

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja tietotekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka

Tutkintotyö

Tuomas Juvonen

**Valkeakosken Energia Oy:n kytkinaseman ja muuntamon saneeraus**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä

lehtori Seppo Järvi  
Valkeakosken Energia Oy, valvojana verkkopäällikkö Reijo  
Lehtonen

Valkeakoski 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkövoimatekniikka

Juvonen, Tuomas

A3 LINJA-AUTOASEMA kytkinaseman ja

M034 LINJA-AUTOASEMA muuntamon saneeraus

Tutkintotyö

49 sivua + 2 liitettä

Työn ohjaaja

Lehtori Seppo Järvi

Työn teettäjä

Valkeakosken Energia Oy, valvoja Verkkopäällikkö Reijo

Lehtonen

Huhtikuu 2007

Hakusanat

kytkinasema, muuntamo, saneeraus

## TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkittiin Valkeakosken Energia Oy:n linja-autoaseman kytkinaseman ja muuntamon saneerausvaihtoehtoja. Työn tarkoituksena oli tutkia sekä kytkin- ja muuntoaseman tekninen nykykunto, mahdolliset viat ja vaarat. Vikojen ja puutteiden ilmetessä tutkittiin mahdollisuudet niiden korjaamiseksi.

Kytkinasema on rakennettu 1960-luvulla ja sen käyttöjännite on **20kV**.

Kytkinasemalta on löytynyt muutamia riski- ja vaaratekijöitä, joita ei voida poistaa johtuen kytkinaseman rakenteesta. Ongelmien kartoittamisen jälkeen on suunniteltu kolme toisistaan eroavaa suunnitelmaa ongelmien ratkaisemiseksi.

Muuntamo on kytkinaseman yhteydessä ja se toimii kytkinaseman omakäyttömuuntamona sekä ympäröivän taajama-alueen **20/0,4 kV** jakelumuuntamona. Muuntamossa suoritettiin samanlainen selvitys kuin kytkinasemalla. Tämän jälkeen on tutkittu eri vaihtoehtoja ongelmien ratkaisemiseksi.

TAMPERE POLYTECHNIC

Sähkövoimatekniikka

Juvonen, Tuomas

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

April 2007

Keywords

A3 LINJA-AUTOASEMA kytkinaseman ja

M034 LINJA-AUTOASEMA muuntamon saneeraus

49 pages, 2 appendices

Seppo Järvi

Valkeakosken Energia Oy. Supervisor Reijo Lehtonen

switch station, transforming station, repair

## ABSTRACT

In this report, there has been analysed some potential problems which can appear in switch and transforming stations in the near future. In cases of potential problems there has also been investigated what can be done to fix or minimize potential dangers.

The switch station has been built in 1960s and its voltage level is **20** kilovolts. There has been located few potential hazards in the switch station, which can't be fixed up without a major restoration. After finding problems, there has been investigated three different solutions to solve those problems

The transforming station has been located next to the switch station. The switch station and the nearby built-up area are connected to the transforming station. Voltage level in transforming station is **20/0.4** kilovolts. In the case of problem, there has also been analysed some potential solutions for the problem.

# ALKUSANAT

Haluan kiittää Valkeakosken Energia Oy:tä ja sen henkilökuntaa kuluneista oppivuosista. Kiitän myös henkilökuntaa saamastani tuesta tämän työn tekemisessä. Runsaat kiitokset työn ohjaajalle verkkopäällikkö Reijo Lehtoselle sekä tarkastajalle, suunnittelija Olli Oksalalle. Haluan kiittää myös dokumentoija Ritva Herittyä, jolla riitti aina kärsivällisyyttä ja aikaa kysymyksilleni.

Erityisesti haluan kiittää vanhempiani, jotka ovat olleet suurena tukena ja turvana opiskellessani. Lopuksi kiitän kaikkia osapuolia, jotka ovat auttaneet minua eteenpäin työssäni.

Valkeakoskella 25.4.2007

Tuomas Juvonen

# SISÄLLYSLUETTELO

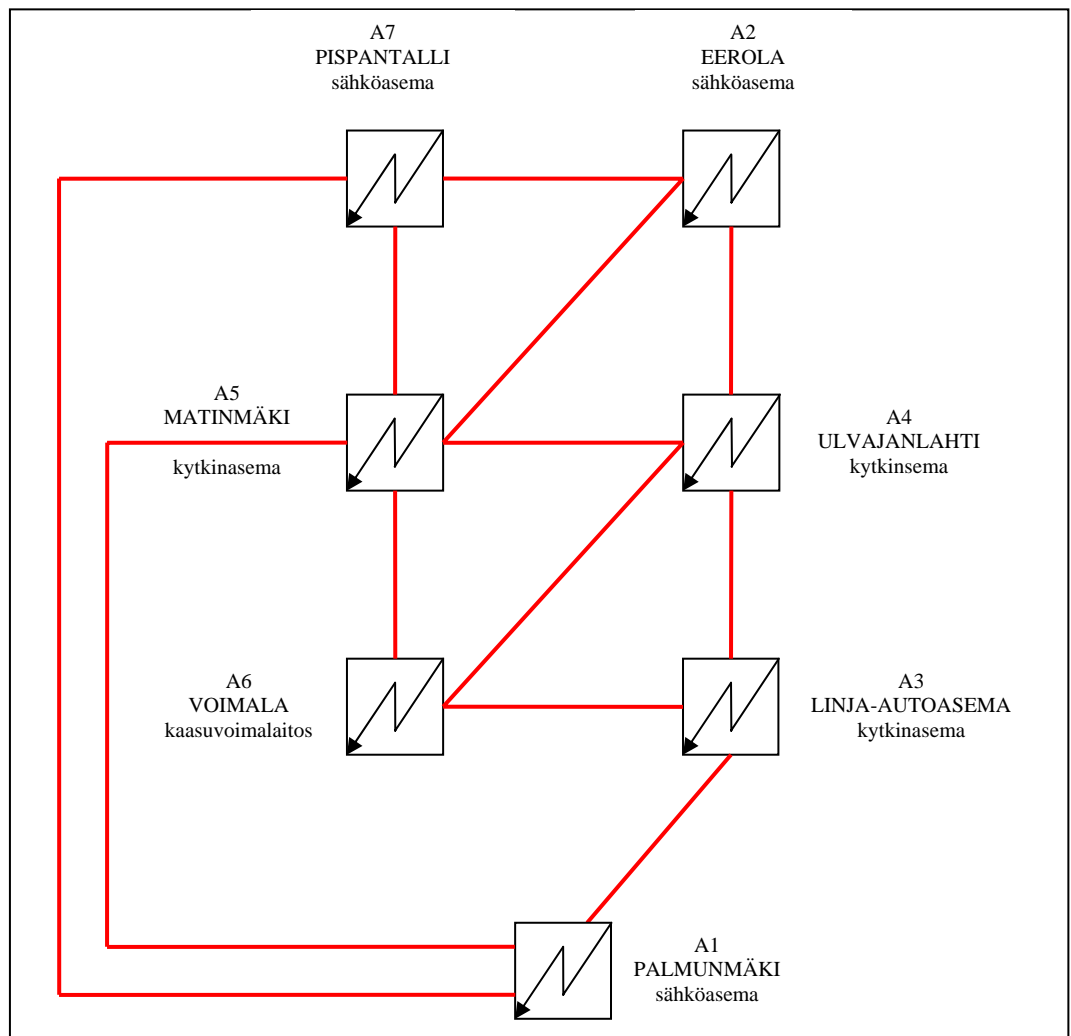
TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT .....	4
SISÄLLYSLUETTELO .....	5
SYMBOLILUETTELO.....	6
JOHDANTO.....	7
1 A3 LINJA-AUTOASEMA.....	8
1.1 Kytkinaseman nykytilanne .....	8
1.2 Kytkinaseman tekninen nykytilanne .....	12
1.2.1 Kytkinasemaa ympäröivä 20 kV:n sähköverkko.....	14
1.2.2 Kytkinaseman relesuojaus .....	16
1.3 Kytkinaseman tulevaisuus .....	17
1.4 Kytkinaseman teknisten ratkaisuiden vaihtoehdot .....	18
1.4.1 Vaihtoehto A .....	18
1.4.2 Vaihtoehto B.....	20
1.4.3 Vaihtoehto C.....	23
1.5 Kytkinaseman tekninen ja taloudellinen selvitys .....	28
2 M034 LINJA-AUTOASEMA .....	30
2.1 Muuntamon nykytilanne.....	30
2.2 Muuntamon pienjänniteverkon nykytilanne.....	32
3 AUTOMAATIO JA VALVONTA .....	34
3.1 A3 LINJA-AUTOASEMA.....	34
3.2 M034 LINJA-AUTOASEMA .....	35
4 EHDOTUS TOTEUTETTAVAKSI SUUNNITELMAKSI .....	36
4.1 A3 LINJA-AUTOASEMA.....	36
4.1.1 Kytkinasemaa ympäröivä keskijänniteverkosto .....	39
4.2 M034 LINJA-AUTOASEMA .....	41
4.2.1 Muuntamoa ympäröivä pj-verkosto.....	42
5 SANEERAUKSEN KUSTANNUKSET .....	45
5.1 A3 LINJA-AUTOASEMA.....	45
5.2 M034 LINJA-AUTOASEMA .....	46
6 HUOLTOVARMUUS.....	47
7 LOPUKSI .....	49

## SYMBOLILUETTELO

A	ampeeri
A00	Valkeakosken Energia Oy:n käyttämä sähkö- ja kytkinasemien numerointi
DC	tasasähkö
Hz	taajuuden yksikkö
JK000	Valkeakosken Energia Oy:n käyttämä katujakokaappien numerointitapa
JR000	Valkeakosken Energia Oy:n käyttämä rinnansyöttökeskusten numerointitapa
kV	kilovoltti
kVA	kilovolttiappeeri
M000	Valkeakosken Energia Oy:n käyttämä muuntamoiden tunnusnumerointi
V	voltti

## JOHDANTO

Tutkintotyön tavoitteena on suunnitella työn tilaajaa, Valkeakosken Energia Oy:tä hyödyttävä teknis-/taloudellinen kokonaisratkaisu Valkeakosken Energia Oy:n omistamalle keskijänniteverkon Linja-autoaseman kytkinasemalle sekä samassa Linja-autoaseman kiinteistössä sijaitsevalle jakeluverkon muuntamolle. Työssä tulee ottaa huomioon kytkinaseman ajanmukaisuus sekä tulevaisuuden tarpeet. Muuntamon kohdalta tulee työssä tutkia pj-verkon rakennevaihtoehdot sekä muuntamon tarpeet tulevaisuudessa.



*Kuva 1. Linja-autoaseman kytkinaseman sijainti Valkeakosken Energia Oy:n keskijänniteverkossa*

# 1 A3 LINJA-AUTOASEMA

## 1.1 Kytkinaseman nykytilanne

Valkeakoskelle valmistui uusi Linja-autoasema vuonna 1966. Sen alakertaan sijoitettiin silloisen Valkeakosken Kaupungin Sähkölaitoksen, myöhemmin Valkeakosken Energia Oy, yksi suurimmista siihen astisista investoinneista. Kytkinasema valmistui vuonna 1967. Valkeakosken Kaupungin Sähkölaitoksen keskijänniteverkko oli tuolloin **6 kV**:n verkostoa ja kulutuksen kasvaessa tuli sähkölaitokselle selväksi, mihin suuntaan verkkoa tulee kehittää ja niinpä **20 kV**:n keskijänniteverkostoa alettiin suunnitella. Kytkinasema haluttiin rakentaa tulevan keskijänniteverkon solmupisteeksi. Koska kytkinasema on rakennettu 1960-luvun asetusten mukaisesti, on täysin selvää, ettei asema täytä kaikkia nykyisiä asetuksia ja standardeja.

Kytkinasema on alussa toiminut jonkin aikaa **6 kV**:n jännitteellä, mutta sen kytkinaseman kojeisto on jo alun perin rakennettu **20 kV**:n jännitteelle. Kytkinaseman yhteyteen sijoitettiin toinen keskikaupunkia syöttäneistä **20/6 kV**:n välijännitemuuntajista. Kaikki **6 kV**:n verkostoon liittyvä tekniikka on asemalta purettu pois viimeistään 1990-luvun alkupuolella.

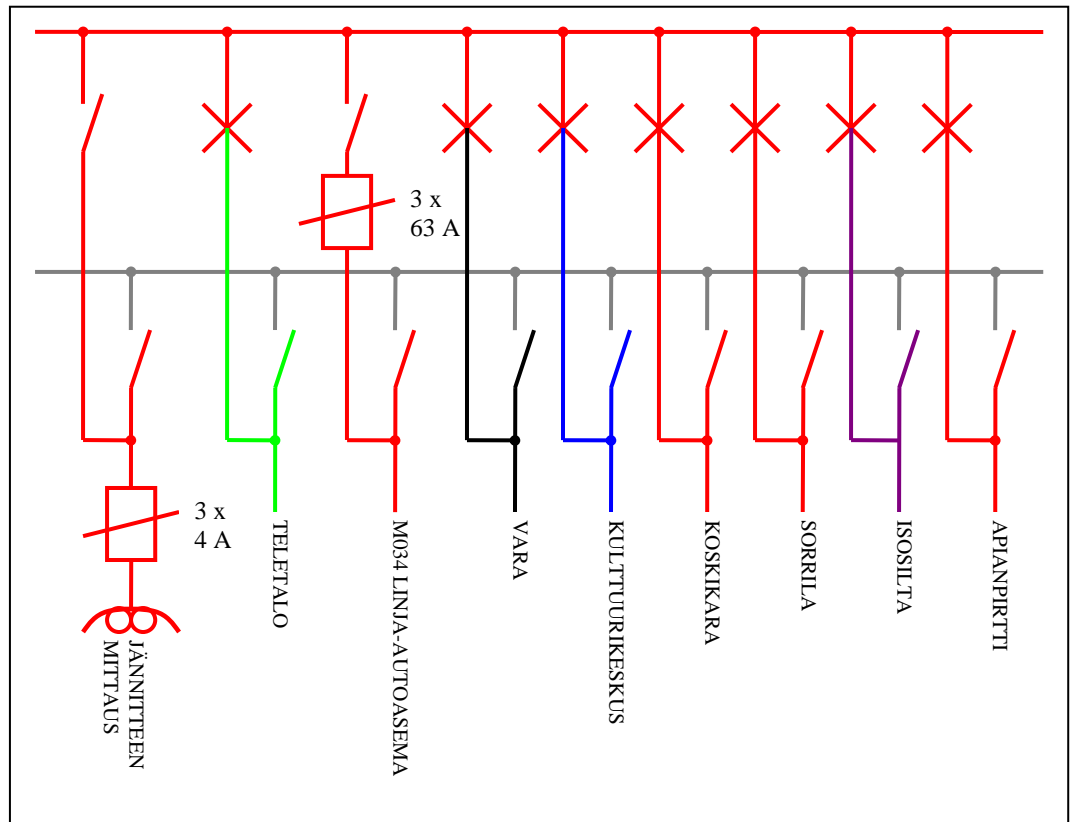
Alun perin kytkinasemalla on ollut vain seitsemän kennoa. Kaksi viimeistä kennoa on lisätty jälkeenpäin. Kytkinasemalla on tällä hetkellä yhdeksän omarakenteista **20 kV**:n kennoa (taulukko 1). Kennoista **6** on johtolähtöjä, **1** syöttökenno on varalla, **1** kenno jännitteenmittaukseen sekä **1** kenno paikallismuuntajalle.



Taulukko 1. Linja-autoaseman katkaisijaluettelo.

Lähtö	Katkaisija	Valmistaja	Tyyppi	I
1	Jännitteenmittaus	Strömberg	OJON	400
2	Teletalo	Oerligon	MS 24.6	630
3	Paikallismuuntaja	PSO	NSOV	400
4	Varalla	Oerligon	MS 24.6	800
5	Kulttuurikeskus	Strömberg	OSAM 24 D 2	800
6	Koskikara	Strömberg	OSAM 24 D 2	800
7	Sorrila	Oerligon	MS 24.6	800
8	Isosilta	Strömberg	OSAM 24 D 2	800
9	Apianpirtti	Strömberg	OSAM 24 D 2	630

Kytkinaseman kiskorakenne on kisko-apukiskojärjestelmä. Kiskosto on rakennettu 60×8 mm kuparikiskosta, jota on yksi kappale vaihetta kohti. Katkaisijan kummallakaan puolella ei ole erotinta (kuva 2).



Kuva 2. Kytkinaseman kiskoston kaaviokuva. Väreillä on kuvattu verkon normaalia kytkentätilannetta

Kennoston tukirakenne on rakennettu hitsaamalla rautapalkeista. Kennojen väliseinämateriaalina on käytetty asbestia. Mikäli kennostoa puretaan tai siihen porataan reikiä, on syytä noudattaa työturvallisuusasetuksia asbestin käsittelystä. Työskentelyalueita ei kytkinasemalla voi muuttaa ilman huomattavia toimia, jotka edellyttäisivät kennostojen siirtämistä. Tämä tarkoittaisi käytännössä koko kennoston purkamista.

Kytkinhallin ilmanvaihto on toteutettu painovoimaisesti, joten mahdolliset palamiskaasut katkaisijan auki- tai kiinnikytöntilanteissa jäävät tilaan leijumaan ja siten mahdollisesti paikalla olevien ihmisten hengitettäväksi. Ratkaisu tähän ongelmaan on rakentaa kennoston päälle peltikotelointi sekä tehdä kytkinaseman ja parkkihallin väliseen 0,5 metrin betoniseinään reikä puhaltimelle. Koteloinnin ja kaasupurkauskanaviston rakentaminen nykyisen kennoston ympärille on teoriassa mahdollista, mutta käytännössä sitä ei kannata toteuttaa.

Kytkinasemaan johtaa yksi ovi parkkihallista sekä yksi ovi akku- ja pääkeskushuoneesta, josta on ovi käytävään, joka johtaa parkkihalliin. Käytävän ja parkkihallin välissä on kuitenkin tukeva portti, joka on lukossa. Lukkoon tarvittavaa avainta säilytetään kytkinasemalla. Erityisesti kytkinhallin ja parkkihallin välisen oven sulkemisessa tarvitaan enemmän keskittymistä kuin voimaa, joten ovi saattaa epähuomiossa jäädä auki. Tämän oven avaaminen kytkinhallin puolelta vaatii sorminäppäryyttä, koska lukon aukaiseva vipu on lähellä oven karmia. Mikäli joutuu paniikin valtaan kytkinasemalla esimerkiksi valokaaren tai vastaavan takia, on mahdollista, ettei ovesta pääse ulos parkkihalliin.

Molempiin ulko-oviin on liimattu vihreä fosforoiva neliö, kooltaan 30×30 cm. Neliö hohtaa valojen sammuttua, joten oville on periaatteessa mahdollista löytää pimeässä. Oviin olisi hyvä asentaa samanlaiset hätäaukaisimet, kuin on asennettu Eerolan sähköaseman ulko-oviin. Kytkintilaan kennostojen molempiin päihin seinälle olisi syytä asentaa poistumistietä osoittavat fosforoivat nuolet.

Kytkinaseman valaistus on alkuperäinen ja se on toteutettu loisteputki-valaisimilla. Loisteputkivalaisimet antavat niukan, mutta riittävän valon. Tilassa on myös varavalojärjestelmä, joka toimii kaukokäyttöjärjestelmän **110 DC** -akuston turvin. Varavalojärjestelmä käsittää kytkinhallissa **4** kpl ja pääkeskus- ja akkutilassa **1** kpl hehkulamppuvalaisimia, muuntajatilassa ei ole varavalovalaisinta. Kytkinhallin varavalovalaisimet antavat tilaan niukan valon. Molemmiin puolin kennostoa on kaksi valaisinta. Voimassa oleva asetus varavalaistuksesta määrää, että valon voimakkuuden pitää olla vähintään **1 lux**. Tämän arvon nykyinen varavalaistus täyttää, koska **1 lux** valon voimakkuus vastaa kuun valoa. Varavalaistuksen ollessa päällä näkee tilassa kulkea kohtuullisen turvallisesti. Mikäli kytkinhallissa tapahtuu asentajan läsnäollessa oikosulku tai voimakas valokaari, on asentajan ulospääsy kytkinhallista sokaistuneena lähes mahdotonta varavalaistuksen turvin. Jotta tämän tapaista tilannetta ei pääsisi tapahtumaan, ei kytkinaseman tiloihin saisi mennä ilman työparia.

Kytkinaseman seinä- tai kattopintoja ei ole tasoitettu, vaan niissä näkyvät valulautojen kuviot. Kytkinhallin lattiat on valettu suoriksi. Lattioita ei ole maalattu. Kytkinhalliin lattialle on levitetty muovimaton palasia. Betonipintaa ei ole pintakäsitelty, joten sitä on mahdotonta pitää puhtana. Erityisen ongelman aiheuttaa betoniin mahdollisesti imeytyvä öljy, jota voi päästä betonipinnoille muuntajasta, katkaisijoista sekä **20 kV**:n kaapelipäätteistä. Betoniin imeytyneen öljyn poistaminen on lähes mahdotonta ilman likaantuneen betonikerroksen täydellistä poistamista. Myöskään kaapelikanavien pintoja ei ole pintakäsitelty. Pintakäsittelyn yhteydessä on syytä kiinnittää huomiota eri tilojen välisiin palokatkoihin, varsinkin kaapelikanavissa.

Nykyinen kytkinasema kestää mekaanisesti sekä sähköisesti vielä vuosia, joten kiireellistä tarvetta remontille ei ole. Ennen suurta remonttia olisi syytä tehdä tilaan parannukset, jotka lisäävät käyttöhenkilökunnan turvallisuutta. Näitä olisivat muun muassa. ovien hätäaukaisimet ja poistumisopasteiden lisääminen.

## 1.2 Kytkinaseman tekninen nykytilanne

Kytkinaseman kiskostovirtoja ei ole mitattu, mutta kytkinasemaa syöttävässä Palmunmäen-sähköaseman lähdössä on suojareleistö, joka tallentaa katkaisijan läpi menneet virrat. Normaali katkaisijan läpi mennyt kuormitusvirta on **80–100A**. Suurin normaaliin kulutukseen liittyvä virta mitattiin talviarkipäivänä 8.1.2007, jolloin virta oli **150A**. Virran suuruus johtuu siitä, että maakaasuvoimalaitos syötti Palmunmäen sähköasemaa.

Vaikkakin virta kuulostaa suurelta, se on kuitenkin vain noin neljäsosa kiskoston sallitusta **985 A**:n virrasta. Kuormitustaulukko ABB Teknisiä tietoja ja taulukoita, taulukko 19.2a. antaa kisko poikkeaa kytkinaseman kiskosta, joka on **60×8 mm**.

Kytkinasemalla ei ole asemapäiväkirjan mukaan tapahtunut kiskosto-oikosulkuja eikä katkaisijoiden hajoamisia. Katkaisijat ovat tehneet keskimäärin viisi katkaisua vuodessa (taulukko 2). Keskiarvo perustuu katkaisijoiden laskuritietoihin. Katkaisijoiden rakenteen takia laskuritiedot puuttuvat katkaisijoista **2, 4 ja 7**. Keskiarvot on laskettu syyskuun 1977 ja tammikuun 2007 ajalta.

Taulukko 2. Taulukko katkaisijoiden toiminnasta.

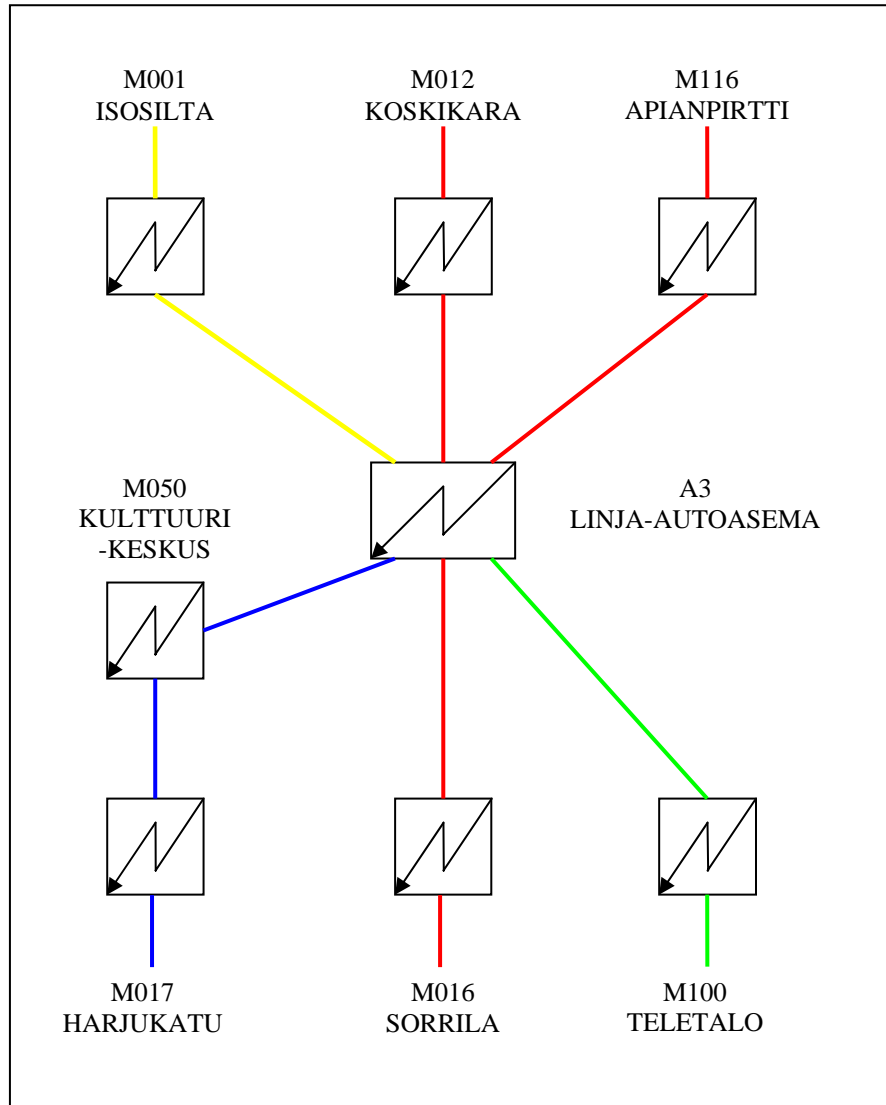
Katkaisija	syyskuu 1977 maaliskuu 1986	huhtikuu 1986 kesäkuu 1991	heinäkuu 1991 maaliskuu 1997	huhtikuu 1997 huhtikuu 2006	toukokuu 2006 tammikuu 2007	Σ kpl	kpl /a
1 Jän. mit.	-	-	-	-	-	-	-
2 Teletalo	-	-	-	-	-	-	-
3 Paik. mu.	-	-	-	-	-	-	-
4 Vara	-	-	-	-	-	-	-
5 K. keskus	74	13	45	18	31	107	5,4
6 Koskikara	32	4	44	24	2	74	3,7
7 Sorriila	-	-	-	-	-	-	-
8 Isosilta	31	10	27	37	16	90	4,5
9 Apianpirtti	12	14	42	22	40	118	5,9

4,9

Kytkinaseman kiskoston suurimmat vikavirrat ovat syntyneet kahdesta kirjatusta keskijännitekaapelin kaapelivaurioista. Ensimmäinen kaapelivaurio tapahtui 1990-luvun alussa noin **500** metriä kytkinasemalta ja toinen 2000-luvun alussa vain noin **150** metrin etäisyydellä.

Kytkinasema on huollettu toukokuussa 2006. Silloin katkaisijat tarkistettiin ja todettiin hyväkuntoisiksi, samalla vaihdettiin myös öljyt.

### 1.2.1 Kytkinasemaa ympäröivä 20 kV:n sähköverkko



Kuva 3. Kytkinasemaa ympäröivä 20 kV sähköverkko. Väreillä on kuvattu verkon normaalia kytkentätilannetta

Koskikaran lähtö kulkee A6 VOIMALA:n kautta A7 PISPANTALLI:n sähköasemalle (kuva 1). Ison sillan lähtö kulkee A4 ULVAJANLAHTI - kytkinaseman kautta A2 EEROLA:n sähköasemalle.

Apianpirtin\*, Kulttuurikeskuksen, Sorrilan ja Teletalon lähdöt päättyvät A1 PALMUNMÄKI-sähköasemalle.

\***Apianpirtin** lähtö on kytkinaseman ainoa taajaman ulkopuolelle lähtevä syöttö. Lähtöön on kytketty noin **6** kilometriä keskijänniteverkkoa.

Valkeakosken Energia Oy maakaasuvoimalan **A6 VOIMALA** tuottama sähkö johdetaan **A1 PALMUNMÄEN** sähköasemalle **A3 LINJA-AUTOASEMA** - kytkinaseman kautta. Tältä kytkinasemalta on neljä vaihtoehtoista siirtoreittiä **A1 PALMUNMÄEN** sähköasemalle.

Pääsääntöisesti normaalissa kytkentätilanteessa reittinä käytetään **A3 LINJA-AUTOASEMA – M016 SORRILA – M045 HAAPASAARENKATU – A1 PALMUNMÄKI**. Tällä reitillä ohuin **20 kV:n** kaapeli poikkipinta on **150 mm<sup>2</sup>** alumiinia.

Toinen vaihtoehto siirtolinjaksi olisi **A3 LINJA-AUTOASEMA – M050 KULTTUURIKESKUS – M017 HARJUKATU – M154 KAUPPILANKATU – M098 YRJÖLÄNKATU – M015 VANHAINKOTI – A1 PALMUNMÄKI**.

Tätä reittiä ei kuitenkaan käytetä, koska välillä **A3 LINJA-AUTOASEMA – M050 KULTTUURIKESKUS – M017 HARJUKATU** on **650 m** osuus **APYAKMM 3×70**-kaapelia, joka on jatkettu **APYAKMM 3×120**-kaapeliin puretun Maijanniityn muuntamon kohdalla. Valkeakosken Energia Oy:n käyttämä kaapeliluettelo ilmoittaa **APYAKMM 3×70**-kaapelin suurimmaksi kuormitusvirraksi **155 A**. Normaalissa kytkentätilanteessa huippukuormitus välillä **A1 PALMUNMÄKI – A3 LINJA-AUTOASEMA** on noin **150 A**. Kuormitusvirtojen suhteen takia on energia tehnyt periaatepäätöksen, ettei kaapelia käytetä kuin poikkeuksellisesti. Valkeakosken Energia Oy:n edustaja on ilmoittanut, että tämä **650 m** kaapeliosuus välillä **A3 LINJA-AUTOASEMA – M017 HARJUKATU** tullaan uusimaan lähitulevaisuudessa.

## 1.2.2 Kytkinaseman relesuojaus

Kytkinaseman katkaisijat on alun perin suojattu ylivirta- ja suuntareileillä. Kaukokäyttöjärjestelmäksi hankittiin Landis & Gyrin valmistama, silloisen kehityksen kärkeä ollut sähkömekaaninen järjestelmä. Sähkömekaaniset releet ja kytkinasemalla olevat kaukokäyttöjärjestelmän kojeet ovat lähes alkuperäiset.

Sähkömekaanisten releiden saaminen selektiiviseksi sähköasemalla olevien elektronisten releiden kanssa on teoriassa mahdollista, mutta käytännössä selektiivisyyden saavuttaminen on osoittautunut mahdottomaksi.

Sähkömekaanisessa releessä on aina hieman viivettä, jota elektronisissa releissä ei käytännössä ole. Elektronisen releen viivettä joudutaan kasvattamaan pitkäksi, jolloin suojauksen nopealle toiminnalle asetetut vaatimukset eivät välttämättä toteudu.

Kytkinaseman mekaaniset releet on aseteltu siten, että syöttävän sähköaseman lähdössä oleva katkaisija laukeaa oiko- tai maasulun takia ennen kytkinaseman katkaisijaa. Kytkinaseman releiden arvot ovat niin suuret, etteivät ne käytännössä toimi koskaan. Nykyisin kytkinaseman käyttö on lähinnä kytkentämuutosten tekemistä **20 kV:n** verkostossa.

Lähdössä 9. Apianpirtti on Ab Strömbergin Oy:n valmistama maasulkurele, joka on poistettu käytöstä 2005, jolloin kytkinasemaa pääsääntöisesti syöttävälle **A1 PALMUNMÄKI**-sähköasemalle valmistui maasulun sammutuskojeisto. Tässä lähdössä on maasulkurele, koska lähdön perässä on ilmajohtoverkosto.



### 1.3 Kytkinaseman tulevaisuus

Alun perin kytkinaseman kiskosto on mitoitettu varman päälle, eli varmuutta on otettu runsaasti, **900/300A**. Kuormitus on kuitenkin kasvanut viimeisten kymmenien vuosien aikana paljon.

Kytkinasemalla on tällä hetkellä yksi vapaa syöttökenttä. Valkeakoski on elänyt viime vuodet tasaista kasvun aikaa, joten lähitulevaisuuden uskoisin jatkuvan samaan rauhalliseen tahtiin. Lisäksi kytkinasema sijaitsee valmiiksi rakennetun kaupungin keskellä, joten suuria kulutuksen muutoksia ei tule.

Tulevaisuudessa kytkinaseman ympäristön kehityspaineet sijoittuvat Apian uudelle kerrostaloalueelle. Lisäksi suunnitellaan kerros- ja rivitalorakentamista niin sanotun Teletalon viereisten korttelien alueelle sekä Myllykujan ja Kauppilankadun väliselle alueelle. Apian alueen muutos pientaloalueesta kerrostaloalueeksi saattaa aiheuttaa muutoksia myös keskijänniteverkossa uuden tai uusien muuntamoiden myötä. Vapaan syöttökennon käyttämistä tämän uuden alueen hyväksi ei voida sulkea mahdottomuutena pois. Teletalon muuntamo pystynee hoitamaan lisääntyvän kulutuksen ilman suuria muutoksia. Myllykujan ja Kauppilankadun väliin jäävän uuden asutuksen syntyminen saattaa edesauttaa **M050 KULTTUURIKESKUS**-muuntamon remontoimista tai uudelleensijoittamista.

Valkeakosken Energia Oy on ilmaissut halukkuutensa säilyttää kytkinaseman nykyisellä paikallaan. Nykyisen kytkinaseman yhteydessä on muuntamo, jonka normaalin kesäpäivän kuorma on lähes **800 A** / vaihe, joten kyseisen muuntamon kuormituksen jako muille lähistön muuntajille on täysin mahdotonta, koska lähialueen muutkin muuntajat alkavat käydä liian pieniksi nykyisellä kulutuksen kasvulla.

## 1.4 Kytkinaseman teknisten ratkaisuiden vaihtoehdot

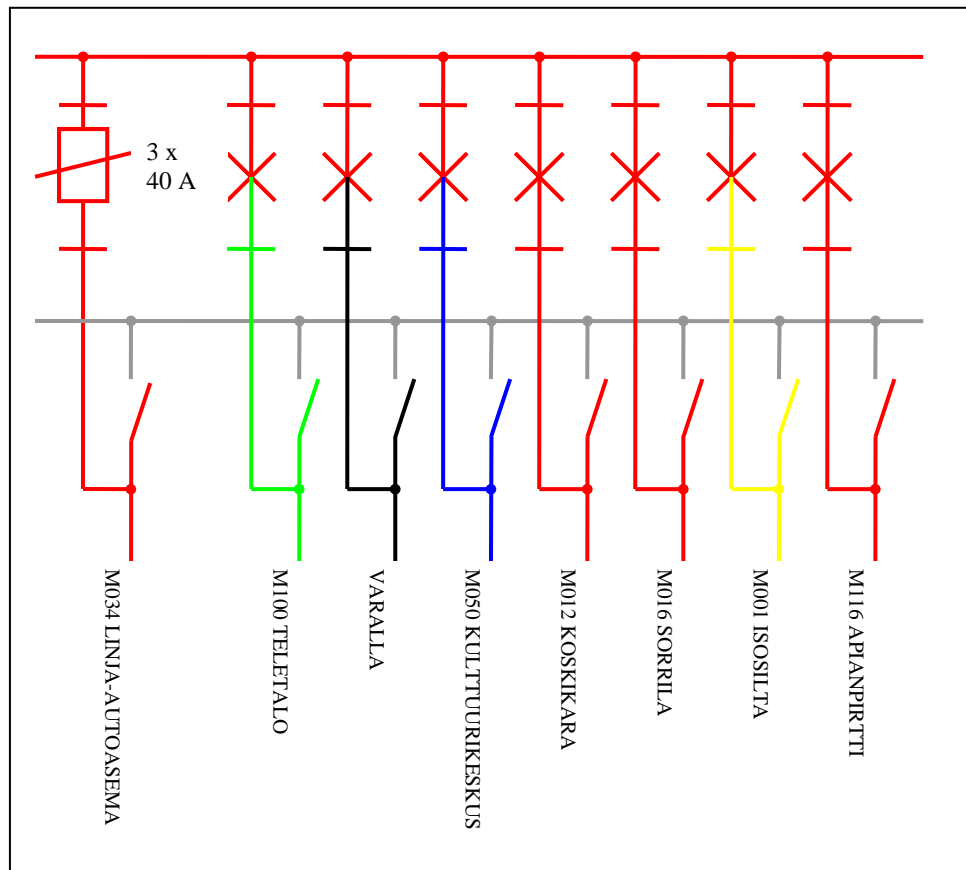
Teknisiä vaihtoehtoja kytkinaseman uusimiseen on kolme. Joko kytkinasema remontoidaan ja säilytetään nykyisessä kellaritulassa tai kytkinaseman luonnetta muutetaan ja verkon solmukohta siirretään uuteen kiinteistö- tai puistomuuntamoon. Varteenotettavimmat vaihtoehdot katkaisijoiden tyypeiksi ovat tyhjiö-, SF<sub>6</sub> ja ilmaeristeiset katkasijat.

### 1.4.1 Vaihtoehto A

Tämän suunnitelman idea on, että **A3 LINJA-AUTOASEMA** säilytetään nykyisessä paikassaan. Suunnitelma perustuu siihen, että kytkinaseman vähäöljykatkaisijat korvataan tyhjiökatkaisijoilla. Kytkinaseman **A 3LINJA-AUTOASEMA** luonne verkon solmupisteenä pysyy ennallaan, lisäksi sitä ympäröivään keskijänniteverkkoon ei tehdä muutoksia.

Puretaan pois kaikki vanhat kennostot, ja korvataan ne kisko-apukiskojärjestelmällä ja katkaisijoiksi valitaan tyhjiökatkaisijatyypisiä katkaisijoita (kuva 6).

Kytkinaseman uusi kiskosto toteutetaan kisko-apukiskojärjestelmällä, jonka hyvinä puolina voidaan pitää sitä, että katkaisija voidaan ohikytkeä apukiskoerottimen avulla, jolloin kaksi tai useampia lähtöjä voidaan kytkeä yhteen muun kojeiston ohi. Kisko-apukiskojärjestelmä on hyvä yleisratkaisu (kuva 4).



*Kuva 4. Kytkinaseman kisko-apukiskojärjestelmä. Väreillä on kuvattu verkon mahdollista kytkentätilannetta*

Muuntamon **800 kVA**:n muuntajan suojaavana suurjännitesulakkeena tulisi käyttää, ABB Teknisiä tietoja ja taulukoita taulukon 12.1h mukaan, **40 A**-suurjännitesulaketta.

### 1.4.2 Vaihtoehto B

Tämän suunnitelman idea on, että linja-autoaseman kiinteistö puretaan tulevaisuudessa ja kytkinaseman merkityksestä verkoston solmupisteenä halutaan luopua. Suunnitelma perustuu siihen, että kytkinaseman vähäöljykatkaisijat korvataan väliaikaisesti SF<sub>6</sub> kojeistoilla, jotka linja-autoaseman purkamisen yhteydessä sijoitetaan vanhoihin kiinteistömuuntamoihin. Kytkinasemaa ympäröivään keskijänniteverkkoon ei tehdä muutoksia, mutta kojeistojen välille joudutaan rakentamaan yhdyskaapelit.

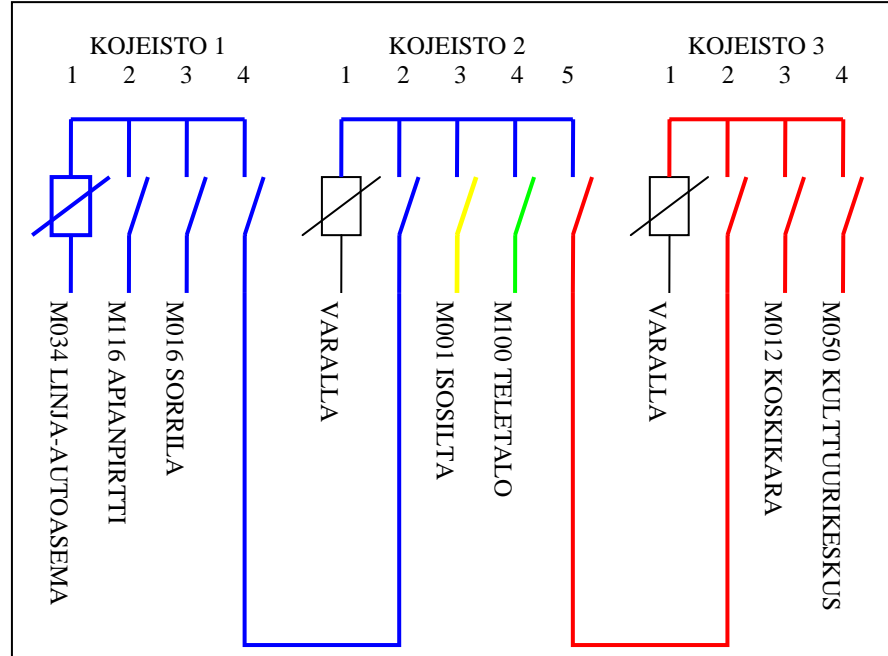
Säilytetään nykyinen **A3 LINJA-AUTOASEMA** nykyisessä tilassaan. Puretaan pois kaikki vanhat kennostot, ja korvataan ne SF<sub>6</sub>-tyyppisillä kojeilla.

Kojeita hankitaan **3** kappaletta: kaksi FCCC ja yksi FCCCC- tyyppinen. SF<sub>6</sub>-kojeistoilla on useita valmistajia ja myös kaukokäyttömahdollisuus on olemassa. Tyyppi **F** on varoke-erotin ja **C** on kuormaerotin (taulukko 4).

Kojeiden **1** ja **2** sekä **2** ja **3** välille tehdään yhdyskaapelit. Kojeiden **2 - 1** ja **3 - 1** varoke-erottimia ei voida käyttää johtolähtöinä, koska suurin vakiovalmisteinen keskijännitesulake on 63 A. Mahdollisessa oiko- tai maasulkutilanteessa kyseiset sulakkeet palaisivat vikavirroista (kuva 5).

Taulukko 4. Luettelo erottimista. Tyyppi **F** on varoke-erotin ja **C** on kuorma-erotin.

Kojeisto	Koje	Nimi	Tyyppi
1	1	M 034 LINJA-AUTOASEMA	F
1	2	E XXX APIANPIRTTI	C
1	3	E XXX SORRILA	C
1	4	E XXX YHTEYSEROTIN 1	C
2	1	E XXX VARALLA	F
2	2	E XXX YHTEYSEROTIN 2	C
2	3	E XXX ISOSILTA	C
2	4	E XXX TELETALO	C
2	5	E XXX YHTEYSEROTIN 3	C
3	1	E XXX VARALLA	F
3	2	E XXX YHTEYSEROTIN 4	C
3	3	E XXX KOSKIKARA	C
3	4	E XXX KULTTUURIKESKUS	C

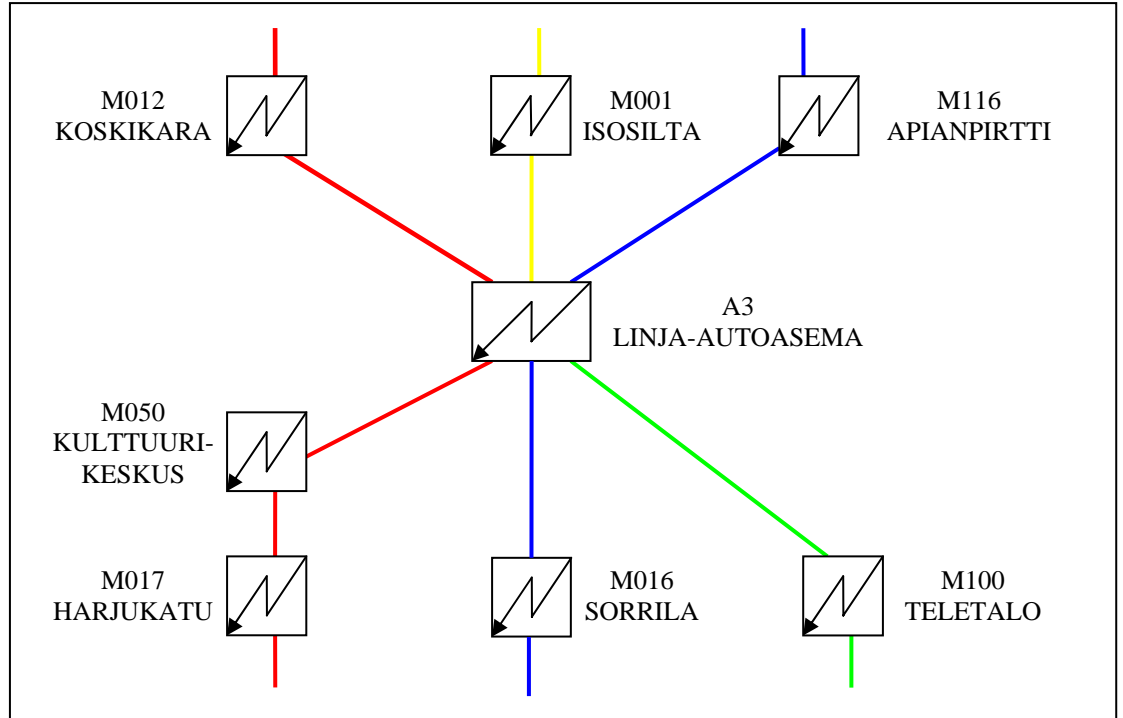


Kuva 5. Kytinaseman pääkaavio muutoksen jälkeen. Väreillä on kuvattu verkon mahdollista kytkentätilannetta

Nykyisin yhteys **A6 VOIMALA – A1 PALMUNMÄKI** on toteutettu reittiä **A6 VOIMALA – M025 TIETOLA – M060 TEHTAANKATU – M012 KOSKIKARA – A3 LINJA-AUTOASEMA – M016 SORRILA – M045 HAAPASAARENKATU – A1 PALMUNMÄKI**.

Uudistuksen jälkeen yhteytenä voitaisiin käyttää reittiä **A6 VOIMALA – M060 TEHTAANKATU – M012 KOSKIKARA – KOJEISTO 3 – M050 KULTTUURIKESKUS – M017 HARJUKATU – M154 KAUPPILANKATU – M098 YRJÖLÄNKATU – M015 VANHAINKOTI – A1 PALMUNMÄKI**.

Tällöin voitaisiin reittiä **A1 PALMUNMÄKI – M045 HAAPASAARENKATU - M016 SORRILA – KOJEISTO 1 – M116 APIANPIRTTI – M128 KOTIKANGAS** käyttää syöttämään Lumikorven ja Sointulan alueita (kuva 5).



*Kuva 6. Kytkinasemaa ympäröivä verkko muutoksen jälkeen. Väreillä on kuvattu verkon mahdollista kytkentätilannetta*

### 1.4.3 Vaihtoehto C

Tämän suunnitelman idea on, että Linja-autoaseman kiinteistö puretaan tulevaisuudessa ja kytkinaseman merkityksestä verkoston solmupisteenä luovutaan. Suunnitelma perustuu siihen, että kytkinasema puretaan pois nykyisestä tilastaan ja korvataan uudella puistomuuntamolla. Uutta muuntamoaa ympäröivässä **20 kV**:n kaapeliverkostossa on tehtävä muutoksia. Suunnitelmaan kuuluvat lisäksi kahden muuntamon muutostyöt. Liitteestä 1 löytyy tähän suunnitelmaan liittyvä kartta.

Suunnitelma käsittää seuraavat rakennustyöt:

**M1XX SALMENTIE**, puistomuuntamo

**M1XX URHEILUKATU**, puistomuuntamo

**M1XX KISAKATU**, jäljempänä selitetään kaksi eri vaihtoehtoa

**20 kV** maakaapelia 1750 – 2000 m

**20 kV** maakaapelijatkoja noin 5 kpl

**20 kV** maakaapelipäätteitä noin 10 kpl

Suunnitelmaan kuuluvat seuraavat purkutyöt:

**A3 LINJA-AUTOASEMA**

**M116 APIANPIRTTI**

**M050 KULTTUURIKESKUS**, jäljempänä selitetään kaksi eri vaihtoehtoa

Alueen nykyinen asemakaava on ahdas, joten uuden kytkinasema-muuntamon sijoittaminen alueelle vaatii kaavamuutoksen. Uuden kytkinaseman tyypiksi suositeltavin on puistomuuntamo, jossa on tarvittava määrä johtolähtöjä.

Suunnitelmaan kuuluvat seuraavat muuntamot:

Uudelleen rakennettavat muuntamot: **A 3 LINJA-AUTOASEMA, M050 KULTTUURIKESKUS** ja **M116 APIANPIRTTI**.

Muutettavat muuntamot: **M001 ISOSILTA, M012 KOSKIKARA, M016 SORRILA, M017 HARJUKATU, M100 TELETALO** ja **M126 KOTIKANGAS**.

Korvattava muuntamo: **A 3 LINJA-AUTOASEMA** muuntamalla **M1XX SALMENTIE**. Tämä muuntamo korvaa nykyisen kytkin- ja muuntoaseman. Uusi muuntamo on joko puisto- tai kiinteistömuuntamo.

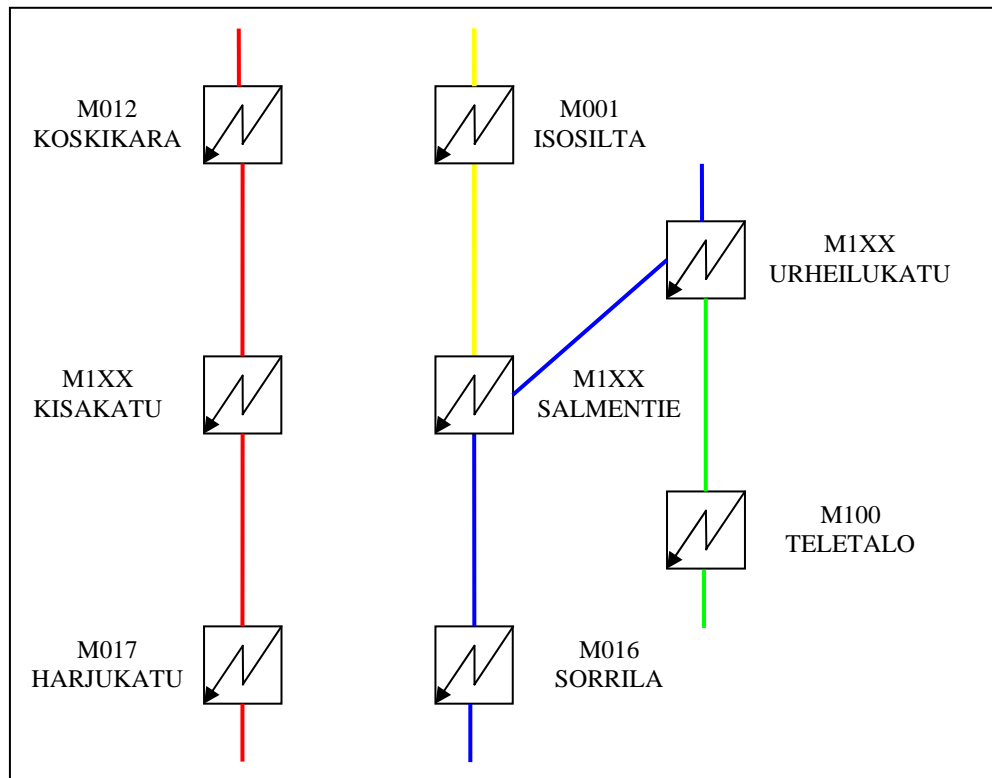
- Muuntamolle **M050 KULTTUURIKESKUS** on olemassa kaksi toisistaan oleellisesti poikkeavaa ratkaisua:

**A** Saneerataan nykyinen **M050 KULTTUURIKESKUS** sekä keski- että pienjännitelaitteiston osalta vastaamaan nykyisiä asetuksia ja vaatimuksia. Muuntamo sijaitsee 1970-luvun alussa rakennetun työväenopiston kellarikerroksessa, jonne kulku tapahtuu sokkeloisen kellarin kautta. Käytävien ja ovien ahtaus vaikeuttaa huomattavasti muuntamon saneerausta. Tilaan on tulvinut vettä 1970-luvun loppupuolella. Tulvinut vesi aiheutti silloin varsin laajan sähköttömyyden kaupungissa.

**B.** Korvataan **M050 KULTTUURIKESKUS** muuntamalla **M1XX KISAKATU**. Sijoitetaan uusi puistomuuntamo tyhjälle tontille Yrjölänkadun ja Kauppilankadun kulmaukseen. Tämä kulmatontti on 9.2.1996 vahvistettuun asemakaavaan merkitty puistoksi, joten Valkeakosken Energian on haettava kaavamutosta sille alueelle Sorapuistosta, jonka puistomuuntamo tarvitsee.



- Muuntamo **M116 APIANPIRTTI** poistetaan nykyisestä ahtaasta ja vaikeakulkuisesta Apian palvelon katutaso-tilastaan. Uusi muuntamo puistotai kiinteistömuuntamo **M1XX URHEILUKATU** rakennetaan Urheilukadun tai Apiankadun alkupäähän, uusien kerrostalojen läheisyyteen.
  
- Uusitaan kaapeliyhteys välillä **M017 HARJUKATU – M050 KULTTUURIKESKUS (M1XX KISAKATU)**, AHXAMK-W 3×185+35, 450 - 500m.
  
- Jatketaan kaapeli **M016 SORRILA** uudelle muuntamolle **M1XX SALMENTIE**, APY 150, 550m + AHXAMK-W 3×185+35, 50m.
  
- Uusi kaapeli **M050 KULTTUURIKESKUS (M1XX KISAKATU)** muuntamolta linja-autoasemalle, v, 300 - 350m. Linja-autoasemalla jatketaan kaapeliin **A3 LINJA-AUTOASEMA – M012 KOSKIKARA**, AHXAMK-W 3×185+35, 650m.
  
- Jatketaan kaapeli **M100 TELETALO – M1XX URHEILUKATU**, APY 120, 150 m + AHXAMK-W 3×185+35, 400 m.
  
- Jatketaan kaapeli **M1XX SALMENTIE** muuntamolta Apianpirtille, AHXAMK-W 3×185+35, 50 – 100 m + APY 120, 200 m. Apianpirtin kohdalla kaapeli jatketaan uuteen kaapeliin muuntamolle **M1XX URHEILUKATU**, AHXAMK-W 3×185+35, 50 – 100 m.
  
- Käännetään kaapelin **M128 KOTIKANGAS – M116 APIANPIRTTI**, Apianpirtin puoleinen kaapelinpää viedään uudelle muuntamolle **M1XX URHEILUKATU**, AHXAMK-W 3×185+35, 50 – 100 m.



Kuva 7. **M1XX SALMENTIE**:n muuntamoaa ympäröivä verkko muutoksen jälkeen. Väreillä on kuvattu verkon mahdollista kytkentätilannetta.

Nykyisin yhteys **A6 VOIMALA – A1 PALMUNMÄKI** on toteutettu reittiä **A6 VOIMALA – M025 TIETOLA - M060 TEHTAANKATU – M012 KOSKIKARA – A3 LINJA-AUTOASEMA – M016 SORRILA – M045 HAAPASAARENKATU – A1 PALMUNMÄKI**.

Uudistuksen jälkeen yhteytenä voitaisiin käyttää reittiä **A6 VOIMALA – M025 TIETOLA - M060 TEHTAANKATU – M012 KOSKIKARA – M001 ISOSILTA – M1XX KISAKATU – M017 HARJUKATU – M154 KAUPPILANKATU – M098 YRJÖLÄNKATU – M015 VANHAINKOTI - A1 PALMUNMÄKI**.

Tällöin voitaisiin reittiä **A1 PALMUNMÄKI – M045 HAAPASAARENKATU – M016 SORRILA – M1XX SALMENTIE – M1XX URHEILUKATU – M128 KOTIKANGAS** käyttää syöttämään Lumikorven ja Sointulan alueita.

Mahdollisen keskijänniteverkon vian sattuessa Lumikorven tai Sointulan alueiden suunnalla, ei tehonsiirto suunnasta **A6 VOIMALA** vaarannu, vaan sitä voidaan jatkaa ilman kytkentämuutoksia. Nykyisessä verkossa vastaava tilanne aiheuttaisi sähköttömän tilanteen varsin laajalla alueella kaupungin pohjois- ja eteläpuolella.

Tämä suunnitelma muuttaa keskijänniteverkkoa vaikutusalueellaan huomattavasti. Suunnitelman alueella joudutaan tekemään huomattavia maanrakennustöitä, sillä kaapeleiden auroaminen maahan on lähes mahdotonta tiiviin infrastruktuurin takia. Mahdollisesti suunnitelma on liiankin radikaali, muuttaahan tämä suunnitelma verkoston luonnetta koko vaikutusalueellaan. Lopullista suunnitelmaa tehtäessä ei pidä sulkea pois mahdollisuutta soveltaa tämän suunnitelman osia kytkinaseman remontoimisesta ja ympäröivän keskijänniteverkon muutoksista.

## 1.5 Kytkinaseman tekninen ja taloudellinen selvitys

Valkeakosken Energia Oy on ilmaissut halukkuutensa säilyttää kytkinasema nykyisessä tilassaan. Nykyinen kytkinasema kestää oletettavasti vielä nykyisessä käytössä **5 – 10** vuotta. Tämä arvio perustuu oletukseen, ettei kytkinasemalla tapahdu mitään vauriota. Kytkinaseman tekniset laitteet on valmistettu ajanjaksona, jolloin laitteet tehtiin materiaaleja säästämättä kestäväksi tulevaisuuden haasteet. Tällaisesta rautamäärästä on erittäin vaikeaa määrittää laitteiston heikoin lenkki. Arvio **5 – 10** vuoden kestosta on veikkaus, mutta ainakin kytkinaseman katkaisijat kestävät oikein huollettuna vielä vuosia. On kuitenkin otettava huomioon mahdolliset katkaisijoiden hajoamiset ja niiden mahdollisesti aiheuttamat kiskosto-oikosulut. Tämän tapaisia ja muita erittäin harvoin tapahtuvia teknisiä vikoja ei voi ennustaa, vaan ne iskevät, kuin salama kirkkaalta taivaalta. Kytkinaseman jäljellä olevaa teknistä ikää on mahdoton ennustaa.

Varakatkaisijan tai katkaisijan varaosien hankkiminen varastoon on mielestäni turhaa taloudellisten voimavarojen sitomista. Rikkoontumisen sattuessa voidaan lyhytaikaisesti sähkönsaanti turvata verkon kytkentämuutoksilla.

Kytkinasemalla olevat katkaisijat eivät ole mitään erikoisvalmisteisia tilaustuotteita, vaan ne ovat normaaleita luettelomalleja. Vastaavia katkaisijoita on Suomeen myyty arviolta tuhansia, joten käytettyjen tai uusien varaosien saannissa ei pitäisi olla vaikeuksia.

Seuraavien **10** vuoden aikana selviää myös linja-autoaseman kohtalo. Rakennus on rakennettu 1960-luvun alkupuolella, joten sen täydellinen peruskorjaus tai koko rakennuksen osittainen purku tulee ajankohtaiseksi noin 2010–2015. Mikäli rakennus puretaan kokonaan, mikä mielestäni on epärealistinen tilanne, joudutaan nykyinen kytkinasema samalla purkamaan.

Tätä tilannetta varten Valkeakosken Energia Oy:n on syytä olla korttelin kaavoituksessa mukana, jotta uuteen kortteliin saadaan riittävän suuri ala uudelle muuntamolle ja kytkinasemalle.

Teknisen eliniän lisäämiseen ei ole käytännössä mahdollisuutta. Kytkinaseman releistö voidaan uusida, mutta silti itse kytkinaseman tekniikka jää vanhanaikaiseksi.

Valkeakosken Energia Oy on ilmaissut halukkuutensa pitää kytkinaseman kiskojärjestelmä nykyisen mallisena, joten suosittelen käytettäväksi kisko-apukiskosto järjestelmää, joka tilataan tarjouskilpailun perusteella valitulta toimittajalta avaimet käteen-periaatteella, kaikkine kojeineen ja releasetteluineen.

Kytkinaseman remontti voidaan lykätä tulevaisuuteen, mutta pitää muistaa, että odottamaton voi tapahtua koska tahansa.

## 2 M034 LINJA-AUTOASEMA

### 2.1 Muuntamon nykytilanne

Linja-autoaseman muuntamo **M034 LINJA-AUTOASEMA** on rakennettu yhtä aikaa kytkinaseman kanssa. 1960-luvun puolivälistä nykypäivään on kulutus noussut huomattavasti.

Muuntoaseman muuntaja on **20/0,4 kV 800 kVA**. Muuntajassa esiintynyt öljyvuotoa yhden **20 kV**:n eristimen juuressa, mutta vuoto on tukittu eristimen heloja kiristämällä. Muuntaja sijaitsee erillisessä tilassa kytkinaseman yhteydessä, johon on erillinen kulku ulkokautta. Samassa tilassa on ollut myös **20/6 kV**:n välijännitemuuntaja.

Muuntajan ja pienjännitetaulun välikaapeleina on neljä rinnan olevaa AMCMK 3×185+56 kaapelia.

Muuntamon pienjännitekeskus on uusittu 1980-luvulla. Kyseiseen aikaan Valkeakosken Energia Oy valmisti pienjännitekeskukset omana käsityönä. Keskuksen runko on valmistettu raudasta hitsaamalla. Jonovarokkeet ovat Oy Strömberg Ab:n valmistamia. Keskuksen jonovarokelähdöt löytyvät taulukosta 5. Keskuksen virtakiskoina on käytetty vaihetta kohden kaksi kappaletta pystyyn asennettuja **35×8** millimetrin alumiinikiskoja.

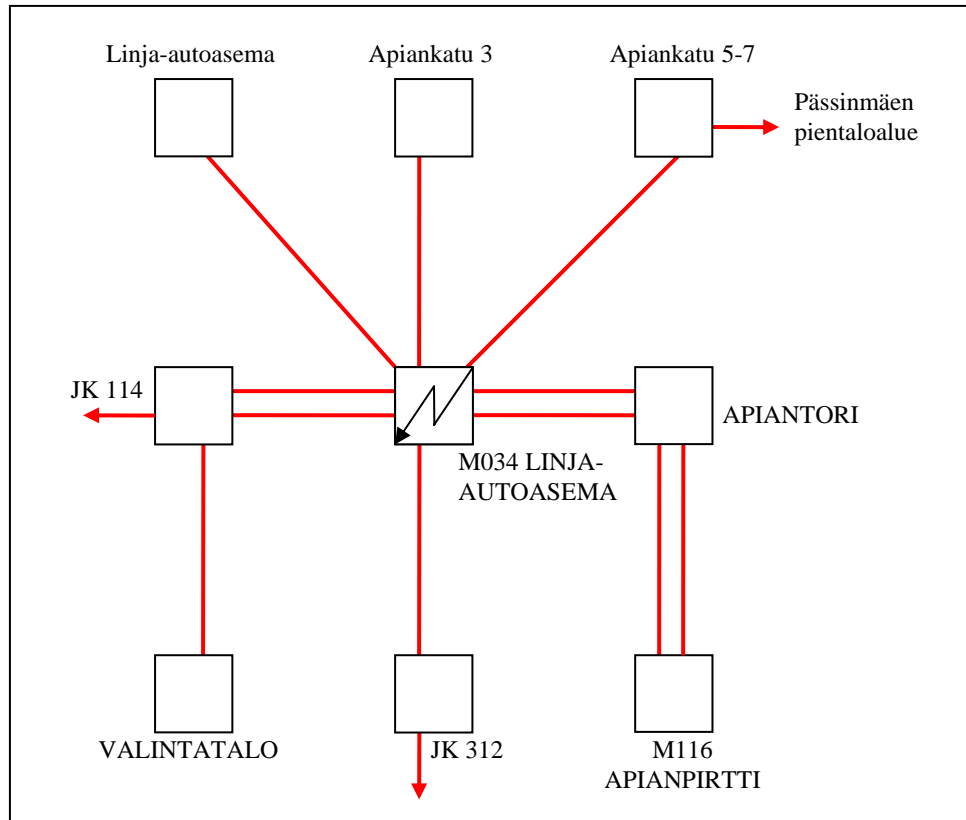
Taulukko 5. M034 LINJA-AUTOASEMA pienjännite lähdöt.

nro	Lähdön suunta	sulake	$I_{\max}$ (A)
1	K-Supermarket Apiantori	315 A	170 A
2	K-Supermarket Apiantori	315 A	170 A
3	Apiankatu 3	315 A	112 A
4	Apiankatu 5-7	315 A	159 A
5	JK 312	315 A	1 A
6	Linja-autoasema	200 A	74 A
7	Kompensointi	355 A	A
8	JK 119	315 A	0 A
9	JK 114	315 A	91 A
10	JK 114	315 A	91 A

Taulukossa 5 mainittu  $I_{\max}$  on verkkotietojärjestelmän antama arvo. Lähdön 5 syöttämässä omakotitalossa ei ole asuttu moneen vuoteen.

Muuntamolla on Oy Nokian Kaapelitehdas Ab:n valmistama kompensointilaitteisto. Laitteistossa on neljä relettä kompensointiparistoja varten. Laitteisto toimii ikäänsä nähden moitteettomasti.

## 2.2 Muuntamon pienjänniteverkon nykytilanne



Kuva 8. M034 LINJA-AUTOASEMA:n nykyiset kaapeliyhteydet.

Muuntamolta **M034 LINJA-AUTOASEMA** lähtevä pienjänniteverkosto on pääsääntöisesti osa suurempaa rengasverkkoa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että samaan kohteeseen on mahdollisuus tuoda sähköä ainakin kahdelta eri muuntamolta. Ainoat ongelmalliset lähdöt ovat lähtö **3**, Apiankatu 3 sekä lähtö **6**, Linja-autoasema. Näissä tapauksissa kohteeseen menee ainoastaan yksi kaapeli (kuva 8). Tämä aiheuttaa sen, että kyseiset kohteet ovat riippuvaisia muuntamon pienjännitejakelusta. Pienjännitejakelun petettyä on kyseisille kiinteistöille tuotettava sähköä aggregaatilla.



Kriittisinä kulutuspiireinä voidaan muuntamon vaikutuspiirissä pitää K-Supermarket Apiantorin, Valintatalon sekä Apiankatu 5-7 syöttökaapeleita.

K-Supermarket Apiantoria voidaan syöttää hieman kyseenalaisesti muuntamolta **M116 APIANPIRTTI**, syöttökaapeleina  $2 \times \text{AMCMK } 3 \times 185 + 56$ .

Syy varovaisuuteen on verkkotietojärjestelmän laskentatulokset, jotka ilmoittavat **M116 APIANPIRTTI** muuntajan käyttöasteen olevan **88 %**.

Muuntajan koko on **500 kVA** ja laskennan  $I_{\max}$  on **635 A**, K-Supermarket Apiantorin laskennallinen  $I_{\max}$  on **340 A**, yhteensä  $I_{\max}$  olisi **975 A** ja muuntajan käyttöasteeksi tulisi tällöin lähes **135 %**.

Valintatalon syöttö on myös hieman kyseenalainen. Kaapeliverkostosta johtuen syötön on kuljettava reittiä **M100 TELETALO – JK 113 – JK 112 – JK 114 – Valintatalo**. Ongelmalliseksi tämän reitin tekee **JK 112 – JK 113** välillä oleva **AMCMK  $3 \times 120 + 41$**  kaapeli. Tämä kaapeli on verkkotieto-järjestelmän laskennan mukaan liian heikko. Mikäli Valintatalo kytkettäisiin muuntamon **M100 TELETALO**, nousisi kaapelin  $I_{\max}$  arvoon **358 A**, kaapelin suhteellinen käyttöaste olisi tällöin lähes **140 %**.

Apiankatu 5-7 ainoa varasyöttömahdollisuus on **M001 ISOSILTA**.

Syöttö kulkee reittiä **M001 ISOSILTA – JK 116 – JK 117 – Apiankatu 5-7**. Jakokaapilta **JK 117** avataan lähdöt **1, 2** ja **4**. Lähtö **3** jätetään kiinni, koska se syöttää osoitteessa Pässinmäki 3 olevaa omakotitaloa.

Pässinmäen pientaloalue syötetään **M126 KOTIKANGAS** verkosta, Apian tanssilavan kautta reittiä **M126 KOTIKANGAS – JK 122 – JK124 – JK 121 – JK 117**. Jakokaapilla **117** avataan lähtö **4**.

Jakokaapille **JK 312** menevää kaapelia ei tarvitse nykyisessä tilanteessa kytkeä minnekään, koska kaapeli syöttää yhtä asumatonta omakotitaloa Mallasvedenkadun varrella.

## 3 AUTOMAATIO JA VALVONTA

### 3.1 A3 LINJA-AUTOASEMA

Kytkinasema on kytketty Valkeakosken Energia Oy:n kaukokäyttöjärjestelmään sekä kuituyhteydellä että kierretyllä lankaparilla. Johtuen aseman vanhasta tekniikasta, saadaan aseman automaatiosta vain tilatietoja. Tilatiedoilla osoitetaan katkaisijoiden auki- tai kiinniasento. Kytkinasemalta saadaan lisäksi joitakin hälytystilatietoja, mutta mittautiedon saaminen kaukokäyttöjärjestelmään kytkinaseman kiskostosta on nykyisellä järjestelmällä mahdotonta.

Sähköasema **A1 PALMUNMÄKI** ja kytkinasema **A3 LINJA-AUTOASEMA** sijaitsevat linnuntietä toisistaan noin **1,5 km** päässä ja lyhyin kaapeliyhteys on noin **1,7 km**. Asemien sijaintien läheisyydestä on tiettyjä huonoja puolia ja seuraavassa niistä hieman tarkemmin. Kytkinaseman suojareleistyksen saaminen selektiiviseksi sähköaseman suojareleistyksen kanssa on haastavaa. Asemien välille on rakennettu kuituyhteys, jota käyttämällä on mahdollista saada uusi suojareleistö kommunikoidaan keskenään. Tällöin olisi mahdollista saada suojareleistön välille selektiivisyyttä ja vikatilanteessa katkaisija aukeaisi sieltä, missä siitä on eniten hyötyä.

Nykyisen kytkinaseman suojareleistön saaminen selektiiviseksi sähköaseman elektronisen releistönsä kanssa on käytännössä mahdotonta.

Kaukokäyttöjärjestelmän varasähkölähteenä käytetään **110 DC** akustoa. Akusto on nykyisin suljettu kojeisto, joka on lähes huoltovapaa. Tällä kojeistolla on korvattu vanha huoltoa vaatinut, yksittäisistä akuista koottu varasähköjärjestelmä. Nykyinen järjestelmä säilytetään ja sen akustoa huolletaan valmistajan suosittamalla tavalla.

Kytkinaseman remontin yhteydessä uusitaan kennoston releistys täyttämään nykyiset vaatimukset. Releistyksen suosittelen hankittavaksi kennoston yhteydessä avaimet käteen periaatteella. Samalla kytkinasemalle asennetaan valokaarisuojausjärjestelmä.

Remontin yhteydessä kytkinaseman tilaan asennetaan liiketunnistin, joka mahdollistaa kulunvalvonnan tiloissa. Liiketunnistimen tilatieto ohjataan kaukokäyttöjärjestelmään. Lisäksi tilan ulko-oviin asennetaan ovitunnistimet, joiden tilatiedot ohjataan myös kaukokäyttöjärjestelmään.

### **3.2 M034 LINJA-AUTOASEMA**

Muuntamon pienjännitekeskuksessa on kiinteästi asennettuna sähkön laatua mittaava mittalaitteisto. Muuntamo sijaitsee kytkinaseman yhteydessä, joten kulunvalvonta ja palohälytykset ovat samoja tietoja kaukokäyttöjärjestelmässä. Uuteen kytkinaseman kaukokäyttöjärjestelmään voisi liittää hälytystiedon muuntajan lämpötilasta tai kompensointilaitteiston toiminnasta. Luovutan hälytystietojen tarpeellisuuden saannin muuntamon kannalta Valkeakosken Energia Oy:n käyttöhenkilökunnan mietittäväksi.

## 4 EHDOTUS TOTEUTETTAVAKSI SUUNNITELMAKSI

### 4.1 A3 LINJA-AUTOASEMA

Tätä suunnitelmaa voisi kutsua nimellä suunnitelma D, liitteestä 2 löytyy tämän suunnitelmaa tukeva karttapohja. Kytkinaseman nykyinen kennosto puretaan pois ja tilalle asennetaan tehdasvalmisteiset kennostot. Johtolähtökennoja tähän suunnitelmaan kuuluu **6** tai **7** kappaletta. Lukumäärä riippuu siitä, haluaako Valkeakosken Energia Oy varata yhden lähtökennon tulevaisuutta varten. Katson kennon tarpeellisuuden olevan kyseenalainen, koska tällä hetkellä kytkinasemalta lähtee kaapeleita kohti tärkeimpiä kulutusalueita.

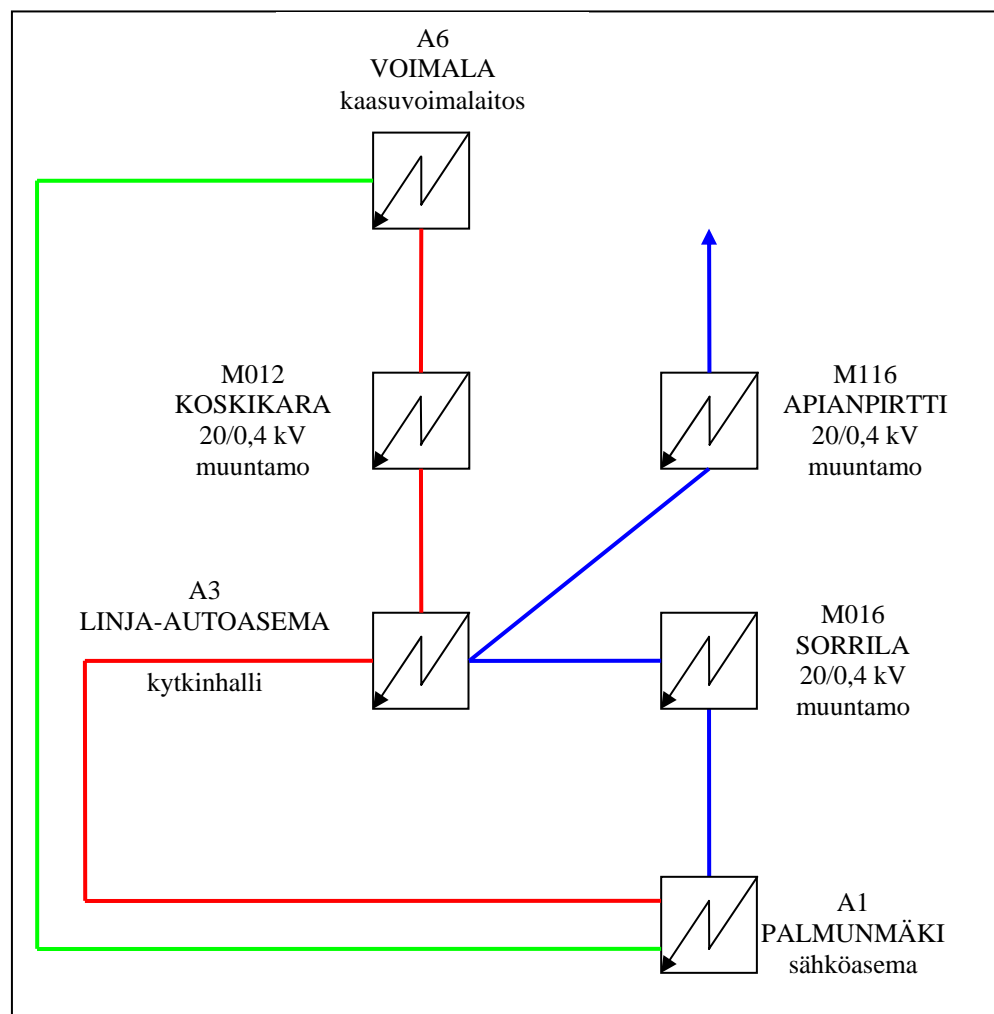
Kennoston asennustyö on hyvä tehdä talvikauden aikana. Talvikautta perustelen kesälomien puuttumisella, joka helpottaa osien saantia. Lisäksi talvikautena tehtäessä voidaan käyttää apuna Valkeakosken Energia Oy:n omia asentajia. Varjopuolena voidaan pitää sitä, että maakaasuvoimalaitoksen (A6 VOIMALA) tuottama energia joudutaan jakamaan Valkeakosken eteläpuolelle ilmajohtoverkkoa pitkin, jolloin mahdolliset ilmajohtoverkon viat tulevat korostumaan (kuva 9).

Kennosto voidaan tilata avaimet käteen periaatteella, mutta myös siten, että Valkeakosken Energia Oy:n omat asentajat tekevät itse kaikki ne asennustyöt, jotka pystyvät. Tehtäessä työ talvella voidaan Valkeakosken Energia Oy:n työryhmille taata työtä talvikaudeksi, jolloin kesäkaudelle suunnitellut kaapeliverkoston saneeraus ja uudistustyöt eivät häiriinny.

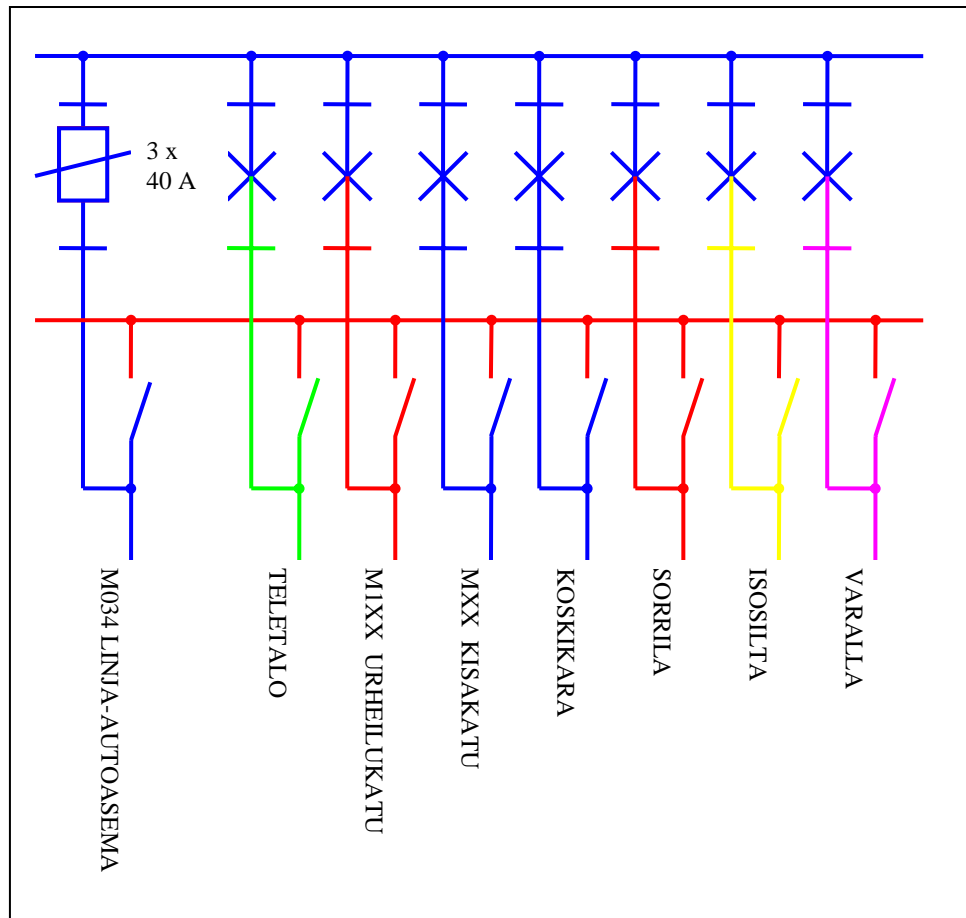
Kisko- apukisko järjestelmällä verkon kytkentätilanne voisi olla seuraava: maakaasuvoimalan tuottama energia ohjataan sähköasema **A1 PALMUNMÄKI** reittiä **A6 VOIMALA - M025 TIETOLA – M060 TEHTAANKATU – M012 KOSKIKARA – M001 ISOSILTA – A3 LINJA-AUTOASEMA – M1XX KISAKATU – M017 HARJUKATU – M154 KAUPPILANKATU – M098 YRJÖLÄNKATU – M015 VANHAINKOTI – A1 PALMUNMÄKI** (kuva 9).

Ongelman tai mahdollisen riskin tällä reitillä aiheuttaa ilmajohto-osuus välillä **M098 YRJÖLÄNKATU – M016 VANHAINKOTI**. Tämän osuuden muuttaminen PAS tyyppiseksi tai maakaapelointi saattaa tulla vastaan tulevaisuudessa. Avolinjan sijoitus on lähes ihanteellinen. Linjaus kulkee **110 kV** johtoalueen reunassa. Riskialueena voidaan pitää johtoalueen reunan ja Mäkikadulla sijaitsevan **20 kV** päätteen välistä aluetta.

Tässä kytkentätilanteessa voitaisiin apukiskon kautta ohjata kulkemaan **M116 APIANPIRTTI** suuntaan lähtevä verkosto, jossa on mm. ilmajohtoverkosto. Tällöin mahdolliset viat ilmajohtoverkostossa eivät aiheuttaisi sanottavaa haittaa energian siirrolle **A6 VOIMALA – A3 PALMUNMÄKI** (katso kuva 10).



Kuva 9. Yksinkertaistettu malli verkon mahdollisesta syöttötilanteesta



Kuva 10. Kytinaseman kisko-apukiskojärjestelmä. Väreillä on kuvattu verkon mahdollista kytkentätilannetta

#### 4.1.1 Kytkinasemaa ympäröivä keskijänniteverkosto

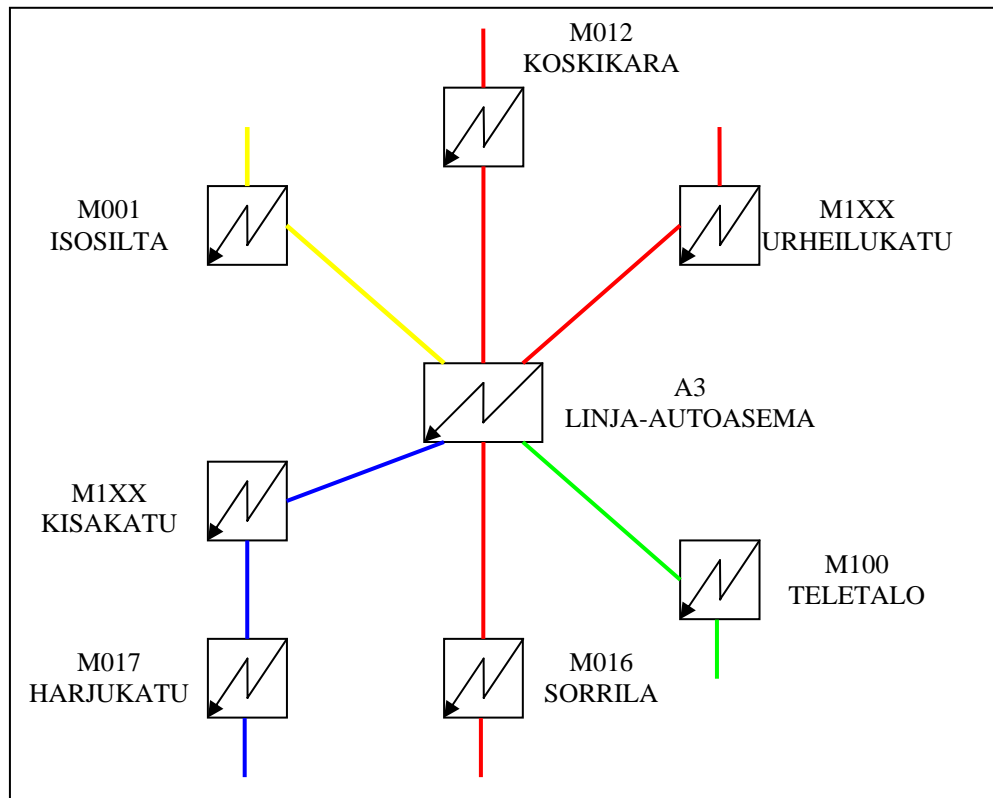
Kytkinasemaa ympäröivän verkon muutoksissa hyödynnetään soveltaen suunnitelmia B ja C.

Korvataan **M050 KULTTUURIKESKUS** muuntamalla **M1XX KISAKATU**, uutta muuntamo voidaan vaihtoehtoisesti kutsua myös sijoituspaikan mukaan **M1XX SORAPUISTO**. Uusi puistomuuntamo sijoitetaan tyhjälle puistoalueelle Yrjölänkadun ja Kauppilankadun kulmaukseen. Kyseinen kulmatontti on 9.2.1996 vahvistettuun asemakaavaan merkitty puistoksi, joten Valkeakosken Energian on haettava kaavamuutosta sille alueelle Sorapuistosta, jonka puistomuuntamo tarvitsee.

Muuntamo **M116 APIANPIRTTI** poistetaan nykyisestä ahtaasta ja vaikeakulkuisesta Apian palvelon katutaso tilastaan. Uusi muuntamo puistotai kiinteistömuuntamo **M1XX URHEILUKATU** rakennetaan Urheilukadulle tai Apiankadulle. Muuntamon sijoituksesta vastaa Valkeakosken Energia Oy.

Uusitaan kaapeliyhteys välillä **A3 LINJA-AUTOASEMA – M1XX KISAKATU - M017 HARJUKATU**, AHXAMK-W 3×185+35, 600 - 650m.

Jatketaan **A3 LINJA-AUTOASEMA – M116 APIANPIRTTI** kaapelin Apianpirtin puoleinen pää uudelle muuntamolle **M1XX URHEILUKATU**, sekä käännetään kaapelin **M128 KOTIKANGAS – M116 APIANPIRTTI**, Apianpirtin puoleinen kaapelinpää viedään uudelle muuntamolle **M1XX URHEILUKATU**.



Kuva 11. Kytkinasemaa ympäröivä verkosto muutoksen jälkeen



## 4.2 M034 LINJA-AUTOASEMA

Muuntamon pienjännitekeskukseen asennettu sähkön laatua seuraava mittari on rekisteröinyt keskuksen vaihevirraksi  $I_{\max}$  **820 A**. ABB TTT Taulukko 19.2b ilmoittaa kahdelle kirkkaalle alumiinilattakiskolle nimellisvirraksi **50 Hz** taajuudella **780 A**. Lukuja vertaamalla voimme todeta, että pienjännitekeskuksen virtakiskot ovat jääneet auttamattomasti pieniksi. Yhtenä hätäapuna olisi lisätä yksi alumiinilattakisko jokaiseen vaiheeseen, mutta käytännössä tämä tarkoittaisi koko keskuksen purkamista. Virtakiskon lisääminen nostaisi nimellisvirran **1130 A** vaihetta kohden, mutta työpanos tämän saavuttamiseksi on liian suuri. Keskuksen kuntoa ja liitoksia on syytä tarkkailla ja tarpeen tullen kuvata esimerkiksi lämpökameralla. Keskuksen uusimista voi lykätä, mutta se tulee ajankohtaiseksi viimeistään kytkinaseman remontin yhteydessä.

Muuntamon kompensointilaitteisto on ikäisekseen hyvässä kunnossa, mutta teknisesti laitteisto on vanhentunut ja se on syytä korvata uudenaikaisella tekniikalla varustetulla kompensointilaitteistolla viimeistään kytkinaseman remontin yhteydessä. Valkeakosken Energia Oy:n Lumikorven varastoalueella on säilytyksessä samanlainen kompensoinnin ohjausyksikkö. Tarvittaessa tätä ohjausyksikköä voidaan mahdollisuuksien mukaan käyttää nykyisin muuntamolla olevan kompensointilaitteiston korjaamiseen. Kompensoinnin lisäportaiden lisäämistä nykyiseen laitteistoon tästä varistolaitteesta en ole tässä työssä tutkinut.

Muuntamon muuntaja on ASEA, teholtaan **800 kVA** vuosimallia 1978. Muuntaja on päällisin puolin muuntaja on lähes uutta vastaavassa kunnossa ja ollut on nykyisessä sijoituspaikassaan koko ajan säältä suojassa. Muuntajan korvaaminen uudella vähentää hieman häviöitä, mutta en katso muuntajan vaihdon olevan välttämättömyys. Muuntajan 800 kVA leimaustehosta laskettu virta  $I_{\max}$  on noin **1155 A**, vastaavasti pienjännitekeskuksen mittaustieto ilmoittaa keskuksen virraksi  $I_{\max}$  noin **820 A**.

Vertaamalla muuntajan ja pienjännitekeskuksen  $I_{\max}$  arvoja, **1155 A / 820 A** voimme todeta, että muuntaja on noin **70 %** kuormituksessa.

Muuntamon sijainti nykyisessä tilassaan on paras mahdollinen nykyisellä asemakaavalla. Muuntamo sijaitsee kulutuksen keskellä ja kulutus tulee oletettavasti pysymään nykyisellä tasollaan, kuitenkin kasvaen joka vuosi muutamia prosentteja.

Muuntamon pienjännitetaulun uusimisen katson olevan nykytilanteessa kiireellisin tehtävä. Pienjännitetaulun uusimisen yhteyteen on hyvä liittää kompensointilaitteiston uusiminen.

Pienjännitekeskusta uusittaessa on hyvä kiinnittää huomiota muuntamon betonipintojen pintakäsittelyyn. Samalla on hyvä lisätä valaistusta sekä pääkeskustilaan että muuntamotilaan.

#### 4.2.1 Muuntamoa ympäröivä pj-verkosto

K-Supermarket Apiantorin sähkönsyötön luotettavuuden parantamiseksi ei ole olemassa mitään taloudellisesti järkevää vaihtoehtoa. Varasyöttö voidaan rakentaa, mutta kohde on kahden muuntopiirin sisällä, joten syöttö olisi rakennettava jostakin ympäröivästä muuntopiiristä.

Valintatalo vaatisi pikaista varmistamista syöttönsä kannalta. Koska **JK 112 – JK 113** välinen kaapeli on laskennan mukaan liian heikko syöttötilanteessa, suosittelen rakennettavaksi uutta kaapelia reitille **M100 TELETALO – JK 112**. Uusi kaapeli yhdistetään jakokaapissa **JK 112** varokekytkimen **4** kytkentäpaloihin. Tällöin samoissa kytkentäpaloissa olisi kahden kaapelin kaapelikengät. Toinen vaihtoehto on jatkaa kaapeli suoraan **JK 114** menevään AMCMK 3×185+56 kaapeliin. Uuden kaapelin tyyppi tulisi AXMK 4×185 ja kaapeliosuuden pituus olisi toteutustavasta riippuen noin

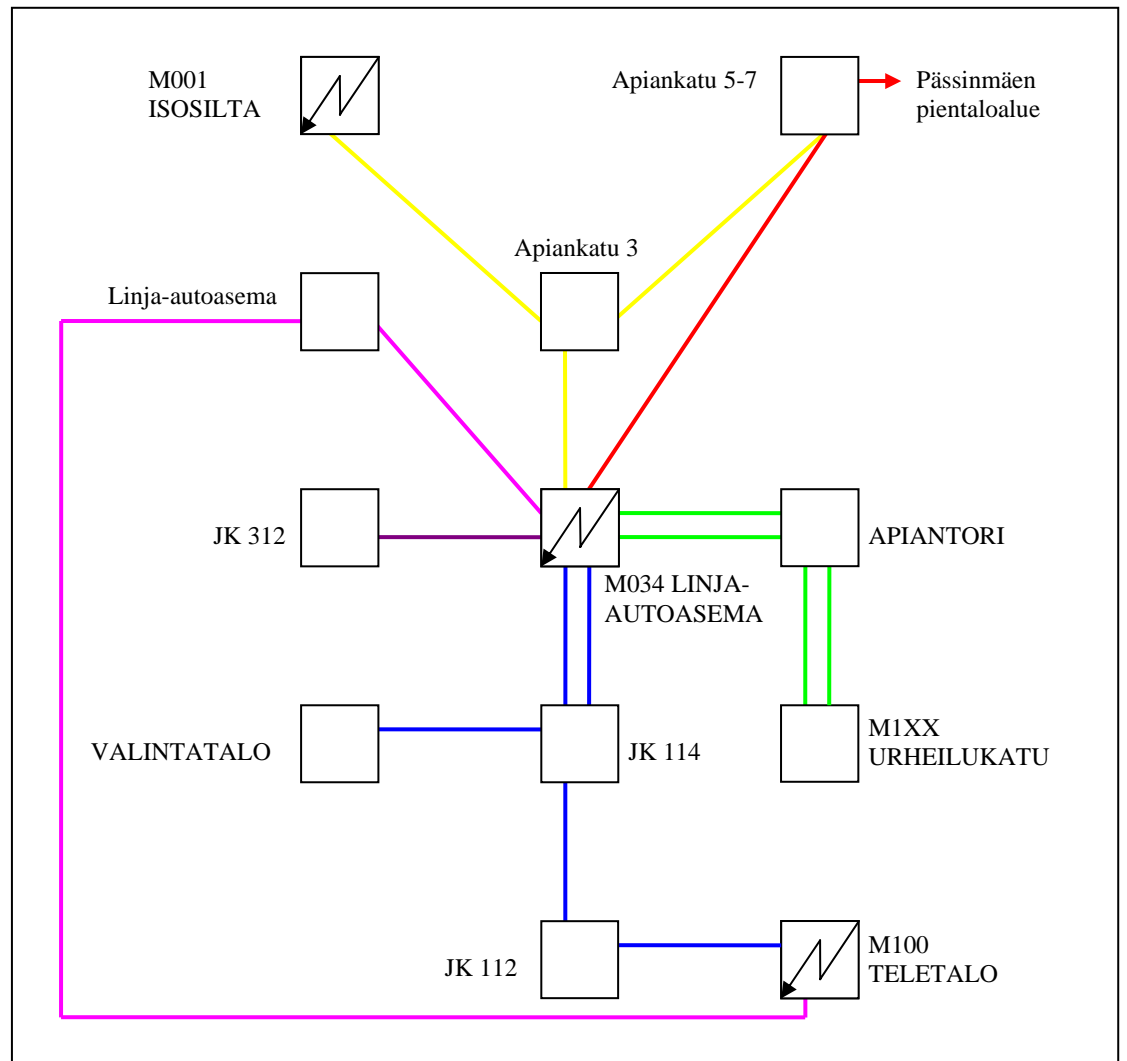
**100–200m.** Muuntamon **M 100 TELETALO** pj-keskuksessa on vapaita varokeykimiä. Tämä kaapeli asennetaan yhtä aikaa seuraavan verkonvahvistuksen kanssa.

Linja-autoaseman kiinteistön syöttökaapelia on vaikeahko saada liitetyksi muuntamoon **M100 TELETALO**, muuta mikäli kaivetaan uusi **20 kV** kaapeli kytkinasemalta kohti **M050 KULTTUURIKESKUS**:ta, asennetaan uusi pienjännitekaapeli samaan kaivantoon. Kaapelin pää kytketään **M100 TELETALO** pienjännitekeskuksen vapaaseen jonovarokkeeseen.

Apiankatu 3 on nykyisessä kaapeliverkossa pistona, suoraan **M034 LINJA-AUTOASEMA**:n pienjännitekeskuksesta. Apiankatu 3 tulisi rakentaa toinen syöttö muuntamolta **M001 ISOSILTA**. Tämä varmistaisi kiinteistön sähkösaantia mahdollisessa vikatilanteessa. Kaapeliyhteyden rakentaminen saattaa kuitenkin olla vaikeaa, koska kiinteistönä Apiankatu 3 on sokkeloinen ja useaan kerrokseen rakennettu.

Samaan aikaan Apiankatu 3 varayhteyden rakentamisen kanssa olisi syytä miettiä saman kaapelin jatkamista Apiankatu 5-7 pääkeskukselle. Työn voisi suorittaa siten, että yhteys **M001 ISOSILTA** tuotaisiin Apiankatu 3:n pääkeskustilan kautta Apiankatu 5-7 pääkeskukseen. Sen pääkeskustilassa oleva **JR 135** muutettaisiin jakokaapiksi.

Pässinmäen pientaloalueen ilmajohtoverkon muutostyöt tai maakaapelointi tulee ajankohtaiseksi siinä vaiheessa, kun Urheilukadun ja Apiankadun välisen kerrostaloalueen rakentaminen on aloitettu. Pässinmäen pientaloalueen sähköverkkoon en ota kantaa tässä työssä.



Kuva 12. Muuntamon pienjänniteverkon kaaviokuva muutoksien jälkeen

## 5 SANEERAUKSEN KUSTANNUKSET

### 5.1 A3 LINJA-AUTOASEMA

Näiden taulukoiden on tarkoitus antaa jonkinlaista viitettä siitä, mitä edellä esitetyt vaihtoehdot tulisivat karkeasti arvioiden maksamaan. Taulukossa **6** on esitetty suunnitelmiin kuuluvien arvokkaiden tavaroiden kappale- tai metrimäärät. Taulukkoon **7** on laskettu kappaleiden yksikköhintojen mukainen kustannus, sekä suunnitelman arvioitu kustannus.

Taulukko 6. Suunnitelmiin kuuluvien tarvikkeiden kappalemäärät

	A	B	C	D
20 kV tyhjiökojeisto / kpl	1			1
20 kV kojeisto SF6 / kpl		3		
20 kV kaapelia / km		0,06	2	1
20 kV kaapelin jatko 3~ / kpl		6	5	6
20 kV kaapelin pääte 3~ / kpl		11	10	6
20/0,4 kV puistomuuntamo / kpl			3	2

Taulukko 7. Tarvikkeiden kustannukset ja kokonaiskustannukset €

	A	B	C	D
20 kV tyhjiökojeisto	200 000			200 000
20 kV kojeisto SF6		124 500		
20 kV kaapelia		2 580	86 000	43 000
20 kV kaapelin jatko 3~		11 400	9 500	11 400
20 kV kaapelin pääte 3~		12 430	11 300	6 780
20/0,4 kV puistomuuntamo			109 500	73 000
	200 000	150 910	216 300	334 180

## 5.2 M034 LINJA-AUTOASEMA

Muuntamon saneerauksen kustannukset riippuvat suunnitelman laajuudesta. Tarvikkeiden kappale- ja metrimäärästä antaa viitettä taulukko 8. Kustannuksiin vaikuttavat mm. muuntajan mahdollinen vaihtaminen uudempaan ja kompensointilaitteiston uusiminen. Suurimpana yksittäisenä menoeränä voidaan pitää pienjännitekaapeloinnin rakentamista alueelle (taulukko 9). Tämä työ on suurelta osin tehtävä käsityönä, jolloin kustannukset kohoavat.

Taulukko 8. Suunnitelmaan kuuluvien tarvikkeiden kappalemäärät

0,4 kV pienjännitekeskus / kpl	1
0,4 kV jakokaappi / kpl	2
0,4 kV kaapelia / km	2

Taulukko 9. Tarvikkeiden kustannukset ja suunnitelman kokonaiskustannukset €

0,4 kV pienjännitekeskus / kpl	4 000
0,4 kV jakokaappi / kpl	2 000
0,4 kV kaapelia / km	20 840
	26 840

Tämä ja edellisessä kohdassa esitetty kustannus on laskettu käyttäen apuna Energiamarkkinaviraston ”Verkkokomponentit ja indeksikorjatut yksikköhinnat vuodelle 2007”. Kytkinaseman saneerauksen yhteydessä on syytä kiinnittää huomioita eri vaihtoehtojen kustannuksiin, kuten kohdan 5.1 kustannuksista voidaan todeta. Katson kuitenkin, ettei lopullista päätöstä tule tehdä kustannusten perusteella, vaan se on tehtävä käytännöllisyyden ja varmuuden perusteella. Kytkinaseman remontoinnin yhteydessä suoritettava muuntoaseman saneeraus on kustannuksiltaan vain muutama kymmenen prosenttia saneerauksen kokonaiskustannuksista.

## 6 HUOLTOVARMUUS

Työn tilaaja Valkeakosken Energia on toivonut työhön arviota niistä erotin ja katkaisijatyypeistä, joita työssä on esitetty.

Nykyisin markkinoilla olevat keskijännitekatkaisijat ovat pääsääntöisesti joko tyhjiö- tai SF<sub>6</sub> eristeisiä katkaisijoita. Lisäksi markkinoilla on ilmaeristeisiä ns. kuormaerottimia, joiden katkaisukyky ja kaukokäyttömahdollisuudet ovat lähes edellä mainittujen katkaisijoiden luokkaa.

Kytkinasemalla kaikki katkaisijat ovat ns. vähäöljykatkaisijoita, joiden huoltaminen onnistuu Energian oman henkilökunnan toimesta. Katkaisijoiden toimintavarmuus on mielestäni ensiluokkainen ja toimintavarmuus pysyy samana hyvällä huollolla. Vastaavia vähäöljykatkaisijoita on Energialla ollut käytössä jo useita vuosikymmeniä, eikä käyttöpäiväkirjoista merkintöjä ongelmista katkaisijoiden teknisten ominaisuuksien takia.

Valkeakosken Energia Oy:llä on joitakin huonoja kokemuksia erottimien mekaanisesta kestävydestä, mutta katson näiden ongelmien johtuvan kyseisten erottimien liian vähästä käytöstä sekä vääränlaisesta voitelusta erottimien määräaikaishuollon yhteydessä. Osasyynä huonoon luotettavuuteen voidaan pitää myös valmistajan materiaalivalinnat, mutta tämä koskee vain tietyillä tuntomerkeillä tunnistettavaa erotinmallia.

Nykyiset kuormaerottimet ovat mielestäni kaukana niistä heppoisista erottimista, joita löytyy Energian kiinteistö- ja puistomuuntamoista. Nykyaikaisten kuormaerottimien kytkentä- ja katkaisukyky on riittävä moneen tilanteeseen. Lisäksi kuormaerottiin on saatavissa vähän tilaa vieviä moottoriohjauksia, joten moottorilla varustettuja kuormaerottimia voidaan asentaa ahtaisiinkin tiloihin kaapeliverkostossa.

SF<sub>6</sub> kaasulla eristettyjä keskijännitelaitteistoja on kytketty Valkeakosken Energia Oy:n keskijänniteverkkoon kymmeniä. Laitteistot ovat muuntamoihin sijoitettuja yhdistettyjä muuntajaerotin ja johtolähtöerottimia. Näistä laitteistoista on ollut ja tulee olemaan riesaa sekä Energian käyttöhenkilökunnalle, että asentajille. Mielestäni yhtään uutta SF<sub>6</sub> eristeistä laitella tai laitteistoa ei saisi kytkeä enää verkostoon. Laitteiden huonoista ominaisuuksista on mielestä riittävästi kokemuksia. Valmistajan lupauksesta huolimatta laitteet ovat vuotaneet kaasua sekä yksi laitteisto tehnyt sisäisen oikosulun, joka mielestäni on viimeinen pisara SF<sub>6</sub> eristekaasun käytön suhteen.

Tyhjiökatkaisijoiden käytön katson olevan yhtä riskialtista, kuin SF<sub>6</sub> kaasulla eristettyjen laitteistojen käytön. Tyhjiökatkaisijat ovat rakenteeltaan samantapaisia suljettuja kojeistoja kuin SF<sub>6</sub> kojeistot. Kummallekaan ei normaali asentaja voi vikatilanteessa tehdä yhtään mitään. Molemmissa tapauksissa on laitteistonhaltija täysin laitevalmistajan armoilla.

Käyttövarmuuden kannalta olen sitä mieltä, ettei verkossa nyt kiinni olevia vähäöljykatkaisijoita tulisi hävittää, ennen kuin on aivan pakko.

Vähäöljykatkaisijoiden seuraajia mietittäessä on syytä kiinnittää huomioita huoltovarmuuteen, josta yllä on kerrottu.

Vähäöljykatkaisijoiden seuraajia mietittäessä on syytä kiinnittää huomioita huoltovarmuuteen, josta yllä on kerrottu.



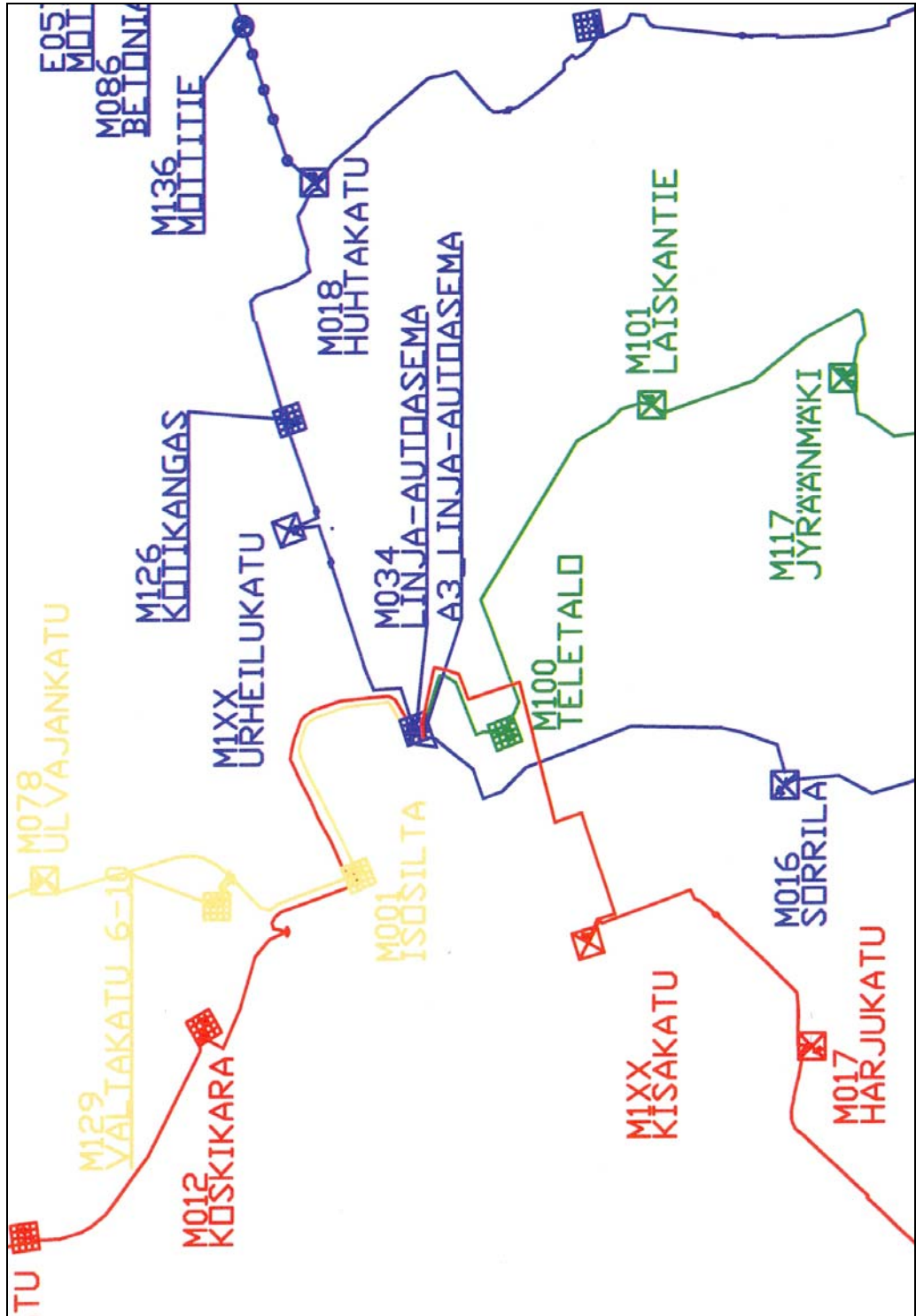
## 7 LOPUKSI

Tässä työssä tutkittiin Valkeakosken Energia Oy:n linja-autoaseman kytkinaseman ja muuntamon saneerausvaihtoehtoja. Työn edetessä tutkittiin kytkinaseman ja muuntamon tekninen nykykunto sekä mahdolliset viat ja vaarat. Vikojen ja puutteiden ilmetessä tutkittiin mahdollisuudet niiden korjaamiseksi.

Kytkinaseman kohdalla työn lopputuloksena syntyi useampi toisistaan poikkeava saneeraussuunnitelma. Näitä suunnitelmia hyväksikäyttäen pystyy työn tilaaja rakentamaan itselleen sopivan kokonaisuuden.

Muuntamon kohdalla löytyi muutamia parannusehdotuksia koskien muuntamon teknisiä rakenteita. Muuntamon syöttämään pienjänniteverkkoon tehtiin parannusehdotuksia.

# LIITE 1



## LIITE 2

