	400 + 300
Teollisuuskylä	860
Toy Barns ja Country Club	190 + 150
Motor Village	100
Yhteensä	3000

Hankealueen huipputehon arvioksi on saatu 3000 kVA eli 3 MVA. Tuloksen voidaan olettaa olevan realistinen, koska KymiRingin alustavassa sähkösuunnitelmassa suunnittelija oli karkeasti arvioinut hankealueen huipputehoksi 3 – 4 MVA.

Kokonaiskulutusta arvioidessa on laskettu huipputehoja ja summattu niitä yhteen. Todellisuudessa on kuitenkin epätodennäköistä, että kaikki suunniteltu olisi huippukulutuksessaan samaan aikaan. Myös alueelle suunniteltu aurinkosähkön tuotanto leikkaa kesälle osuvaa huippukulutusta. Näin ollen arvioitu huipputehon määrä voidaan tulkita ylimitoitetuksi. Vastapainona huipputehon arvioinnissa on käytetty alkuperältään 1980-luvulta olevia kokemukseen perustuvia malleja ja nykyajan sähkönkulutus on suurempaa kuin silloin. Huipputehon arviota mahdollisesti kasvattavana tekijänä on myös alueen suunnitelmien epätarkkuus ja etenkin se, ettei yritysalueen yrityksistä ole vielä mitään tietoa.

4.2 Miehonkangas

KymiRing-hankealueen kohdalla valtatie 12 eteläpuolella olevalla Miehonkankaan alueella sijaitsee noin 320 hehtaarin kokoinen UPM Kymmene Oyj:n omistama tontti. Alueelle ollaan tekemässä osayleiskaavaa ja sinne mahdollisesti tulevat toiminnot ovat riippuvaisia KymiRing-hankkeen etenemisestä. UPM teettämän selvityksen mukaan tontille on tulossa maa-ainesten ottoa, teollisuus-, terminaali- ja varastointitoimintoja sekä liikenneasema.

Oletettavaa on, että alueelle tulevista toiminnoista osa liittyy moottoriajoneuvoihin ja niiden huoltoon. Verkostosuosituksessa on annettu teollisuuskohteille muutamia vuosienenergiaa mallintavia kaavoja. Kaavojen teollisuuskohteista konepaja ja autokorjaamo ovat lähimpänä Miehonkankaalle mahdollisesti tulevista toiminnoista, joten alueen tehon arviointiin on käytetty niitä. KSS Verko Oy:n verkkoalueelta vertailukohdiksi on taulukkoon 4.3 kerätty kolme konepajaan ja kolme autokorjaamoon rinnastettavaa teollisuuskohdetta. Vertailuun valittiin eri kokoluokkaa edustavia teollisuuskohteita, koska oletettavasti alueelle ei tule vain yhden kokoisia yrityksiä.

TAULUKKO 4.3. Vertailtavia teollisuuskohteita

Konepaja	S (kVA)	P (kW)	W (MWh)	A (m²)
Ameko	150	143	310	1216
Jet-Steel	83	83	195	991
Kuusaan metalli	72	55	117	1742
<i>Keskiarvo</i>	<i>102</i>	<i>94</i>	<i>207</i>	<i>1316</i>
Autokorjaamo				
Auto-Kymi Oy	110	108	360	4338
Auto Pro Kuusaantie	69	58	193	1539
Putkonen Tmi	8,9	8,5	35	361
<i>Keskiarvo</i>	<i>63</i>	<i>58</i>	<i>196</i>	<i>2079</i>

Alla on laskettu vuosienenergian kulutusarviot keskimääräisille konepajalle ja autokorjaamolle kaavoilla 2 ja 3. Niissä pinta-alana teollisuuskohteelle on käytetty taulukossa 4.3 näkyviä keskiarvoja. Sen jälkeen vuosienenergian kulutusarvioista on laskettu huipputehon arviot keskimääräisille konepajalle ja autokorjaamolle kaavalla 7.

$$W_{kp} = 100700 + 112 \cdot A = 100700 + 112 \cdot 1316 \text{ m}^2 = 248000 \text{ kWh} = 248 \text{ MWh}$$

$$P_{\max kp} = k_1 \cdot W_{kp} + k_2 \cdot \sqrt{W_{ak}} = 0,28 \cdot 248 \text{ MWh} + 0,79 \cdot \sqrt{248 \text{ MWh}} = 81,9 \text{ kW}$$

$$W_{ak} = 111300 + 61 \cdot A = 111300 + 61 \cdot 2079 \text{ m}^2 = 238000 \text{ kWh} = 238 \text{ MWh}$$

$$P_{\max ak} = k_1 \cdot W_{ak} + k_2 \cdot \sqrt{W_{ak}} = 0,28 \cdot 238 \text{ MWh} + 0,79 \cdot \sqrt{238 \text{ MWh}} = 78,9 \text{ kW}$$

Pinta-alaan perustuvien laskujen tulokset ovat samaa suuruusluokkaa, kuin vertailukohdiksi valittujen yritysten keskiarvoiset vuosienergiat ja huipputehot. Tuloksista voidaan todeta alueelle tulevan teollisuuskohteen keskimääräinen huipputehon arvoksi 70 – 100 kVA. Näitä teollisuuskohteita voisivat olla mm. moottoriajoneuvojen myyntiin ja huoltoon keskittyviä yrityksiä. Oletettavasti yrityksiä ei kuitenkaan montaa alueelle tule, johtuen läheisestä sijainnista Kouvolaan. Alueen kokonaishuipputehon arvioksi noin viidellä keskikokoisella tai useammalla pienemmällä yrityksellä saadaan näin 350 – 500 kVA.

Toinen sähkökäytöllisesti merkittävä oletus alueen tulevista toiminnoista on logistiikka-alueen rakentaminen. Logistiikka-alueen toiminta oletetaan liittyvän ainakin puun ja muun tavaran varastointiin. Hallimaisia rakennuksia voisi tulla myös ajoharjoitteluradalla käytettävien suurempien ajoneuvojen säilytykseen ja huoltoon. Alueen kuormituksen arviointiin ei löydy teoreettisia arviointikeinoja, joten sitä verrataan KSS Verkko Oy:n verkkoalueella sijaitsevaan Kullasvaarantien ja Tehontien logistiikka-alueeseen.

Kullasvaarantien ja Tehontien alueella sijaitsee useita logistiikka-alan yrityksiä. Näiden yritysten tehon tarpeet ovat 50 – 200 kVA välillä, keskimäärin 160 kVA ja kokonaisuudessaan noin 640 kVA, joka jakautuu 580 kW ja 210 kVAr. Vertailukohteen perusteella Miehonkankaan logistiikka-alueen huipputehon arvio olisi siis 650 kVA luokkaa. Tätä arviota laskee mahdollinen lämpölaitoksen hyödyntäminen myös yritysten lämmittämiseen. Mikäli yritykset myös alkaisivat kompensoida loistehoa tai käyttämään nykyaikaisempia valaistuskeinoja halleissa, laskisi alueen tehon tarve.

4.3 Alueen muu sähkönkulutus

KymiRing-hankkeen ja valtatie 12 eteläpuolelle suunnitteilla olevan yritysalueen lisäksi verkon nykytilanteeseen huomioitavan kasvattavasti vaikuttavia tekijöitä ovat mahdollinen liikenneasema ja tuotantoon kasvattava SharpCell Oy.

Liikenneaseman sähkönkulutus riippuu muiden uusien toimijoiden tavoin aseman suuruudesta. KSS Verkko Oy:n verkkoalueella on useita erikokoisia liikenneasemia, joiden tehonkulutuksiin uutta asemaa voi verrata. Esimerkeiksi lueteltakoon ABC Anjalankos-

ki, Kausalan matkakeidas ja ABC Valkeala, joiden vuosienergiat ja huipputehot on kirjattu taulukkoon 4.4.

TAULUKKO 4.4. Liikenneasemien kulutustietoja

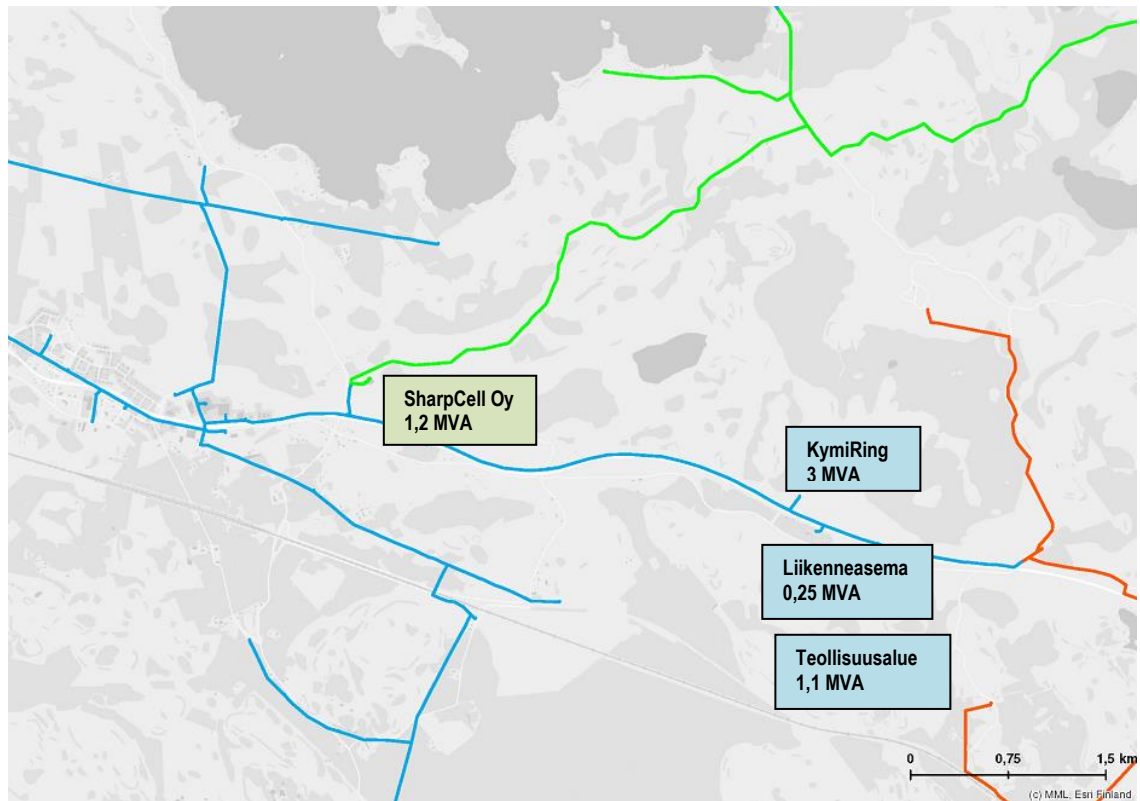
Liikenneasema	S (kVA)	W (MWh)
ABC Anjalankoski	279	1780
Kausalan matkakeidas Oy	251	1009
ABC Valkeala	142	932

Koska tuleva liikenneasema sijaitsee saman tien varrella kuin Matkakeidas, asiakasmäärä ja kokoluokka voisi olla siihen verrattavia. Toisen suuren liikenneaseman rakentaminen voi tosin laskea asiakasmääriä, mutta alueen muutos saattaa lisätä tienkäyttäjien määrää. Näin ollen huipputehon tarpeeksi liikenneasemalle voidaan arvioida vertailukohtien perusteella noin 250 kVA.

Alueen suurista yksittäisistä sähkökäyttäjistä SharpCell Oy kertoi kasvattavansa tuotantoa selkeästi. Toimitusjohtaja Pekka Pollarin (2017) mukaan yrityksen sähkönkulutus tulee kasvamaan 20 prosenttia vuoden 2017 aikana ja tulevina vuosina tulee kasvamaan entisestään. Yrityksellä on myös laajennusvaraus, jonka mukaan tehon tarve olisi jopa kaksinkertaistumassa. Yrityksen nykyinen kulutustietojen mukainen huipputeho on 1,2 MVA. Jos teho kasvaa 20 prosenttia vuoden aikana ja jatkaa samaa kasvutahtia, on yritys kaksinkertaistanut nykyisen tehonsa viidessä vuodessa 2,4 MVA:iin.

4.4 Tehon tarve kokonaisuudessaan

Ennustettu kuormitus tulee KymiRing-hankkeen lisäksi SharpCell Oy:n toiminnan kasvusta sekä Miehonkankaalle sijoittuvasta liikenneasemasta ja teollisuusalueesta. Alla olevaan kuvaan 4.2 on havainnollistettu tulevien kuormien sijainnit ja suuruudet. Laatikoiden värillä on kuvattu mihin sähköaseman lähtöön kuormat vaikuttavat verkon nykytilassa. Vihreä lähtö on Pilkanmaan, sininen Kausalan ja punainen Korjalan sähköaseman sähköverkkoa.



KUVA 4.2. Huipputehon kasvuennuste kartalla

Ennustettu kuormituksen kasvu on kokonaisuudessaan 5,55 MVA. Alueen kuormituksen kasvuennuste perustuu kuitenkin suurelta osalta alustaviin suunnitelmiin, arvioihin ja suuntaa antaviin laskukaavoihin. Saatuihin tuloksiin saattaa tulla tulevaisuudessa muutoksia ja ne ovat pääosin huipputehojen arvioita, joten ne kuvastavat huippukulutuksen aikaista tehon tarvetta. Ennustetut kuormitukset eivät tule sähköverkkoon kerralla. Aiemman tarkastelun perusteella, voidaan olettaa kuormituksen tulevan taulukon 4.5 mukaisesti jaksoittain.

TAULUKKO 4.5. Kuormituksen kasvu

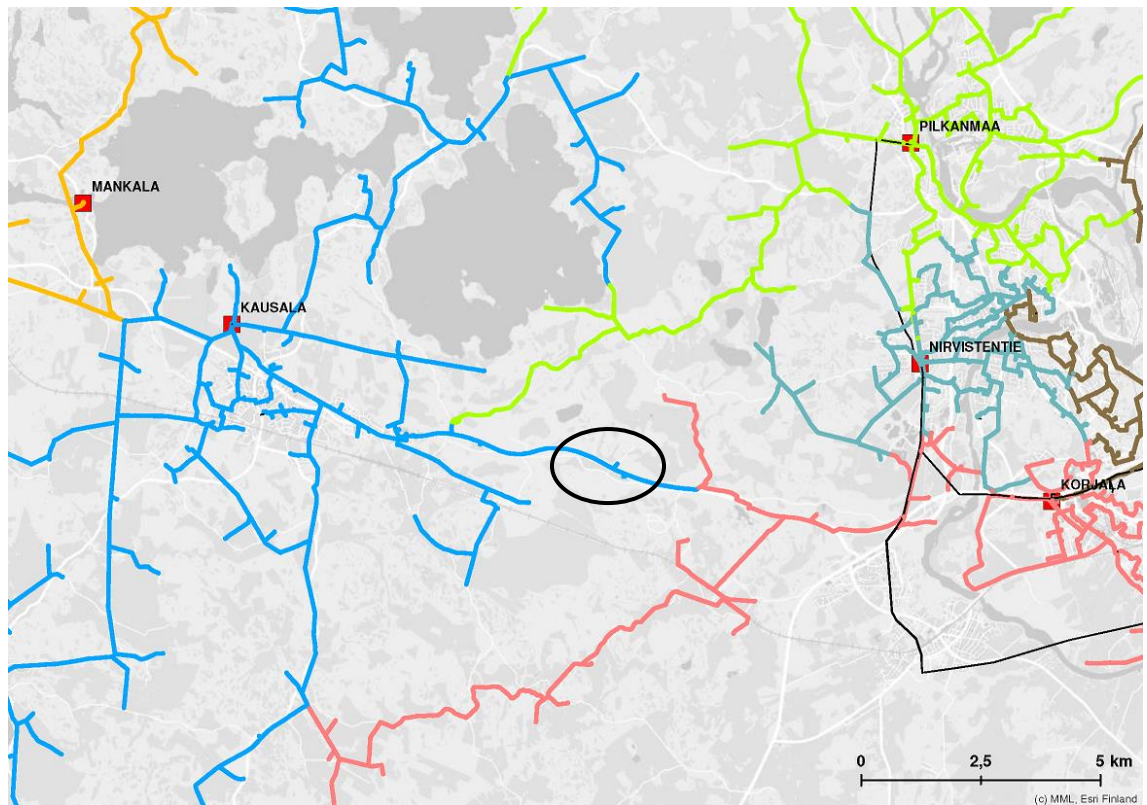
Vuosi	Rakennusvaihe	Kuormituksen kasvu (MVA)	Kuormituksen kasvu kokonaisuudessaan (MVA)
2019	Moottori- ja ajokoulutusrata	1,00	1,60
	SharpCell Oy (1/2)	0,60	
2022	Yli puolet oheistoiminnasta	1,14	4,14
	SharpCell Oy (2/2)	0,60	
	Osa teollisuudesta ja liikenneasema	0,80	
2025	Loput oheistoiminnasta	0,86	5,55
	Loput teollisuudesta	0,55	

Aikataulu on viitteellinen ja perustuu kevään 2017 tietoihin. Aikataulusta saadaan kuitenkin kuva siitä, millä aikavälillä ennustetun kuormituksen on tarkoitus toteutua.

5 VERKON NYKYTILA

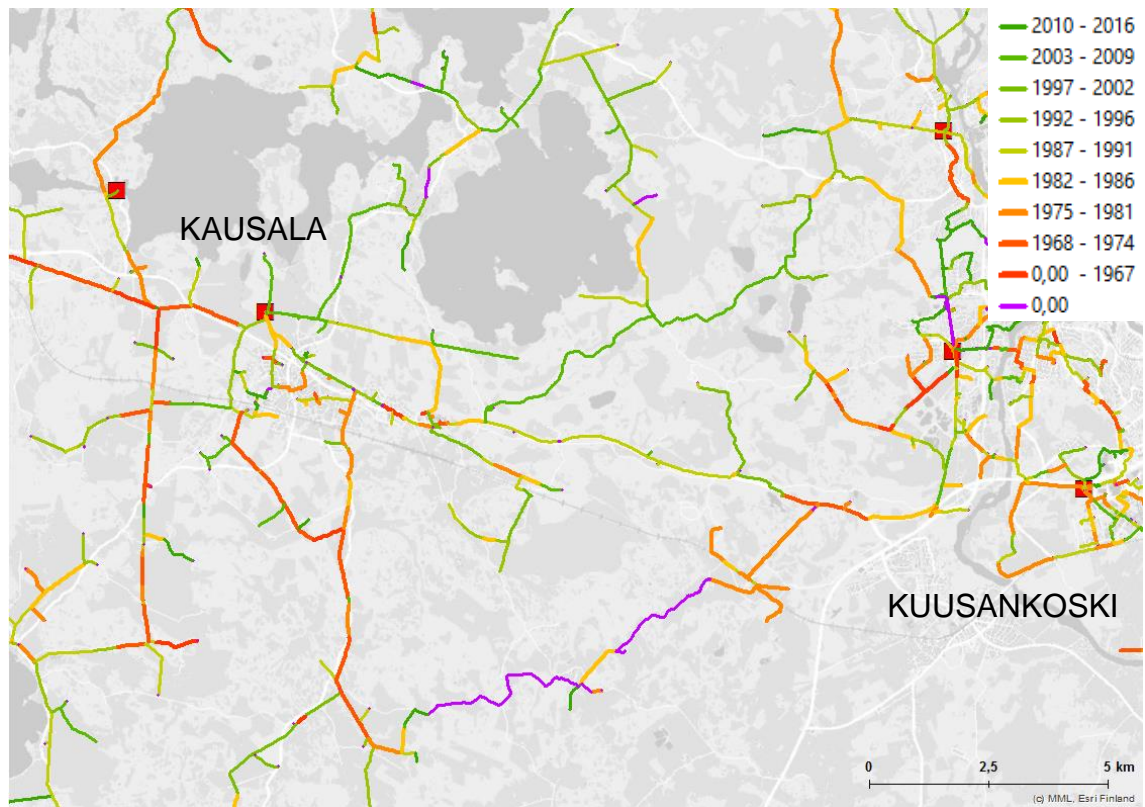
5.1 Verkkoalue

Työssä tarkastellaan KymiRing kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen ympäristöä ja sitä syöttävää sähköverkkoa. Kuvassa 5.1 on esitetty tulevan moottoriurheilukeskuksen ympäristön keskijänniteverkko väritettynä sähköasemittain kartalla, jossa KymiRingin alue on merkattu ympyröimällä. Kuvasta nähdään, että KymiRing sijaitsee Kausalan sähköaseman keskijännitejohtolähdössä ja siihen vaikuttavat välillisesti Mankalan, Pilkanmaan, Nirvistentien ja Korjalan sähköasemat. Kuvassa musta viiva kuvastaa 110 kV sähkölinjaa.



KUVA 5.1. KymiRing -moottoriurheilukeskuksen ympäristön sähköverkko

Kuvassa 5.2 on esitetty alueen keskijänniteverkon ikäjakauma. Siitä nähdään, että vanhaa sähköverkkoa on erityisesti Kuusankosken ja Kausalan alueilla. Nämä alueet ovat kuitenkin KSS Verkko Oy:llä lähitulevaisuudessa saneerauksessa. Ikäarvolla 0 kuvassa on esitetty johdot, joiden rakennusvuosi ei ole tiedossa tai merkitty rakennusvuosi on 2017.



KUVA 5.2. Sähköverkon ikäjakauma

Työssä tarkastelussa olevien sähköasemien päämuuntajien nimellistehot ja huippukuormitustehot esitetään taulukossa 5.1. Huippukuormitustehot on mitattu vuoden 2016 huippukulutuksen aikana. Taulukosta nähdään, että nämä sähköasemat ovat kohtuullisessa kuormassa huippukulutuksenkin aikana. Mankalan sähköasemalla on kaksi päämuuntajaa, mutta niitä ei voida käyttää samanaikaisesti eri kytkentäryhmien takia.

TAULUKKO 5.1. Päämuuntajien kuormitukset huippukulutuksen aikana

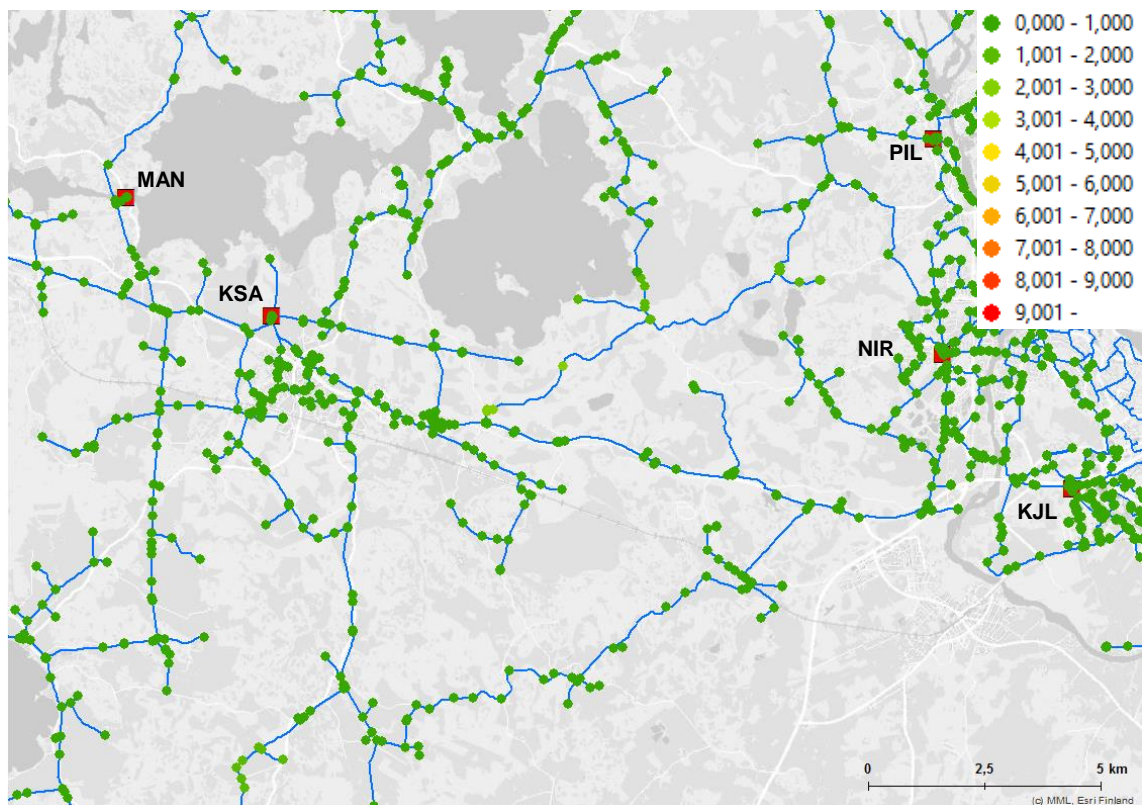
Sähköasema	Päämuuntajan nimellisteho (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)
Kausala	25	14,4	57,6
Korjala	25	15,3	61,2
Mankala	10 (+ 5)	1,2	12,0
Nirvistentie	16 + 25	14,0	34,1
Pilkanmaa	25	18,4	73,6

Kuvassa 5.3 on esitetty nykyisen sähköverkon johtojen kuormitusasteet. Sähköverkko kestää hyvin nykyisen kuormitustilanteen. Koko alueen johtojen kuormitusasteet jäävät pääosin alle 30 prosenttiin.



KUVA 5.3. Johtojen kuormitusasteet (%)

Kuvassa 5.4 on esitetty nykyisen sähköverkon jännitteenalenemat prosentteina. Kuvasta nähdään, että jännitteenalenema pysyy alle neljän prosentin koko tarkastelualueella.



KUVA 5.4. Tarkastelualan jännitteenalenemat (%)

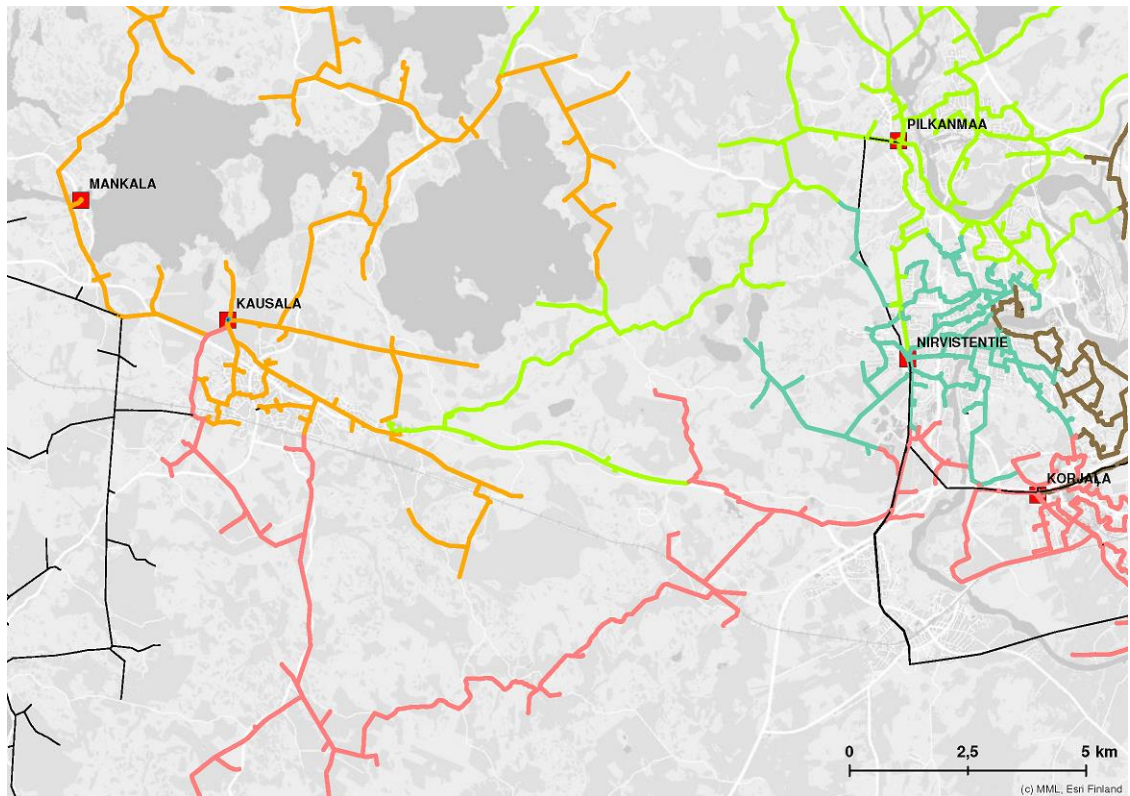
5.2 Toiminta vikatilanteessa

Sähköverkot on suunniteltu pysymään toimintavarmana erilaisista vika- ja katkotilanteista huolimatta. Sähköverkkoyhtiöillä on joitain korvaustilanteita varten olemassa valmiita kytkentäsuunnitelmia. Kytkentäsuunnitelmassa on määritetty ne katkaisijat ja erottimet, joiden kytkentätilaa on muutettava. Näin saadaan korvattua katkenneen johtolähdön sähkönsyöttö toisella reitillä parhaimmillaan kokonaan.

Tähän päättötyöhön on otettu tarkasteluun kaksi tarkastelun kohteena olevan alueen kriittisintä vikatilannetta. Ensimmäinen on Kausalan sähköaseman katkotilanne, jolloin KymiRing-hankealueen sähkönsyöttö täytyy korvata. Toinen vikatilanne on SharpCell Oy:tä syöttävän Pilkanmaan sähköaseman keskijännitejohtolähdön L12 Peräsaaren katkeaminen.

5.2.1 Kausalan sähköaseman korvaustilanne

Kuten luvussa 5.1 todettiin, nykytilanteessa KymiRing-hankealueen sähkönsyöttö tapahtuu Kausalan sähköasemalta. Näin ollen kriittisimmässä vikatilanteessa Kausalan sähköasema on täysin pois toiminnasta. Tätä tilannetta tarkastellaan ensimmäisenä. Kuvassa 5.5 on esitetty Kausalan sähköaseman korvaustilanne väritettynä sähköasemittain.



KUVA 5.5. Kausalan sähköaseman korvaustilanne

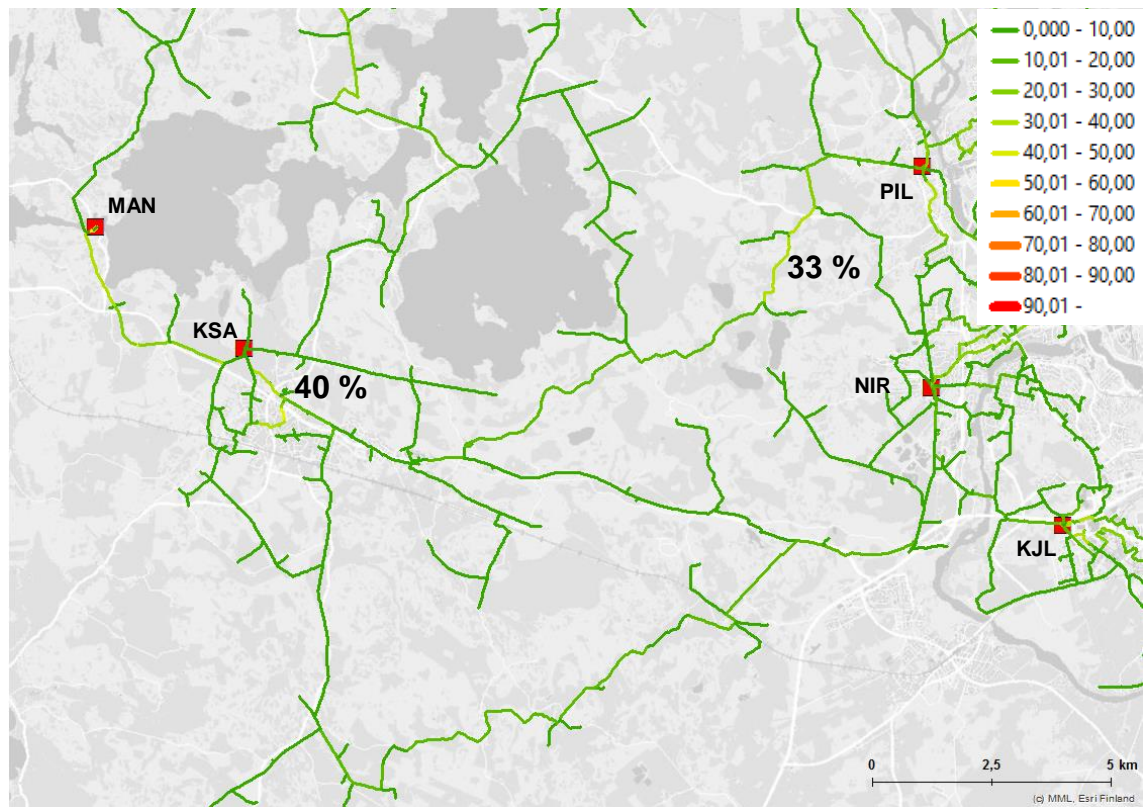
Kuvasta nähdään, että Kausalan sähköasema saadaan hetkellisesti korvattua kokonaan. Korvaustilanteessa Kausala ja sen pohjoisosat syötetään Mankalan sähköasemalta, Kausalan länsipuoli ja Etelä-Iitti Lahti Energialta, Kausalan eteläpuoli Korjalan sähköaseman lähdöltä L19 Keltti ja Tillolan alue sekä Halton Oy Pilkanmaan johtolähdöltä L12 Peräsaari. Kausalan sähköaseman korvaustilanne kuormittaa näin ollen kolmea sähköasemaa ja Lahti Energian sähköverkkoa. Taulukossa 5.2 on esitetty kuormituksen nousu näissä sähköasemissa sekä kuormituksen nousu lisättyä huippukulutuksen aikaiseen tehoon. Lahti Energian sähköverkkoa saa kuormittaa katkotilanteissa noin 1,5 MVA teholla.

TAULUKKO 5.2. Päämuuntajien kuormitukset Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa huippukulutuksen aikana

Sähköasema	Kuormituksen nousu (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)	Kuormitusasteen nousu (%-yks)
Korjala	0,95	16,25	65,0	3,8
Mankala	6,56	7,76	77,6	65,6
Pilkanmaa	1,17	19,57	78,3	4,7

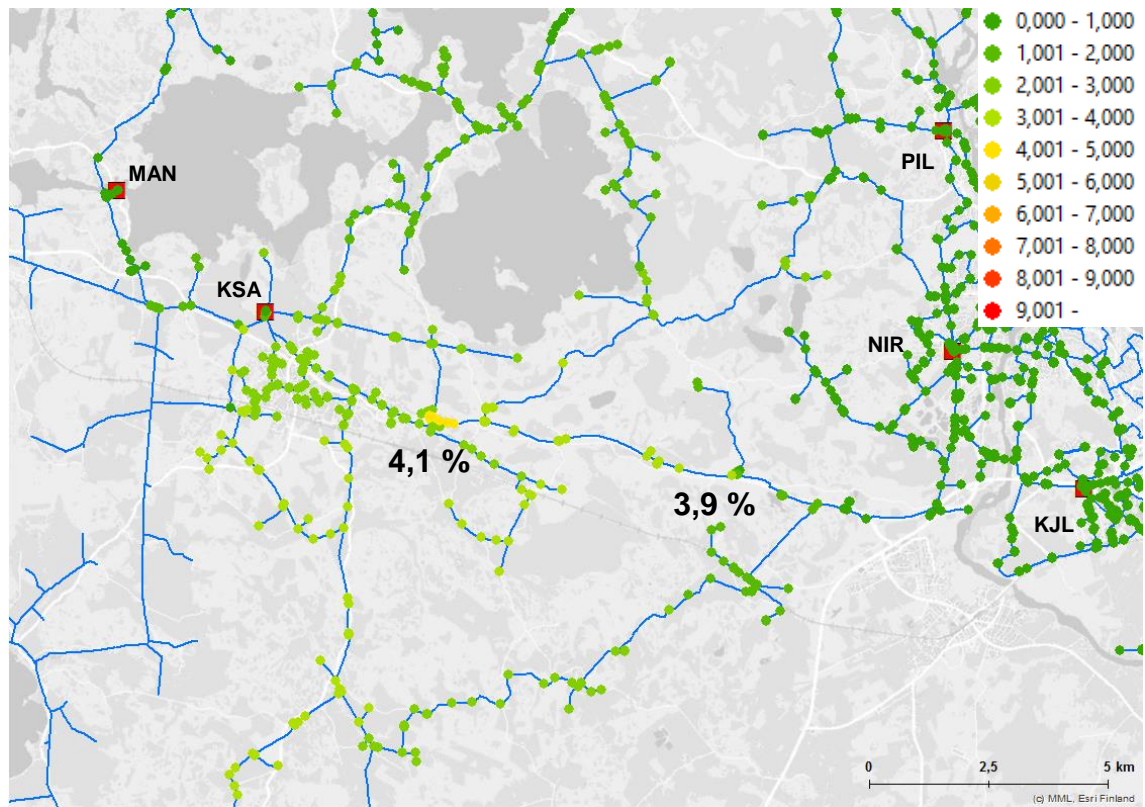
Taulukosta nähdään, että verkon nykytilanteessa sähköasemat kestävät hyvin hetkellisen Kausalan sähköaseman korvaustilanteen. Ainoastaan Mankalan sähköasemaa kuormitetaan huomattavasti normaalitilannetta enemmän. Mankalan sähköasemaa ei voida kuormittaa lähelle 100 prosentin kuormitusastetta, koska samalta sähköasemalta syötetään myös toisen verkkoyhtiön sähköverkkoa.

Kuvassa 5.6 on esitetty johtojen kuormitusasteet Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa. Keski-jänniteverkko kestää hyvin korvaustilanteen. Koko alueen johdot ovat pääosin alle 30 prosentin kuormassa tai hieman sen yläpuolella. Ainostaan Kausalassa lähellä sähköasemaa maakaapeleita, joiden kuormitusasteet lähenivät 40 prosenttia. Kuvasta puuttuu Lahti Energian syöttämä alue, koska ohjelma laskee vain KSS VerkkOy:n verkkoaluetta.



KUVA 5.6. Kausalan sähköaseman katkon aikaiset johtojen kuormitusasteet (%)

Kuvassa 5.7 on esitetty nykyisen sähköverkon jännitteenalenemat prosentteina Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa. Kuvasta nähdään, että jännitteenalenema tässä tilanteessa nousee PIL L12 Peräsaaren lisätyssä johto-osuudessa hieman yli neljän prosentin. Suurimmillaan jännitteenalenema tässä lähdössä on 4,1 prosenttia. Tämä jää kuitenkin alle viiden prosentin, joka on taajamissa suurin sallittu jännitteenalenema häiriötilanteissa.



KUVA 5.7. Tarkastelualan jännitteenalenemat (%) Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa

5.2.2 PIL L12 Peräsaari korvaustilanne

Pilkanmaan sähköaseman keskijännitejohtolähtö 12 Peräsaari on noin 13,5 km pitkä ilmajohtolähtö. Se syöttää SharpCell Oy yritystä, joka on päättötöyn tarkastelun kohteena olevalla alueella suurin yksittäinen sähkönkäyttöpaikka. Lähdön vika- tai katkotilanteessa SharpCell Oy syötetään Kausalan sähköaseman keskijännitejohtolähdöstä L06 Tillola. Taulukossa 5.3 on esitetty kuormituksen nousu korvaustilanteessa Kausalan sähköasemalla sekä kuormituksen nousu lisättyä huippukulutuksen aikaiseen tehoon. Siitä nähdään, että Kausalan sähköasema kestää tämän korvaustilanteen hyvin.

TAULUKKO 5.3. Päämuuntajien kuormitukset PIL L12 korvaustilanteessa huippukulutuksen aikana

Sähköasema	Kuormituksen nousu (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)	Kuormitusasteen nousu (%-yks)
Kausala	1,56	15,96	63,8	6,2

Tarkastelua tehdessä GPT suunnitteluovelluksella voidaan todeta, että SharpCell Oy:n syöttämisen vaihtuminen Tillolan johtolähtöön ei vaikuta tarkasteltavan alueen sähkötekniseen kestävyYTEEN. Koko alueen johtojen kuormitusasteet jäävät alle 30 prosentin ja jännitteenalenema pysyy alle neljän prosentin.

6 KUORMITUKSEN KASVUN VAIKUTUS NYKYVERKKOON

KymiRing-hankkeen myötä kasvavan kuormituksen vaikutusta sähköverkkoon tarkastellaan GPT yleissuunnittelutyökalulla. GPT ohjelmaan luotiin KymiRing-hankealueen alustavaan sähkösuunnitelmaan perustuva keskijänniteverkko, johon on lisätty mahdolliset uusi liikenneasema ja logistiikka-alue. Ohjelmaan lisättiin myös kuormituksen kasvunusteen mukaiset huipputehot.

Kasvavan kuormituksen vaikutusta sähköverkkoon tarkastellaan sähköasemien päämuuntajien ja johtojen kuormitusasteiden sekä verkon jännitteenaleneman näkökulmista. Tarkastelussa on esitetty tilanteittain vain ne sähköasemat ja johtolähdöt, joihin on tullut muutosta lähtötilanteeseen nähden. Päämuuntajien kuormituksen tarkastelussa on käytetty teoreettista suurinta kuormitusta. Todellisuudessa huippukuormat jakautuvat kuormitustyyppien mukaan eri vuoden- ja kellonajoille.

6.1 Normaalitilanne

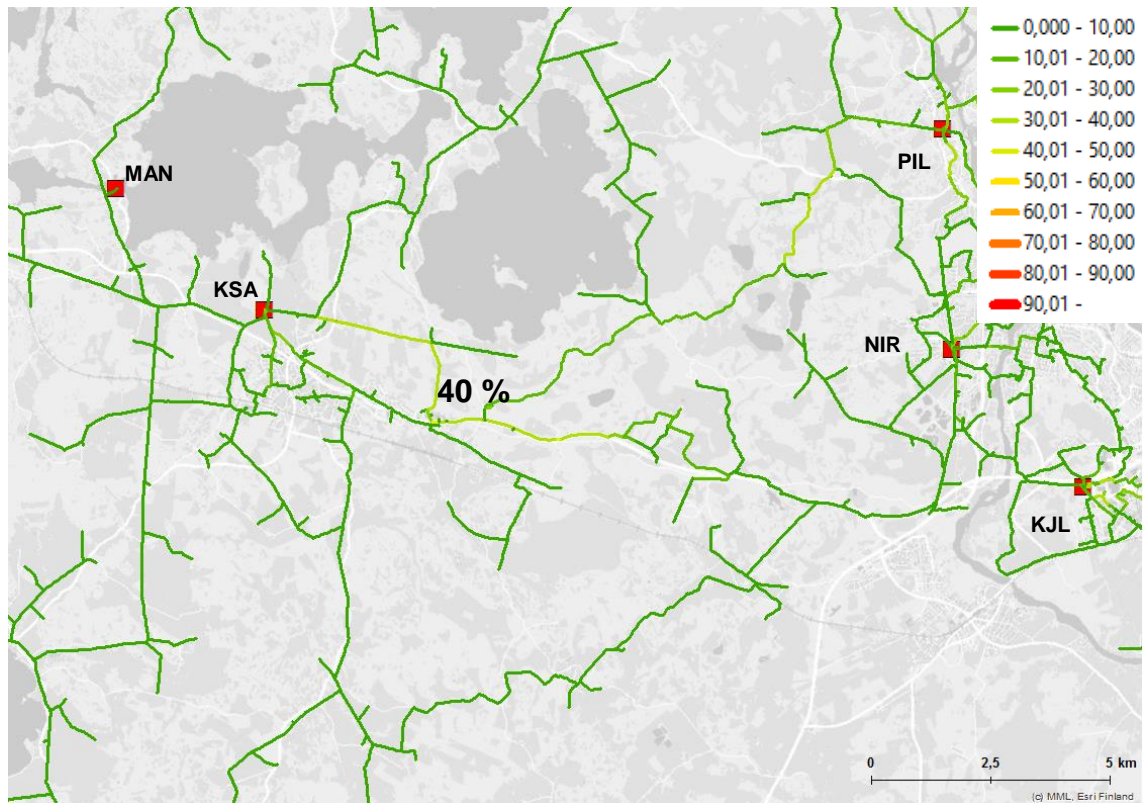
Ensimmäisenä tarkastellaan tilannetta, jossa nykyisellään olevaan sähköverkkoon lisätään uusi kasvunusteen mukainen kuormitus. Taulukossa 6.1 on esitetty kuormituksen nousu Kausalan ja Pilkanmaan sähköasemissa sekä kuormituksen nousu lisättynä huippukulutuksen aikaiseen tehoon. Taulukosta nähdään, että sähköasemien päämuuntajat kestävät kuormituksen nousun.

TAULUKKO 6.1. Päämuuntajien kuormitukset uudella kuormituksella huippukulutuksen aikana

Sähköasema	Kuormituksen nousu (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)
Kausala	3,81	18,21	72,9
Pilkanmaa	0,88	19,28	77,1

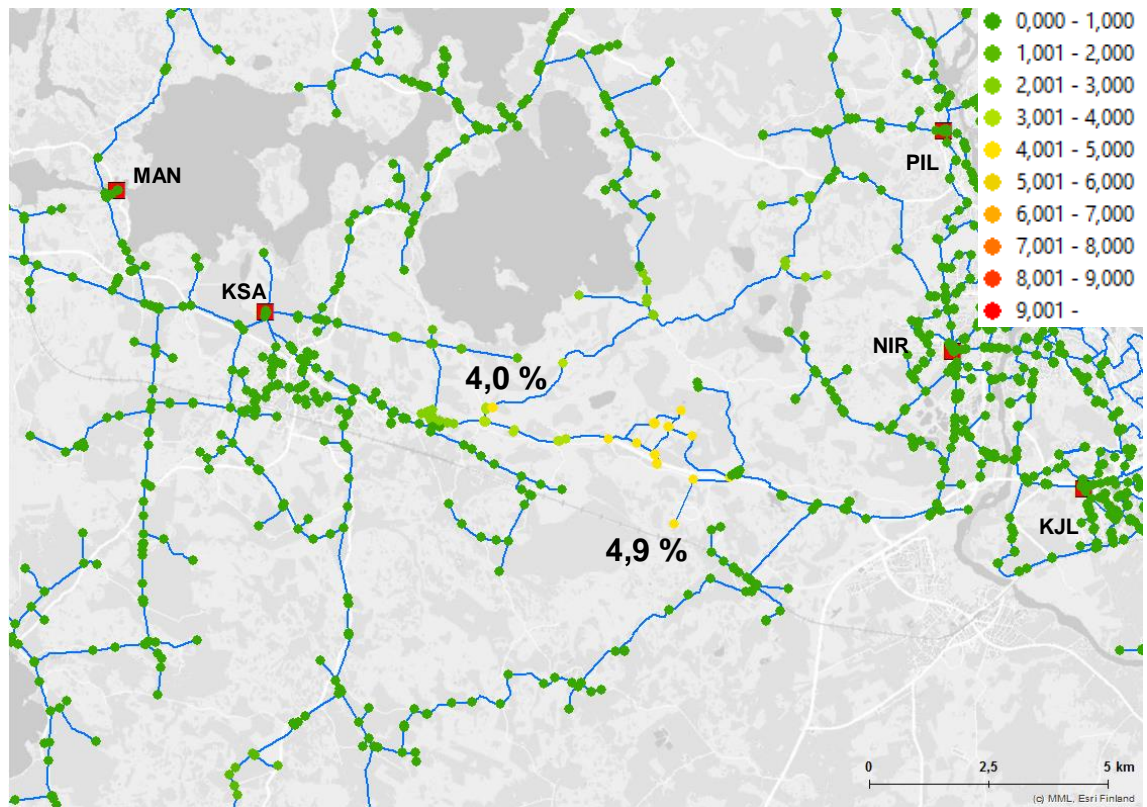
Kuvassa 6.1 on esitetty nykyisen sähköverkon johtojen kuormitusasteet, kun verkkoon on lisätty uusi kuormitus. Sähköverkko kestää hyvin uuden kuormitustilanteen. Uusi kuormitus nostaa Pilkanmaan ja Kausalan johtolähtöjen kuormitusasteita odotetusti.

Suurin kuormitus on Kausalan johtolähdössä, jossa on noin 40 prosentin kuormassa oleva 160 metrin pituinen Raven ilmajohto. Muuten vaalean vihreänä näkyvät suurimmat kuormitusasteet ovat 35 – 40 prosentin luokkaa.



KUVA 6.1. Johtojen kuormitusasteet uudella kuormituksella (%)

Kuvassa 6.2 on esitetty nykyisen sähköverkon jännitteenalenemat prosentteina uudella kuormituksella. Jännitteenalenema nousee kasvaneen kuormituksen myötä KymiRing-hankealueella, joka on KSA L06 Tillolan kaukaisin kohta. Siellä jännitteenalenema on 4,9 prosenttia. Jännitteenalenema nousee myös SharpCell Oy:n kohdalla, joka on KSA L06 Tillolan kaukaisin kohta. Siellä jännitteenalenema on 4,0 prosenttia. Taajamissa jännitteenalenemaprocentti ei saa nousta yli neljän prosentin, joten tällä tarkastelulla Tillolan lähtöä olisi vahvistettava.



KUVA 6.2. Jänniteenalenemat uudella kuormituksella (%)

6.2 Kausalan sähköaseman korvaustilanne

Kausalan sähköaseman korvaustilanne kuormittaa kolmea sähköasemaa ja Lahti Energian sähköverkkoa. Kasvuennusteen mukainen kuormitus tässä korvaustilanteessa lisätään täysin Pilkanmaan sähköasemaan ja sen johtolähtöön 12 Peräsaari. Taulukossa 6.2 on esitetty kuormituksen nousu Pilkanmaan sähköasemalla.

TAULUKKO 6.2. Päämuuntajan kuormitus uudella kuormituksella Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa huippukulutuksen aikana

Sähköasema	Kuormituksen nousu (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)
Pilkanmaa	5,58	23,98	95,9

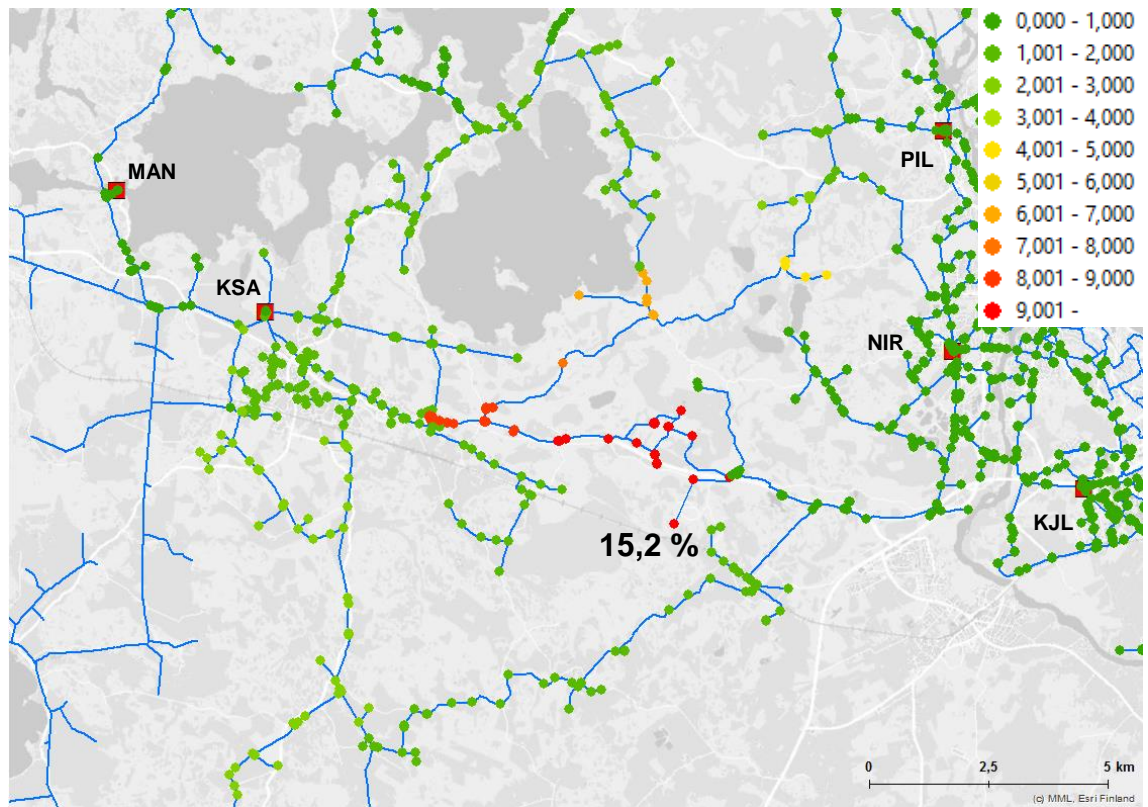
Uuden kuormituksen huippukulutuksen sattuessa samaan aikaan kun sähköverkko on muutenkin huippukulutuksessa, päämuuntajan kuormitusaste nousee lähelle 100 prosenttia, kuten taulukosta nähdään. Päämuuntajaa kuitenkin voidaan pitää tässä kuormitusasteessa korvaustilanteen aikana.

Kuvassa 6.3 on esitetty nykyisen sähköverkon johtojen kuormitusasteet Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa, kun verkkoon on lisätty uusi kuormitus. Tässä tilanteessa PIL L12 Peräsaari kuormittuu paikoin hyvin voimakkaasti. Lähtö on muuten 40 – 60 prosentin kuormassa, mutta siinä on 2,5 kilometriä kuvassa punaisena näkyvää Sparrow ilmajohtoa jonka kuormitusaste nousee arvoon 97 prosenttia. Nykyisellä korvauskytkentäsuunnitelmalla johto ei välttämättä kestäisi uutta kuormitusta. Kuvasta puuttuu Lahti Energian syöttämä alue, koska ohjelma laskee vain KSS Verkko Oy:n verkkoaluetta.



KUVA 6.3. Johtojen kuormitusasteet Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa (%)

Kuvassa 6.4 on esitetty nykyisen sähköverkon jännitteenalenemat prosentteina Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa, kun verkkoon on lisätty uusi kuormitus. Jännitteenalenema nousee tässä korvaustilanteessa huomattavasti yli sallittujen rajojen uudella kuormituksella. Kun uusi kuormitus on lisätty PIL L12 Peräsaaren lähtöön, sen kaukaisimmassa kohdassa jännitteenalenema nousee 15,2 prosentin suuruuteen. Kuvassa punaisella näkyvissä solmupisteissä jännitteenalenema on 9,7 – 15,0 prosentin välillä.



KUVA 6.4. Jännitealenemat Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa (%)

6.3 PIL L12 Peräsaari korvaustilanne

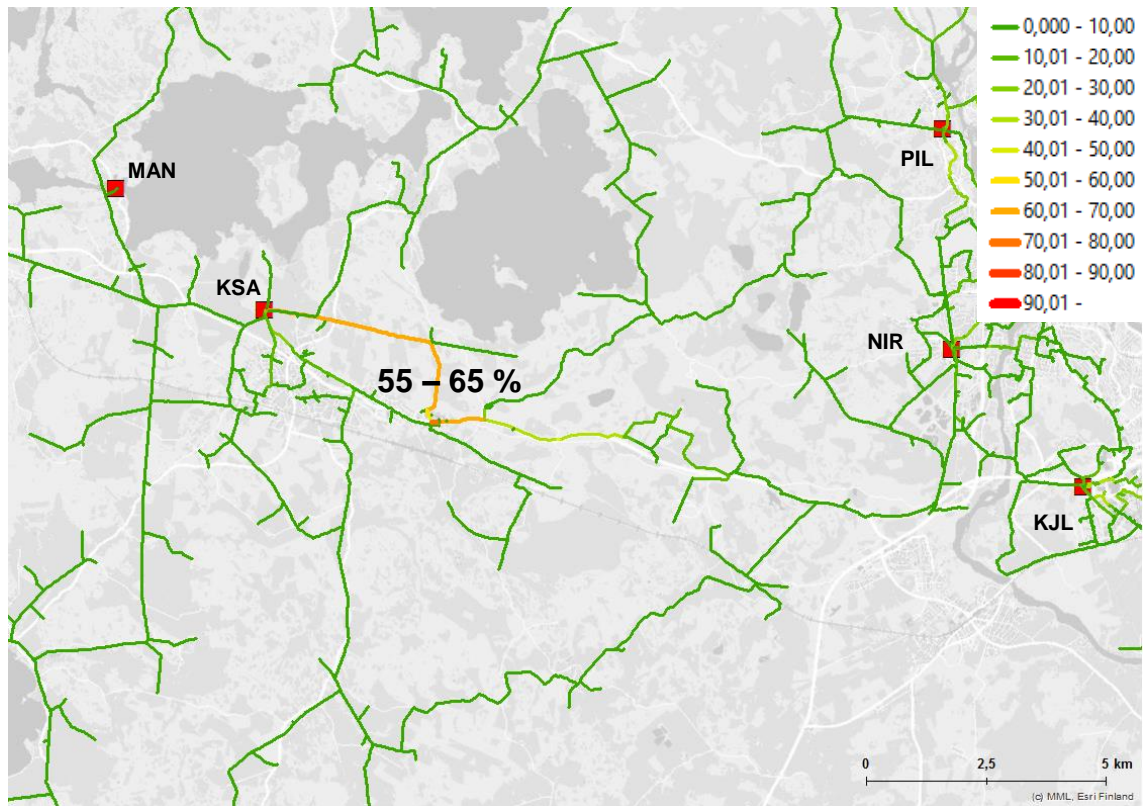
Pilkanmaan sähköaseman lähdön 12 Peräsaari korvaustilannetta kuvataan siten, että SharpCell Oy:n syöttö on siirretty Kausalan sähköaseman lähdölle 6 Tillola. Taulukossa 6.3 on esitetty kuormituksen nousu korvaustilanteessa uudella kuormituksella Kausalan sähköasemalla sekä kuormituksen nousu lisättyinä huippukulutuksen aikaiseen tehoon. Taulukosta nähdään, että Kausalan sähköasema kestää tämän korvaustilanteen hyvin, vaikka sen kuormitusaste nouseekin selkeästi normaalitilanteeseen nähden.

TAULUKKO 6.3. Päämuuntajan kuormitus uudella kuormituksella PIL L12 korvaustilanteessa huippukulutuksen aikana

Sähköasema	Kuormituksen nousu (MVA)	Kuormituksen huipputeho (MVA)	Kuormitusaste (%)
Kausala	6,42	20,82	83,3

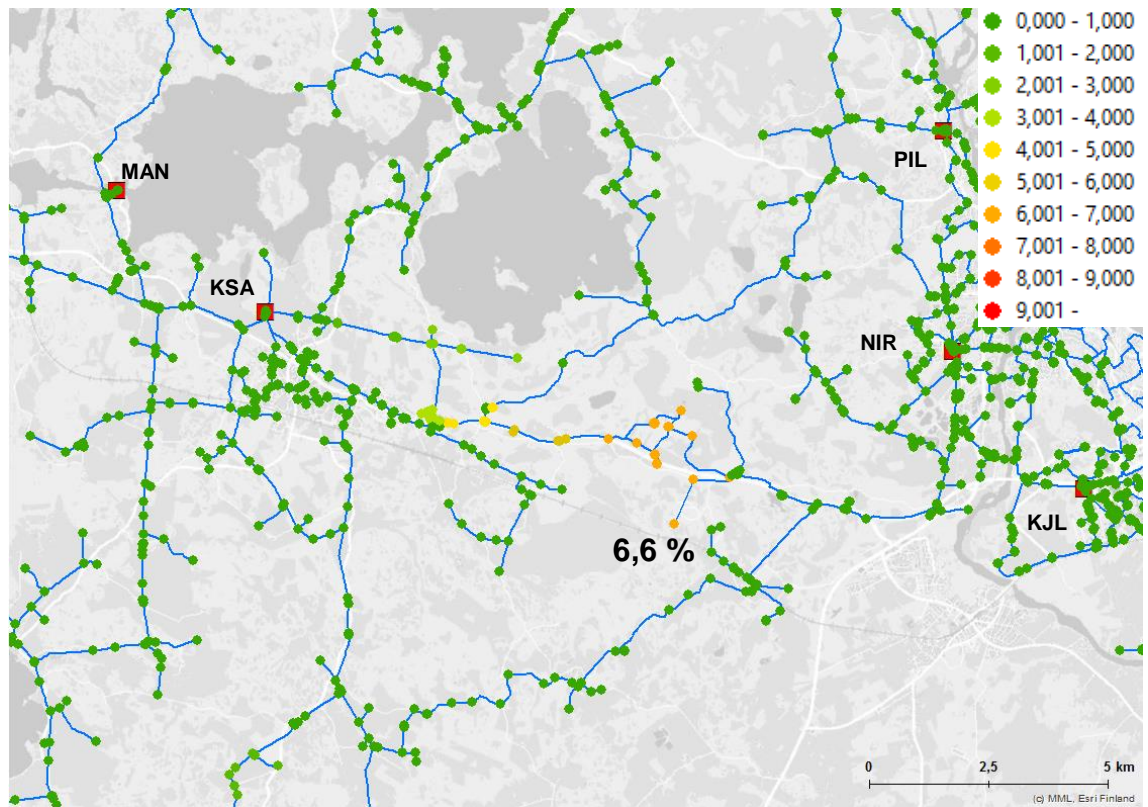
Kuvassa 6.5 on esitetty nykyisen sähköverkon johtojen kuormitusasteet PIL L12 Peräsaaren korvaustilanteessa, kun verkkoon on lisätty uusi kuormitus. KSA L06 Tillola

kuormittuu lähtötilannetta voimakkaammin. Kuvassa oranssilla värillä näkyvän Tillolan johtolähdön kuormitukset ovat arvoltaan 55 – 65 prosentin suuruisia. Johtolähtö kestää hetkellisen korvaustilanteen hyvin.



KUVA 6.5. Johtojen kuormitusasteet PIL L12 korvaustilanteessa (%)

Kuvassa 6.6 on esitetty nykyisen sähköverkon solmupisteiden jännitteenalenemat prosentteina PIL L12 Peräsaaren korvaustilanteessa, kun verkkoon on lisätty uusi kuormitus. KSA L06 Tillolan kaukaisimman kohdan jännitteenalenema kasvaa lähdön kuormitusta kasvattaessa. Suurin jännitteenalenema lähdössä on 6,6 prosenttia ja KymiRinghankealueella yleisesti 6,0 – 6,6 prosentin välillä. Vaikka alue luokitellaankin tällä hetkellä haja-asutusalueeksi, käytetään tässä päättötyössä alueella jännitteenaleneman viiden prosentin ylärajaa tulevan yritystoiminnan vuoksi.



KUVA 6.6. Solmupisteiden jännitteenalenemat PIL L12 korvaustilanteessa

6.4 Päätelmä kuormituksen kasvun vaikutuksesta

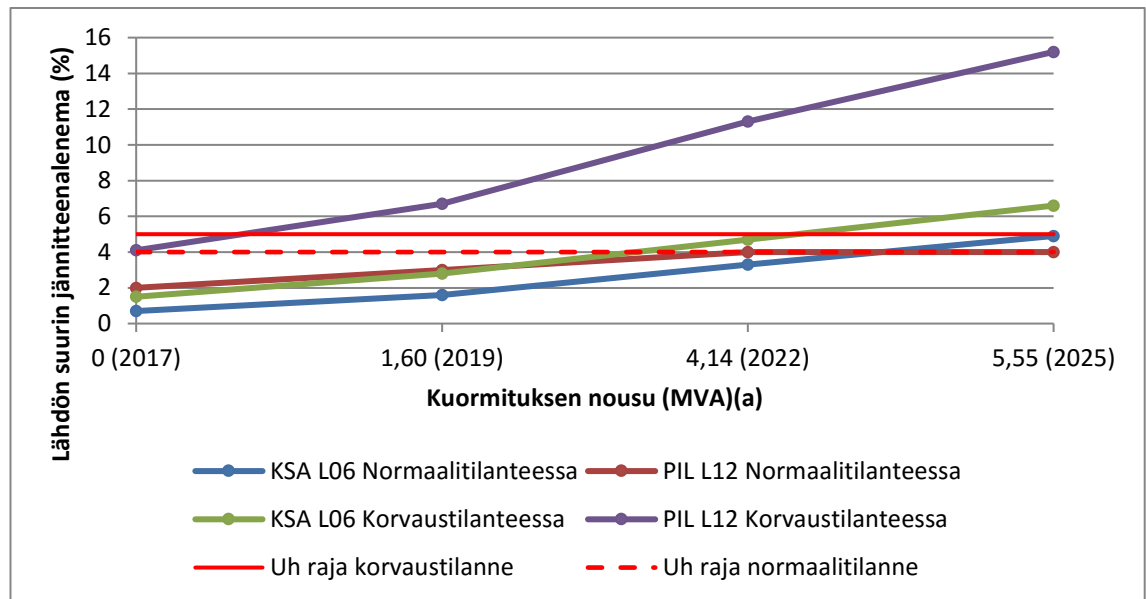
Luvussa käsiteltiin tilannetta, jossa nykyiseen sähköverkkoon tulisi uusi ennustettu kuormitus. Tarkastelun tuloksista nähdään, että sähköasemien päämuuntajat kestävät uuden kuormituksen sekä normaalikäyttö- että korvaustilanteissa. Johtojen kuormitettavuutta tarkastellessa nähdään, että nykyiset johdot kestävät uuden kuormituksen normaalikäyttö- sekä PIL L12 Peräsaaren korvaustilanteissa. Johtojen kuormitettavuuden kanssa ongelmaksi nousi vain Peräsaari-lähdön varrella oleva 2,5 kilometrin pituinen Sparrow ilmajohto-osuus, joka ei kestäisi uutta kuormitusta huipussaan Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa.

Suurimmat uuden kuormituksen tuomat ongelmat koskevat jännitteenaleneman suuruutta. Normaalikäyttö- sekä PIL L12 Peräsaaren korvaustilanteissa jännitteenalenema ylittää hieman taajamissa sallitut neljän ja viiden prosentin rajat. Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa Peräsaaren lähdöstä tulee niin pitkä, että jännitteenalenema nousee siellä yli 15 prosentin. Tämä on jo huomattava lasku jännitteessä, eikä sitä voi sallia edes korvaustilanteessa. Päätelmien perusteella nykyistä sähköverkkoa ei voitaisi käyt-

tää ennustetulla kuormituksella. Kriittisin tilanne on nykyinen Kausalan sähköaseman korvauskäytäntä, jolle täytyy saada korvaava vaihtoehto.

7 PARANTAMISTARPEIDEN TARKASTELU

Edellisessä luvussa todettiin sähköverkon johtojen kestävä ennustettu kuormitus lukuun ottamatta PIL L12 yhtä johto-osuutta Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa. Suuremmaksi ongelmaksi todettiin jännitteenaleneman kasvu. Kuvaajassa 7.1 on tarkasteltu jaksottaisesti jännitteenaleneman kasvua.



KUVAAJA 7.1. Suurimmat jännitteenalenemat lähdeittäin kuormituksen noustessa

Kuvaajaan on merkitty punaisella katkoviivalla määritetty neljän prosentin taajamissa normaalitylanteessa sallittu jännitteenaleneman raja. Ylempi punainen viiva kuvastaa vastaavasti viiden prosentin korvaustilanteen jännitteenalenemarajaa. Kuvaajasta nähdään, että jännitteenalenema ei kasva liian suureksi tarkasteltavissa lähdeissä normaalitylanteessa, eikä Kausalan sähköaseman lähtö 06 Tillolan osalta korvaustilanteissa ennen vuotta 2025. Pilkanmaan sähköaseman lähtö 12 Peräsaaren suurin jännitteenalenema taas nousee selkeästi yli sallitun rajan jo ensimmäisessä kuormituksen nousua kuvaavassa tarkastelujaksossa.

Seuraavaksi esitetään erilaisia vaihtoehtoja, joissa tarkastellaan miten sähköverkon tulisi uudistua KymiRing-hankkeen vaikutusten myötä, mikäli kuormitus kasvaisi ennustetun suuruiseksi. Vaihtoehdot on suunniteltu siten, että ne ratkaisisivat todetut ongelmat jännitteenaleneman kanssa. Vaihtoehtojen tekemiseen käytetään GPT yleissuunnittelusovellusta, jossa on mahdollista tehdä suunnitelmakokonaisuus skenaariopohjaisesti. Ske-

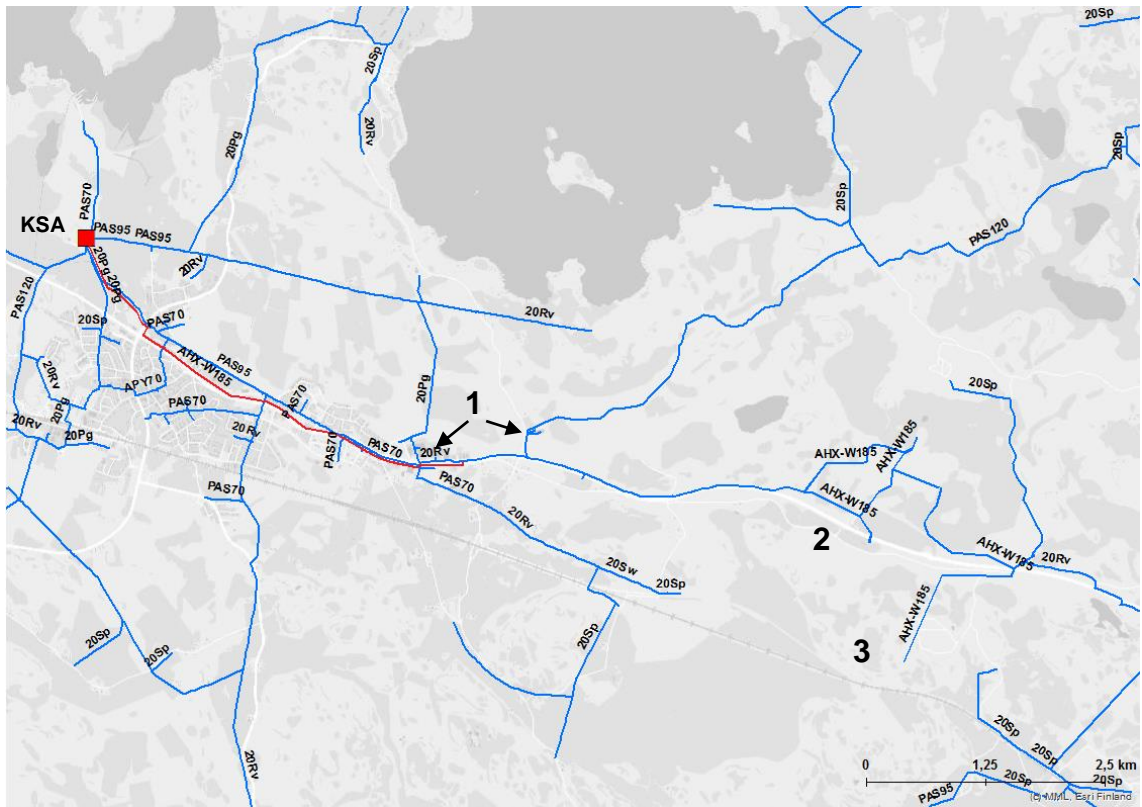
naarioiden pohjana on sama suunnitelma, jolla tarkasteltiin ennustetun kuormituksen kasvua nykyverkossa. Lasketut hinnat perustuvat Energiaviraston 2016 – 2023 yksikkö-hinnastoon (Energiavirasto 2017). Skenaarioiden lasketut hinnat ovat taulukoitu liitteeseen 1.

Luvun lopussa esitetään vielä vaihtoehto tilanteeseen, jossa tulevaisuuden kuormitus kasvaa niin suureksi, etteivät aiemmin suunnitellut skenaariot sitä kestäisi. Siinä pohditaan missä tilanteessa olisi sähkötekniisten perusteiden valossa oleellista rakentaa uusi sähköasema syöttämään alueen kuormitusta.

7.1 Normaalikäyttötilanne

Aiemmin todettiin sähköverkon kestävä normaalkäyttötilanteessa vuoteen 2022 asti, mutta tämän jälkeen ennustetun kuormituksen kasvun jatkuessa jännitteenalenema kasvaisi johtolähdön kaukaisimmassa pisteessä yli määritellyn rajan. Tarkasteltava vaihtoehto on uuden kuormituksen syöttäminen edelleen Kausalan sähköasemalta. Sähköaseman kuormitusaste nousee 79 prosentin arvoon, kun siihen lisätään huippukulutuksen aikainen uusi kuormitus. Tällä perusteella syöttö voidaan toteuttaa sieltä.

Skenaariossa rakennetaan uusi keskijännitejohtolähtö Kausalan sähköasemalta. Sähköasemalla on valmiiksi tyhjä kenno, johon tarvitsee rakentaa vain uusi suojalaitteisto. Kuvan 7.1 mukaisesti uusi lähtö on AHX-185 keskijännitekaapelia ja se kulkee valtatie 12 myöten. Uudesta johtolähdöstä syötetään Halton Oy ja SharpCell Oy (1), KymiRing moottorirata (2) sekä Miehonkankaan teollisuusalue (3).

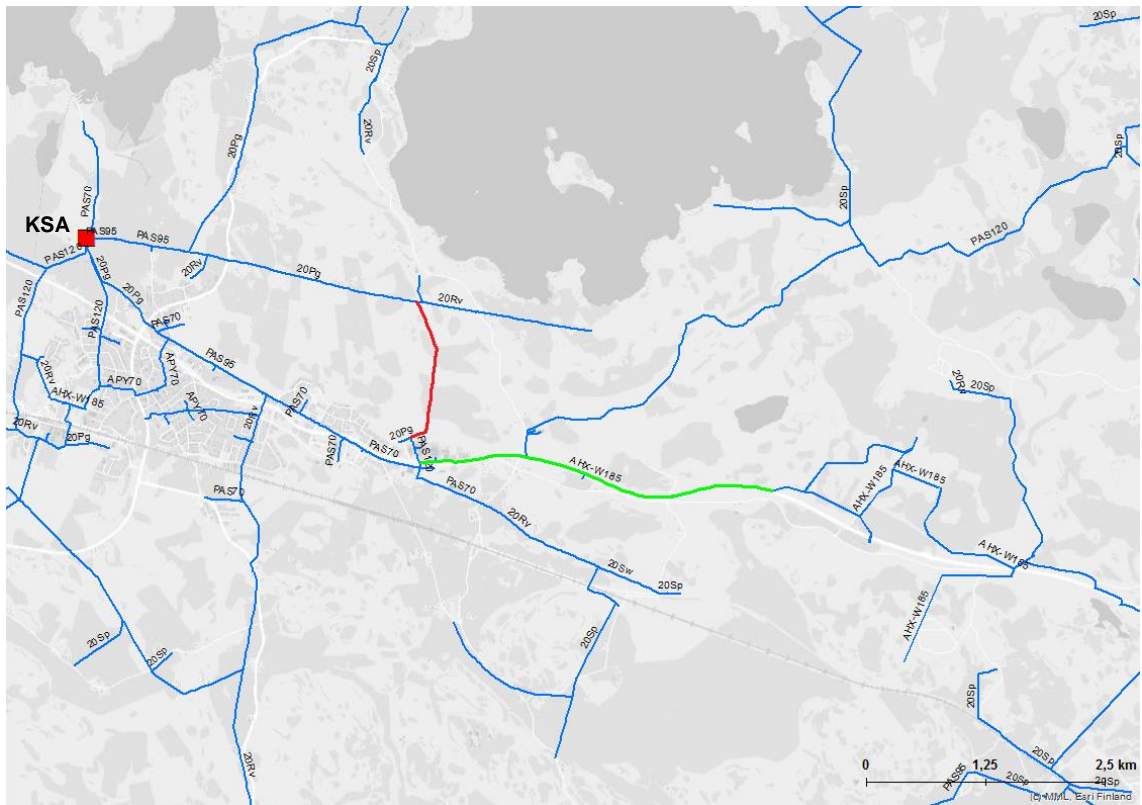


KUVA 7.1. Uusi johtolähtö

Tässä skenaariossa johtolähdön suurin johdon kuormitusaste on 60 prosenttia, joka on uudessa syöttökaapelissa. Muuten johtojen kuormitusasteet pysyvät alhaisina. Suurin jännitteenalenema on 3,9 prosenttia johtolähdön päässä. Uuden johtolähdön rakentaminen maksaa noin 327 000 euroa (liite 1, taulukko 1).

Tulevaisuudessa voi tulla tilanne, että halutaan parantaa sähkönsiirron varmuutta KymiRing keskuksen alueella tai Miehonkankaan teollisuusalueella. Tähän yhtenä ratkaisuna on valtatie 12 varteen Halton Oy:ltä KymiRing-hankealueelle ulottuvalle osuudelle rakennettava maakaapeli. Osuuden kaapelointi AHX-185 maakaapelilla laskisi johtolähdön suurimman jännitteenaleneman 2,6 prosenttiin. Kaapelointi maksaisi noin 239 000 euroa (liite 1, taulukko 2).

Vaihtoehtoisena ratkaisuna uuden johtolähdön rakentamiselle nykyistä Tillolan johtolähtöä voidaan saneerata kestävämmän uusi kuormitus. Johtolähdössä korvataan 1,6 kilometriä Pigeon ilmajohtoa PAS120 ilmajohtolla kuvassa 7.2 punaisella korostetusta kohdasta. Tämän lisäksi kaapeloidaan 3,7 kilometrin pituinen matka Halton Oy:ltä KymiRing-hankealueelle asti AHX-185 maakaapelilla kuvassa vihreällä korostetusta kohdasta.



KUVA 7.2. KSA L06 Tillolan saneeraus

Tässä skenaariossa johtolähdön suurin johdon kuormitusaste on alle 40 prosenttia. Suurin jännitteenalenema on 3,4 prosenttia johtolähdön päässä. Tillolan johtolähdön saneeraus maksaa noin 285 000 euroa (liite 1, taulukko 3).

7.2 Korvaustilanne

Uuden kuormituksen myötä päättötyössä tarkastelussa olevan keskijänniteverkon kriittisin kohta on Kausalan sähköaseman nykyinen korvaustilanne Pilkanmaan sähköaseman johtolähdöstä 12 Peräsaari. Suurin ongelma tässä tilanteessa on jännitteenaleneman suuruus. Tämä johtuu johtolähdön pituudesta ja suurista kuormista sen päässä. Jännitteenaleneman korjaaminen kaapeloimalla ei ole mahdollinen vaihtoehto. Vaikka lähes koko lähdön kaapeloisi AHX-185 maakaapelilla, jännitteenalenemaa ei saa laskettua määritetyn viiden prosentin rajan alapuolelle.

Vaihtoehtoinen tapa jännitteenaleneman vähentämiseen olisi päämuuntajan vaihto suurempaan Pilkanmaan sähköasemalla. Uusi päämuuntaja maksaisi jo itsessään n. 500 000 euroa ja tämän lisäksi osa johtolähdöstä olisi vahvennettava, jotta se kestäisi kuormituk-

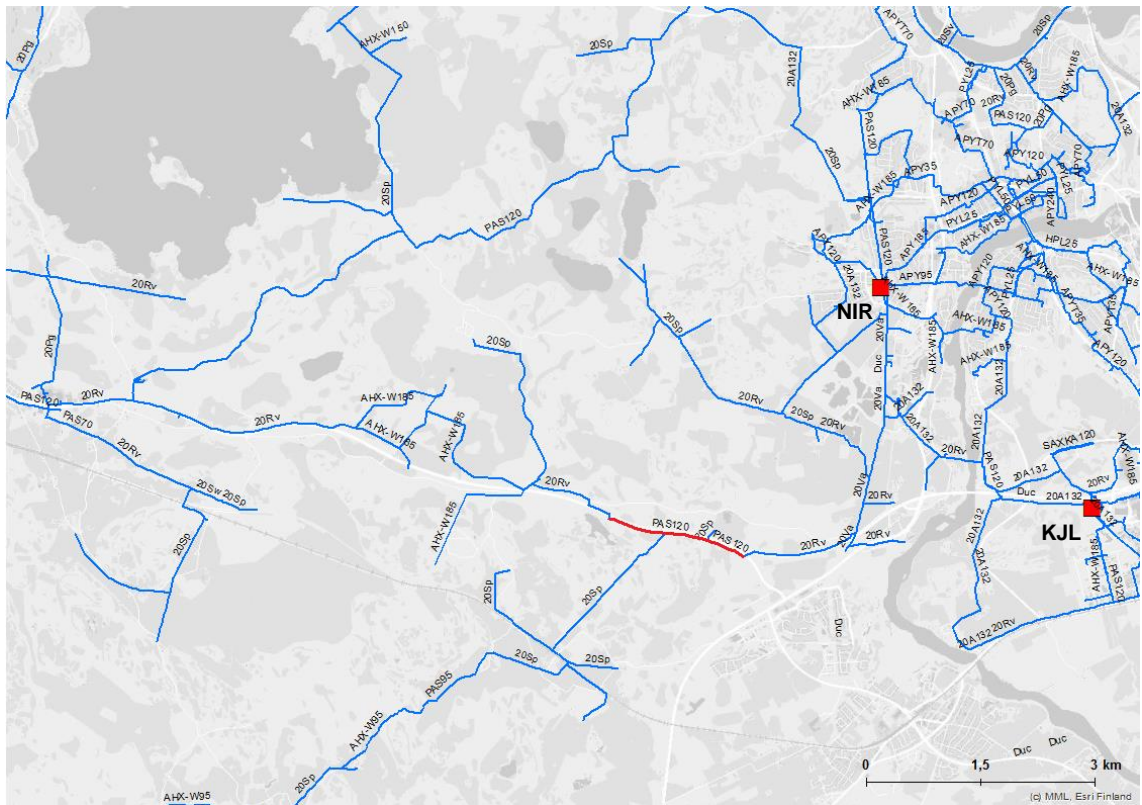
sen. Näiden syiden takia Pilkanmaan L12 Peräsaarta ei voida saneerata järkevästi siten, että se kestäisi uuden kuormituksen.

Lähimmät sähköasemat Pilkanmaan sähköaseman jälkeen, joista Kausalan sähköaseman korvaustilanne olisi mahdollista järjestää, ovat Korjalan ja Nirvistientien sähköasemat. Seuraavissa luvuissa käsitellään näistä kahdesta sähköasemasta toteutettuja korvaustilannemahdollisuuksia.

7.2.1 KJL L19 Keltin saneeraus

Nykyinen keskijänniteverkko kestäisi normaalikulutustilanteessa vielä määritellyn vuoden 2022 kuormituksen nousun. Myös Korjalan sähköaseman lähtö 19 Keltti saadaan pienellä saneerauksella vaihtoehdoksi nykyiselle Kausalan sähköaseman korvaustilanteelle vuoteen 2022 asti. Korjalan sähköaseman kuormitusaste nousee 84 prosenttiin, kun siihen lisätään huippukulutuksen aikainen uusi kuormitus. Kuormitusaste on laskettu tilanteessa, jolloin Korjalan sähköasema syöttää Kausalan eteläosia nykyisen Kausalan sähköaseman korvaustilanekytkenän mukaan. Tällä perusteella korvaustilanne voidaan toteuttaa Korjalan sähköasemalta.

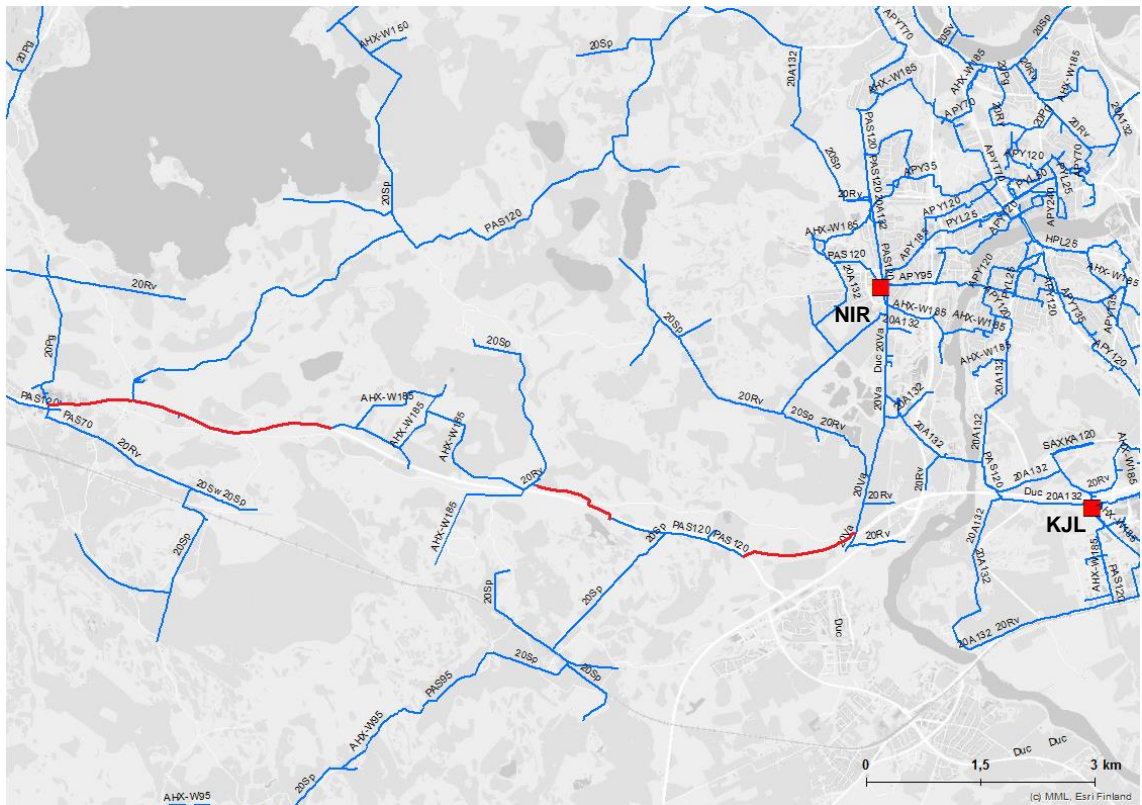
Tässä skenaariossa SharpCell Oy syötetään korvaustilanteessa PIL L12 Peräsaaresta ja Keltin lähdössä 1,8 kilometrin pituinen Sparrow ilmajohto-osuus saneerattaisiin kuvan 7.3 mukaisesti PAS120 ilmajohdolla.



KUVA 7.3. KJL L19 Keltin saneeraus osa 1

Tässä korvaustilannevaihtoehdossa molempien johtolähtöjen suurimmat johtojen kuormitusasteet pysyvät alle 45 prosenttia. Suurimmat jännitteenalenemat ovat Keltin johtolähdössä 4,8 prosenttia ja Peräsaaren johtolähdössä 4,0 prosenttia. PAS120 johtosuuden rakentaminen maksaa noin 64 000 euroa (liite 1, taulukko 4).

Mikäli kuormituksen kasvu jatkuu ennustettuna vuodesta 2022 eteenpäin, täytyy Keltin johtolähdöstä loputkin valtatie 12 varrella kulkevasta ilmajohdosta saneerata kuvan 7.4 mukaisesti. Tämä tarkoittaa noin 6,1 kilometrin matkan Raven ilmajohdon korvaamista PAS120 ilmajohdolla. Tässäkin korvaustilannevaihtoehdossa SharpCell Oy syötetään PIL L12 Peräsaaresta.



KUVA 7.4. KJL L19 Keltin saneeraus osa 2

Nyt suurimmaksi kuormitusasteeksi nousee 62 prosenttia 240 metrin pituisella Raven ilmajohto-osuudella. Muuten molempien johtolähtöjen suurimmat johtojen kuormitusasteet pysyvät alle 45 prosentin. Suurimmat jännitteenalenemat ovat Keltin johtolähdössä 5,5 prosenttia ja Peräsaaren johtolähdössä 4,0 prosenttia. Lisätyn PAS120 johtosuuden rakentaminen maksaa noin 213 000 euroa (liite 1, taulukko 5).

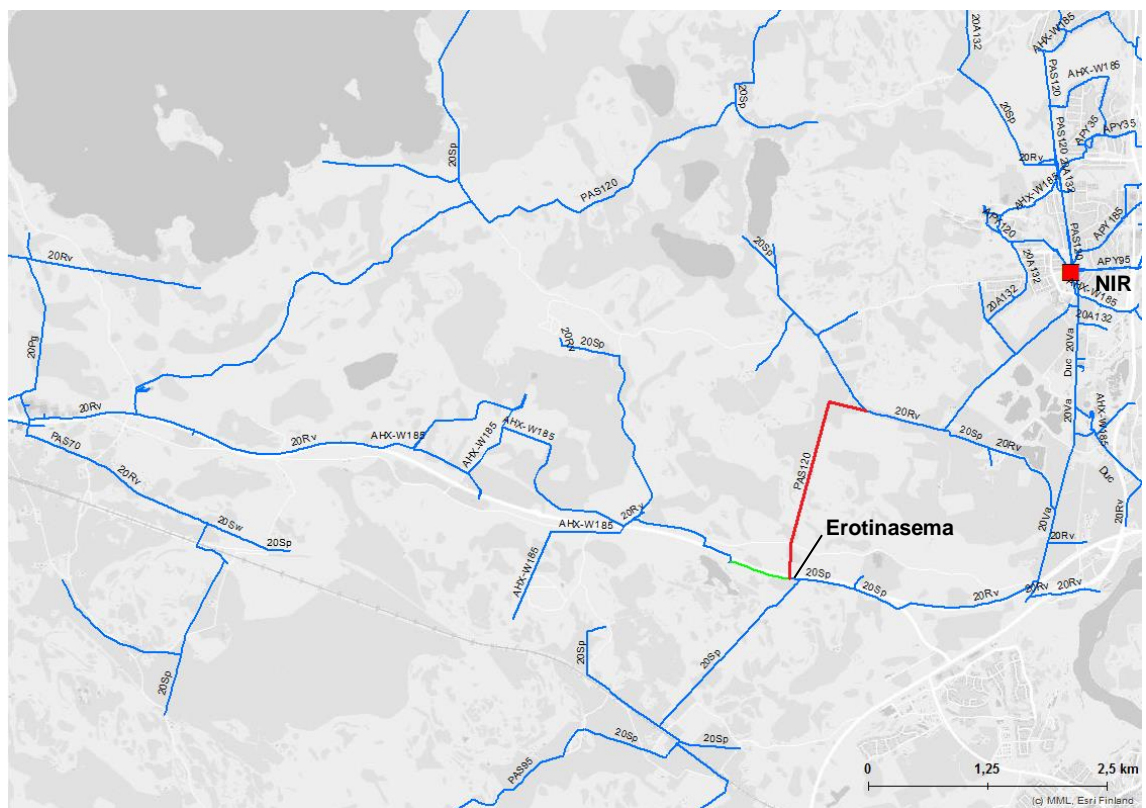
Alueen tulevaisuuden kehittyessä niin, että valtatie 12 aletaan saneerata koko tässä korvaustilannevaihtoehdossa käsitellyltä matkalta, voi vaihtoehdoksi muodostua johtosuuksien kaapelointi. Kaapelointi laskisi varmemmin jännitteenaleneman alle viiden prosentin rajan. Jos PAS120 johdon sijasta tämä noin 9,7 kilometrin pituinen matka kaapeloitaisiin AHX-185 maakaapelilla, työ maksaisi noin 610 000 euroa (liite 1, taulukko 6).

7.2.2 NIR L02 Töyrylän saneeraus

Toinen tarkasteltava vaihtoehto nykyiselle Kausalan sähköaseman korvaustilanteelle on syöttää katkotilanteessa korvattavat verkon osat Nirvistentien sähköasemalta. Nirvisten-

tien sähköaseman kuormitusaste nousee 47 prosentin arvoon, kun siihen lisätään huipukulutuksen aikainen uusi kuormitus. Tällä perusteella korvaustilanne voidaan toteuttaa sieltä.

Korvaustilannevaihtoehdossa saneerataan Nirvistentien sähköaseman lähtö 2. Johtolähdön alkupään ja valtatie välille kuvassa 7.5 punaisella korostettuun kohtaan rakennetaan uusi PAS120 ilmajohto 110 kV johtokadun läheisyyteen. Tämän lisäksi rakennetaan yksi kauko-ohjattu erotinasema erottamaan Töyrylän lähtö Keltin lähdöstä. Tässä skenaariossa Töyrylän johtolähdöstä syötetään Halton Oy, KymiRing moottorirata sekä Miehonkankaan teollisuusalue. SharpCell Oy syötetään korvaustilanteessa PIL L12 Peräsaaresta.



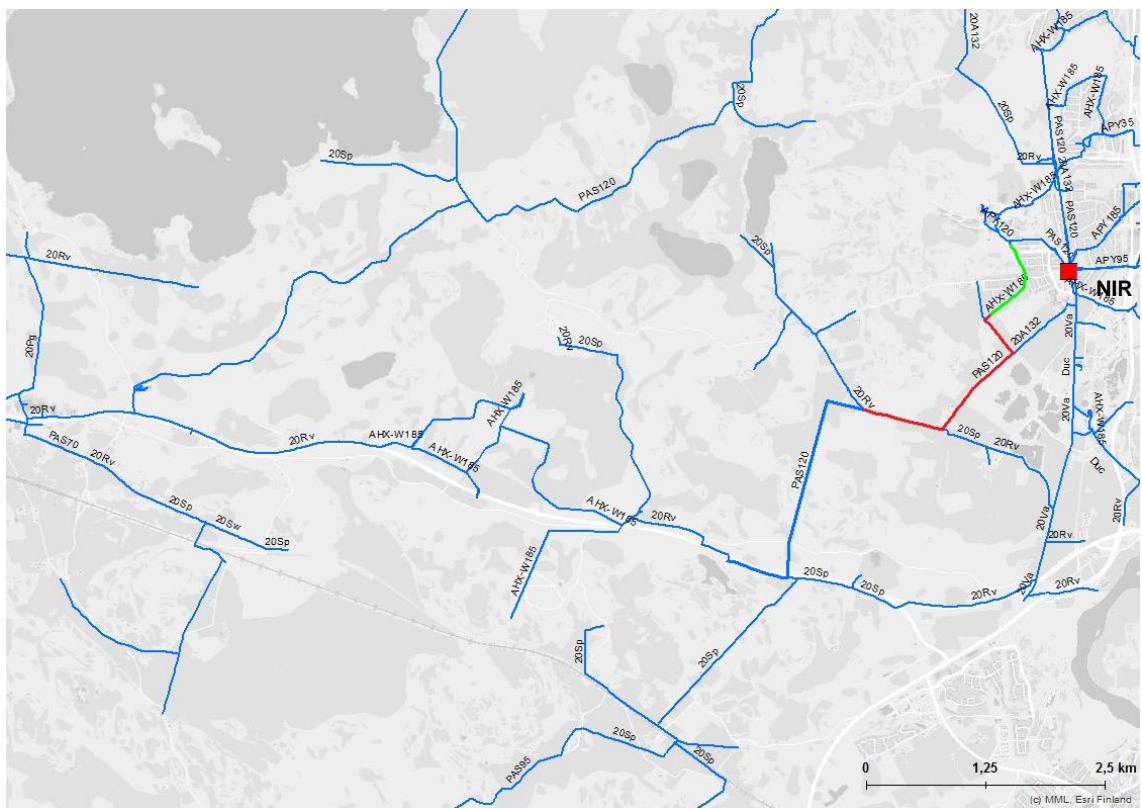
KUVA 7.5. NIR L02 Töyrylän saneeraus osa 1

Tällä korvaustilannevaihtoehdolla sähköverkko kestää vuoden 2022 ennustetun kuormituksen. Molempien johtolähtöjen suurimmat johtojen kuormitusasteet pysyvät tällöin alle 45 prosentin. Suurimmat jännitteenalenemat ovat Töyrylän johtolähdössä 4,3 prosenttia ja Peräsaaren johtolähdössä 4,0 prosenttia. Täydellä ennustetulla kuormituksella kuvassa vihreällä korostetulla 630 metrin pituisella Sparrow ilmajohtolla kuormitusaste nousee 60 prosenttiin, mutta tämä on vielä kohtuullinen suuruus. Tällöin Töyrylän joh-

tolähdön suurin jännitteenalenema nousee 5,9 prosenttiin. Tämän skenaarion rakentaminen maksaa noin 94 000 euroa (liite 1, taulukko 7).

Kuvassa 7.5 vihreällä korostetun johto-osuuden saneerauksella PAS120 ilmajohdoksi, saadaan johtolähdön suurin johdon kuormitusaste tippumaan 45 prosenttiin ja suurin jännitteenalenema 5,4 prosenttiin. Tällöin korvaustilannevaihtoehdon rakentaminen maksaa noin 116 000 euroa (liite 1, taulukko 7).

Tässä korvaustilannevaihtoehdossa täytyy saneerata Töyrylän johtolähdön alkupää, jotta lähdön suurin jännitteenalenema saadaan pudotettua alle viiden prosentin määritetyn korvaustilannerajan. Kuvassa vihreällä korostettu johto-osuus kaapeloidaan AHX-185 maakaapelilla ja punaisella korostettu johto-osuus vaihdetaan PAS120 ilmajohtoon. Tämä perustuu KSS Verkko Oy:n tulevaisuuden verkkovisioon.



KUVA 7.6. NIR L02 Töyrylän saneeraus osa 2

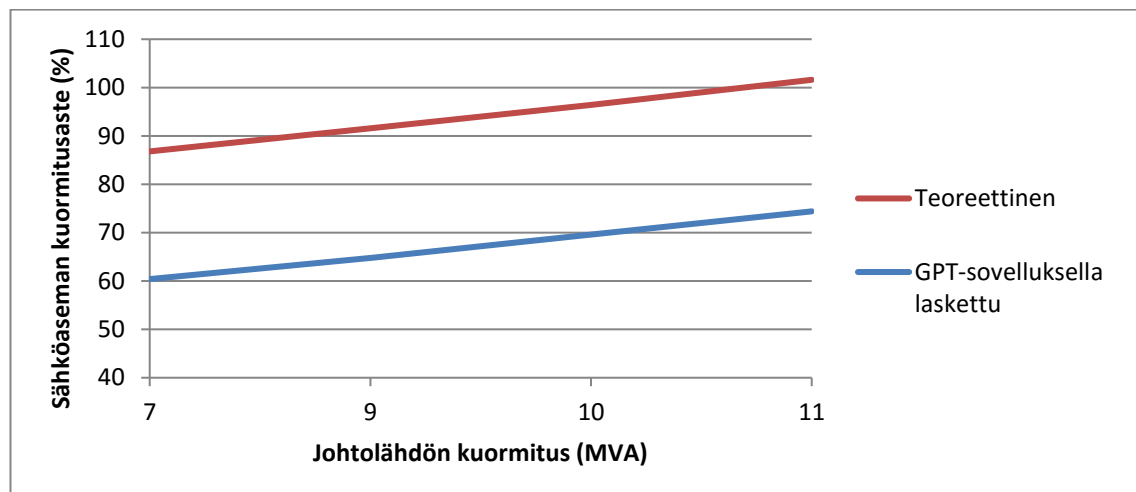
Töyrylän johtolähdön alkupään saneerauksella johtolähtöjen suurimmat johtojen kuormitusasteet pysyvät samoissa arvoissa. Kuitenkin suurimman jännitteenalenema laskee Töyrylän johtolähdössä 5,0 prosenttiin. Töyrylän johtolähdön saneeraaminen maksaa noin 145 000 euroa. Tällöin Töyrylän johtolähdön saneeraaminen Kausalan sähköase-

man korvaustilanteeksi uuden kuormituksen osalta maksaisi yhteensä noin 261 000 euroa (liite 1, taulukko 8).

7.3 Uusi sähköasema

On mahdollista, että Miehonkankaalle mahdollisesti tuleva logistiikka- ja yritysalue sekä KymiRing-hanke odottamattomasti kasvavat tai valtatie 12 saneerauksen myötä ympäristö kehittyy huomattavasti. Näin ollen alueen sähkönkulutus kasvaisikin suuresti, eikä aiemmin suunniteltu sähköverkko kantaisi uutta kuormitusta. Tässä alaluvussa pohditaan kuinka paljon alueen kuormituksen tulisi kasvaa, jotta pitäisi alkaa tarkastelemaan vaihtoehtoisia ratkaisuja alueen sähköverkon rakenteelle.

Ennustettu kuormituksen kasvu huippukulutuksen aikana kuormittaa Kausalan sähköasemaa 6 – 7 MVA teholla. Kuvaajissa 7.2 – 7.4 on käsitelty nousevan kuormituksen vaikutusta Kausalan sähköaseman uuden johtolähdön skenaariossa. Kuvaajassa 7.2 on esitetty Kausalan sähköaseman kuormitusasteen kasvua huippukulutusasteessa, kun uuden johtolähdön nouseva kuormitus lisätään huippukulutuksen aikaiseen mitattuun tehon arvoon, sekä GPT-sovelluksen laskemaan sähköaseman suurimpaan arvoon.

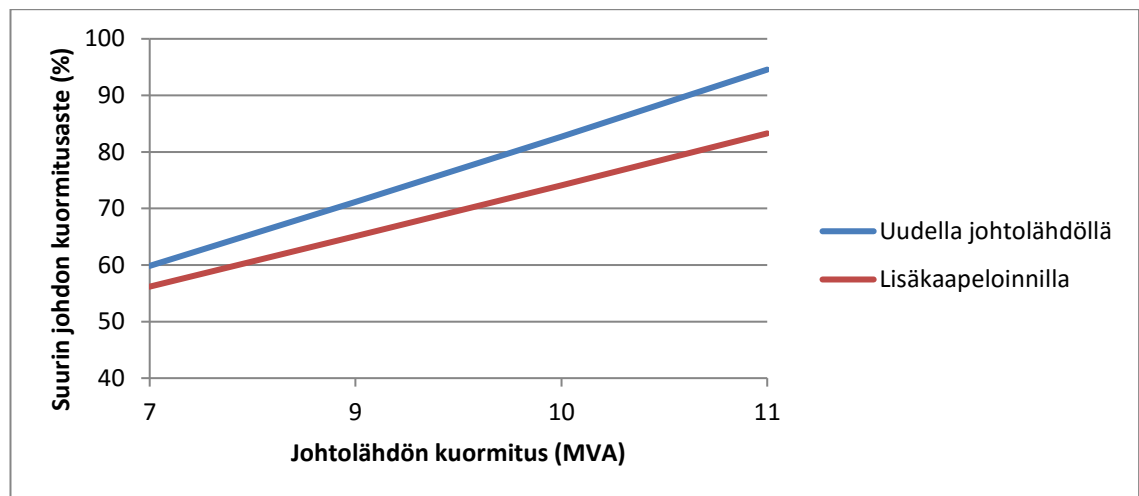


KUVAAJA 7.2. Kausalan sähköaseman kuormitusasteen nousu

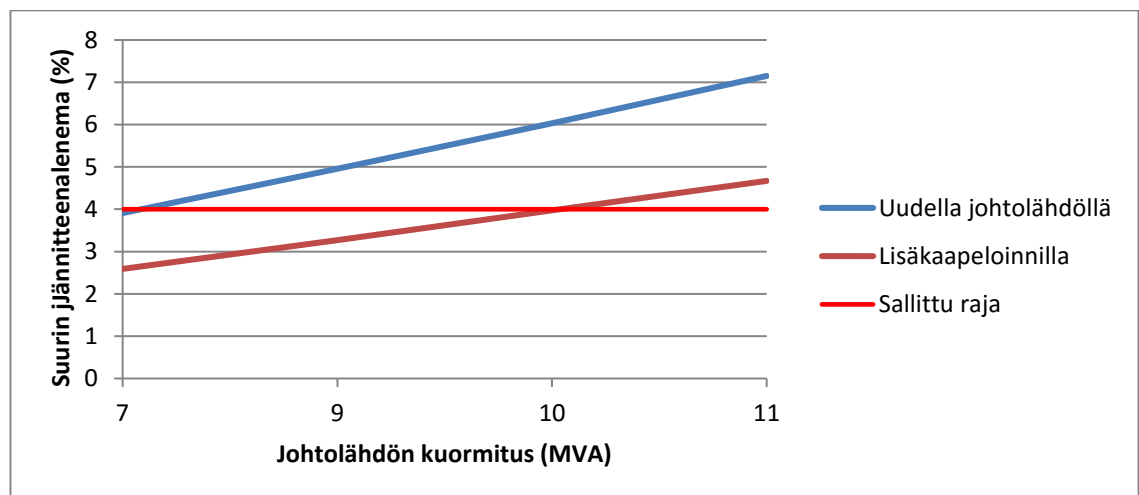
Kuvaajaan on otettu vertailuun GPT-sovelluksen laskentaan perustuva päämuuntajan kuormitusaste. Se on noin 27 prosenttiyksikköä alhaisempi kuin mitattuun huippukulutukseen lisätyn nousevan kuormituksen kanssa laskettu kuormitusaste. GPT-sovellus laskee sähköaseman tehon kulutusikärien perusteella, jolloin se ei summaa johtolähtö-

jen huipputehoja suoraan yhteen. Tuloksesta voidaan päätellä, että todellisuudessa huippukulutuksen aikainen kuormitusaste on näiden arvojen väliltä, mutta se voi teoreettisesti kuitenkin olla punaisen viivan osoittamalla tasolla.

Kuvaajissa 7.3 ja 7.4 on esitetty johtolähdön kuormituksen nousun vaikutukset suurimman johdon kuormitusasteen ja suurimman jännitteenalenenman näkökulmista. Kuvaajissa on esitetty myös skenaarion versio, johon on lisätty valtatie 12 varteen Halton Oy:ltä KymiRing-hankealueelle ulottuva AHX-185 maakaapeli.



KUVAAJA 7.3. Uuden johtolähdön suurin johdon kuormitusaste

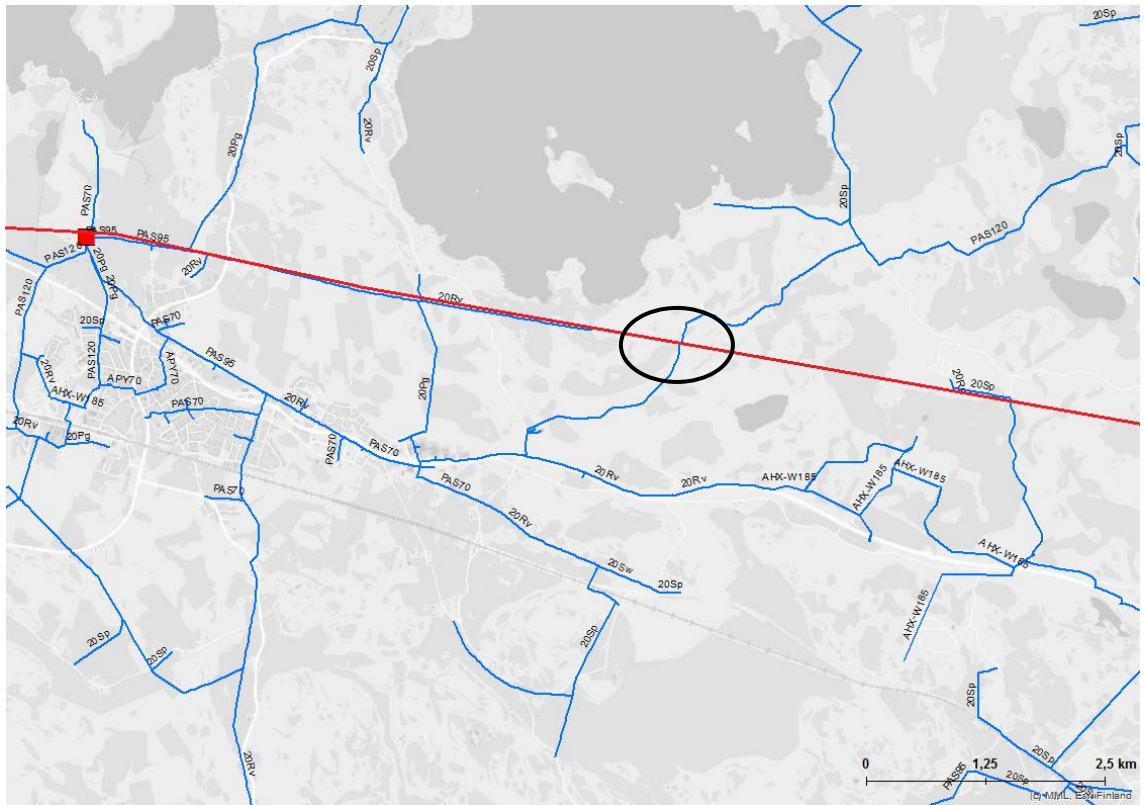


KUVAAJA 7.4. Uuden johtolähdön suurin jännitteenalenema

Ilman lisäkaapelointia uuden johtolähdön suurin jännitteenalenema nousee nopeasti yli taajamille määritetyn neljän prosentin sallitun rajan. Uuden kaapeloinnin kanssa uutta johtolähtöä voidaan kuormittaa jännitteenalenenman puitteissa noin 10 MVA:iin asti. Tällä kuormituksella johtolähdön suurin johdon kuormitusaste nousee 75 prosentin ja

Kausalan sähköaseman päämuuntaja yli 95 prosentin kuormitukseen. Vaikka sähköaseman kuormitusaste kuvastaa huippukulutuksen aikaista arvoa, olisi kuormitusasteen hyvä olla alle 90 prosenttia. Tämä arvo ylittyy teoreettisen kuvaajan mukaisesti kun uuden johtolähdön kuormitus nousee noin 8 MVA:iin.

Tarkastelun perusteella todetaan, että uuden johtolähdön kuormituksen lähetessä 8 MVA tehoa on syytä alkaa tarkastelemaan sähköverkon muutosten vaihtoehtoja. Tilanteessa on mahdollista jakaa alueen uutta kuormitusta nykyisten sähköasemien kesken. Tällöin täytyy kuitenkin ottaa huomioon johtolähtöjen ja sähköasemien kuormitettavuudet. Toinen mahdollisuus olisi uuden sähköaseman rakentaminen. Uudelle sähköasemalle on jo aiemmin suunniteltu alustavaa sijaintia valtatie 12 pohjoispuolella kulkevan 110 kV sähkölinjan varteen (kuva 7.7).



KUVA 7.7. Uuden sähköaseman sijainti

Uuden sähköaseman rakentaminen maksaa tässä tilanteessa noin 1,76 miljoonaa euroa (liite 1, taulukko 9). Sähköaseman hinta on laskettu haja-asutusalueen sähköaseman kokoisena 20 MVA päämuuntajalla, neljällä johtolähdöllä ja 140 A maasulun sammutuslaitteistolla. Hintaan on sisällytetty myös 500 000 euron Fingridin kantaverkon 110 kV voimajohdon liittymismaksu (Fingrid 2017). Uuden sähköaseman rakentaminen

nostaa sen läheisyydessä olevien johtojen oikosulkuvirtoja. Tämä täytyy ottaa huomioon, koska suunnitellun sähköaseman läheisyydessä on tällä hetkellä Raven ja Pigeon ilmajohtoja.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön alussa tutustuttiin KymiRing kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskushankkeeseen. Hankealueelle on tulossa moottorirata, joka on suunniteltu ratamoottoripyöräilyn MotoGP-sarjaa ja autourheilun F1-sarjaa silmällä pitäen. Radan viereen on tulossa ajoharjoittelurata, jossa on mahdollisuus kouluttaa myös raskaankaluston kuljettajia. Hankkeen ympärille on suunniteltu monenlaista oheistoimintaa majoittumispaikoista yritystontteihin. Työn alussa tutkittiin myös alueen teollisuuden kehittymistä. Todennäköisimmin Tillolan alueen teollisuudessa tulee kasvamaan SharpCell Oy:n liiketoiminta. Tämän lisäksi KymiRing-hankkeen läheisyydessä on noin 320 hehtaarin alue, jolle ollaan suunnittelemassa yritys- ja logistiikkatoimintaa.

Tarkasteltavan alueen kehittymisen selvittämisen jälkeen mitoitettiin tulevan kuormituksen kasvuennuste. Kasvuennusteen mitoittamiseen käytettiin verkostosuosituksessa esitettyjä malleja. Mallien avulla saatuja tuloksia verrattiin KSS Verkko Oy:n verkkoalueelta löytyviin kohteisiin ja niiden laskentatuloksiin. Kuormituksen kasvuennusteen vaikutusta tarkasteltiin nykyverkon osalta. Tulokseksi saatiin, että nykyverkkoa voitaisiin kuormittaa ennustetusti noin vuoteen 2022 asti. Kuitenkin jo aiemmin pitää kehittää uusi ratkaisu nykyiselle Kausalan sähköaseman korvaustilanteelle.

Sähköverkon parantamiseksi ennustetun kuormituksen myötä tehtiin kaksi vaihtoehtoa normaalikäyttötilanteeseen. Näissä uuden kuormituksen sähkönsyöttö toteutetaan Kausalan sähköasemalta. Kausalan sähköaseman katkotilanteita varten uudelle kuormitukselle tehtiin kaksi korvaustilannevaihtoehtoa. Näissä korvaustilanteen sähkönsyöttö toteutetaan Korjalan ja Nirvistentien sähköasemilta. Lopuksi tarkasteltiin kuinka paljon uuden kuormituksen tulisi kasvaa, että alueen sähkönsyöttö tulisi toteuttaa useammalta sähköasemalta tai mahdolliselta uudelta sähköasemalta. Ennustetulla kuormituksella tehdyissä skenaarioissa Kausalan sähköaseman kuormitettavuus ei tullut ongelmaksi. Näin ollen Kausalan taajaman kuormitus voi huoletta kasvaa nykyisellä vauhdillaan tarkastelujakson ajan.

8.1 Skenaarioiden tarkastelu

Normaalikäyttötilanteen ensimmäinen skenaario on uuden johtolähdön rakentaminen Kausalan sähköasemalta. Sen toteuttaminen maksaa noin 327 000 euroa. Skenaariossa suurin jännitteenalenema hipoo neljän prosentin rajaa. Jännitteenalenema kuitenkin nousee tähän suuruuteen vasta ennustetun kuormituksen ollessa huippuarvoissaan. Skenaariota tukee se, että Kausalan alueella tehdään lähitulevaisuudessa muutenkin kaapelointityötä ja uuden johtolähdön voisi toteuttaa samalla. Mikäli myös valtatie 12 saneeraus käynnistyy tulevaisuudessa ja valtatie varrella kulkeva Raven ilmajohto saneerataan samalla maakaapeliksi, laskee johtolähdön loppupään jännitteenalenema 2,6 prosenttiin. Tämän kaapelin rakentaminen tulisi maksamaan noin 239 000 euroa. Uuden johtolähdön rakentamista tukee myös se, että kaapeloitu johtolähtö lisää sähkön laatua ja vähentää häiriöiden määriä ja pituuksia suurilla yrityksillä kuten Halton Oy ja SharpCell Oy.

Vaihtoehdoksi uuden johtolähdön rakentamiselle Kausalan sähköasemalta tarkasteltiin nykyisen Tillolan johtolähdön saneerausta. GPT suunnittelusovelluksessa kokeiltiin erilaisia vaihtoehtoja johtolähdön parantamiseksi. Parhaaksi niistä nousi päättötyössä esitetty versio, jossa osin parannetaan vanhaa ilmalinjaa suuremman poikkipinnan omaavalla päällystetyllä avojohdolla ja osin maakaapelilla. Tämän skenaarion hinta on hieman edeltäjää edullisempi eli noin 285 000 euroa. Tässä skenaariossa jännitteenalenema johtolähdön päässä on lähtökohtaisesti jo pienempi eli 3,4 prosenttia. Mikäli kuormitus tulisi tulevaisuudessa vielä nousemaan, ei lähdön saneerauksella juurikaan saada liian suurta jännitteenalenemaa enää estettyä järkevästi.

Normaalikäyttötilanteen sähkötekniisesti parhaimmaksi skenaarioksi todettiin uuden johtolähdön rakentaminen ja kaapelointi KymiRing-hankealueelle asti. Tämä tilanne otettiin lähtökohdaksi, kun tarkasteltiin kuinka paljon uuden kuormituksen pitäisi kasvaa, jotta alueen sähkönsyöttö tulisi toteuttaa toisella tavalla. Tulokseksi saatiin, että uuden johtolähdön kuormituksen kasvaessa lähelle 8 MVA tehoa täytyy alkaa tarkastelemaan uusia vaihtoehtoja. Yksi vaihtoehto olisi rakentaa uusi sähköasema valtatie 12 pohjoispuolella kulkevan 110 kV sähkölinjan ja Pilkanmaan sähköaseman lähdön 12 Peräsaari risteykseen. Sähköasema tulisi maksamaan noin 1,76 miljoonaa euroa. Tämän lisäksi tulee tarkastella johtojen oikosulkukestävyyttä sähköaseman ympäristössä. Uusi sähköasema lisäisi verkon sähkön laatua ja luotettavuutta, joka olisi parempi etenkin

verkon yritysasiakkaiden kannalta. Pelkästään jo sähköaseman investointikustannusten vuoksi, lähtökohtaisena vaihtoehtona kuormituksen suurelle kasvulle olisi kuitenkin sähkön syöttäminen nykyisiltä sähköasemilta ja nykyisten johtolähtöjen saneeraus.

8.2 Korvaustilanneskenaarioiden tarkastelu

Uuden kuormituksen myötä tarkastelussa olevan keskijänniteverkon kriittisin kohta on Kausalan sähköaseman nykyinen korvaustilanne Pilkanmaan sähköaseman johtolähdöstä 12 Peräsaari. Korvaustilannetarkastelussa todettiin, ettei tätä lähtöä ole syytä saneerata. Tämän sijasta tehtiin kaksi uutta korvaustilannevaihtoehtoa. Molemmissa kuitenkin Peräsaaren lähtöä käytetään SharpCell Oy:n syöttämiseen edelleen Kausalan sähköaseman korvaustilanteessa. Tämän Peräsaaren johtolähtö kestää, mutta tulevaisuudessa tulee kiinnittää huomiota johtolähdön keskellä olevaan 2,5 kilometrin mittaiseen Sparrow johto-osuuteen.

Ensimmäinen korvaustilannevaihtoehto on saneerata Korjalan sähköaseman lähtöä 19 Keltti. Tästä johtolähdöstä vaihtamalla 1,8 kilometrin pituisen johto-osuuden PAS120 ilmajohdoksi, saadaan siitä toimiva reitti vuoteen 2022 asti. Tällöin alueen kehittymisen suuntaa voisi seurata ilman muita korjauksia vielä jonkin aikaa. Tämä työ maksaa noin 64 000 euroa.

Mikäli kuormituksen kasvu jatkuu ennustettuna tästä eteenpäin, tulisi Keltin johtolähdöstä saneerata loputkin valtatie 12 varrella kulkevasta ilmajohdosta. Tämä tarkoittaa noin 6,1 kilometrin matkalta Raven ilmajohdon uusimista joko paksumman poikkipinnan omaavaksi ilmajohdoksi tai maakaapeliksi. Ilmajohdoksi saneeraus maksaa noin 213 000 euroa ja maakaapeliksi noin 610 000 euroa. Ilmajohdoksi saneerauksen jälkeen johtolähdön päässä laskennallinen suurin jännitteenalenema ylittää hieman määritetyn rajan. Rajan ylitys voi kuitenkin olla kiinni siitä, että ennustettu kuormitus on mitoitettu tilanteeseen, jossa kaikki uusi kuormitus olisi huippukulutuksessaan samanaikaisesti. Kuitenkaan tällöin verkon kuormitus ei saisi juurikaan nousta ennustettua suuremmaksi. Tämän vuoksi maakaapelointi voisi olla parempi vaihtoehto tulevaisuutta silmällä pitäen. Maakaapelointia tukee myös sen tuoma pienempi vikaherkkyys. Mikäli valtatie 12 saneeraus on tuolloin ajankohtaista, voi maakaapeloinnin tekeminen olla järkevämpi vaihtoehto sen yhteydessä.

Toinen korvaustilannevaihtoehto on saneerata Nirvistentien sähköaseman johtolähtöä 2 Töyrylä. Tämän johtolähdön liittämällä 2,3 kilometrin pituisella päällystetyllä avojohdolla KymiRing-hankkeen itäpuolella kulkevaan keskijännitelinjaan ja lisäämällä erotinaseman sen rajakohtaan, saadaan siitä toimiva reitti vuoteen 2022 asti. Uuden reitin rakentaminen maksaa noin 94 000 euroa. Tällöinkin jäisi aikaa seurata alueen kehittymisen suuntaa.

Mikäli kuormituksen kasvu jatkuu ennustettuna tästä eteenpäin, voidaan vaihtaa 630 metrin matka Sparrow ilmajohtoa PAS120 johdoksi. Tämä maksaa noin 22 000 euroa. Tällöin johtolähtöä voisi käyttää korvausreittinä täydelle ennustetulle kuormalle. Tässä tilanteessa suurin jännitteenalenema ylittää hieman määritetyn raja-arvon. Kuten aiemmin todettiin, todellisuudessa jännitteenalenema ei välttämättä kasva niin suureksi, mutta tällöin tilanne on suurimmassa kuormassaan.

Töyrylän johtolähdön suurin jännitteenalenema saadaan korjattua alle raja-arvon, jos sen alkupää saneerataan. Johtolähdön alkupäästä osa vanhoista ilmajohdoista vaihdetaan poikkipinnaltaan paksumpaan ilmajohtoon ja osa kaapeloidaan. Tämä jaottelu on tehty KSS Verkko Oy:n tulevaisuuden verkkovision perusteella. Johdon alkupään saneeraus maksaa noin 145 000 euroa. Tätä vaihtoehtoa tukee Töyrylän johtolähdön johtojen ikä, eli johdot tulisi kuitenkin saneerata lähitulevaisuudessa. Tämä korvaustilannevaihtoehto ei kestäisi uuden kuormituksen kasvamista kovinkaan paljoa ennustettua suuremmaksi. Toisaalta se on hieman halvempi ratkaisu, jolla saa lisäaikaa tilanteen seuraamiseen.

Kausalan sähköaseman uuden korvaustilanteen ratkaisussa kannattaa tehdä ensin välttämättömimmät toimenpiteet ja tarkkailla alueen kehittymistä. Mikäli alueen tehon tarve näyttää kasvavan ennustettua huomattavasti suuremmaksi, voi olla tarpeen jakaa sitä Kausalan sähköasemalta muille sähköasemille. Tällöin skenaarioissa mietityt johdot eivät kuormitusta kestäisi. Vaihtoehtona voidaan rakentaa reitit suuremman poikkipinnan omaavilla johdoilla, miettiä täysin uusia ratkaisuja tai ottaa uuden sähköaseman rakentaminen tarkempaan tarkasteluun. Erityistä huomiota tulee myös kiinnittää valtatie 12 saneerauksen kehittymiseen ja sen mukanaan tuomiin muutoksiin. Parantuneet kulkuyhteydet saattavat lisätä sähkönkäyttöä Korjalan sähköaseman syöttämässä Keltisä.

8.3 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tarkasteltiin verkon kestävyyttä pääosin sähköasemien- ja johtojen kuormitettavuuden sekä jännitteenaleneman näkökulmista. Tulevaisuuden vaihtoehdoissa kiinnitettiin huomiota vain investointikustannuksiin. Ennen suurempia verkon muutoksia on otettava huomioon häviö-, keskeytys- ja ylläpitokustannusten vaikutuksia hintoihin. Jakeluverkon uusimisen yhteydessä tulisi vielä ottaa huomioon mahdolliset oikosulkukestoisuudeltaan heikot johdot alueella varsinkin uuden sähköaseman tarkastelun yhteydessä.

KymiRing-kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskushanke sekä sen vaikutuksessa olevat tulevaisuuden muutokset alueella ovat osin vielä epävarmoja. Niiden toteutuminen, suuruusluokka ja toteutusaikataulut ovat tarkkuudeltaan arvioita. Tällä hetkellä keväällä 2017 KymiRing-hanke on kuitenkin etenemässä ja sen tekijät uskovat sen toteutumiseen suuresti. Sähköverkkoon kohdistuvia vaikutuksia tulee tarkkailla ja niihin tulisi reagoida heti kun niiden toteutumiseen tulee varmuutta.

Työn yhtenä tarkoituksena oli hyödyntää toimeksiantajayritykselle uutta GPT suunnittelusovellusta. Sovellusta käytettiin nykyisen sähköverkon tarkasteluun, ennustetun kuormituksen vaikutusten tarkasteluun ja tulevaisuuden skenaarioiden luontiin. Tulevaisuuden skenaariot jätettiin sovellukseen, joten niitä tai niiden muunnelmia voidaan myöhemmin hyödyntää esimerkiksi sovelluksesta löytyvillä kustannuslaskentaominaisuuksilla. GPT-sovelluksen käytön aloittamisessa oli paikoin ongelmia ja siitä löytyi muutamia huomioitavia asioita. Sovelluksessa on tämän käytön perusteella kehitettävää mm. suunnitelmien muokattavuudessa, käytettävyydessä sekä laskentatulosten selityksissä. Sovelluksen kehittäjältä sai lähes kaikkiin ongelmiin puhelimitse ratkaisun pienen selvittämisen jälkeen. Osa ongelmista saattoi myös johtua käyttäjän kokemattomuudesta. Kuitenkin GPT toimi alun jälkeen nopeammin kuin yrityksen vanhempi verkkotietojärjestelmä. Sovelluksessa oli helposti tehtävissä karkeita muutoksia ja niiden vaikutuksia pystyi vertailemaan nopeasti. Sovelluksen suuremmat hyödyt vanhaan järjestelmään verrattuna luultavasti tulevat paremmin esille, kun sitä käytetään muiden kuin sähkötekniikan ominaisuuksien tai yrityksen koko verkkoalueen analysointiin.

LÄHTEET

Eduskunta. 2016. Hallituksen esitys HE 251/2016 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. Luettu 23.2.2017.

https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_251+2016.aspx

Elovaara, J. & Laiho, Y. 2001. Sähkölaitostekniikan perusteet. 4. painos. Helsinki: Oy Yliopistokustannus/Otatieto.

ELY-keskus. 2015. ELY-keskukset. Kaakkois-Suomi. Projektit ja hankkeet. Vt 12 Lahti – Kouvola. Vt 12 Tillola – Keltti. Luettu 1.2.2017.

<https://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-kaakkois-suomi-vt-12-tillola-keltti#.WJGjX2e7pzN>

ELY-keskus. 2016. Valtatien 12 parantaminen välillä Mankala–Tillola. Yleissuunnitelma. Luettu 23.2.2017.

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/125757/Raportteja_57_2016_Tekstiosuus_lres.pdf?sequence=2

Energiateollisuus ry. 2008. Verkostosuositus SA 2:08. Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Helsinki: Adato Energia Oy.

Energiateollisuus ry. 2016. Sähkönkäyttö kunnittain 2007-2015. Luettu 23.2.2017.

http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonkaytto_kunnittain_2007-2015.html#material-view

Energiavirasto. 2017. Sähkönjakeluverkon verkkokomponentit ja yksikköhinnat 2016 – 2023. Luettu 4.4.2017.

<https://www.energiavirasto.fi/verkkokomponentit-ja-yksikkohinnat-2016-2023>

Fingrid. 2016. Kotisivut. Luettu 5.4.2017.

<http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/liittyminen/hinnoittelu/Sivut/default.aspx>

Hokkanen, H. tehtaanjohtaja, Halton Oy. 2017. Puhelinhaastattelu. 8.2.2017. Haastattelija Jokisalo, O. Kouvola.

Iitin karttapalvelu. 2017. Yleiskaava. Luettu 1.2.2017. <http://iitti.karttatiimi.fi/>

Iitin kunta. 2015. Kausalalan asemakaava-alue. Luettu 7.2.2017.

http://www.iitti.fi/images/stories/asuminen/myyt_tontit_kausala.pdf

Iitin kunta. 2017. Iitin kunnan kotisivut. Asuminen ja rakentaminen. Asuinympäristö. Luettu 7.2.2017.

<http://www.iitti.fi/asuminen-ja-rakentaminen/asuinymperistoe.html?setLang=fi-FI>

Kouvola. 2017. Kouvolan kaupungin kotisivut. Asuminen ja ympäristö. Kaavoitus ja kaupunkisuunnittelu. Ajankohtaiset suunnitelmat. Vireillä olevat yleiskaavat. Miehonkankaan osayleiskaava. Luettu 22.2.2017.

<http://www.kouvola.fi/index/asuminenjaymparisto/kaavoitusjakaupunkisuunnittelu/ajankohtaiset-suunnitelmat/vireillaolevatyleiskaavat/miehonkankaanosayleiskaava.html>

Kouvolan karttapalvelu. 2017. Yleiskaavat. Luettu 1.2.2017. <http://kartta.kouvola.fi/>

- KSS Energia. 2017. Yrityksen kotisivut. Luettu 4.4.2017. <https://kssenergia.fi/>
- KymiRing Oy. 2017a. Yrityksen kotisivut. Luettu 1.2.2017. <http://www.kymiring.fi/>
- KymiRing Oy. 2017b. Yrityksen uudistetut kotisivut. Luettu 3.2.2017. <http://www.kymiring.fi/>
- Laakso, A. kaavoituspäällikkö, UPM Metsä. 2017. Haastattelu 22.3.2017. Haastattelija Jokisalo, O. Tampere.
- Lakervi, E. & Partanen, J. 2009. Sähkönjakelutekniikka. 2. painos. Helsinki: Otatieto.
- Mattila, T. sähkösuunnittelija, Controtel Technology Oy. 2017a. Sähköpostiviesti. timo.mattila@controtel.fi. Luettu 2.2.2017.
- Mattila, T. sähkösuunnittelija, Controtel Technology Oy. 2017b. Sähköpostiviesti. timo.mattila@controtel.fi. Luettu 4.2.2017.
- MotoGP. 2016. Kotisivut. Uutiset. Finland poised to join MotoGP™ schedule. Luettu 21.3.2017. <http://www.motogp.com/en/news/2016/07/17/finland-poised-to-join-motogp-schedule/205766>
- Pitko, E. 2015. Maankäyttövaihtoehtojen tarkastelu UPM:n Kouvolan Niemensuon alue. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Lapin AMK. Opinnäytetyö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015082414103>
- Pohjola, T. KymiRing projektipäällikkö. 2016. Kymi Ring panee vauhtia myös hotelli-hankkeisiin. Kouvolan Sanomat 19.7.2016. Toimittaja Janne Rönkkö. <http://www.kouvolansanomat.fi/Online/2016/07/19/Kymi%20Ring%20panee%20vauhti%20my%C3%B6s%20hotellihankkeisiin/2016221066744/4>
- Pollari, P. toimitusjohtaja, SharpCell Oy. 2017. Sähköpostiviesti. pekka.pollari@sharpcell.fi. Luettu 7.2.2017.
- Sito. 2014. KymiRing kuljettajakoulutus- ja moottoriurheilukeskuksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Luettu 23.3.2017. <http://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7B30EFE5EA-99C5-4FC9-8972-EBA47120F00A%7D/99280>
- Sorsa, H. 2004. Sähköverkkoyhtiön keskijänniteverkon kehittämissuunnitelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Energiatekniikan osasto. Diplomityö. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30277/TMP.objres.80.pdf?sequence>
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste. 2004. Väestöennuste kunnittain ja maakunnittain vuoteen 2040 - Muuttoliikkeen sisältävä laskelma. Helsinki: Tilastokeskus. Luettu 7.2.2017. http://www.stat.fi/til/vaenn/2004/vaenn_2004_2004-09-20_tau_002.html
- Tieto. 2016. General Planning Tool (GPT) ratkaisu sähköverkkoyhtiöiden yleissuunnitteluun. Luettu 30.1.2017. https://www.tieto.fi/sites/default/files/atoms/files/general_planning_tool_finnish.pdf

LIITTEET

Liite 1. Skenaarioiden hinnat

1(4)

Hinnat perustuvat Energiaviraston 2016 – 2023 yksikkö hinnastoon (Energiavirasto 2017) sekä kantaverkon 110 kV voimajohtoon liittymisen osalta Fingrid Oyj:n hinnastoon (Fingrid 2017).

Ilmajohdokomponenttien kustannuksiin sisältyvät pylvää, johtimet asennustarvikkeineen, työkonekustannukset, kuljetuskustannukset, korvaukset työnaikaisista vahingoista, raivaukset, johtoaluekorvaukset, maadoitukset ja harukset. Kustannuksiin ei sisälly erottimet ja päätteet.

Maakaapelikomponenttien kustannuksiin sisältyvät kaapelin asentaminen, kaapeli, kaapeliotaan asennettu maadoitusjohdin, kaapelin veto ja lasku, kuljetuskustannukset, kaapelimerkit ja -suojat sekä pengerialävistykset.

Pylväspäättekustannuksiin sisältyvät maadoitustarvikkeet, venttiilisuojat, liittäminen ilmajohtoon ja pääteteline. Jatkoskustannuksiin sisältyvät jatkosasennus, kaapeleiden katkaisu ja vaiheistus. Jatkoksien lukumääräksi on mitoitettu kokemuserusteina noin 1 jatkos / km.

Kauko-ohjatun erotinaseman kustannuksiin sisältyvät erotin ja vetoeristimet, maadoitus, työkonekustannukset, kuljetuskustannukset, korvaukset työnaikaisista vahingoista, pylvää ja harukset sekä ala-asetat, ohjaimet ja antennilaitteet.

TAULUKKO 1. KSA Uusi johtolähtö

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Maakaapeli 185 mm ²	5,11 km	184 982
Maakaapelioja – tavallinen olosuhde	5,11 km	123 662
Pylväspäät	1 kpl	2 200
Jatkos	5 kpl	8 500
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	1 kpl	7900
	Yhteensä	327 244

TAULUKKO 2. KSA Uuden johtolähdön lisäkaapelointi

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Maakaapeli 185 mm ²	3,8 km	137 560
Maakaapelioja – tavallinen olosuhde	3,8 km	91 960
Pylväspäät	1 kpl	2 200
Jatkos	4 kpl	6 800
	Yhteensä	238 520

TAULUKKO 3. KSA L06 Tillolan saneeraus

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Maakaapeli 185 mm ²	3,66 km	132 492
Maakaapelioja – tavallinen olosuhde	3,66 km	88 572
Pylväspäät	1 kpl	2 200
Jatkos	4 kpl	6 800
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	1,57 km	55 107
	Yhteensä	285 171

TAULUKKO 4. KJL L19 Keltin saneeraus osa 1

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	1,82 km	63 882
	Yhteensä	63 882

TAULUKKO 5. KJL L19 Keltin saneeraus osa 2

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	6,06 km	212 706
	Yhteensä	212 706

TAULUKKO 6. KJL L19 Keltin saneeraus maakaapelilla

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Maakaapeli 185 mm ²	9,70 km	351 140
Maakaapelioja – tavallinen olosuhde	9,70 km	234 740
Pylväspäite	3 kpl	6 600
Jatkos	10 kpl	17 000
	Yhteensä	609 480

TAULUKKO 7. NIR L02 Töyrylän saneeraus osa 1

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	2,31 km	81 081
Erotinasema: 1 kauko-ohjattu erotin	1 kpl	13 200
	Yhteensä	94 281
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	0,63 km	22 113
	Yhteensä	116 394

TAULUKKO 8. NIR L02 Töyrylän saneeraus osa 2

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
Maakaapeli 185 mm ²	0,83 km	30 046
Maakaapelioja – tavallinen olosuhde	0,83 km	20 086
Pylväspäite	2 kpl	4 400
Päällystetty avojohto 95 – 120 mm ²	2,58 km	90 558
	Yhteensä	145 090
NIR L02 Töyrylän saneeraus osa 1		116 394
	Yhteensä	261 090

TAULUKKO 9. Sähköaseman rakentaminen

Verkkokomponentti	Yksikkö	Hinta (€)
110 kV komponentit		
Johtoerotin: kauko-ohjattu	1 kpl	49 400
Päämuuntaja 20 MVA	1 kpl	313 600
Ilmaeristeisen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliitännät	1 kpl	66 500
Ilmaeristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	1 kpl	95 800
Ilmaeristeisen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä	1 kpl	199 300
Ilmaeristeisen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa	1 kpl	39 200
Ilmaeristeisen kytkinkentän suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	1kpl	19 000
20 kV komponentit		
Ilmaeristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	1 kpl	34 700
Ilmaeristeisen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä	5 kpl	84 500
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa	1 kpl	22 600
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	5 kpl	39500
Maasulun sammutuslaitteisto 140 A	1 kpl	135 800
Muuta		
Tontti asemakaava-alueen ulkopuolella	1 kpl	14 400
Sähköasema tyyppi 2 – haja-asutusalueen sähköasema	1 kpl	141 800
	Yhteensä	1 256 100
Liittyminen kantaverkon 110 kV voimajohtoon	1 kpl	500 000
	Yhteensä	1 756 100