

Jakeluverkon kehittämissuunnitelma

Nurmijärven Sähköverkko Oy

2024





Sisällysluettelo

1	Sähköverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista	3
1.1	Toimintaympäristön muutoksiin vaikuttavia ennakoitavia muutoksia	3
1.2	Arvio ilmaston ja sääilmiöiden vaikutuksesta jakeluverkkoalueellamme	3
1.3	Sähkönkulutuksen muuttuminen.....	4
1.4	Sähköntuotannon lisääntyminen	5
2	Kehittämissuunnitelman lähtökohdat	6
2.1	Kehittämisyöhykkeet.....	6
2.2	Kehittämisyöhykkeiden ominaispiirteet sekä topologiset ratkaisut.....	6
2.3	Käyttöpaikat ja sähkönkäytön erityispiirteet kehittämisyöhykkeillä	7
2.4	Kehittämisyöhykkeiden sijoitusympäristö maaperä ja muut ympäristötekijät	7
2.5	Toimintaympäristön muutoksien vaikutukset kehittämisyöhykkeisiin	8
2.6	Kehittämisyöhykkeiden numeeriset perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut	10
2.7	Kehittämisyöhykkeiden suunnittelukriteerit	11
2.8	Joustopalvelut vaihtoehtona perinteisille investoinneille	11
2.9	Yhteiskunnan kannalta kriittisten kohteiden huomiointi	11
2.10	Energiatohokkuustoimenpiteet kehittämisyöhykkeillä	12
2.11	Elinkaarikustannuksien laskenta kehittämisyöhykkeellä	12
3	Sähkönjakeluverkon kehittämisyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu	
14		
3.1	Kehittämisyöhykkeiden sähkönjakeluratkaisut	14
3.2	Sähköverkkoratkaisujen elinkaarikustannusvertailu	15
	KV1-alue	15
	KV2-alue	15
4	Pitkän tähtäimen suunnitelma.....	17
5	Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluva ja seuraava vuosi aikana	19
5.1	Korvausinvestoinnit	19
5.2	Yhteisrakentaminen	20
5.3	Laajennusinvestoinnit	20
5.4	Joustopalveluiden hyödyntäminen kuluva ja seuraava vuosi aikana	20
6	Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana.....	21
6.1	Korvausinvestoinnit	21
6.2	Laatuvaatimuksien piirissä oleva verkko	21
6.3	Laajennusinvestoinnit	21
6.4	Joustopalveluiden hyödyntäminen viimeisen kahden vuoden aikana	23

6.5	Poikkeamat edelliseen kehittämissuunnitelmaan	23
7	Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen	24

1 Sähköverkon strateginen ennuste toimintaympäristön muutoksista

1.1 Toimintaympäristön muutoksiin vaikuttavia ennakoitavia muutoksia

Puhtaan siirtymän eteneminen näkyy jakeluverkkomme kehityksessä jo tällä hetkellä. Uusien liittymien kyselyt ovat lisääntyneet merkittävästi, koska sähköverkkoon ollaan liittämässä entistä enemmän tuotannon ja kulutuksen liittymiä kuin aikaisemmin on totuttu. Teollisuuden sähköistyminen näyttäytyy liittymäkokojen suurentumisena, joka tarkoittaa jakeluverkkomme vahvistamista tarvittavilta osin. Myös sähkövarastojen rooli alkaa näkyä entistä voimakkaammin.

Verkon kehittämisen näkökulmasta investointitarve verkkoon kasvaa koko ajan, jotta jokaiselle uudelle liittyjälle mahdollistetaan verkkoon pääsy kohtuullisessa ajassa. Verkkoliiketoiminnan sääntelyssä tapahtuvat äkkinäiset muutokset hankaloittavat verkkoon tehtävien investointien toteuttamista ja osaltaan hidastavat verkkojen kehittämistä. Kasvava laajenusinvestointitarve hidastaa korvausinvestointeja ja mahdollisesti siirtää niitä tulevaisuuteen.

Varautuminen erilaisiin ulkopuoleltamme tuleviin häiriöihin (sähkömarkkinat, kyberturvaluus, fyysiset uhkat) on toiminnassamme kriittisen infrastruktuurin haltijana keskeistä, jonka vuoksi teemme jatkuvaa kehitystyötä varmistaaksemme sähkönjakelun häiriöttömyyden jokaisessa tilanteessa. Erilaiset häiriötilanteen vaativat monipuolista osaamista, jota varten koulutamme omaa henkilöstöämme sekä varmistamme toimivan

kumppaniverkoston tukemaan omaa tekemistämme. Tulevaisuudessa sähkön varastointi sekä erilaiset joustoratkaisut ja -palvelut kasvattavat merkitystään ja ovat varmasti kiinteä osa verkon ylläpitoa ja hallintaa, joka verkon kehittämisessä tulee ottaa huomioon.

1.2 Arvio ilmaston ja sääilmiöiden vaikutuksesta jakeluverkkolaueellamme

Arvion muodostamisessa on hyödynnetty eri asiantuntija-arvioiden lopputuloksia, joissa on kuvattu ilmastomuutoksen ja sään ääri-ilmiöiden tulevaisuuden näkymiä. Lähdeaineistona on toiminut Suomen Ilmastopaneelin tutkimusraportti ”Ilmastomuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet” sekä ”Suomen luonto 2100”-teos (Kerttu Kotakorpi, Bazar Kustannus, 2021). Lähdeaineistoissa on kuvattu kuinka ilmastomallien perusteella tehty arvioita, millaiseksi ilmasto maailman eri paikoissa muuttuu tulevaisuudessa – kymmenessä vuodessa, sadassa vuodessa tai pidemmän ajan kuluessa.

Ilmastomuutoksen myötä vuoden keskimääräinen lämpötila on noussut vuosisadassa Suomessa noin kuusi astetta. Talvet ovat lämmenneet enemmän kuin kesät. Ilmaston lämpeneminen näkyy muassa energiankulutuksessa siten, että rakennusten lämmitystarve on kuluneella vuosisadalla vähentynyt useita kymmeniä prosentteja ja jäähdytystarve on lähes viisinkertaistunut vuosisadassa. Lauhtumisen ja pilvisyyden lisääntymisen ohella saateet ovat lisääntyneet. Vettä tulee ajoittain

enemmän kuin salaojat, purot, joet, järvet ja maa pystyvät imemään. Matalapaineet liikkuvat yhä hitaammin ja paikallaan pysyvät säätyypit yleistyvät, jolloin sateet voivat jatkua monia päiviä ja pahimmillaan aiheuttaa tulvia. Voimakkaat matalapaineet aiheuttavat sateiden ja tuulien lisäksi meritulvia, jolloin merivesi tunkeutuu yhä pidemmälle rannikolta sisämaahan. Pysyvä säätyyppi voi olla myös korkeapaine, jolloin helle jakson päätteeksi saatetaan tulla voimakkaita ukkosia ja sateita. Kaupungissa vesi voi tunkeutua rakennusten alimpiin kerroksiin ja parkkihalleihin, joissa on kiinteistömuuntamoita sekä muita sähkötiloja. Erilaiset äärevät säät lisääntyvät.

Ilmamassojen kulkua ilmakehässä ohjaavat voimakkaat yläilmakehän tuulet. Näihin suihkuvirtauksiin syntyy aika ajoin voimakkaita pohjois- etelä- suuntaisia aaltoja, joka pohjoisella pallonpuoliskolla tarkoittaa, että kylmää ilmaa pääsee virtaamaan pohjoisesta kohti etelää ja toisaalta lämmintä ilmaa etelästä kohti pohjoista. Yhdessä paikassa muutos näiden eri ilmamassojen välillä voi tapahtua hyvin nopeasti. Myös tuulet voimistuvat ajoittain aiempaa voimakkaammiksi, jolloin voidaan puhua supermyrskyistä.

Maa on yhä pidempään roudaton, jolloin puut eivät ole niin tiukasti maassa kiinni ja myrsky tekee helpommin laaja-alaisempaa tuhoa. Tämä lisää kaatuneiden puiden aiheuttamia häiriöitä ilmajohtoverkoille. Talvimyrskyn yhteydessä lumisademäärä voi kasvaa kerralla niin suureksi, että metsille sekä ilmajohdoille aiheutuu suuria tykkylumivahinkoja.

Arvion perusteella siis sään ääri-ilmiöt jakeluverkkoalueella todennäköisesti hieman yleistyvät tulevaisuudessa nykytilanteeseen verrattuna. Myrskyt, kovat tuulet ja lumikuormat saattavat aiheuttaa hetkellisiä haasteita sähköjakelulle. Verkko kuitenkin koostuu osin ilmajohdoista myös tulevaisuudessa. Tämän vuoksi varautumista on tehty ja tehdään siirtämällä johtoreittejä metsistä teiden varsille.

Riittävästä viankorjauskapasiteetin saatavuudesta huolehditaan myös jatkossa, jotta jakeluverkkoalueella saavutetaan lain asettama sähkönjakelun toimitusvarmuustaso myös haastavien sääolosuhteiden aikana.

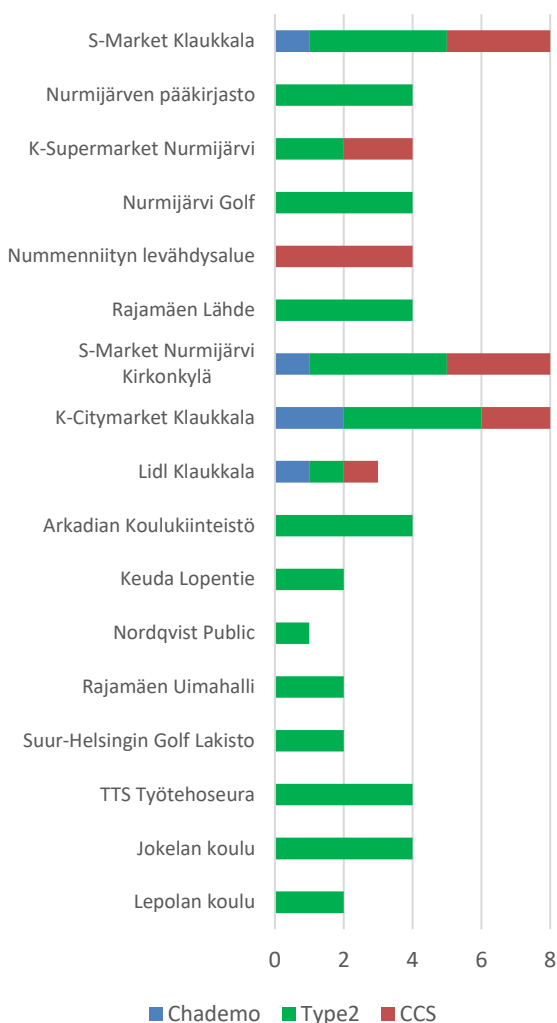
1.3 Sähkönkulutuksen muuttuminen

Arvioimme, että verkkopalveluasiakkaille siirretty energia tulee kasvamaan seuraavan 10 vuoden aikana merkittävästi, vaikka energiatehokkuus lisääntyy vuosi vuodelta. Kulutuksen osalta ennusteessa näkyy suurena kasvattavana tekijänä Nurmijärvelle kaavailtu suuri logistiikkakeskus, jonka arvioitu vaikutus kasvusta on 75 %. Logistiikkakeskuksen lisäksi jakelualueemme kiinnostaa niin datakeskusten kuin suurien akkuvarastojen toimijat. Jos datakeskushanke tulee toteutumaan jakelualueellamme, energiankäytön kasvu näkyy vielä korkeampana mitä on arvioitu.

2023		Energia (GWh)		2033
410,2	→	+245	→	665,7
		Käyttöpaikat (kpl)		
27 908	→	+10 %	→	30 681

Liikenteen sähköistyminen tuo alueellemme lisää suurteholatauspisteitä. Latauspisteiden ja sähköautojen kehittymisen takia lataustehot ovat nousseet ja täten auto halutaan ladata mahdollisimman nopeasti. Teholataukset vaativat sähköverkolta paljon käytettävissä olevaa hetkellistä kapasiteettia. Kuvassa 1 on esitetty jakelualueellamme sijaitsevia julkisia sähköauton latauspisteitä.

2023		Sähköautonlataus (kpl)		2033
22	→	+91	→	113

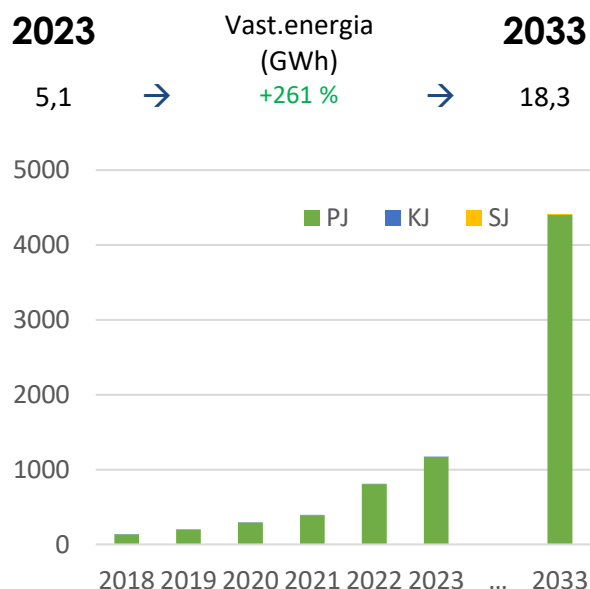


Kuva 1: Jakelualueellamme toimivia julkisia sähköautojen latauspisteitä jaoteltu lataus-tyypin mukaisesti

Paikallisesti kulutuksen kasvuun liittyy kaukolämmön siirtyminen pois polttavasta teknologiasta. Kaukolämmön siirtyminen päästöttömään lämmöntuotantoon vaatii kapasiteettia jakeluverkolta, sillä kaukolämpötoimijat ovat korvaamassa biolämpölaitokset sähkökattiloihin ja lämpöpumpputeknologioihin. Siirtymäajan aikana kaukolämpötoimijat pystyvät omalla kulutuksellaan myös osallistumaan taajuuden säätömarkkinoihin ja sähkökattiloiden käyttöä voidaan tehostaa halpojen spot-hintojen aikaan. Sähkökattiloiden sekä lämpöpumppujen rinnalle on kaavailtu erilaisia ratkaisuja lämmön varastointiin.

1.4 Sähköntuotannon lisääntyminen

Verkkopalveluasiakkailta vastaanotetun energian määrä tulee kasvamaan niin pientuotantolaitoksien kuin suurempien aurinkovoimalaitoksien osalta. Nurmijärven laajat peltoalueet sekä vahvat kantaverkkoyhteydet houkuttelevat alueelle aurinkovoimalaitoksia. Viimeisen kahden vuoden aikana liityntäkyselyitä on tullut useita kymmeniä. Samalla pientuotantokohteet ovat lisääntyneet yli 50 % jakelualueellamme. Tähän vaikuttaa olennaisesti laitteistojen hintojen aleneminen ja sähkön markkinahinta.



Kuva 2: Tuotantokäyttöpaikkojen kehitys jännitetasoittain ja ennuste vuodelle 2033 (kpl). PJ=0,4 kV, KJ=20 kV ja SJ=110 kV

2023		PJ teho (kW)	2033
9 808	→	+ 36 162	46 000
		KJ teho (kW)	
1 940	→	+ 2 560	4 500
		SJ teho (MW)	
0	→	+ 100 MW	100

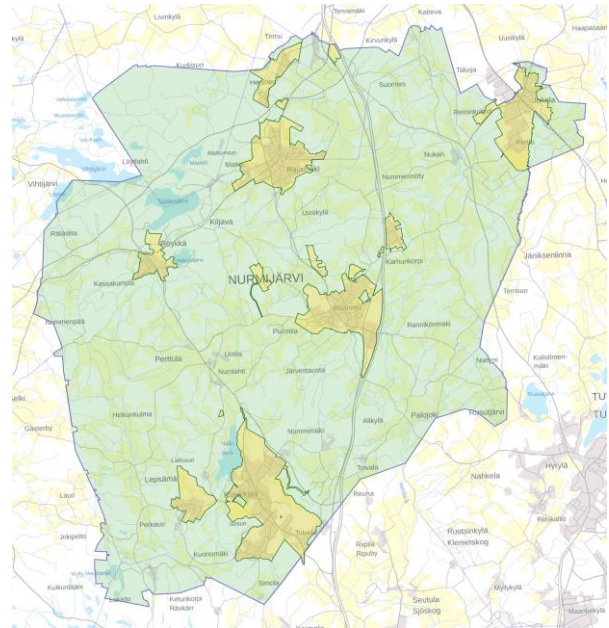
2 Kehittämissuunnitelman lähtökohdat

2.1 Kehittämisvyöhykkeet

Nurmijärven Sähköverkko Oy:n (NSV) kehittämissuunnitelmassa jakeluverkkoalue jaetaan kahteen kehittämisvyöhykkeeseen. Kehittämisvyöhykejako on sama kuin jakeluverkon toimitusvarmuutta määrittelevän sähkömarkkinalain 51 §:n laatuvaatimusportaiden (6 h / 36 h / muut) jako. Asemakaava-alueiden vyöhykettä tullaan tässä dokumentissa kutsumaan asemakaava-alueiden kehittämisvyöhykkeenä tai lyhyemmin kehittämisvyöhyke 1 (KV1).

Toinen kehittämisvyöhyke puolestaan on sähkömarkkinalain 51 §:n toisen laatuvaatimusportaan (36 tunnin) mukainen haja-asutusalueen vyöhyke, joita puolestaan tullaan kutsumaan tässä dokumentissa haja-asutusalueiden kehittämisvyöhykkeenä tai lyhyemmin kehittämisvyöhyke 2 (KV2).

Valitut kehittämisvyöhykkeet ja sähkönjakelualueen jako näihin vyöhykkeisiin pystytään määrittelemään pääsääntöinen sähkönjakeluratkaisu, joka voidaan perustella kustannustehokkuudella, mutta josta voidaan poiketa yksittäisissä tapauksissa. Kehittämisvyöhykkeiden sisällä sähkönjakeluverkon nykytila ja kehitysstrategia tulee olla yhtenäinen, ja erityisesti, että kehitysstrategiaan valittu pääsääntöinen jakeluverkon rakennusmalli on perusteltavissa elinkaarikustannusten tarkastelulla. Kehittämisvyöhykkeet ovat esitely kartalla kuvassa 3.



Kuva 3: Kehittämisvyöhykkeet (keltainen: KV1, vihreä: KV2)

2.2 Kehittämisvyöhykkeiden ominaispiirteet sekä topologiset ratkaisut

KV1-alueella keskijännitejakeluverkko on suunniteltu rengasverkoksi. KV1 alueen korkean toimitusvarmuuden takia rengasverkoja hyödynnetään laajasti. Rengasverkkojen hyödyntämisen ansiosta jakeluverkkoa voidaan käyttää monipuolisesti. Rengasverkot mahdollistavat useat mahdolliset varasyötötyhteydet muihin johtolähtöihin.

Rengasverkkojen monipuolisen käytön ansiosta voidaan esim. tasoittaa johtolähtöjen kuormituksia tai vikatilanteessa palauttaa sähkönjakelu toisesta suunnasta. KV1-alueella pyritään minimoimaan haarajohtojen rakentamista, mikäli rengasyhteyden rakentaminen on kustannustehokasta kyseiselle verkonosalle.

KV2-alueella jakeluverkko koostuu runkoyhteydestä sekä siihen liittyvistä haarajohdoista. Runkojohdot on suunniteltu niin, että ne

kohtaavat toisiaan KV2-alueella niin, että ne muodostavat rengasyhteyksiä muihin verkon osiin, tyypillisesti ne toimivat normaalissa käyttötilanteessa varasyöttöyhteytenä. Rengasyhteyksiä on kuitenkin huomattavasti vähemmän kuin KV1-alueella. Haarajohtoja on huomattavasti enemmän KV2-alueella liittyneenä runkojohtoon kuin KV1-alueella. Haarajohtojen alkuun on lisätty erottimia, jotta haarajohdon vika saadaan erotettua runkojohdosta. Haarajohtojen rakentamista pyritään välttämään, mikäli rengasyhteyden muodostaminen on kustannustehokasta jakeluverkon käytön kannalta.

KV2-alueella hyödynnetään laajasti verkon automaatiota. Automaatiota on keskitetty runko- sekä haarajohtojen risteyskohtaan. Risteyskohtien hyödyntäminen kasvattaa investoinnin vaikuttavuutta, sillä samalla investoinnilla saadaan verkko pienempiin osiin, joka vaikuttaa suoraan asiakkaiden kokemaan keskeytysaikaan. Olemme ottaneet vianrajausautomaation käyttöön vuonna 2022 ja sitä laajennetaan KV2-alueelle. Vianrajausautomaation avulla vikapaikat saadaan erotettua verkosta tehokkaasti ja sähköt palautettua jakeluverkon terveisiin osiin.

2.3 Käyttöpaikat ja sähkönkäytön erityispiirteet kehittämissuunnitelmissa

Suurin osa NSV:n jakelualueen kriittisistä käyttöpaikoista sijoittuvat KV1-alueille. Kriittiset käyttöpaikat sisältävät pääasiassa teollisuutta, suurempia palvelualueiden kiinteistöjä, logistiikka keskuksia, alkutuotantoa sekä suuren vedenpumppaamon. Kriittiset käyttöpaikat NSV:n jakelualueen KV1-alueilla ovat jakautuneet lähes jokaiselle asemakaava-alueelle.

KV2-alueilla tämän saman kriittisen luokituksen käyttöpaikat ovat myös suhteellisen tasaisesti hajautuneet. NSV:n jakelualueen suuret asiakkaat on pyritty verkkotopologialla

ryhmittelemään tietyille kriittisten käyttöpaikojen johtolähdöille. Jakeluverkkoa on myös suunniteltu siten, että näille kriittisille käyttöpaikoille löytyy varasyöttöyhteyksiä ja verkkorakenteet ovat valittu vikataajuuden minimoimisen ajatuksella. Varasyöttöyhteyksiä kriittisille käyttöpaikoille on vielä tehostettu lisäämällä kauko-ohjattuja kytkinlaitteita jakeluverkon kriittisiin solmukohtiin.

2.4 Kehittämissuunnitelman sijoitusympäristö maaperä ja muut ympäristötekijät

Kehittämissuunnitelman maaperätarkastelussa ei hyödynnetty pelkästään CORINE Land Cover (CLC) -aineistoa, sillä pelkästään edellä mainitun aineiston käyttäminen olisi antanut analyysin tuloksena epätarkkoja ja paikoin vääristyneitä tuloksia. CLC-aineiston hyödyntämisen ongelmakohdat liittyvät tiettyjen maapeitteiden epätarkkuudesta johtuvaan yliajamisilmiöön. Hyvänä esimerkkinä on tiealueiden reunat, jotka vääristyvät 20 x 20 m pikselikoon takia. Tämä on merkittävä heikkous analyysiä tehdessä, sillä usein keskijänniteilmajohdot sijaitsevat tien vieressä. CLC-aineistoa on käytetty vain tilanteissa, joissa parempaa aineistoa ei ole saatavilla.

Maapeitteen tarkempaan tarkasteluun hyödynnettiin useaa avointa lähdettä, joista muodostettiin yksi yhtenäinen maanpeiteaineisto. Käytetyt aineistot ovat: Suomen ympäristökeskus: CORINE Land Cover (CLC) 2018; Luonnonvarakeskus: Puuston keskipituus 2021 ja Kasvupaikka 2021, Väylävirasto: Digiroad WFS-rajapinta, Open Street Map sekä Suomen ympäristökeskus: Asemakaavoitettu alue 31.12.2021. Aineistot rajattiin koskettamaan vain Nurmijärven Sähköverkko Oy:n jakelualueita.

Puuston mallintamiseen olemme käyttäneet Luonnonvarakeskuksen Kasvupaikka 2021 ja Puuston keskipituus 2021 aineistojen yhdistelmää. Puuston keskipituus 2021 aineistosta

olemme antaneet Kasvupaikka 2021 aineistossa olevalle puustolle aluekohtaiset keskipituustiedot. Tämän jälkeen aineistosta on suodatettu pois alle 5 metrin keskipituuden omaavat puustot. Luodun aineiston avulla puuston aiheuttamaa uhkaa ilmajohtoverkollemme pystytään arvioimaan paremmin kuin pelkän CLC-aineiston avulla.

CLC-aineistosta puolestaan poimittiin tietoja avoimista alueista (esimerkiksi pelloista, vesimassoista ja suurjänniteilmalinjoista) sekä rakennuksista. CLC-aineistosta poimitut rakennusluokat olivat 1, 2, 3, 4, 17, 18, 19, 20, 21, 37, 47 ja 48.

Väyläviraston Digiroad WFS-rajapinnasta haettiin tieverkon tarkemmat sijaintitiedot sekä tiekohtaiset tiealueiden leveystiedot. Digiroad-aineistoa täydennettiin vielä OpenStreetMap avoimen tieverkkoaineiston avulla, minkä avulla aineistoon saatiin mukaan pienempiä piha- ja metsäteitä.

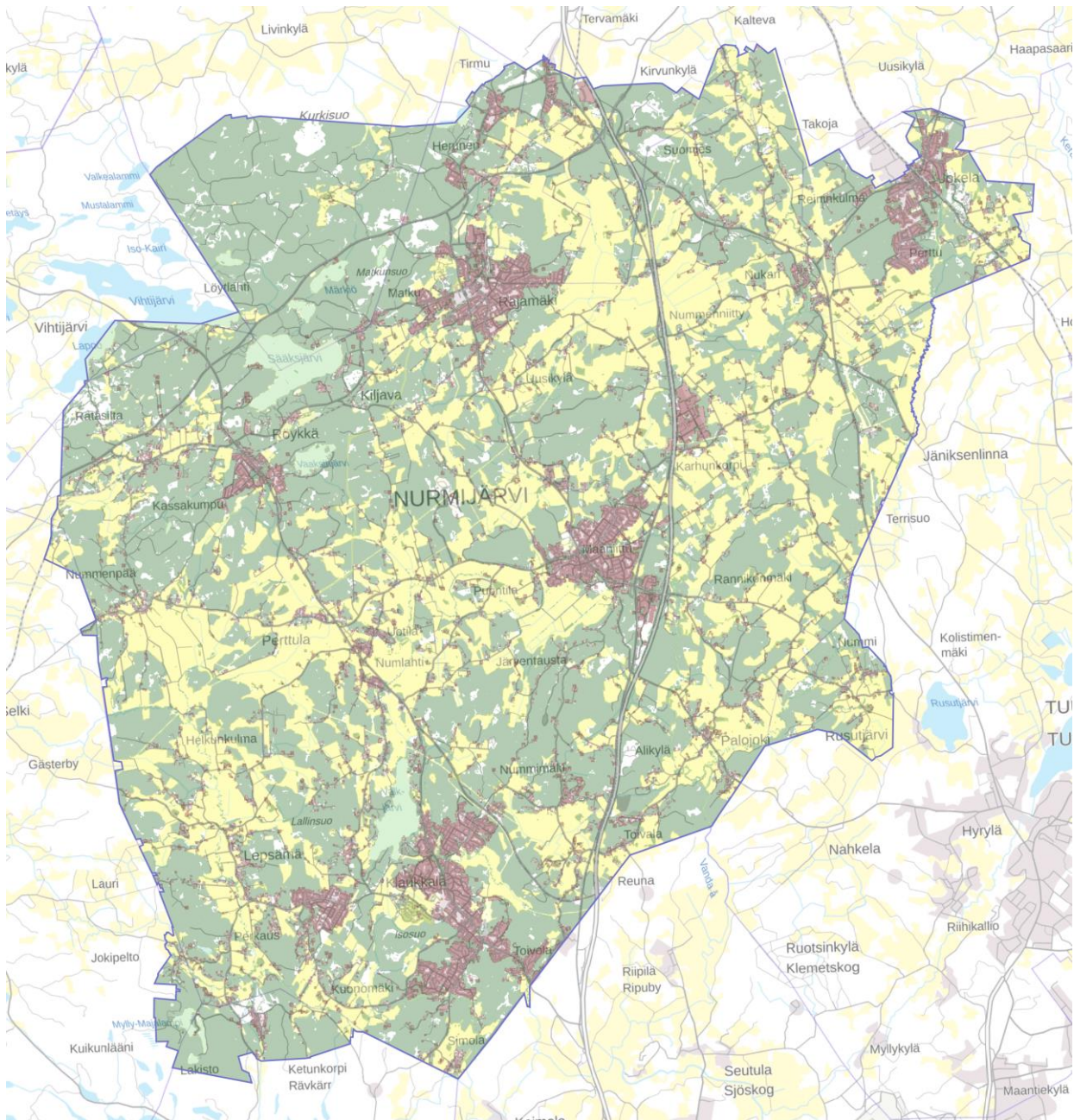
Aineistojen rajoja pehmennettiin karkeasta pikselimuodosta sulavammaksi oikeita maastotyyppirajoja myötäileväksi aineistokokonaisuudeksi. Viimeiseksi aineistokokonaisuuden päälle asetettiin tieto kehittämisvyöhyke-rajosta, joka saatiin Suomen ympäristökeskuksen asemakaavoitettujen alueiden aineistosta. Lopullinen aineisto yhtenäistettiin seuraaville tasoille: metsämaa, avoin alue, tiealue, rakennukset ja niiden lähiympäristö.

KV1-alueen sijoitusympäristön maanpeite-luokitukset koostuvat suurimmaksi osaksi metsämaasta, tiealueesta sekä rakennuksista. KV2-alueen sijoitusympäristön maanpeite-luokitukset koostuvat suurimmaksi osaksi metsämaasta ja pelloista. Kuvassa 4 on esitetty muodostamamme maanpeiteaineisto rasterimuotoisena.

2.5 Toimintaympäristön muutoksien vaikutukset kehittämisvyöhykkeisiin

KV1-alueella suurin muutos seuraavan kymmenen vuoden aikana on suuren logistiikka-keskuksen tuoma siirtovolyymin kasvu. Lisäksi kaukolämpöverkon sähkökattiloiden ja sähköautojen suurteholatauksien lisääntyessä KV1-alueella voidaan joutua vahvistamaan olemassa olevia siirtoyhteyksiä, jotta sähkökattilat sekä sähköautonlataukset voidaan sijoittaa asiakkaiden kannalta edullisiin solmukohtiin.

Toimintaympäristön muutosten takia KV2-alueelle ennustetaan pieniä ja suuria aurinkovoimalaitoksia. Nurmijärven peltoalueet sekä taajamia ympäröivät maatilat ovat otollisia paikkoja aurinkovoimalaitoksien rakentamiselle. Aurinkopaneelien sijoitus haja-asutus-alueelle on paneelikenttien kannalta ideaali, mutta KV2-alueen verkko ei ole suunniteltu suurille aurinkopaneeliasennuksille pienjänniteverkossa. Tämän takia KV2-alueella joudumme vahvistamaan jakeluverkkoamme, jotta aurinkopaneelien kytkettävyydestä ei tule ongelmaa.



Kuva 4: Kehittämissuunnitelmassa käytetty maanpeiteaineisto rasterimuotoisena

-  Puusto, yli 5 metriä korkea
-  Avoin alue (pelto, vesistö, jne.)
-  Rakennukset ja piha-alueet
-  Tiealue
-  Aineistossa luokittelematon (puusto alle 5 m korkea, kaatopaikat, tyhjät tontit, urheilukentät)

2.6 Kehittämisvyöhykkeiden numeeriset perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut

Kehittämisvyöhykkeiden 1 ja 2 numeeriset perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut ovat esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1: Kehittämisvyöhykkeiden numeeriset perustiedot ja verkkoa kuvaavat luvut

Kehittämisvyöhykkeellä olevan verkoston (v)		KV1	KV2
Keski-ikä		19,194	16,989
Keskimääräinen pitoaika		49,096	48,418
Sähkönjakeluverkkoa kehittämisvyöhykkeellä (km)			
PJ		649,487	794,338
KJ		242,963	516,416
Laatuvaatimukset täyttävää sähkönjakeluverkkoa kehittämisvyöhykkeellä (km)			
PJ		647,114	751,803
KJ		241,1	495,613
Liittymiä kehittämisvyöhykkeillä (kpl)			
Asemakaava-alueella		9416	0
Asemakaava-alueen ulkopuolella		0	5748
Sähkönkäyttöpaikkoja kehittämisvyöhykkeellä (kpl)			
Sähkönkäyttöpaikkoja		21924	5984
Käyttöpaikkoja laatuvaatimukset täyttävän sähkönjakeluverkon piirissä (kpl)			
Asemakaava-alueella		21843	0
Asemakaava-alueen ulkopuolella		0	4984
Maakaapelia jännitetasoittain kehittämisvyöhykkeellä (km)			
PJ		623,792	339,234
KJ		209,631	99,896
Metsässä kulkevaa ilmajohtoa kehittämisvyöhykkeellä (km)			
PJ		2,373	42,535
KJ		1,863	20,803
Teiden varsilla sijaitsevaa ilmajohtoa kehittämisvyöhykkeellä, kun toisella puolella on metsää (km)			
PJ		20,222	288,705
KJ		17,585	156,268
Laatuvaatimukset täyttävää ilmajohtoa kehittämisvyöhykkeellä (km)			
PJ		23,322	412,569
KJ		31,469	395,717

2.7 Kehittämisyöhykkeiden suunnittelukriteerit

KV1-alueella käytetään maakaapelia niin keski- kuin pienjänniteverkossa. Koska KV1-alue sijoittuu asemakaava-alueisiin, ne ovat tiheästi rakennettuja taajamia. Maankäytöllisistä rajoitteista sekä suuren kuluttajitiheyden takia maakaapelointi nähdään ainoana laatuvaatimukset täyttävänä tekniikkana KV1-alueella.

Maakaapeliverkon rakennuskustannukset ovat kalliimpia kuin ilmajohtoverkon vastaavat kustannukset, mutta näiden vastapainoksi kaapeliverkko tarjoaa verkkorakenteen pienemmän vikaantumistaajuuden. Vikaantumistaajuus korreloi verkkorakenteen elinkaarikustannuksissa huomioon otettavaan keskeytyksestä aiheutuneen haitan kustannuksiin (KAH). Vaikutus elinkaarikustannuksiin on sitä suurempi, mitä suurempi kuorma vikaantuneen verkkorakenteen takana on. Asemakaava-alueilla asutus on haja-asutusalueita tiheämpää, jonka takia energian kulutus on suurempi sähkönjakeluverkon verkkopituutta kohden. Toisin sanoen mitä suurempi on kulutus verkkopituutta kohden, sitä kannattavampaa maakaapelointi on alueella.

KV2-alueella laatuvaatimukset täyttäväksi rakenteeksi tulkitaan hybridirakentaminen. Hybridirakentamisen pääperiaatteena käytetään tapauskohtaista kohteen arviointia. Kun kohde arvioidaan tapauskohtaisesti, voidaan määrittää kaikista järkevin verkkoratkaisu, jonka elinkaarikustannukset ovat pienimmät. Hybridirakentamisessa hyödynnetään kaikkia yleisiä verkkotekniikoita tilanteen mukaisesti. Käytettävät verkkotekniikat ovat tällä hetkellä maakaapeli, riippukaapeli, päällystetty avojohto sekä avojohto.

KV2-alueella voidaan käyttää ilmajohtoa päärakenteena, jos ilmajohto sijaitsee pellolla tai tien vieressä. Johtolähdöt pyritään ensisijaisesti siirtämään tien viereen saneerauksien

yhteydessä, mutta aina tämä ei onnistu. Tällöin vaikeissa kohdissa voidaan hyödyntää joko riippukaapelia tai maakaapelia. Metsäiset linjan läpileikkaukset tehdään maakaapelioimalla tai levennetyllä johtokadulla, jotta rakenne saadaan laatuvaatimukset täyttäväksi.

KV2-alueella hyödynnetään laajasti niin tavallisia kuin kauko-ohjattuja kuormaerottimia. Kuormaerottimia sijoitetaan verkkoon niin, että niiden avulla johtolähtöjen runkolinjaan saadaan palautettua sähkönjakelu nopeasti. Käytännössä tämä tehdään haaraerottimien avulla eli päärunkolinjasta lähtevien haarojen lähtöön sijoitetaan erotin, jotta yksittäisen haaran aiheuttamat häiriöt saadaan kitkettyä nopeasti. Lisäksi haarojen määrää pyritään tapauskohtaisesti vähentämään niin, että rengasyhteyksiä muihin johtolähtöihin saadaan rakennettua.

2.8 Joustopalvelut vaihtoehtona perinteisille investoinneille

Joustopalveluiden kehittymistä seurataan toimialalla ja yhtiössämme jatkuvasti. Juuri julkaistun selvityksen (Vanguard Consulting Oy: Selvitys markkinaehtoisen joustopalveluiden saatavuudesta jakeluverkoille) pohjalta voidaan todeta, että Suomessa ei ole tällä hetkellä markkinaehtoisia joustopalveluita tarjolla. Näin ollen tällä hetkellä joustopalveluilla ei ole saavutettavissa sellaisia suoria hyötyjä, joiden avulla välttyttäisi nykyisiltä verkon kehittämisen investoinneilta. Tilanteiden, teknologian ja markkinoiden kehittyessä tilannetta arvioidaan uudelleen ja se huomioidaan verkkomme kehittämisessä.

2.9 Yhteiskunnan kannalta kriittisten kohteiden huomiointi

Yhteiskunnallisesti tärkeät käyttöpaikat kuten sairaalat, terveyskeskukset, kunnanvirastot, koulut, isoimmat kauppakeskittymät, rahalaitokset ja kaukolämpölaitokset ovat kaikki jo sähkömarkkinalain § 51 määrittelemien

laatuvaatimuksien mukaisen säävarman jakeluverkon piirissä. Tämän lisäksi säävarman verkon piirissä ovat erilaiset vesilaitoskohteet sekä teleoperaattoreiden antennimastot, niin KV1- kuin KV2-alueilla. Jakeluverkkomme käyttötoiminnassa yhteiskunnallisesti tärkeät käyttöpaikat ovat lisäksi erikseen merkitty verkkotieto- ja käytöntukijärjestelmissä.

2.10 Energiatehokkuustoimenpiteet kehittämisvyöhykkeillä

Jakeluverkossa energiatehokkuustoimenpiteitä hyödynnetään monin tavoin. Energiatehokkuustoimenpide on laaja käsite, sillä sen piiriin voidaan tulkita jakeluverkon häviöiden optimointi kytkentätilanteen muutoksien avulla, jakeluverkon rakentaminen niin, että varaudutaan tulevaisuuden kuormituksiin sekä tuotantokohteisiin, jotta jakeluverkkoa ei tarvitsisi tuolloin vahvistaa. Lisäksi voidaan siirtyä käyttämään energiatehokkaampia komponentteja esim. muuntajakoneiden osalta.

Energiatehokkuustoimenpiteiden tarkastelussa olennaista on toimia ennakoivasti. Ennakoivan toiminnan peruspilarina jakeluverkkotoiminnassa ovat mm. tulevaisuuden tarpeiden ennustaminen, nykyisen verkon tulevien saneerauksien vaikutus sekä kunnossapito. Mikäli toiminta perustuu nykyhetken ongelmiin, toimitaan reaktiivisesti, mikä ei ole energiatehokasta.

Energiatehokkuustoimenpiteiden käyttöön liittyy vahvasti kustannustekijät. Esimerkiksi uutta verkkoa rakennettaessa energiatehokkaaksi toimenpiteeksi voidaan nähdä suuremman poikkipinnan kaapelin käyttö, joka ei suoranaisesti ole teknisesti tarpeellista sen hetken kulutustilanteen kannalta. Suuremman poikkipinnan käyttäminen taas energiatehokkuusmielessä laskee verkon häviöitä sekä mahdollistaa esim. korvauskytkentätilanteissa kaapelin suuremman kuormittamisen.

2.11 Elinkaarikustannuksien laskenta kehittämisvyöhykkeellä

Jakeluverkon rakennevaihtoehtojen elinkaarikustannukset koostuvat investointi-, käyttö-, ylläpito- ja keskeytyskustannuksista. Elinkaarikustannusten laskeminen ja niiden pelkkä arvioiminenkin on haastavaa jakeluverkon pitkien teknistaloudellisten pitoaikojen takia. Nämä jakeluverkon teknistaloudelliset pitoajat ovat tyypillisesti 40–50 vuoden luokkaa ja joissain tapauksissa ne voivat olla näitäkin pidempiä. Pitkien aikavälien takia myös inflaatio on otettava laskelmissa huomioon.

Investointikustannukset koostuvat verkon komponenttien hankinnan, suunnittelun ja rakentamisen kustannusten tekijöistä. Näitä ovat muun muassa:

- sähkötekniinen suunnittelu, maasto- ja rakennesuunnittelu
- maankäyttöluvat ja -sopimukset korvauksineen
- rakennuttaminen ja valvonta
- kuljetuskustannukset
- käyttöönotto ja dokumentointi
- mahdolliset korvaukset työnaikaisista vahingoista

Nämä yllä mainitut tekijät ovat kertaluonteisia kustannuseriä, jotka syntyvät jakeluverkon rakennusvaiheessa. Elinkaarikustannusten laskelmissa investointikustannusten tietoina on käytetty niin valtakunnallisia alan yleisiä hintakomponentteja kuin myös NSV:n omista kustannuslaskelmista johdettuja hintakomponentteja.

Toinen jakeluverkon elinkaarikustannusten tekijäkokonaisuus on käyttö- ja ylläpitokustannukset. Nämä kustannuserät muodostuvat muun muassa säännöllisistä kunnossapitotarkastuksista sekä itse kunnossapitotöistä. Viimeinen elinkaarikustannusten kokonaisuus keskeytyskustannukset, jotka kuvaavat jakeluverkon keskeytyksistä aiheutunut haitta (KAH-) kustannuksia. Kyseiset KAH-kustannukset siis

kuvaavat niitä jakeluverkkoyhtiön laskennallisia kustannuksia, jotka ovat seuranneet sähkönjakelun keskeytyksien aikana toimittamasta jääneestä sähköenergiasta. Luetellut elinkaarikustannusten tekijät ovat samat kummallakin kehittämisvyöhykkeellämme.

Yhteisrakentamisen toteutuminen ja sillä säästettävät kustannushyödyt ovat vahvasti projektikohtaisia. Näin yhteisrakentamisen vaikutuksen arvioiminen elinkaarikustannusten laskennassa on haastavaa. NSV on kuitenkin laskenut aikaisemmin toteutuneista yhteisrakentamisen projekteista kummallekin kehittämisvyöhykkeelle keskiarvoisen kaapeliojakaivuukustannuksia laskevan kustannuskertoimen. Tätä kerrointa käyttämällä pystytään arvioimaan ennen rakennusprojektin toteuttamista yhteisrakentamisella kaivetun kaapeliojan kilometrikustannusta yksin toteutettuun kaivuojaan verrattuna.

Uusien tekniikoiden käyttöä alalla seurataan muiden suurempien verkkoyhtiöiden kautta. Suurilla jakeluverkkoyhtiöillä on käytettävissä enemmän resursseja pilotoida uusien tekniikoiden hyödyntämistä ja tarkastella sen

hyötyjä. Kun markkinoille ilmestyy valmiita ratkaisuja ja niiden tarjoajia, ne ovat helpommin implementoitavissa ja tarkasteltavissa kuin aivan uuden teknologian pilotointi. Elinkaarikustannuslaskelmissa uusien teknologioiden käyttämistä verrataan nykyisiin tekniikoihin.

Elinkaarikustannusten erittäin pitkän toteutumisajanjakson takia kustannusten toteutumis-seuranta projektitasolla on hyvin vaikea toteuttaa. NSV toteuttaa elinkaarikustannusten toteuman seuranta kehittämisvyöhykkeittäin tarkastamalla ja tarpeen tullen korjaamalla laskentamallin kehittämisvyöhykekohtaisia keskimääräisiä kustannuskomponentteja. Esimerkkinä voidaan mainita, että tarkistamme säännöllisesti KAH-kustannuksiin vaikuttavia kehittämisvyöhyke- ja verkkorakennekohtaisia vikataajuuksia. Samalla tavalla tarkistamme kaikkia muita yllä mainittuja elinkaarikustannusten kustannuseriä. Näin varmistamme, että kehittämisvyöhykekohtainen elinkaarikustannuslaskenta kuvastaa todellista tilannetta mahdollisimman tarkasti.

3 Sähkönjakeluverkon kehittämisvyöhykkeillä käytettävien ratkaisujen kustannusvertailu

3.1 Kehittämisvyöhykkeiden sähkönjakeluratkaisut

Elinkaarikustannuksien määrittelyä varten kummallekin kehittämisvyöhykkeelle muodostettiin esimerkkihankekokonaisuudet, jotka peilautuvat kokonsa puolesta jakeluverko-ssamme tehtäviin saneeraus- ja rakentamisprojekteihin. Kustannusvertailussa käytetään useaa eri verkkototeutusta sekä keskijänniteverkossa (KJ) että pienjänniteverkossa (PJ). Alla on listattu tarkasteltavat verkkoratkaisut:

- KJ- ja PJ-Maakaapeli,
- KJ-maakaapeli ja PJ-ilmajohtona,
- KJ- ja PJ-ilmajohtona,
- KJ-ilmajohto ja PJ-maakaapelina,
- levennetty johtokatu,
- päällystetty avojohto KJ ja PJ-ilmajohto,
- päällystetty avojohto KJ ja PJ-maakaapeli,
- ilmakaapeli,
- 1 kV sähkönjakelu,
- tasajännitejakelu ja
- sähkövarastot.

Elinkaarikustannuksien laskenta koostuu investointikustannuksista, operatiivisista kustannuksista ja keskeytyksien aiheuttamista haittakustannuksista (KAH). Elinkaarikustannuksien laskennassa hyödynnetään esimerkkihankekokonaisuutta ja Nurmijärven Sähköverkko Oy:n todellisia yksikköhintoja. Seuraavissa aliluvuissa esitellään KV1- ja KV2-alueen tyypilliset hankekokonaisuudet ja elinkaarikustannusvertailun tulokset sekä niiden analysointi.

KV1-alueella on huomioitu sähkönjakelurakenteista, menetelmistä ja vaihtoehtoista seuraavat rakenteet: maakaapeli, avojohto, päällystetty avojohto, ilmakaapeli ja

sähkövarastot. KV1-alueen elinkaarikustannusvertailun vertailuprojektina on käytetty Nurmijärven Sähköverkon tyypillisen kokoluokan projektia, jossa hankekokonaisuus koostuu noin 1 kilometristä keski-jänniteverkkoa ja noin 2 kilometristä pienjänniteverkkoa. Muuntamoita kyseisellä hankekokonaisuudella on keskimäärin 1–2 kpl.

Kehittämisvyöhykkeellä 1 levennetty johtokatu on jätetty pois vertailusta, koska kaavoituksen sekä muun maan- ja tilankäytön takia levennetyn johtokadun ratkaisua ei pääsääntöisesti voida kehittämisvyöhykkeellä toteuttaa. 1 kV sähkönjakelutekniikka KV1-alueella on jätetty pois vertailusta, koska täällä yksikään muuntopiiri ei ole niin laaja, että etäisyyksien takia pitäisi miettiä 1 kV sähkönjakelutekniikan toteutusta. Toinen tekijä 1 kV tekniikan jättämiseksi tarkastelun ulkopuolelle KV1-alueilla on, että näillä alueilla tyypillisesti muuntopiirien tehot ovat niin suuria, että 1 kV verkkotekniikalla ei voida korvata keskijänniteverkkoa. Joustopalveluiden osalta ei ole olemassa markkinaa, jotta kustannusvertailulasennan voisi luotettavasti tehdä. Myös tasasähköjärjestelmä on jätetty tarkastelusta pois sillä sen potentiaalisimmat käyttökohteet ovat haarajohdot, jonka vuoksi niiden hyödyntäminen suuritehoisissa rengasverkoissa on teknisesti mahdotonta.

KV2-alueella on huomioitu sähkönjakelurakenteista, menetelmistä ja vaihtoehtoista seuraavat rakenteet: maakaapeli, avojohto, päällystetty avojohto, ilmakaapeli, levennetty johtokatu, 1 kV sähkönjakelu, tasasähköjakelu ja sähkövarastot. Tyypillinen KV2-alueen hankekokonaisuus koostuu noin 3 kilometristä keskijänniteverkkoa ja 6 kilometristä pienjänniteverkkoa. Muuntamoita kyseisellä hankekokonaisuudella on keskimäärin 4–5 kpl.

Tarkastelusta on jätetty pois vain joustopalvelut, sillä joustopalveluilla ei ole olemassa markkinaa, jotta kustannusvertailulaskennan voisi luotettavasti tehdä.

3.2 Sähköverkkoratkaisujen elinkaarikustannusvertailu

Sähkömarkkinalaki velvoittaa sähköverkonhaltijaa varmistamaan, että asemakaavoite- tuilla alueilla ilmastollisista syistä aiheutuva sähkönjakelun keskeytys ei saa ylittää kuutta tuntia. Elinkaarikustannukset muodostuvat sähkönjakeluverkon investointikustannuk- sista, joihin kuuluvat komponenttien hankin- takustannusten ja verkon rakentamisen kus- tannusten lisäksi seuraavat kustannuserät: sähkötekninen suunnittelu, maasto ja raken- nesuunnittelu, maankäyttöluvat ja -sopimuk- set korvauksineen, rakennuttaminen ja val- vonta, kuljetuskustannukset, käyttöönotto ja dokumentointi sekä mahdolliset korvaukset työnaikaisista vahingoista.

Lisäksi elinkaarikustannuksiin on huomioitu operatiiviset kustannukset, eli käytön ja yllä- pidon kustannukset, joita ovat mm. säännöl- listen kunnossapitotarkastuksien ja kunnos- sapitotöiden kustannukset. Elinkaarikustan- nuksiin vaikuttavat myös sähköverkkoliike- toiminnassa määritetty keskeytyksistä aiheu- tuvan haitan kustannukset, jotka kuvaavat keskeytyksien aiheuttamia taloudellisia me- netyksiä verkkoyhtiölle. Elinkaarikustannus- ten määrittäminen on yhdenmukainen molem- milla Nurmijärven Sähköverkon kehittämis- vyöhykkeillä.

KV1-alue

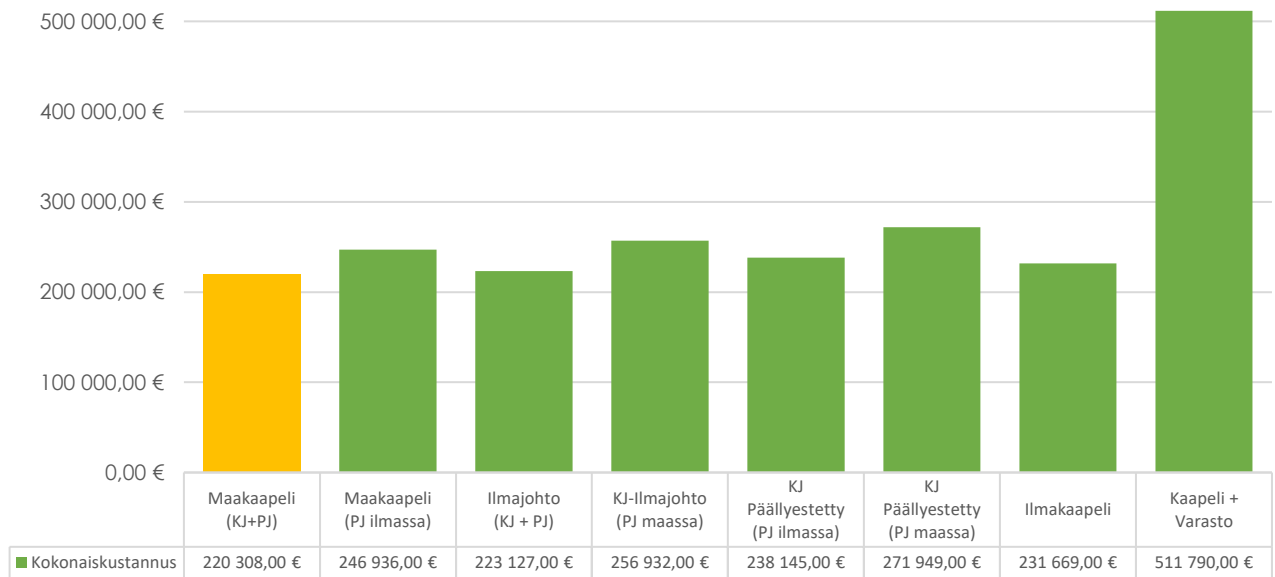
Elinkaarikustannuksiltaan edullisin KV1-alu- eelle soveltuva sähkönjakeluratkaisu on maa- kaapelitekniikka keski- ja pienjänniteverkossa. Elinkaarikustannukset ovat esitetty kuvassa 5. Asemakaavoitetuilla alueilla

ilmajohtoratkaisut ovat maan- ja tilankäytön näkökulmasta muutenkin usein mahdollon to- teutusratkaisu. Kaapeloimalla sähkönjakelu- verkko kehittämisvyöhykkeellä kokonaisuu- dessaan on sähkömarkkinalain mukainen laa- tuvaatimustaso myös mahdollista saavuttaa.

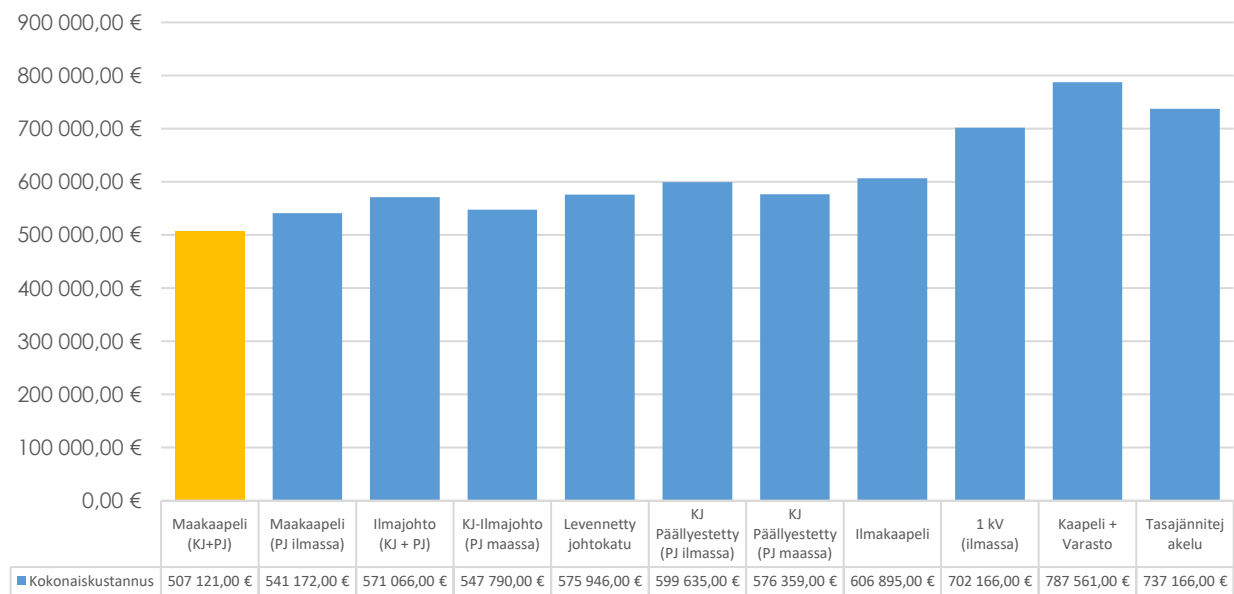
Asemakaavoitetut alueet ovat yleensä tiiviisti rakennettuja alueita, joissa useasti voi olla osallisena myös muita infratoimijoita. Yksittäi- nen hankekokonaisuus kehittämisvyöhyk- keellä on usein maantieteellisesti pieni, jonka yhteydessä saneerataan olemassa olevaa keski- ja pienjänniteverkkoa yhtäaikaista. Asemakaava-alueen hankkeet voivat myös olla uusien asutusalueiden sähköistykseen tai olemassa olevien sähköverkkojen siirtoja muun rakentamisen tieltä. Elinkaarikustan- nuslaskennassa on mallinnettu hankeko- naisuus laskennallisesti, jonka avulla kehittä- misvyöhykkeiden hankkeita voidaan yhteismi- tallisesti kuvata. Laskennallinen hankeko- naisuus kuvaa Nurmijärven Sähköverkon ver- kon rakenteen perusteella määritettyjä kom- ponenttimääriä keski- ja pienjänniteverkossa.

KV2-alue

Elinkaarikustannuksiltaan edullisin KV2-alu- eelle soveltuva sähkönjakeluratkaisu on maa- kaapelitekniikka keski- ja pienjänniteverkossa. Elinkaarikustannukset ovat esitetty kuvassa 6. KV2-alueen elinkaarivertailun tulokset ovat hyvin tapauskohtaiset. Tapauskohtaisuus vai- kuttaa olennaisesti laskennan tuloksiin ja nii- den käytettävyyteen todellisessa projektissa. Toiseksi edullisin verkostorakenne on ra- kenne, jossa KJ-verkko on toteutettu maakaapeli- na ja PJ-verkko ilmajohtona. Kolmanneksi sijoittui ilmajohtona toteutettu KJ-verkko ja maakaapelina toteutettu PJ-verkko. Pienjän- niteverkon osalta elinkaarikustannuslasken- taan väärin puutteelliset tilastotiedot realisti- sista ilmajohtojen vioista, koska niitä ei ole ke- rätty samalla laajuudella kuin KJ-vioista.



Kuva 5: KV1-alueen elinkaarikustannukset esimerkkihankkeessa



Kuva 6: KV2-alueen elinkaarikustannukset esimerkkihankkeessa

4 Pitkän tähtäimen suunnitelma

Seuraavan viiden vuoden aikana oletetaan hajautetun tuotannon lisääntymistä jakeluverkkoalueella kiihtyvässä tahdissa. Pientuotanto lisääntyi vuoden 2022 ja 2023 aikana merkittävästi pienjänniteverkossa, yli 50 %. Seuraavan viiden vuoden aikana arvioimme, että pientuotantokohteet tulevat lisääntymään pienjänniteverkossa, muttei samalla kasvunopeudella kuin vuosina 2022–2023. Kasvunopeuden hiipumiseen vaikuttaa olennaisesti sähkömarkkinat ja asiakkaiden laitteistojen pitkittyneet takaisinmaksuajat. Sähkömarkkinoiden muutoksen takia myös suuremmat aurinkosähkötuottajat ovat olleet yhteydessä meihin. Tuotantokapasiteettia varten investoimme yhdessä kantaverkkoyhtiön kanssa suurjännitevoimalinjaan, joka toteutetaan yhteispylväsrakentein tilankäytön ja kustannuksien minimoimiseksi. Uusi voimajohto mahdollistaa uusien tuotanto- että kulutusliittymien liittämisen jakeluverkkoomme.

Hajautetun pientuotannon lisäksi sähköisen liikenteen kehittyminen luo jakeluverkkoalueelle uusia pistemäisiä kuormia liikenteen ja logistiikan solmukohtiin. Tämä aiheuttaa jakeluverkon kasvamista ko. alueella. Jakelualueellemme on suunnitteilla suuri logistiikkakeskus, joka aiheuttaa suuria investointeja. Logistiikkakeskuksen rakentaminen on viivästynyt ja sen tehontarpeen arvioidaan siirtyvän 2030-luvun puolelle. Tämän lisäksi kunnat kaavoittavat uusia asuin- ja teollisuusalueita jakelualueellemme, mikä tuo uusia sähkönkäyttöpaikkoja.

Ilmastonmuutoksen hillitsemisen keinona lämmöntuotannossa hyödynnetään tulevaisuudessa lämpöpumppuja sekä sähkökattiloita. Nurmijärven alueella kaukolämpö on siirtymässä hyödyntämään sähkökattiloita ja lämpövarastoja. Sähkökattiloiden avulla kaukolämpö voi hyödyntää sähkömarkkinoiden halpoja spot-hintoja lämmöntuotantoon.

Tulevaisuudessa sähkökattilat tuovat lisää nopeasti muuttuvaa kulutusta taajamiin lämpökeskuksien läheisyyteen, mikä johtaa jakeluverkon vahvistamistarpeisiin, mutta voi osaltaan lisätä tarvetta joustopalveluiden käytölle.

Sähkömarkkinoiden muutoksien myötä myös sijoittajien kiinnostus suuriin akustohankkeisiin on kasvanut. Pääasiassa akustot ovat suunniteltu reservimarkkinoiden säätöä varten, mutta tulevaisuudessa akuston kokojen kasvaessa ne voivat myös osallistua spotmarkkinoihin.

Merkittävien uusien tuotantokohteiden ja kuormien liittämiseksi on arvioitu seuraavan viiden vuoden aikana investoitavan 22,13 M€. Tämä investointiarvio koostuu voimajohtohankkeista edellä mainittuun logistiikkakeskukseen, nykyisten voimajohtojen parantamiseen, uusien voimajohtojen rakentamiseen ja sähköasemien suurjännitekenttien muutokseen.

Seuraavan 6–10 vuoden aikana on arvioitu, että hajautetun energiatuotannon ja sähköisen liikenteen kasvu jatkuu tuoden mukanaan paikallisia verkon kapasiteetin kasvutarpeita. Näihin toimenpiteisiin arvioidaan investoitavan 15,3 M€. Edellä mainittu investointisumma koostuu mm. uuden sähköaseman rakentamisesta sekä oman suurjännitealueverkon rakentamisesta ja vahvistamisesta sekä mahdollisen datakeskuksen liittamisestä.

Maantieteellisesti edellä mainitut investointitarpeet sijoittuvat kuntien kaavoitussuunnitelmien mukaisesti eripuolelle sähkönjakelualueita: Klaukkala, Kirkonkylä, Rajamäki, Karhunkorpi, Röykkä ja Jokela.

Hajautetun pientuotannon ennustetaan kehittyvän merkittävästi jakeluverkkoalueella. Tuotannon ennustetaan lukumäärällisesti

kehittyvän eniten omakoti- ja pientalojen keskuudessa, joiden osuus jakeluverkkoalueella on suuri. Suurimmat yksikkökoot sijoittuvat todennäköisimmin pienteollisuuden ja kaupallisten käyttöpaikkojen yhteyteen, mutta myös suurille peltoalueille. Nurmijärven peltoiset alueet ovat kiinnostaneet sijoittajia ja aurinkovoimalaitoskyselyitä on tullut Nurmijärven Sähköverkolle useita vuoden 2021 jälkeen.

Suurien tuotantoyksiköiden lisäksi Nurmijärven Sähköverkon alue kiinnostaa isoja kulu- tuskoh- teita, sillä kantaverkkoyhtiöllä on Nurmijärven alueella hyvät liitettävyydet. Lisäksi pääkaupunkiseudun läheisyys nostattaa alueen vetovoimaisuutta myös kulutuksen osalta. Suurimpien kulutuskoh- teiden tehon- tarpeet ovat niin suuria, ettei niitä voida sel- laisenaan liittää Nurmijärven Sähköverkon ja- keluverkkoon taikka suurjänniteverkkoon.

Taulukoissa 2-6 on esitetty ennusteet, kuinka paljon Nurmijärven Sähköverkko investoi ver- kon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpi- tämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpi- tämiseksi. Pitkän tähtäimen suunnitelman mu- kaan ennustamme, että jakeluverkkomme maakaapelointiaste kehittyy taulukon 7 mu- kaisesti. Laatuvaatimuksien kehitys on arvi- oitu taulukoissa 8 ja 9.

Taulukko 2: Suurjännitteinen jakeluverkko

Aika	Investoinnit	Kunnossapito
2014–2021	0,00 €	280 000,00 €
2022–2028	0,00 €	145 000,00 €
2029–2036	7 100 000,00 €	360 000,00 €

Taulukko 3: Sähköasemat

Ajankohta	Investoinnit	Kunnossapito
2014–2021	117 600,00 €	900 000,00 €
2022–2028	800 000,00 €	1 250 000,00 €
2029–2036	1 300 000,00 €	1 600 000,00 €

Taulukko 4: Keskijännitteinen jakeluverkko

Ajankohta	Investoinnit	Kunnossapito
2014–2021	9 472 000,00 €	1 082 000,00 €
2022–2028	4 363 500,00 €	1 400 000,00 €
2029–2036	4 573 000,00 €	1 250 000,00 €

Taulukko 5: Muuntamot

Ajankohta	Investoinnit	Kunnossapito
2014–2021	7 057 000,00 €	626 000,00 €
2022–2028	4 297 400,00 €	705 000,00 €
2029–2036	5 350 000,00 €	650 000,00 €

Taulukko 6: Pienijännitteinen jakeluverkko

Ajankohta	Investoinnit	Kunnossapito
2014–2021	6 383 000,00 €	1 372 000,00 €
2022–2028	2 524 000,00 €	1 750 000,00 €
2029–2036	4 567 500,00 €	1 450 000,00 €

Taulukko 7: Maakaapelointiasteen kehittymi- nen keskijännite- ja pienjänniteverkoissa

Ajankohta	KJ	PJ
31.12.2023	43,55 %	67,20 %
31.12.2028	46,00 %	71,00 %
31.12.2036	50,00 %	79,00 %

Taulukko 8: Laatuvaatimuksen piirissä olevat käyttöpaikat sähkömarkkinalain 119§ mukai- sina aikoina

Ajankohta	Asemakaava-alue	Haja-asutusalue
31.12.2023	21 843 kpl	4 984 kpl
31.12.2028	22 750 kpl	5 687 kpl
31.12.2036	25 145 kpl	6 091 kpl

Taulukko 9: Laatuvaatimuksen piirissä oleva verkko sähkömarkkinalain 119§ mukaisina ai- koina

Ajankohta	KJ	PJ
31.12.2023	736,713 km	1398,917 km
31.12.2028	784,019 km	1454,403 km
31.12.2036	881,299 km	1564,605 km

5 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

5.1 Korvausinvestoinnit

KV1-alueella tehdään kuluvana ja seuraavana vuonna jakeluverkon toimintavarmuuteen panostavia investointeja. Saneerattavissa kohteissa muutetaan teollisuusalueiden ilmajohtoverkkoa maakaapeliksi sekä muodostetaan rengasyhteyksiä olemassa olevaan verkkoon sähkönjakeluhäiriöiden minimoimiseksi. Alueita ovat mm. Kallionopon ja Kuusimäen teollisuusalueet. Lisäksi Jokelassa muutetaan pylväsmuuntamoita puistomuuntajiksi. Kapasiteetin ylläpitämiseksi vahvistamme sähköasemalta lähteviä kaapeleita Karhunkorvessa.

KV2-alueella investoinnit kohdistuvat jakeluverkon kaukokäytön parantamiseen sekä häiriöalueiden rajaamiseen erottimien avulla. Kehittämisyöhykkeellä uusitaan tärkeitä erotinasemia keskeisissä solmupisteissä, jotta KV2-alueen sähkönjakeluhäiriötä voidaan operoida nopeammin sekä luotettavammin. Lisäksi teemme normaaleja saneerauksia käyttöiän ylittäneille ilmajohtoverkoille. Taulukossa 10 on esitetty kuluvan ja seuraavan vuoden korvausinvestoinnit laatuvaatimusten ja kapasiteetin ylläpitämiseksi ja taulukoissa 11 - 13 vaikutukset laatuvaatimusten täyttymiseen.

Taulukko 10: Kuluvan ja seuraavan vuoden ennakoitujen investointien laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Kategoria	Investoinnit	Kunnossapito
Suurjännitteinen jakeluverkko	0,00 €	145 000,00 €
Sähköasemat	0,00 €	400 000,00 €
Keskijännitteinen jakeluverkko	1 720 500,00 €	295 000,00 €
Muuntamot	1 297 400,00 €	220 000,00 €
Pienjännitteinen jakeluverkko	791 000,00 €	395 000,00 €

Taulukko 11: Laatuvaatimusten piirissä olevia käyttöpaikkoja kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen

Alue	Käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä
Asemakaava-alueella	22 206 kpl
Asemakaava-alueen ulkopuolella	5 110 kpl

Taulukko 12: Laatuvaatimukset täyttävän verkko kuluvan ja seuraavan vuoden jälkeen

Jännitetaso	Laatuvaatimukset täyttävä verkko kuluvan ja seuraavan vuoden toimenpiteiden jälkeen
KJ	756,244 km
PJ	1421,971 km

Taulukko 13: Maakaapelointiasteen kehitys kuluvan ja seuraavan vuoden jälkeen

Jännitetaso	Maakaapelointiaste
KJ	45,60 %
PJ	68,80 %

5.2 Yhteisrakentaminen

Yhteisrakentamista arvioidaan hyödynnettävän keski- ja pienjänniteverkon osalta 2,5 km verkon osuudella, joka vastaa 5 % investoinneista. Kuluvan ja seuraavan vuoden investoinnit ovat julkaistu Verkkotietopisteessä. Tiedot ovat olleet esillä noin 3–6 kk etukäteen. Lisäksi investointikohteistamme on kerrottu Nurmijärven ja Tuusulan kuntien operaattori-palaverissa. Rakennamme yhteisrakentamishankkeessa suurjänniteverkkoa yhdessä kantaverkkoyhtiön kanssa parantaaksemme uusien tuotantolaitoksien sekä kuormien kytkettävyyttä jakelualueemme keski- ja pohjoisosissa.

5.3 Laajennusinvestoinnit

Uusien tuotanto- ja kulutuskohteiden liittämiseksi tehtävät merkittävät investoinnit koostuvat sähköasemalaajennoksista, 110 kV alueverkon rakentamisesta, uusien asema-kaava-alueiden sähköistämisestä sekä uusien yksittäisten liittymien liittämisestä. Arvioimme investoivamme uuden tuotannon ja uusien kuormien liittämiseksi 5,06 M€, josta noin 60 % koostuu suurjänniteverkon sekä sähköasemien laajennusinvestoinneista.

Suurjänniteverkon sekä sähköasemien laajennusinvestoinnit kohdistuvat uuden Nurmijärvi – Lautala -voimajohdon rakentamiseen, jota rakennamme yhdessä kantaverkkoyhtiön kanssa.

5.4 Joustopalveluiden hyödyntämisen kuluvan ja seuraavan vuoden aikana

Emme vielä tällä hetkellä hyödynnä verkossamme joustopalveluita, koska niiden ympärille ei ole muodostunut toistaiseksi toimivaa markkinaa. Seuraamme markkinan kehittymistä säännöllisesti ja arvioimme niiden soveltuvuutta jakeluverkkoamme tapauskohtaisesti. Alustavan arviomme mukaan noin 20 % jakeluverkkoalueemme käyttöpaikoista on käytössä sellaista ohjattavaa kuormaa, joka voisi olla joustopalvelujen piirissä tulevaisuudessa. Joustopalveluiden avulla voimme parhaimmillaan välttää verkon kapasiteetin kasvattamiseksi tehtäviä investointeja.

Arvioimme, että tulevaisuudessa joustopalveluiden hyödyntämisen käyttöönottokustannukset ovat 100 000 €, vuosittaiset käyttökustannukset ovat 20 000 € ja elinkaaren ajalta syntyvät kustannushyödyt ovat 20 000 €.

6 Sähkönjakeluverkon kehittämistoimenpiteet kahden edellisen vuoden aikana

6.1 Korvausinvestoinnit

Edellisen kahden vuoden aikaiset korvausinvestoinnit painottuivat KV2-alueelle, mikä osuus oli 89 % korvausinvestoinneista. Vain 11 % korvausinvestoinneista kohdistui KV1-alueeseen. Taulukossa 14 on esitetty korvausinvestointien jakautuminen jakeluverkon eri tasolle.

Taulukko 14: Kahden edellisen vuoden investoinnit verkon laatuvaatimusten täyttämiseksi ja ylläpitämiseksi sekä kapasiteettitarpeiden ylläpitämiseksi

Kategoria	Investoinnit	Kunnossapito
Suurjännitteinen jakeluverkko	0,00 €	69 000,00 €
Sähköasemat	227 000,00 €	260 000,00 €
Keskijännitteinen jakeluverkko	1 675 000,00 €	313 000,00 €
Muuntamot	963 000,00 €	251 000,00 €
Pienjännitteinen jakeluverkko	1 197 000,00 €	321 000,00 €

KV1-alueella tehtiin edellisen kahden vuoden aikana vahvistustoimenpiteitä ja saneerauksia. Kiikkaistentiellä vahvistettiin maakaapeliverkkoa, Väinöläntiellä muutettiin ilmajohtoverkko maakaapeliksi sekä pylväsmuuntamo muutettiin puistomuuntamoksi. Puistotiellä uusittiin puistomuuntamo ja Peltomiehenkujan ilmajohdot muutettiin maakaapeliksi.

KV2-alueen korvausinvestoinnit koostuivat suurimmalta osalta ratasähköistyneen aiheuttamista muutoksista rataa ylittävien ilmajohtojen osalta. Rataosuuden ylittävät ilmajohdot maakaapeloiitiin sekä vanhaa verkkoa saneerattiin samalla urakointialueella. Urakoissa uusittiin pylväsmuuntamoita, ilmajohtoja sekä rakennettiin uutta maakaapelia.

6.2 Laatuvaatimusten piirissä oleva verkko

Taulukossa 15 ja 16 on esitetty laatuvaatimusten piirissä olevat käyttöpaikat sekä verkkopituaudet. Lisäksi kuvassa 7 on esitetty laatuvaatimukset täyttävä jakeluverkko kehittämissuunnitelmaamme.

Taulukko 15: Laatuvaatimusten piirissä olevia käyttöpaikkoja kahden edellisen vuoden toimenpiteiden jälkeen

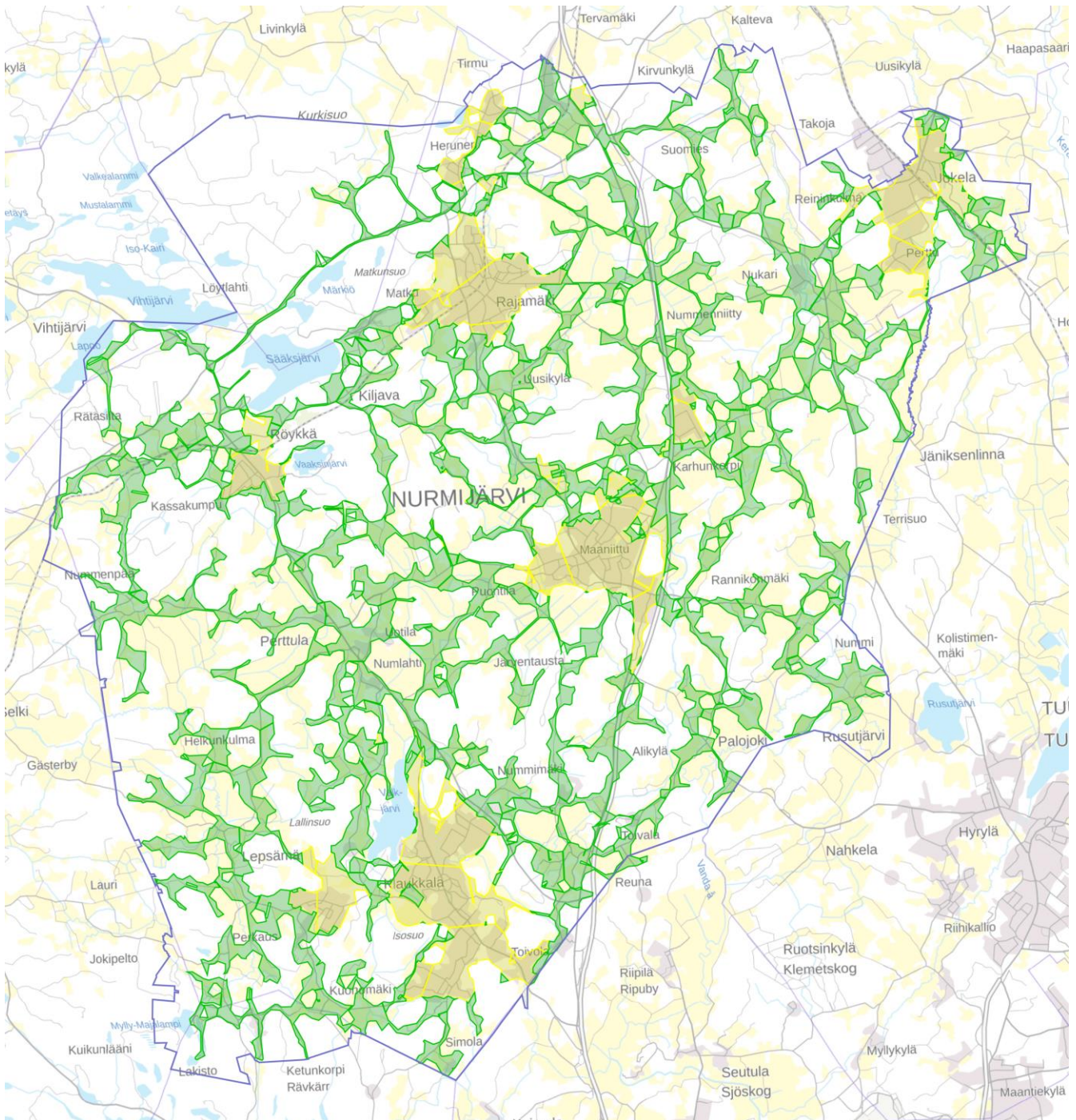
Alue	Käyttöpaikkoja laatuvaatimusten piirissä
Asemakaava-alueella	21 843 kpl
Asemakaava-alueen ulkopuolella	4 984 kpl

Taulukko 16: Laatuvaatimukset täyttävän verkko kuluva ja seuraava vuoden jälkeen

Jännitetaso	Laatuvaatimukset täyttävä verkko kuluva ja seuraava vuoden toimenpiteiden jälkeen
KJ	736,713 km
PJ	1398,917 km

6.3 Laajennusinvestoinnit

Uusien tuotanto- sekä kulutuskohteiden liittämiseen investoitiin edellisen kahden vuoden aikana 12,2 M€. Uuden tuotannon ja kuormien liittämistä varten Nurmijärven Sähköverkko rakensi suurjännitevoimajohtojen välille Perttula-Rajamäki. Kyseinen voimajohto turvaa Rajamäen taajaman asiakkaiden sähkön toimitusvarmuutta ja on osa Nurmijärven Sähköverkon pitkän tähtäimen suunnitelmaa omasta alueverkosta. Rajamäellä sijaitsee paljon teollisuutta. Lisäksi uuteen voimajohtoon liittyy väyläviraston omistama sähköradan syöttöasema. Suurjänniteverkkoinvestointien lisäksi alueellamme tehtiin uusien rakennuskohteiden verkko- ja muuntamoinvestointeja.



Kuva 7: Laatuvaatimukset täyttävät alueet jakeluverkkoalueellamme (keltainen: KV1, vihreä: KV2)



Kehittämisyöhyke 1 laatuvaatimukset täyttävä verkko



Kehittämisyöhyke 2 laatuvaatimukset täyttävä verkko



6.4 Joustopalveluiden hyödyntäminen viimeisen kahden vuoden aikana

Olemme seuranneet edellisen kahden vuoden aikana toimintaympäristöä joustopalveluiden osalta. Nurmijärven Sähköverkko ei ole tehnyt pilottihankkeita liittyen joustopalvelujen hyödyntämiseen.

6.5 Poikkeamat edelliseen kehittämissuunnitelmaan

Kun ennustettuja investointi- ja kunnossapitosummia verrataan toteutuneisiin kustannuksiin, voidaan todeta, että ne ovat yhdenmukaisia vuoden 2022 kehittämissuunnitelman kanssa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Ennustetuissa arvoissa tehtiin karkeita olettamuksia, jotka eivät toteutuneet täysin viimeisen kahden vuoden aikana.

Suurin poikkeama vuoden 2022 tehtyyn suunnitelmaan on muuntamoinvestoinnit. Muuntamoinvestointeihin käytettiin vuosina 2022 ja 2023 huomattavasti vähemmän rahaa kuin mitä aluksi olimme suunnitelleet. Syynä tähän oli ennakoivat muuntajakonehankinnat sekä kentällä olevien muuntajakoneiden vaihtaminen paremmin vastaamaan käyttötarkoitusta. Jakeluverkossamme löytyi kohteita, jonne tarvittiin lisää muuntokapasiteettia sekä kohteita, jonne oli mitoitettu asemakaavan mukaan suurempi muuntajakone kuin mikä oli todellinen tarve. Toinen prosentuaalisesti isompi poikkeama on suurjännitteisen jakeluverkon kunnossapidon osuus, joka jäi ennustettua pienemmäksi.

7 Kehittämissuunnitelmasta kuuleminen

Kehittämissuunnitelman asiakaskuuleminen toteutetaan välillä 1.5.2024 ja 31.5.2024. Nurmijärven Sähköverkko Oy:n asiakkaita tiedotetaan kotisivun sekä Facebook-julkaisun kautta. Kehittämissuunnitelma julkaistaan asiakkaiden kommentoitavaksi. Kehittämissuunnitelman palautteen kerääminen toteutetaan Google Forms -lomakkeen avulla. Kehittämissuunnitelma on saatavilla Nurmijärven Sähköverkko Oy:n kotisivuilla kuulemisen ajan.

Asiakaskuulemisen perusteella lukuun 7 julkaistaan analyysi kuulemisen tuloksista sekä kirjataan kehittämissuunnitelmaan tehdyistä muutoksista, jotka tehtiin kuulemisen tuloksien perusteella. Kehittämissuunnitelma palautetaan Energiavirastolle viimeistään 31.6.2024. Kehittämissuunnitelman palautuksen jälkeen julkaisemme kehittämissuunnitelman kotisivuillamme.