



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# SÄHKÖNJAKELUN RUNKO- SUUNNITELMA TECHNOPOLIS MICROKATU 1, KUOPIO

TEKIJÄ: Heikki Luoto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Heikki Luoto	
Työn nimi Sähkönjakelun runkosuunnitelma, Technopolis Microkatu 1, Kuopio	
Päiväys 5.5.2015	Sivumäärä/Liitteet 21/9
Ohjaaja(t) lehtori Heikki Laininen, yliopettaja Juhani Rouvali, sähköinsinööri Risto Happonen, sähköinsinööri Juha Kirves	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Technopolis Oyj, Granlund Kuopio Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli mallintaa Kuopion Savilahdessa sijaitsevan Technopolis Microkatu 1:n sähkönjakelujärjestelmä Kuopion Energian liitännäispisteiltä kunkin rakennuksen pääkeskuksille asti ABB DOC -ohjelmalla. Tavoitteena oli myös mitoittaa uusi muuntamo R-konesaliin ja mallintaa koko Technopolis Oyj:n keskijänniteverkko rengasverkoksi, jotta sähkönjakelun varmuus paranisi.</p> <p>Työssä tarkasteltiin, kuinka suurella rasituksella kunkin keskuksen komponentit ja kaapelit olivat ja oliko ne alun perin mitoitettu oikein. Myös erilaisia poikkeustilanteita tarkasteltiin, esimerkiksi kuinka verkko toimii tilanteissa, joissa yhteen tai useampaan syöttösuuntaan tulee vika.</p> <p>Mallinnosta varten kerättiin kaikkien komponenttien ja kaapeleiden tiedot ja tehtiin MagiCAD-ohjelmalla hahmotelma Technopoliksen sähkönjakelujärjestelmästä. Itse ABB DOC -ohjelman mallinnoksessa tehtiin aluksi malli Technopoliksen sähkönjakelujärjestelmän sen hetkisestä tilasta, minkä jälkeen lisättiin malliin uusi muuntamo sekä yhdistettiin muuntamot rengasverkoksi.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva ja selkeä mallinnos Technopoliksen sähkönjakelujärjestelmästä, jota on mahdollisten tulevien laajennusten yhteydessä helppo muokata. Työn tuloksena havaittiin Technopoliksen sähkönjakeluverkossa myös joitakin puutteita ja tehtiin niitä koskevia parannusehdotuksia.</p>	
Avainsanat ABB DOC, sähkönjakelu, mallinnos, Technopolis	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Heikki Luoto			
Title of Thesis Design of Electrical Distribution Network at Technopolis Microkatu 1 Kuopio			
Date	5 May 2015	Pages/Appendices	21/9
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Lecturer, Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer, Mr. Risto Happonen, Electrical Engineer, Mr. Juha Kirves, Electrical Engineer			
Client Organisation /Partners Technopolis Plc, Granlund Oy			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to model the electrical distribution network at Technopolis Microkatu 1, Savilahti, Kuopio from the Kuopio Energia connection points to the main switchboards of each building by using the ABB DOC program. The goal was also to design a new transformer substation into the R-building and to design the entire Technopolis Plc's medium voltage network as a ring network in order to improve the reliability of electricity distribution.</p> <p>This thesis examined how high a load each component and cable has and whether they were originally designed correctly. Also several exceptional situations were checked, for example, how the network operates in situations where fault appears in one or more power cables.</p> <p>All information on the components and cables was collected for the model of an electrical distribution system and it was first sketched with the MagiCAD program. The main model, which was done with the ABB DOC program, was first modelled as the current state of the electrical distribution system of Technopolis Plc. After that a new transformer substation was added to the model and every transformer substation was connected into a ring network.</p> <p>The result of the thesis was a working and clear model of the electrical distribution system of Technopolis Plc which can easily be edited in the future if more buildings will be built. Some weaknesses were noticed and some suggestions and improvements were made to fix them.</p>			
Keywords ABB DOC, electrical distribution, design, Technopolis			

## ESIPUHE

Opinnäytetyö tehtiin Savonia ammattikorkeakoulun Sähkötekniikan lopputyönä Technopolis Oyj:lle. Työssä osallisena oli Technopolis Oyj:n lisäksi Granlund Oy. Opinnäytetyössä mallinnettiin Technopoliksen sähköjakeluverkko ABB DOC –ohjelmalla.

Haluan kiittää mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja siihen opastamisesta Granlund Oy:n Risto Haposta sekä Technopolis Oyj:n Hannu Erosta. Haluan myös kiittää ABB Oy:n Juha Kirvestä erinomaisesta ABB DOC –ohjelman koulutuksesta sekä opinnäytetyön ohjaajia Heikki Lainista ja Juhani Rouvalia.

Suuret kiitokset myös avopuolisolleni Kirsi Åkerbergille tuesta ja kannustuksesta koko opinnäytetyön ajan.

Kuopiossa 5.5.2015

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	TECHNOPOLIS KUOPIO .....	7
2.1	Yleistietoa Technopoliksesta .....	7
2.2	Technopolis Kuopion rakennusvaiheet .....	7
3	TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUVERKKO .....	9
3.1	Technopoliksen sähkönjakeluverkon rakenne .....	9
3.2	Rengasverkko .....	10
4	TYÖN SUORITUS.....	11
4.1	Lähtökohdat .....	11
4.2	Haasteet .....	11
4.3	Tehojen suhteutus .....	12
5	TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN MALLINTAMINEN.....	13
5.1	Mallintaminen MagiCAD-ohjelmalla.....	13
5.2	ABB DOC.....	14
5.2.1	Ohjelman standardit.....	14
5.2.2	Verkon mallinnos ABB DOC -ohjelmalla.....	15
6	TULOSTEN TARKASTELU .....	19
6.1	Havainnot.....	19
6.2	Huomioita.....	19
7	YHTEENVETO.....	20
	LÄHTEET .....	21
	LIITTEET .....	22
	LIITE 1: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 1/8.....	23
	LIITE 2: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 2/8.....	24
	LIITE 3: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 3/8.....	25
	LIITE 4: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 4/8.....	26
	LIITE 5: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 5/8.....	27
	LIITE 6: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 6/8.....	28
	LIITE 7: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 7/8.....	29
	LIITE 8: TECHNOPOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 8/8.....	30

## 1 JOHDANTO

Technopolis on laajentunut yhdeksi suurimmaksi Kuopion toimitila- ja asiantuntijapalveluita tarjoavista organisaatioista 2000-luvun alusta lähtien. Uusia rakennuksia rakennettaessa ei ole ajateltu, että uusia lisärakennuksia tulisi enää. Näin ollen alun perin ei ole ollut minkäänlaista kokonaisvaltaista runkosuunnitelmaa sähkönsyötöstä näille rakennuksille. Technopoliksen R-konesali tarvitsee lisäksi toisen syöttösuunnan sähkönjakelun varmistamiseksi.

Technopolis Oyj halusi edellä esitettyjen syiden takia tilata Granlund Kuopio Oy:llä Mikrokatu 1:en sähkönjakeluverkon mallinnoksen. Keväällä 2014 Granlund Kuopio Oy tarjosi tätä mallinnostyötä opinnäytetyön aiheeksi, mikä tehtiin kesällä 2014 Granlund Kuopio Oy:n toimipisteessä. Granlund konserni on yksi Suomen suurimmista sähkösuunnittelutoimistoista ja sen Kuopiossa sijaisteva tytäryhtiö on Kuopion suurin sähkösuunnittelutoimisto.

Tällä opinnäytetyöllä halutaan myös tarkastella, kuinka suurella rasituksella kunkin keskuksen komponentit ja kaapelit ovat ja onko ne alun perin mitoitettu oikein. Opinnäytetyön mallinnoksesta halutaan kattava ja helposti muokattava malli Technopoliksen sähkönjakeluverkosta, mitä voidaan tulevaisuudessa käyttää pohjana uusien rakennuksien sähkönjakelua mitoittaessa. Mallinnos tehdään ABB DOC –verkolaskentaohjelmalla.

## 2 TECHNOPSIS KUOPIO

### 2.1 Yleistietoa Technopoliksesta

Technopolis Kuopio on Technopolis Oyj:n alainen yrityspalveluorganisaatio, joka tunnettiin aiemmin Kuopion Teknologiakeskus Teknia Oy:nä. Kuopion Technopolis tarjoaa toimitila- ja asiantuntijapalveluja teknologiayrityksille, joita oli vuonna 2012 tässä teknologiakeskuksessa 130. Yritykset työllistivät yhteensä noin 2 300 työntekijää. (Technopolis Oyj.)

Teknologiakeskukseen ja koko tiedepuistoon sijoittuvat yritykset ja yhteisöt toimivat erityisesti elintarvike- ja ravitsemusalalla sekä bioteknologian ja lääkekehityksen sekä hyvinvointi-, terveydenhuolto- ja ympäristöalalla. Näiden lisäksi turvallisuusteknologian (Pelastusopisto, Savonia-amk ja Itä-Suomen yliopisto) ja sensoriteknologian (Honeywell, Savonia ja VTT) yrityksiä on yhä enemmän. (Technopolis Oyj.)

Vuoden 2008 helmikuussa Technopolis Oyj osti Kuopion Teknologiakeskus Teknian Kuopion kaupungilta. Kaupan kokonaisarvo oli noin 67 miljoonaa euroa. Tämän kaupan jälkeen toiminta järjestettiin uudelleen Technopolis Kuopion ja Technopolis Ventures Kuopion alle. Kuopion kaupunki on jatkanut osaamiskeskus-, kansainvälistymis- ja innovaatiohankkeitaan perustamassaan Kuopio Innovation Oy:ssä, jossa Technopolis on mukana neljänneksellä. (Technopolis Oyj.)

Technopolis Kuopio on pärjännyt taantumassa odotettua paremmin. Tilojen käyttöaste oli vuoden 2009 toisen vuosineljänneksen jälkeen paras Tampereen ja pääkaupunkiseudun Technopolisten kanssa. Käyttöaste oli käytännössä 100 %, sillä 50 000 neliöstä oli vapaana vain 550, jotka pidetään tietoisesti väliaikaisina tiloina pikaisia tarpeita varten. Kuopion Technopolis erottui erityisesti Jyväskylän Technopoliksesta, jonka vahva ICT-painotus ajoi ongelmiin Nokian ilmoitettua lähdöstä paikkakunnalta. Nokia ei itse ollut vuokralla Technopoliksessa, mutta sen lähtö vaikutti voimakkaasti koko alan yritysverkostoon paikkakunnalla. Technopoliksen toimitusjohtaja Keith Silverangin mukaan Kuopion menestyksekkääksi osoittautunut konsepti levitetään strategiamuutoksen myötä koko konserniin. ICT-painoa vähennetään houkuttelemalla lääke- ja hyvinvointialan yrityksiä. Myös julkisyhteisöjä, esimerkiksi alueellistamishankkeissa siirtyviä laitoksia, havitellaan vuokralaisiksi Technopolis-konsernin muillekin paikkakunnille Kuopion mallin mukaisesti. Silverang visioi, että Technopolis Kuopion koko voisi kaksinkertaistua kymmenessä vuodessa. (Technopolis Oyj.)

Teknologiakeskuksen vuokrataso on Kuopion korkeimpia, mutta samaa tasoa kuin muualla maan teknologiakeskuksissa. Myynti pohjautuu valmiisiin palvelukokonaisuuksiin. Mistä esimerkkinä muun muassa se, että Technopolis Kuopio hoitaa yli 200 yrityksen aulapalvelut. (Technopolis Oyj.)

### 2.2 Technopolis Kuopion rakennusvaiheet

Technopolis Kuopio eli entinen Teknia Oy sai alkunsa 1990-luvulla, kun sen ensimmäinen rakennus, Tietoteknia, valmistui vuonna 1990 Savilahdentien varteen. Seuraavaksi valmistui Neulaniementien

varteen Bioteknia 1 vuonna 1994 ja Bioteknia 2 vuonna 1999. Itse Microkadulle (kuva 1) ensimmäinen rakennus valmistui vuonna 2000, jolloin Microteknia 1 avattiin. Tästä vain kahden vuoden päästä valmistui Microteknia 2, joka sisältää It-talon, Yritystalon ja Parkkitalo 1:n. Seuraavaksi valmistui Kuopion korkein toimistorakennus, MicroTower vuonna 2004, joka on 65 metriä korkea ja 15-kerroksinen. MicroTowerin kanssa samaan aikaan rakenteilla ollut Microteknia 3 eli rakennukset N, Q ja R valmistuivat vuotta myöhemmin. Vuonna 2006 valmistui S-rakennuksen käsittävä Microteknia 4 ja siitä vuotta myöhemmin Viestikadulle valmistui Viestikatu 1-vaihe eli Innoteknia 1. Tämän jälkeen uusien rakennusten rakentaminen keskeytyi ensimmäistä kertaa useisiin vuosiin. Microteknia 5 eli R-konesali valmistui vuonna 2009 ja Viestikadun 2-vaihe vuonna 2010. (Technopolis Oyj.)



KUVA 1. Technopolis Kuopio (Technopolis Oyj)

#### Technopoliksen rakennusvaiheet lueteltuna

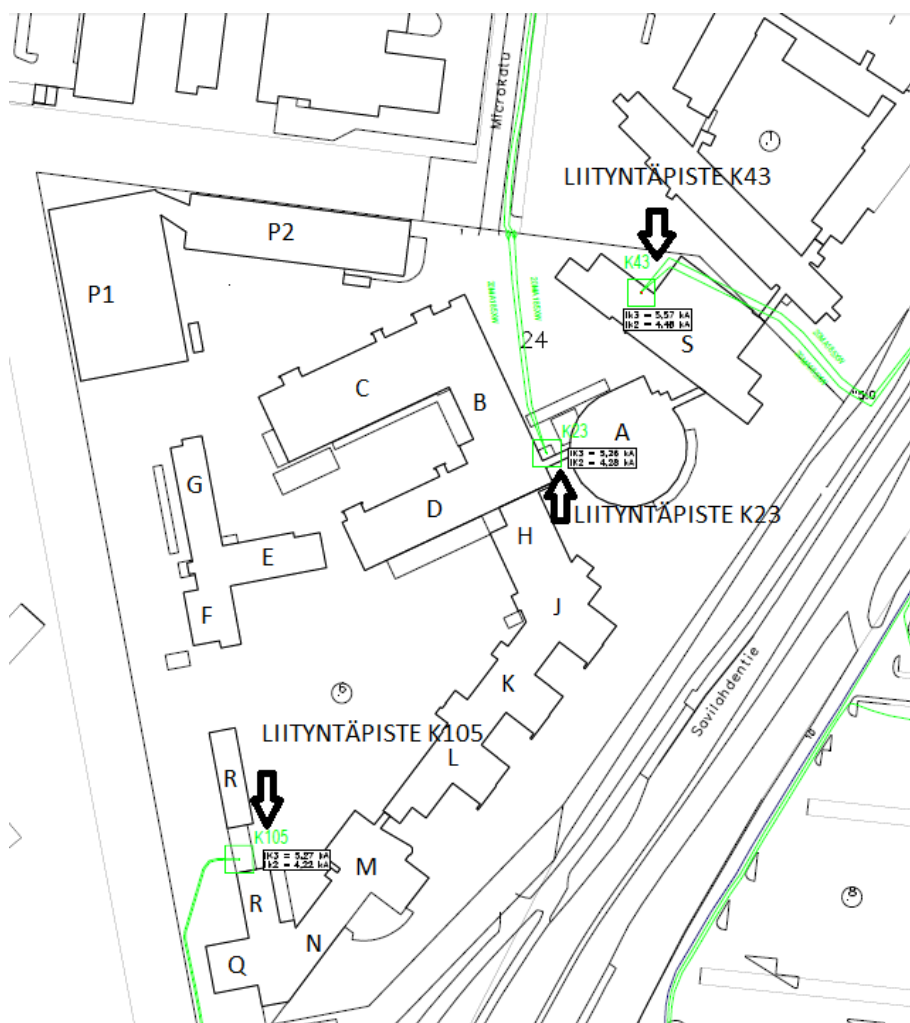
- Tietoteknia 1990
- Bioteknia 1 1994
- Bioteknia 2 1999
- Microteknia 1 2000
- Microteknia 2 2002
- MicroTower 2004 (Kuopion korkein toimistorakennus, 15 kerrosta, 65 m)
- Microteknia 3 2005
- Microteknia 4 2006
- Innoteknia 1 / Viestikatu 1-vaihe (Honeywell House) 2007
- Microteknia 5 (Konesali) 2009
- Viestikatu 2-vaihe 2010



### 3 TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUVERKKO

#### 3.1 Technoliiksen sähkönjakeluverkon rakenne

Technoliiksen Microkadun kiinteistöt sijaitsevat Kuopion tiedepuistossa Savilahden alueella. Technoliiksen kiinteistöjä syötetään Kuopion Energian 20 kV keskijänniteverkolla. Tällä hetkellä liitäntäpisteitä on kolme, K23, K43 ja K105. Liitäntäpistettä K43 ei otettu tässä työssä huomioon, sillä rakennus S, jota se syöttää, on erillään muiden rakennusten sähköverkosta. Liitäntäpisteet on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Technoliiksen sähkönjakelun liitäntäpisteet (Kuopion Energia Oy)

Technoliiksen rakennukset on nimetty kirjaimilla (kuva 2). Microteknia 1:n muodostavat rakennukset A, B, C ja D, Microteknia 2:n muodostavat Yritystalo (rakennukset H, J, K, L), It-talo (rakennukset E, F, G) sekä Parkkitalo P1. Microteknia 3:n muodostavat rakennukset M, N, Q ja R. Microteknia 3 rakennettiin kahdessa vaiheessa, joista ensimmäisessä rakennettiin Microtower eli osa M ja toisessa osat N, Q ja R. Microteknia 4:n muodostaa osa S, jonka sähkönjakelu on erillään muista rakennuksista. Microteknia 5:n muodostaa puolestaan R-konesali.

Tällä hetkellä Technoliiksen Microkadun kiinteistöissä on neljä muuntamoaa, joista kolme sijaitsee suoraan Kuopion Energian keskijänniteverkon liitäntäpisteiden yhteydessä. Neljäs muuntamo on Mic-

roTowerin kellarissa, jonne tuodaan 20 kV syöttö MT1-muuntamolta. Viides muuntamo tullaan rakentamaan R-konesalin It-talon puoleiseen päätyyn ja sille 20 kV syötöt tullaan ottamaan R-konesalin nykyiseltä muuntamolta ja MicroTowerin muuntamolta. Lisäksi R-konesalin nykyiselle muuntamolle lisätään uusi syöttö MT1-muuntamolta. Näin muuntamot muodostavat keskenään 20 kV rengasverkon, joten sähkönsyöttö turvataan kullakin muuntamalla mahdollisten vikatilanteiden varalta.

Muuntamalla MT1 on kaksi 20 kV/400 V muuntajaa, joiden perässä on pääkeskukset PK B0.01 ja PK B0.02. Pääkeskus PK B0.01 syöttää kiinteistön osia A, B, C ja D. Lisäksi samalta pääkeskuksesta lähtee nousut It-talon nousukeskukselle NK F0.01 ja P1-talon jakokeskukselle JK P0.01. Pääkeskuksesta PK B0.02 lähtee puolestaan nousut Yritystalon nousukeskukselle NK J0.01 ja P2-talon jakokeskukselle JK P0.02.

Muuntamalla MT3 on puolestaan yksi 20 kV/400 V muuntaja, joka syöttää pääkeskusta PK M0.1. Tämän pääkeskuksen takana on koko M-talon kuorma, ja lisäksi siltä lähtee nousut NQR-talon nousukeskukselle NK NQR0.1.

R-konesalin muuntamolta tuodaan syöttö pääkeskukselle PK R1.1, jonka perässä on vielä toinen pääkeskus PK R1.2. Kun R-konesaliin valmistuu uusi muuntamo, syöttää se pääkeskusta PK R1.2 ja pääkeskuksia nykyisin yhdistävä kaapeli erotetaan toisistaan avaamalla katkaisija.

### 3.2 Rengasverkko

Technopoliksen sähköjakeluverkko on muodoltaan tällä hetkellä säteittäinen, ja sitä turvaamassa on varavoimajärjestelmä. Sen rakenne on selkeä, sen käytettävyys ja suojaaminen on helppoa ja verkkoa on ollut helppo mitoittaa. Kuitenkin haittana ovat sen varmistamismahdollisuuksien puuttuminen sekä verkon huollon tai korjauksen aiheuttamista käyttökeskeytyksistä johtuvat pitkät katkot.

Technopoliksen sähköjakelu tullaankin muuttamaan rengasverkoksi. Siinä sähköjakeluverkko nimensä mukaisesti muodostaa renkaan ja sähkönsyöttö voidaan näin varmistaa useammasta suunnasta. Muita rengasverkon etuja säteittäiseen verkkoon verrattuna ovat tasaisempi jännitteenlaatu ja pienemmät tehohäviöt. Haittana tosin ovat suojauksen toteutuksen monimutkaisuus sekä mahdolliset riskit verkkoa käytettäessä. Verkkoa huollettaessa tai korjattaessa tulee huomioida työturvallisuuden kannalta kaikki verkon syöttösuunnat ja se verkon osa, jota ollaan huoltamassa, täytyy erottaa jännitteettömäksi sen kaikista syöttösuunnista. (Rissanen 2010.)

## 4 TYÖN SUORITUS

### 4.1 Lähtökohdat

Technopoliksen sähköjakeluverkon mallintaminen tuli aiheelliseksi, koska siitä ei ole olemassa kokonaisvaltaista mallia. Lisäksi kiinteistöä on laajennettu erittäin paljon eikä sitä ole alun perin otettu huomioon kaapeleita ja keskuksien komponentteja mitoittaessa. Kaapelien ja keskuskomponenttien kuormitettavuuden tarkastelu eri sähkönsyötön tilanteissa oli täten aiheellinen. Toinen ratkaisevan tärkeä asia työn tarpeellisuuden kannalta oli R-konesalin tarve saada toinen jakelusuunta ja muuntamo turvaamaan sähkönsyötön jatkuvuus esimerkiksi tilanteessa, jossa toinen syöttösuunta katkeaisi.

Lisäksi tulevaisuus näyttää siltä, että uusia rakennuksia saattaa tulla vielä useita. Sähköjakeluverkon mallinnos toimisi siis hyvänä pohjana uusien rakennuksien sähkönsyöttöjä suunniteltaessa.

### 4.2 Haasteet

Työn ensimmäinen askel oli etsiä kaikki nykyiset keskuskaaviot, nousujohtokaaviot ja muutkin piirrokset, joista pystyi havainnollistamaan Technopoliksen nykyistä sähköjakeluverkkoa. Sähkökuvia oli yhteensä satoja, minkä vuoksi niistä oli hankalaa alkaa etsimään ja hahmottelemaan verkon rakennetta. Lisäksi vanhimpien rakennusten (Microtekia 1) keskusten komponenttiluettelot ja muutkin niiden rakenteeseen liittyvät sähköpiirustukset oli aikanaan tehty kyllä cadilla, mutta urakoitsija oli toimittanut luovutuspiirustukset pelkästään paperimuodossa. Kansioihin arkistoidut sähkökuvat oli kuitenkin tuhottu arkistointivelvoitteen päätyttyä. Tämän vuoksi täytyi tehdä useita käyntejä Technopolikselle katsomaan, millaisia keskuksia ja komponentteja muutamissa keskustiloissa oikein oli.

Mallinnukseen tarvittiin myös kaikkien pääkeskuksien huipputehot, jotta voitaisiin tarkastella verkon eri osien kestävyyttä ja riittävyyttä sekä havaita mahdolliset verkon heikot kohdat. Huipputehot kolmeen verkon liitäntäpisteeseen (kuva 2) saatiin Kuopion Energialta, mutta tehojen tarkemmat jakautumiset täytyi käydä lukemassa kunkin keskuksen huipputehomittareista. Sekä liitäntäpisteen K43 että K105 kahden pääkeskuksen mittareista luetut huipputehoarvot vastasivat Kuopion Energian ilmoittamia korkeimpia tunnin huipputeholukemia.

Technopoliksen liitäntäpisteen K23 tehojen jakautuminen oli ongelmallinen, sillä keskuksien mittareista luettujen huipputehojen summa ei ollut lähelläkään Kuopion Energialta saatua liitäntäpisteen korkeimpaa tunnin huipputehoa. Kuopion Energia ilmoitti kyseisen liitäntäpisteen huipputehoksi 1 496 kW, kun keskuksien mittareista luettujen tehojen summa oli 2 311 kW. Eroa oli peräti 815 kW. Syytä tähän oli hankala arvailla, mutta luultavasti tämä johtuu siitä, että huipputehomittarien huipputehoarvot ovat jääneet mittareihin joskus, kun sähkönkulutus on ollut Technopoliksella suurempi kuin Kuopion Energian ilmoittamalla aikavälillä 1.6.2013 - 31.5.2014. Myös yhdeltä keskukselta puuttui kokonaan huipputehomittari, joten tämän keskuksen huipputehon joutui arviomaan lisäämällä mittarin ilmoittamaan lukemaan 30 %.

### 4.3 Tehojen suhteutus

Liitäntäpisteen K23 perässä olevien keskusten tehot päätettiin suhteuttaa vastaamaan Kuopion Energian ilmoittamia tehoja. Tämä tehtiin kertomalla mitattareista luetut arvot Kuopion Energian ilmoittamien ja luettujen tehojen suhteella, jolloin saatiin liitäntäpisteen K23 perässä olevien keskusten tehojen suhdeluku oikeaksi, vaikka täysin oikeita tehoja ei tiedetäkään. Taulukosta 1 näkee Kuopion Technopoliksen liitäntäpisteiden ilmoitetut tehot, mittareista luetut tehot sekä suhteutetut tehot. ABB DOC -ohjelmalla tehdyssä mallinnoksessa käytettiin näitä suhteutettuja tehoarvoja.

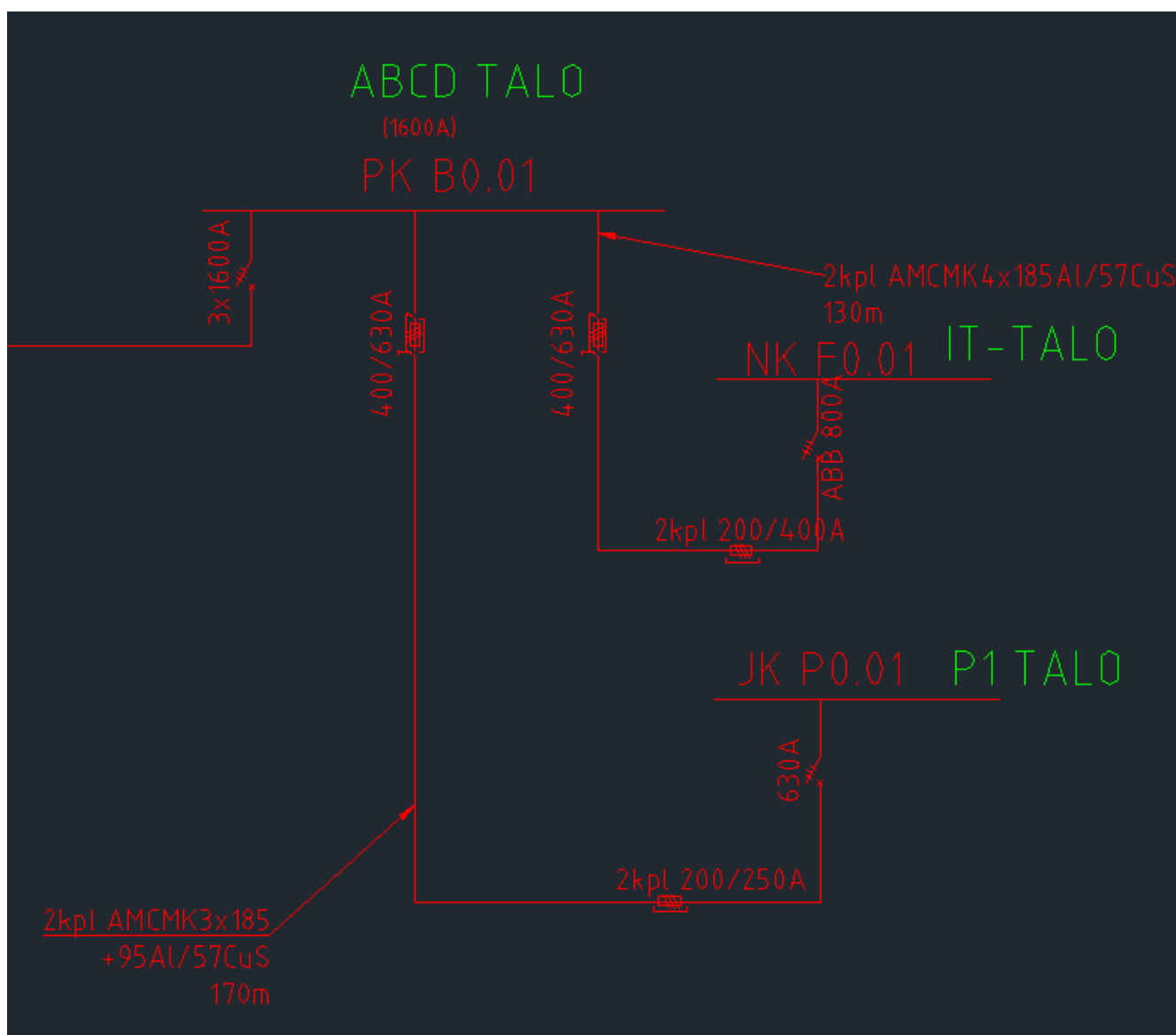
TAULUKKO 1. Tehojen suhteutus

Liitäntäpiste k23	ilmoitettu teho (kW)	mittareista luetut tehot (kW)	suhteutetut tehot (kW)
ABCD-rakennus		555,4	359,5
IT-talo		220,5	142,7
Yritystalo		535,6	346,6
P1-talo		130,0	84,1
P2-talo		114,0	73,8
M-rakennus		366,9	237,4
NQR-rakennus		389,0	251,8
<b>Yhteensä</b>	<b>1496,0</b>	<b>2311,4</b>	<b>1496,0</b>
<b>Liitäntäpiste k105</b>			
R-konesali	348	348	
<b>Liitäntäpiste k43</b>			
S-rakennus	835	835,2	

## 5 TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN MALLINTAMINEN

## 5.1 Mallintaminen MagiCAD-ohjelmalla

Ennen ABB DOC -ohjelmalla tehtyä mallinnosta tehtiin aluksi MagiCAD-ohjelmalla hahmotelman Technopoliksen sähkönjakelujärjestelmästä. Tähän hahmotelmaan kerättiin kaikki mahdollinen tieto kaikista komponenteista ja kaapeleista, jotta nämä olisi helpompi syöttää varsinaiseen mallinnukseen, kun kaikki tieto olisi samassa paikassa. Kuvassa 3 on esitettyä hahmotelmaa pääkeskukselta PK B0.01. MagiCAD-hahmotelmaan mallinnettiin myös alustavasti jo uuden muuntamon ja uuden sähkönjakelun syöttösuunnan. Hahmotelma auttoi ymmärtämään Technopoliksen sähkönjakelun senhetkistä rakennetta ja tulevaa, useammalla syöttösuunnalla turvattua rengasverkkoa.



KUVA 3. MagiCAD-ohjelmalla tehty hahmotelu (Heikki Luoto 2014.)

## 5.2 ABB DOC

ABB DOC -laskentaohjelma mitoittaa ja valitsee sopivat muuntajat, kaapelit, jakelukiskot ja suojalaitteet täysin automaattisesti. Lisäksi näitä kaikkia ohjelman automaattisesti valitsemissa valintoja voidaan muokata itse tarpeen mukaan. Muokatut kohteet pystytään lukitsemaan, jolloin ohjelma ei enää mene muuttamaan niitä omin päin. ABB DOC -ohjelma laskee myös jännitteenalenemat, oikosulkuvirrat ja monet muut halutut arvot kaikissa verkon kohdissa. Kuorman lisääminen ohjelmaan onnistuu joko ilmoittamalla se päätötehdona tai nimellisvirtana. Lisäksi kuormille voidaan määrittää tehokertoimet ja tasauskertoimet, joten kuormat voi määrittää hyvinkin tarkasti. (Saari, A)

Ohjelman mitoituksessa käyttämät verkkokomponentit ovat ABB:n omia. Jos haluttaisiin lisätä esimerkiksi Siemensin komponentteja, täytyy valita mahdollisimman samanlaiset komponentit ABB:n luettelosta. Kaikkien katkaisijoiden ja sulakkeiden selektiivisyyttä voidaan tarkastella erikseen ohjelman taulukot-osiossa, sillä jokaisesta katkaisijasta ja sulakkeesta on määritelty laukaisukäyrät. Samaa taulukkoon voidaan kerätä haluttujen komponenttien käyrät ja tarkastella näin selektiivisyyttä. Ohjelma ilmoittaa virheestä punaisella värillä, jos selektiivisyys ei ole kunnossa. (Saari, A)

Sähkönjakeluverkon käyttäytymistä eri tilanteissa voidaan tarkastella sulkemalla ja avaamalla katkaisijoita tai esimerkiksi sammuttamalla ja käynnistämällä muita laitteita. Jos halutaan tarkastella tilannetta, jossa yksi tai useampi syöttösuunta katkeaa, voidaan avata syöttävän kojeiston katkaisijoita ja tutkia verkon käyttäytymistä tällöin. Ohjelmassa on Laskelmat-painike, jota painamalla tarkastelut ja verkon määrittäykset tehdään. Tällöin ohjelma automaattisesti korjaa lukitsemattomat komponentit soveltuvimmiksi ja ilmoittaa mahdollisten lukittujen komponenttien ja verkon osien virheet ja heikot kohdat punaisella. Kunnossa olevat ja toimivat verkon osat ohjelma ilmoittaa vihreällä värillä.

ABB DOC -ohjelmasta saadaan tarvittaessa Projektidokumentaation hallinta -osiota käyttämällä tulostettua kansilehti, laskennassa käytetyt standardit, joiden mukaan laskelmat on tehty, mallinnos, kaapeli- ja komponenttiluettelo sekä laukaisukäyrät.

### 5.2.1 Ohjelman standardit

ABB DOC -ohjelman laskelmat ja mitoitukset perustuvat standardeihin, jotta laskenta tapahtuu oikein ja määräysten mukaan. Standardit täytyy valita heti ohjelman käynnistyksen yhteydessä, samalla kun määritellään muutkin laitoksen ominaisuudet ja asetukset.

Laskelmissa käytetään IEC 60909-1 -standardia, joka määrittää, millä oletuksilla oikosulkuvirrat lasketaan. Kaapelien mitoituksessa ja maadoitusjärjestelmissä käytettävä standardi puolestaan on IEC 60364. Suojalaitteiden valinnassa käytetään puolestaan standardia IEC 60947-2.

## 5.2.2 Verkon mallinnos ABB DOC -ohjelmalla

Verkon mallinnos ABB DOC -ohjelmalla on erittäin nopeaa ja helppoa. Ohjelma tunnistaa automaattisesti kaikki kytkennät ja numeroi ne siinä järjestyksessä, kun ne ohjelmaan piirretään. Ohjelman käyttäjä voi valita, haluaako käyttää kevyttä vai täydellistä versiota ABB DOC -ohjelmasta. Kevyessä versiossa ei ole läheskään kaikkia ominaisuuksia kuin täydellisessä versiossa, sillä kevyt versio on tarkoitettu vain pienjänniteverkkojen mallintamiseen. Tässä opinnäytetyössä käytettiin ohjelman täydellistä versiota.

Ohjelman käynnistettäessä avautuu näkyville ohjelman perusnäky, jossa ohjelmalla tehtävä työ tehdään. Kun klikkaa mitä tahansa kohtaa näytöltä, ohjelma avaa syöttöverkon määrittelyikkunan ja pyytää määrittämään syöttöverkon tyyppin ja asetukset. Kuvassa 4 on esitetty Technopoliksen syöttöverkon asettelut. Tähän mallinnokseen valitaan tässä tapauksessa 20 kV keskijännitejakelu ja sen I<sup>rk</sup> arvoksi asetetaan Kuopion Energian ilmoittamien kahden liitäntäpisteen 3-vaiheisten oikosulkuvirta arvojen keskiarvo, joka on 5,26 kA.

**Laitoksen yleiset ominaisuudet**

Piiri

PJ-jakelu

I<sup>rk</sup> 6 [kA]

Sk 4.157 [MVA]

Muuntaja KJ-PJ

1 Trafo

Sr 400 [kVA]

Ukr 4 [%]

PJ-järjestelmät, joiden toler

PJ-järjestelmät, joiden toler

KJ-jakelu

Ur 20000 [V]

I<sup>rk</sup> 5.26 [kA]

3lo 50 [A]

sammutettu verkko

Generaattori

Ur 400 [V]

Symboli <oletus>

PJ-taso

400 [V] LLLN TN-S 50 [Hz]

Verkon vaatimukset

P 1843.90 [kW] I 53.77 [A]

Q 262.74 [kvar] cos φ 0.99

Valitse LLLN-piireille katkaisijat, joissa on 3P

Valitse LN-piireille katkaisijat, joissa on 1P

Johdonsuojakatkaisijat teolliseen käyttöön (IEC 60947-2)

Automaattinen nollajohtimen optimointi

Sulje asetukset <<< Layout Optiot...

Laskelmissa käytettävä standardi: IEC 60909-1

Kaapelin mitoitusstandardi: IEC 60364

Lämpötila

Ympäristö 30 [°C]

Kojeistojen sisällä (projektissa) 40 [°C]

Henkilö suojaus

Laukaisuaika enintään 5 [s]

Valitse automaattisesti

Johdonsuojakatkaisija, jos Ib enintään 63 [A]

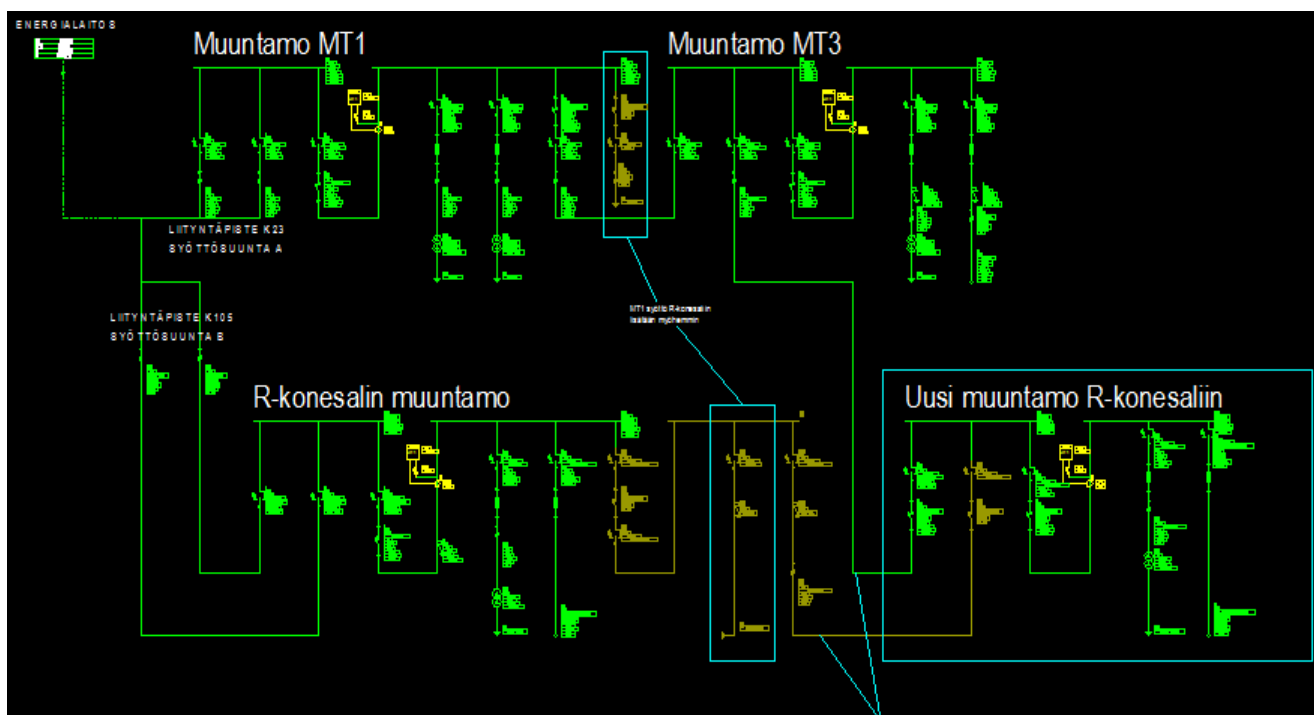
Kompaktikatkaisija, jos Ib enintään 800 [A]

OK Peruuta

KUVA 4. Syöttöverkon asetusten määrittelyikkuna

Lisäksi täytyy määrittää käytettävät standardit, pienjännitepuolen jännite, vaihemäärä, maadoitustapa ja taajuus sekä syöttöverkon oikosulkuvirta ja jännite. Asetukset ovat katkaisijoiden valintaa luu-kuunottamatta oletuksia. Ohjelma ehdottaa katkaisijat nelinapaisiksi 3-vaihejärjestelmässä ja kaksinapaisiksi 1-vaihejärjestelmässä. Tähän mallinnukseen valitaan napaisuus kuitenkin vaihejohtimien mukaan, eli 3P ja 1P.

Kun asetellut on tehty, ohjelma syöttää syöttöverkon kuvaan. Syöttöverkko liitetään tässä tapauksessa kahteen muuntamoon, MT1:n muuntamoon sekä R-konesalin muuntamoon. Ohjelmassa ei pysty tällä hetkellä lisäämään kuvaan kahta eri syöttöverkkoa, joten tämä yksi syöttöverkko täytyi jakaa Liitântä-työkalua käyttäen kahdelle muuntamolle. Kuopion Energian ilmoittamien kahden liitântäpisteen (K23 ja K105) 3-vaiheiset oikosulkuvirran arvot poikkesivat toisistaan vain vähän, ja mallinnuksessa käytettiin näiden arvojen keskiarvoa. Jotta saataisiin mallinnos tarkemmaksi, tulisi jakeluverkko mallintaa aina Kuopion Energian keskijännitejakelun alkupäähän asti. Opinnäytetyö päätettiin rajata kuitenkin niin, että verkko mallinnetaan vain Kuopion Energian liitântäpisteiltä kunkin rakennuksen pääkeskuksille asti.



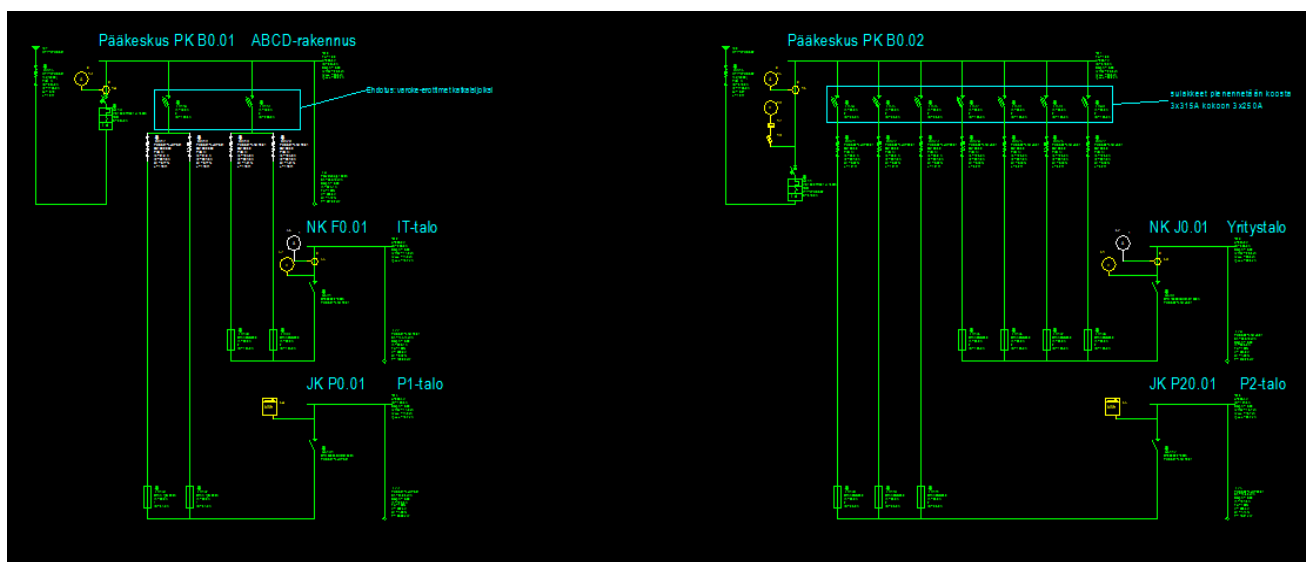
KUVA 5. Keskijänniteverkko

Technopoliksen sähköjakeluverkon keskijännite- ja pienjänniteverkot piirrettiin selkeyden vuoksi eri sivuille, sillä mallinnoksesta olisi muuten tullut epäselkeä ja liian suuri tulostettavaksi. Kuvassa 5 on esitetty Technopoliksen sähköjakelun keskijännitepuolen nykyiset kojeistot ja uusi lisättävä kojeisto sekä niiden lähdöt pienjännitepuolelle. Technopoliksella olevat kojeistot ovat pääasiassa Siemensin kojeistoja, joten mallinnukseen täytyi valita teknisiltä arvoiltaan vastaavat komponentit ABB:n luettelosta. Kuvasta 5 pystytään myös helposti havaitsemaan tulevan rengasverkon rakenne, jossa sähköjakelu on varmistettu. Uusi muuntamo R-konesaliin tullaan rakentamaan lähiaikoina ja sinne sähkönsyöttö otetaan aluksi vain MT3-muuntamolta. Hieman myöhemmin tullaan lisäämään yhteys



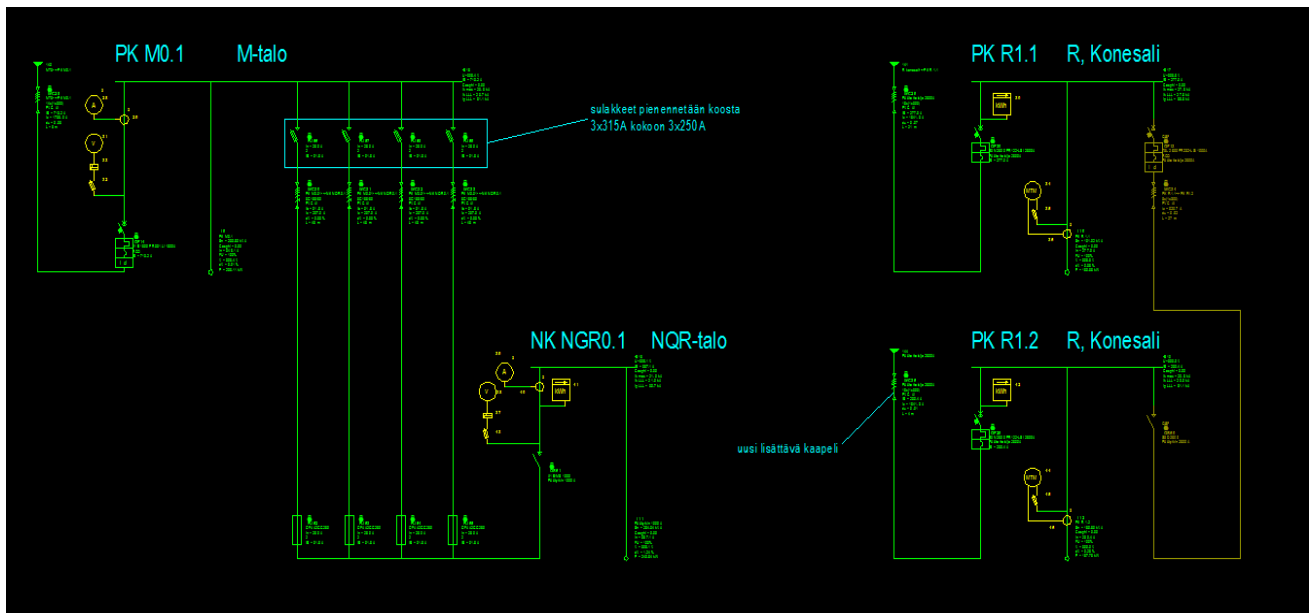
MT1-muuntamolta R-konesalin nykyiselle muuntamolle ja R-konesalin nykyiseltä muuntamolta sen uudelle muuntamolle. R-konesalin uuden muuntamon kojeistosta haluttiin samanlainen kuin sen nykyisestäkin, joten mallinnokseen piirretty uusi muuntamo on täysin vastaava R-konesalin nykyisen muuntamon kanssa. Uuden lisättävät kaapelit tulevat olemaan 3x185/35 alumiinivoimakaapelia, jota nykyisetkin keskijännitekaapelit Technopoliksella ovat. Kaapelin kestävyys varmistettiin ABB DOC -ohjelman laskentatyökalulla sekä kaapelivalmistajan taulukoista.

Eri sivuilla olevat keskijännite- ja pienjänniteverkot yhdistettiin ohjelmassa toisiinsa pystysuuntaisilla ristiviittauksilla, jotta ohjelman laskentatyökalu ymmärtäisi kaikki liitännät muuntamoilta pääkeskuksille. Myös kaikki kaapelit, virtakiskot ja muutkin komponentit täytyy ohjelmassa yhdistää toisiinsa Liitäntä -viivapiirrolla, jolla ei ole mitään sähköisiä ominaisuuksia. Kuvassa 6 on esitetty Mictoteknia 1 muuntamon, eli MT1-muuntamon perässä olevien rakennusten pienjänniteverkko. Pääkeskukselle PK B0.01 syöttö tuodaan MT1-muuntamon ensimmäiseltä 20 kV/400 V muuntajalta, joka on nimellistehoaltaan 1000 kVA. Pääkeskukselle PK B0.02 syöttö tuodaan saman muuntamon toiselta muuntajalta, joka on vastaava kuin ensimmäinenkin.



KUVA 6. Pienjänniteverkko: ABCD-rakennus, IT-talo, Yritystalo, P1-talo ja P2-talo

Pääkeskus PK B0.01 syöttää Technopoliksen osia A, B, C ja D, ja sen lisäksi siltä lähtee syötöt It-talon nousukeskukselle NK F0.01 ja Parkkitalo 1, eli P1-talon jakokeskukselle JK P0.01. Toiselta pääkeskukselta, PK B0.02 lähtee syötöt Yritystalon nousukeskukselle NK J0.01, sekä Parkkitalo 2, eli P2-talon jakokeskukselle JK P0.02. Kunkin rakennuksen pääkeskuksen perässä olevia pienempiä keskuksia ei tässä opinnäytetyössä enää mallinnettu, vaan näiden pääkeskusten perään laitettiin pelkätään yleinen kuorma, joka oli suuruudeltaan kunkin rakennuksen suhteutettu huipputeho.



KUVA 7. Pienjänniteverkko: M-talo, NQR-talo ja R-konesali

Kuvassa 7 on esitettyä Technopoliksen M-talon, NQR-talon sekä R-konesalin pääkeskukset ja pienjännitepuolen jakeluverkon rakenne. M-talon pääkeskukselle PK M0.1 sähkön syöttö tuodaan Microtekniä 3 muuntamon 20 kV/400 V muuntajalta, joka on nimellisteholtaan myös 1 000 kVA. Pääkeskus syöttää MicroToweria ja siltä lähtee lisäksi syöttö nousukeskukselle NK NQR.01, joka puolestaan syöttää kyseistä rakennusta. R-konesalin nykyinen muuntamo syöttää tällä hetkellä molempia R-konesalin pääkeskuksia.

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Havainnot

ABB DOC -verkostolaskentaa tehtäessä havaittiin, että pääkeskuksien PK B0.02 Yritystalon lähdön sulakkeet ja PK M0.1 NQR-talon lähdön sulakkeet on mitoitettu aikanaan liian suuriksi (315 A), joten niiden pienentäminen 250 A sulakekokoon on aiheellista. Tämä on tehtävä, koska edellä mainittujen lähtöjen kaapelit ovat mallia AMCMK 4x185AL/57CU ja niiden sallittu kuormitettavuus on 297 A, mikä on pienempi kuin nykyisillään olevien sulakkeiden nimellisarvot (315 A). Tämä voi johtaa pahimmillaan kaapelien hajoamiseen, mikäli kuormitus nousee yli sallitun kuormituksen. Näin ei kuitenkaan vielä ole.

Pääkeskuksen PK B0.01 lähtöjen (IT-talo ja Parkkitalo 1) varoke-erottimet toimivat oikein 3-vaiheisessa oikosulussa, mutta suojaus ei toimi kunnolla, jos vika syntyy nollajohtimen tai maan välille. Tämä johtuu siitä, että kaapelit ovat pitkiä (yli 150 m). Varoke-erottimet olisi hyvä vaihtaa katkaisijoiksi, jotta suojaus saataisiin toimivaksi jokaisessa tilanteessa. Lisäksi tässä kohtaa ohjelmassa haivaittiin pieni virhe: Ohjelma ei osannut huomioida näiden varoke-erottimien perästä lähtevien kaapeleiden yhteisarvoja, vaan ohjelma teki laskelmat niin kuin varoke-erottimilta lähtisikin vain yksi kaapeli. Siinä siis ohjelman kehittäjille pieni korjattava kohta.

### 6.2 Huomioita

Technopolis Kuopion pääkeskuksille tulisi suorittaa kunnollinen huipputehomittaus, jotta saataisiin selville tarkasti kunkin keskuksen perässä olevat kuormat. Tehdyssä Technopoliksen sähkönjakelun mallinnoksessa käytettiin keskuksilta luettuja huipputehojen arvoja, jotka suhteutettiin vastaamaan Kuopion Energian ilmoittamia huipputehojen arvoja. Näin ollen mallinnosta ei voida pitää täysin luotettavana, ennen kuin oikeat huipputehojen arvot saadaan. Nämä huipputehot saadaan kuitenkin helposti muokattua mallinnokseen tulevaisuudessa.

Vanhimpiin pääkeskuksiin tulisi vaihtaa nykyaikaiset huipputehoa mittaavat tehomittarit, sillä esimerkiksi pääkeskuksesta PK B0.02 puuttui huipputehon tallennus kokonaan. Yhtenä vaihtoehtona olisi asentaa pääkeskuksiin etäluettavat mittarit, joita voitaisiin tarkastella yhdestä paikasta.

Lisäksi tulisi huolehtia hyvin keskuksien huollosta ja keskustilojen siivouksesta, sillä monien keskustilojen lattiat olivat pölyn peitossa. Silmiinpistävää oli muutaman keskustilan korkea lämpötila, joten ilmanvaihdon toimivuutta tulisi tutkia.

## 7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena oli mallintaa Kuopion Technopoliksen sähköjakeluverkko sen keskijänniteliitännäispisteistä aina kunkin rakennuksen pääkeskuksille asti. Lisäksi Kuopion Technopoliksen R-konesaliin mitoitettiin uusi muuntamo ja sille uudet syöttökaapelit sekä mallinnettiin koko 20 kV sähköjakeluverkko rengasverkoksi. Mallinnos tehtiin ABB DOC -ohjelmalla.

Työn tavoitteena oli myös tarkastella verkon eri komponenttien ja kaapeleiden kestävyyttä sähköjakelun eri tilanteissa. Esimerkiksi miten verkko käyttäytyy vaikkapa tilanteessa, jossa johonkin syöttökaapeliin tulee vika, ja kestääkö verkon rakenne sen. ABB DOC -ohjelmalla tätä voitiin tarkastella luomalla keinotekoisia vikoja sammuttamalla haluttuja verkon osia.

Työn suoritus lähti liikkeelle lähtötietojen ja verkon nykyrakenteen kartoituksella. Jo tässä vaiheessa havaittiin, etteivät pääkeskusten huipputehot vastanneet Kuopion Energian ilmoittamia lukemia ja että yhdeltä pääkeskukselta puuttui huipputehomittari kokonaan. Keskuksilta luetut tehot kuitenkin suhteutettiin ABB DOC -ohjelmalla tehdyssä mallinnoksessa vastaamaan Kuopion Energian ilmoittamia.

Työssä saatiin Technopoliksen sähköjakeluverkosta selkeä ABB DOC -ohjelmalla tehty mallinnos, jota voidaan tulevaisuudessa käyttää pohjana uusien rakennusten sähköjakelua suunniteltaessa. Lisäksi mallinnosta on erittäin helppo muokata ja lisätä siihen uusia verkon osia. Työssä havaittiin verkon heikkoja kohtia, jotka olisi syytä korjata. Muutamit sulakkeet olivat alun perin mitoitettu liian suuriksi, sekä muutaman keskuksen huipputehomittarit tulisi päivittää nykyaikaisiksi ja selvittää tarkat keskuskohtaiset huipputehot.

Granlund Kuopio tulee tekemään ehdotukset Technopolikselle edellä mainittujen asioiden korjaamisesta tämän opinnäytetyön tulosten pohjalta.

## LÄHTEET

Kuopion Energia Oy. Kuopion Energian liitännätpisteet 2014. [Kuopion Energian sisäinen tietokanta]. [Viitattu 12.2.2015.] Saatavissa: Kuopion Energian sisäisessä käytössä.

Lyytikäinen, Heikki. 2011. Teollisuuden sähkönjakeluverkon mallintaminen. Savonia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38348/Lyytikainen\\_Heikki.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38348/Lyytikainen_Heikki.pdf?sequence=1)

Rissanen, Risto. 2010. Teollisuuden sähköasennukset ja verkot. Luentomateriaali. Kuopio. Savonia ammattikorkeakoulu.

Saari, Arto. 2012. Sähkön pääjakelun mitoitus korkeaan rakennukseen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

<http://www.theseus.fi/handle/10024/42520>

Technopolis Oyj. 2015. Technopolis yrityksenä [verkkodokumentti]. [Viitattu 19.1.2015.] Saatavissa: [www.technopolis.fi/fi/technopolis/technopolis-yrityksena](http://www.technopolis.fi/fi/technopolis/technopolis-yrityksena)

Technopolis Oyj. 2015. Uutiset ja Media [verkkoaineisto]. [Viitattu 19.1.2015.] Saatavissa: <http://www.technopolis.fi/fi/technopolis/ajankohtaista>

## LIITTEET

LIITE 1: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 1/8

LIITE 2: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 2/8

LIITE 3: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 3/8

LIITE 4: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 4/8

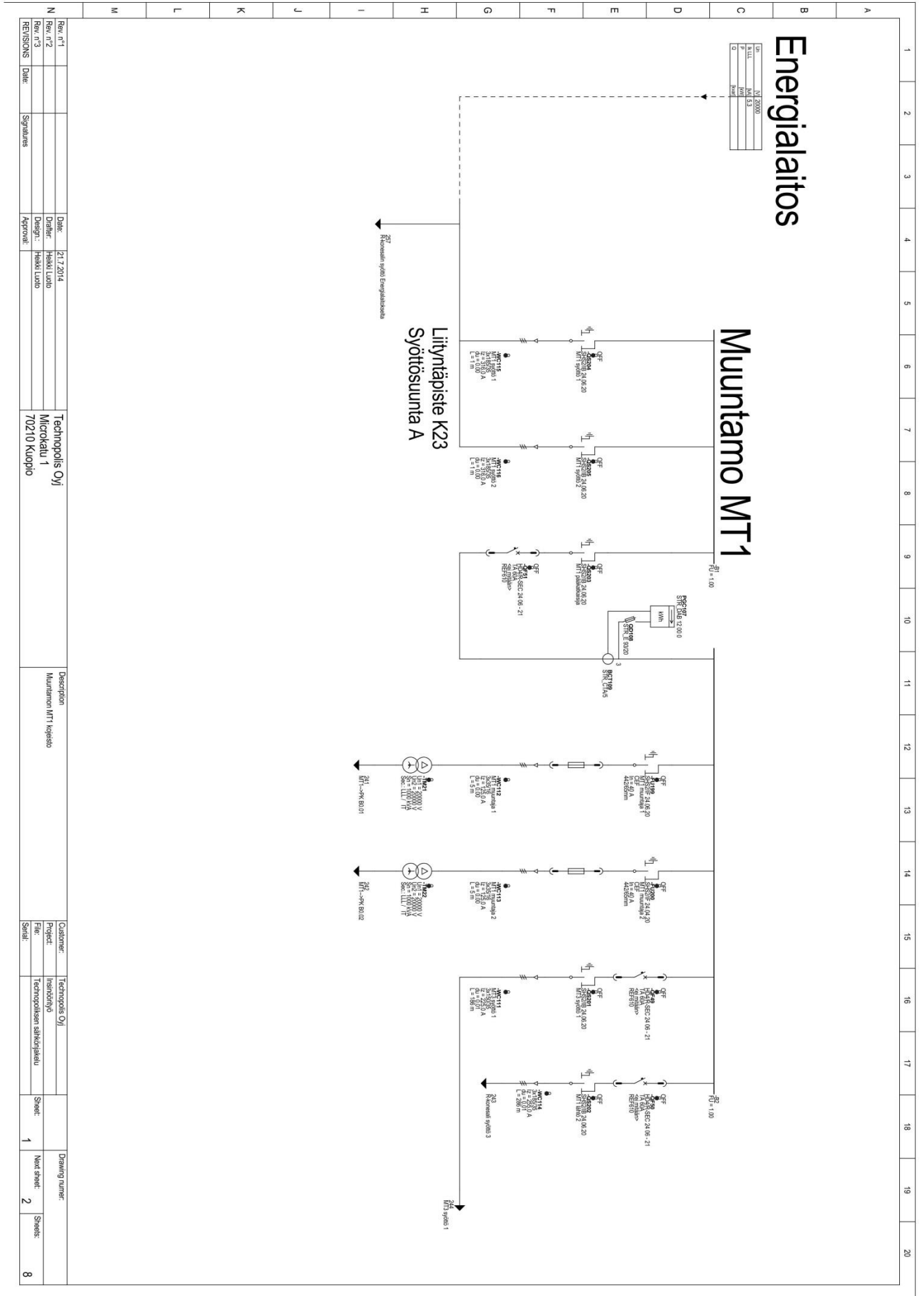
LIITE 5: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 5/8

LIITE 6: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 6/8

LIITE 7: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 7/8

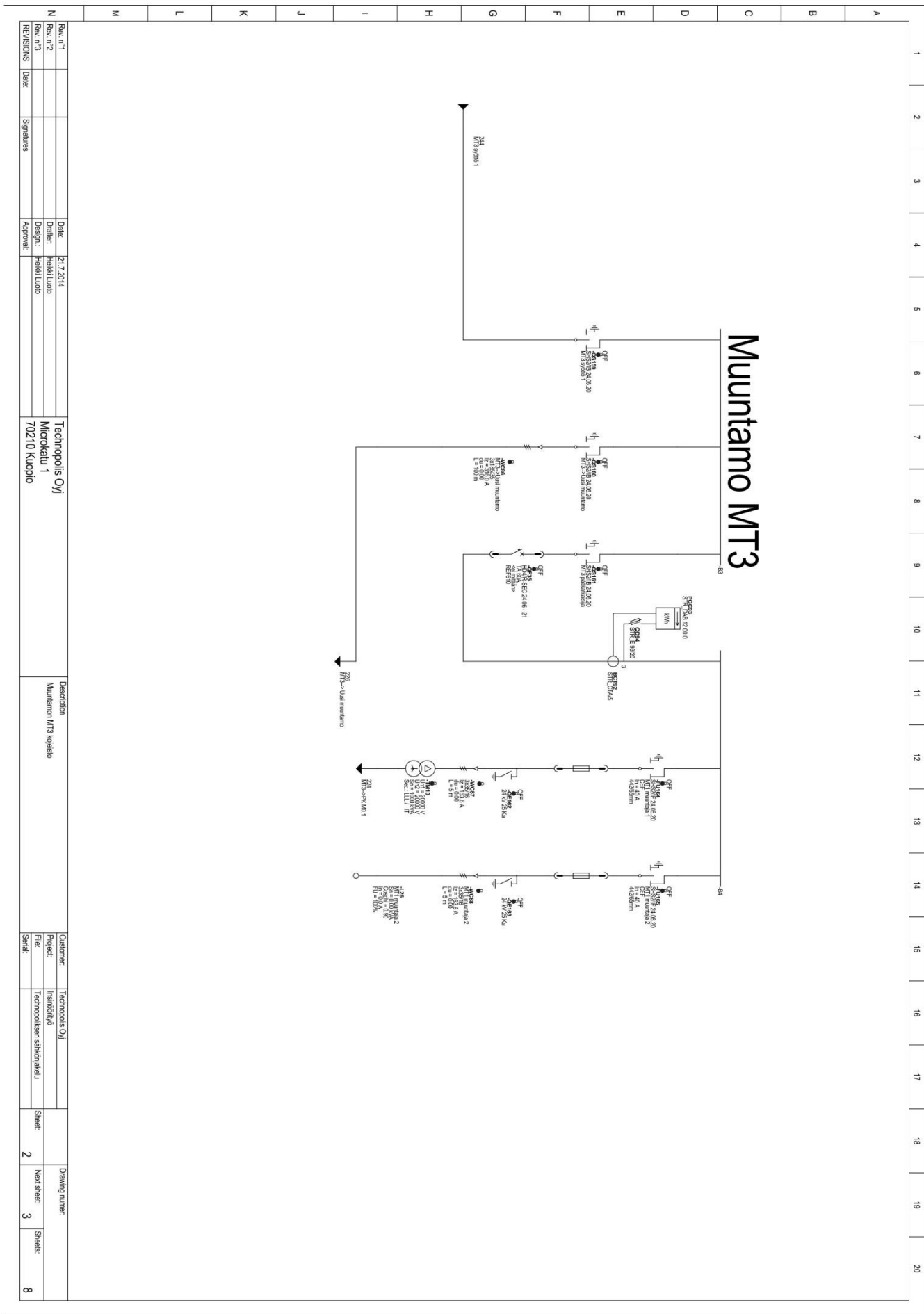
LIITE 8: Technopoliksen sähköjakelun runkosuunnitelma osa 8/8

LIITE 1: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 1/8



Rev. n°1	Date:	21.7.2014	Technopolis Oyj	Description	Muuntamon MTT keskeisto	Customer:	Technopolis Oyj	Drawing number:	
Rev. n°2	Designer:	Heikki Luoto	Microkätu 1			Project:	hankintyo	Next sheet:	2
Rev. n°3	Design:	Heikki Luoto	70210 Kuopio			File:	Technopoliksen sähkölaitelu	Sheets:	8
REVISIONS	Date:	Signatures	Approval:			Serial:			

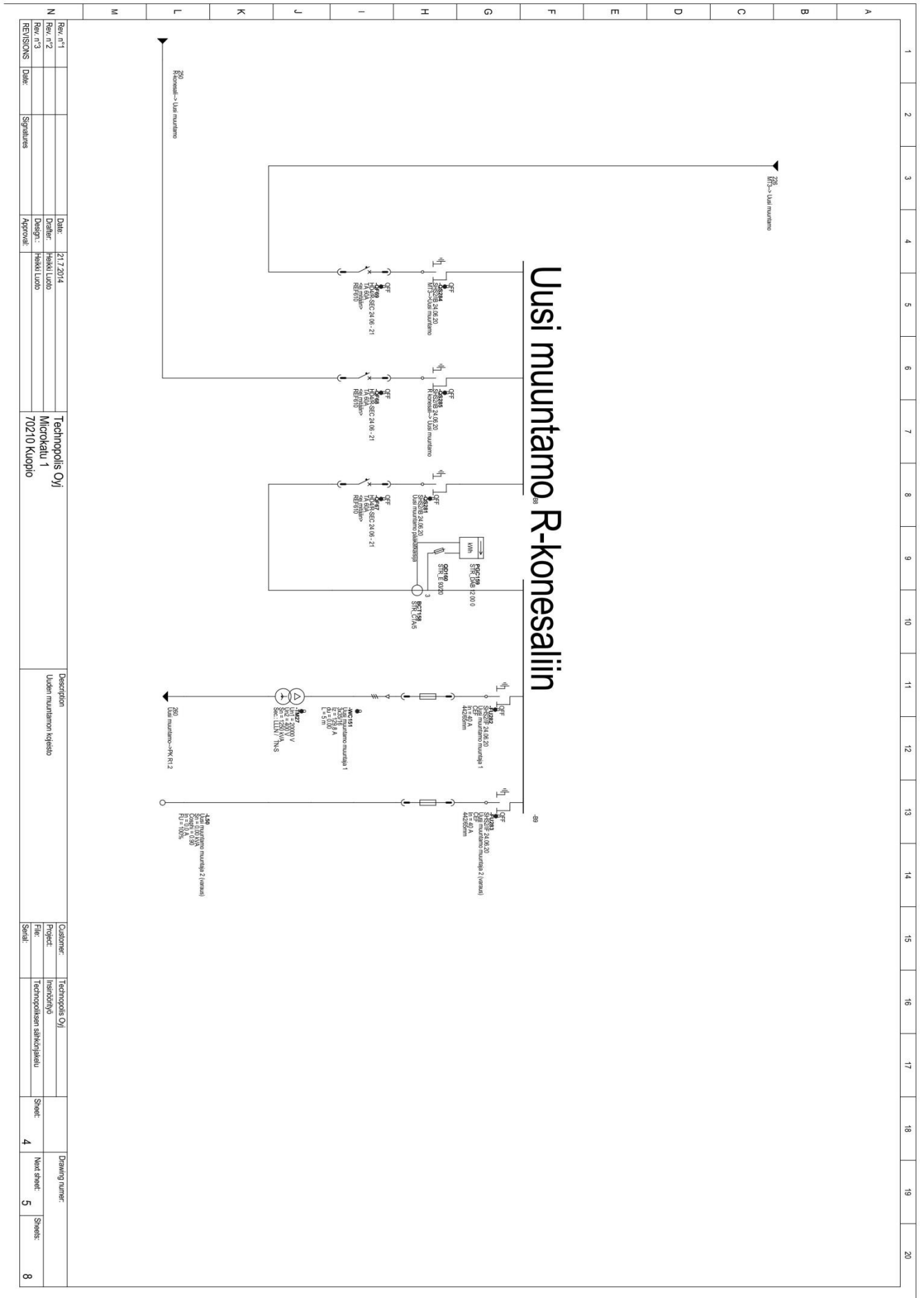
LIITE 2: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 2/8





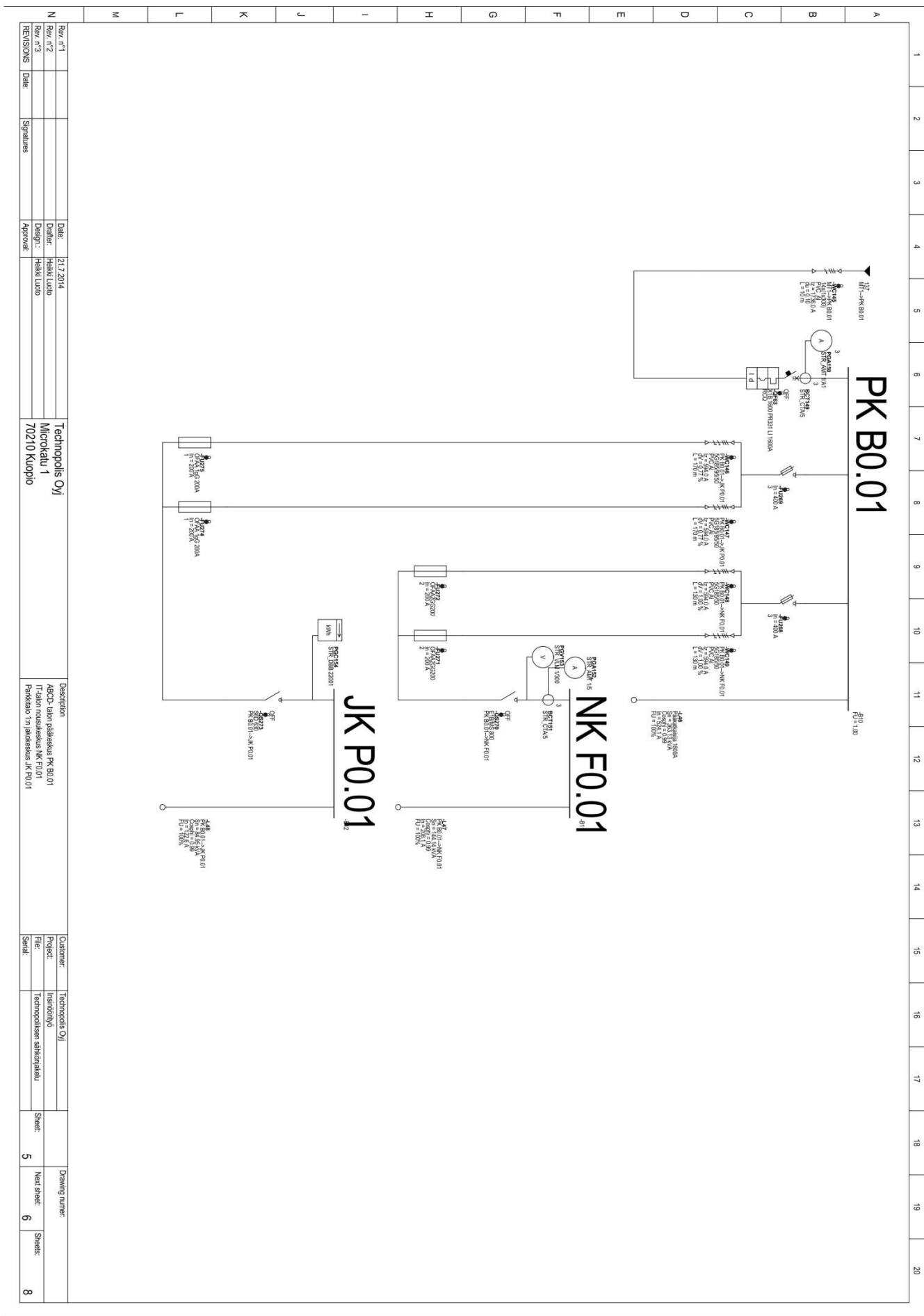


LIITE 4: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 4/8



Rev. n°1	Date:	21.7.2014	Designer:	Heikki Luoto	Description:	Uuden muuntamon kohteisto	Customer:	Technopolis Oyj	Drawing number:	
Rev. n°2	Date:		Designer:	Heikki Luoto			Project:	hankintyo	Next sheet:	5
Rev. n°3	Date:		Designer:	Heikki Luoto			Project:	Technopoliksen sähköjakaelu	Sheet:	4
REVISIONS	Date:		Signatures				Serial:		Sheets:	8

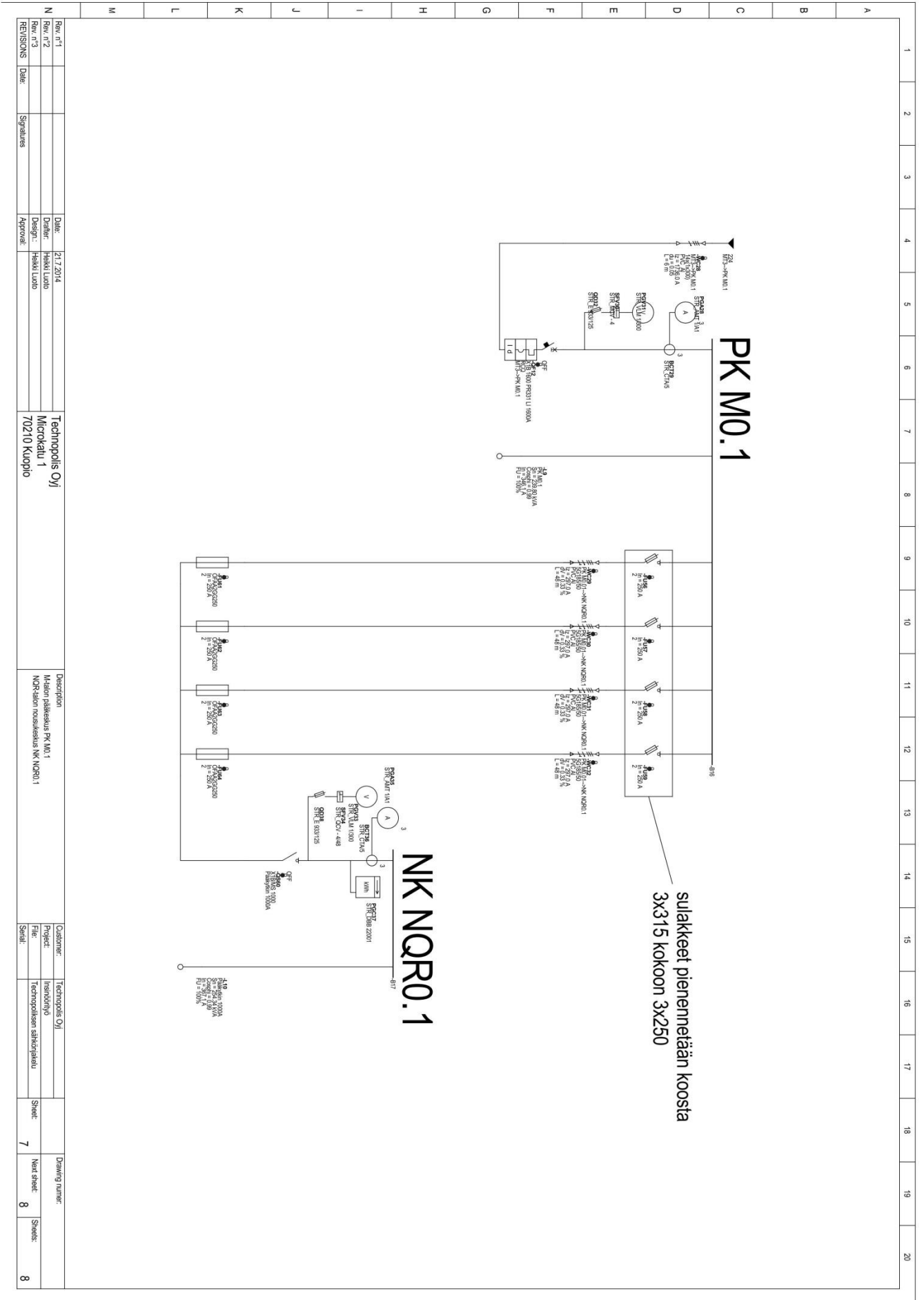
LIITE 5: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 5/8



Rev. n°1	Date:	21.7.2014	Description	Customer:	Technopolis Oyj	Drawing number:	
Rev. n°2	Designer:	Heikki Luoto	AGCO-talon pitäjäksellä PK B0.01	Project:	hansolnho	Next sheet:	6
Rev. n°3	Design:	Heikki Luoto	T1-talon noususelvitys NK F0.01	File:	Technopoliksen sähköjakaelu	Sheet:	5
REVISIONS	Date:		Parhaalla T1-pohjassaan JK P0.01	Serial:		Sheets:	8
	Signatures						
	Approval:						

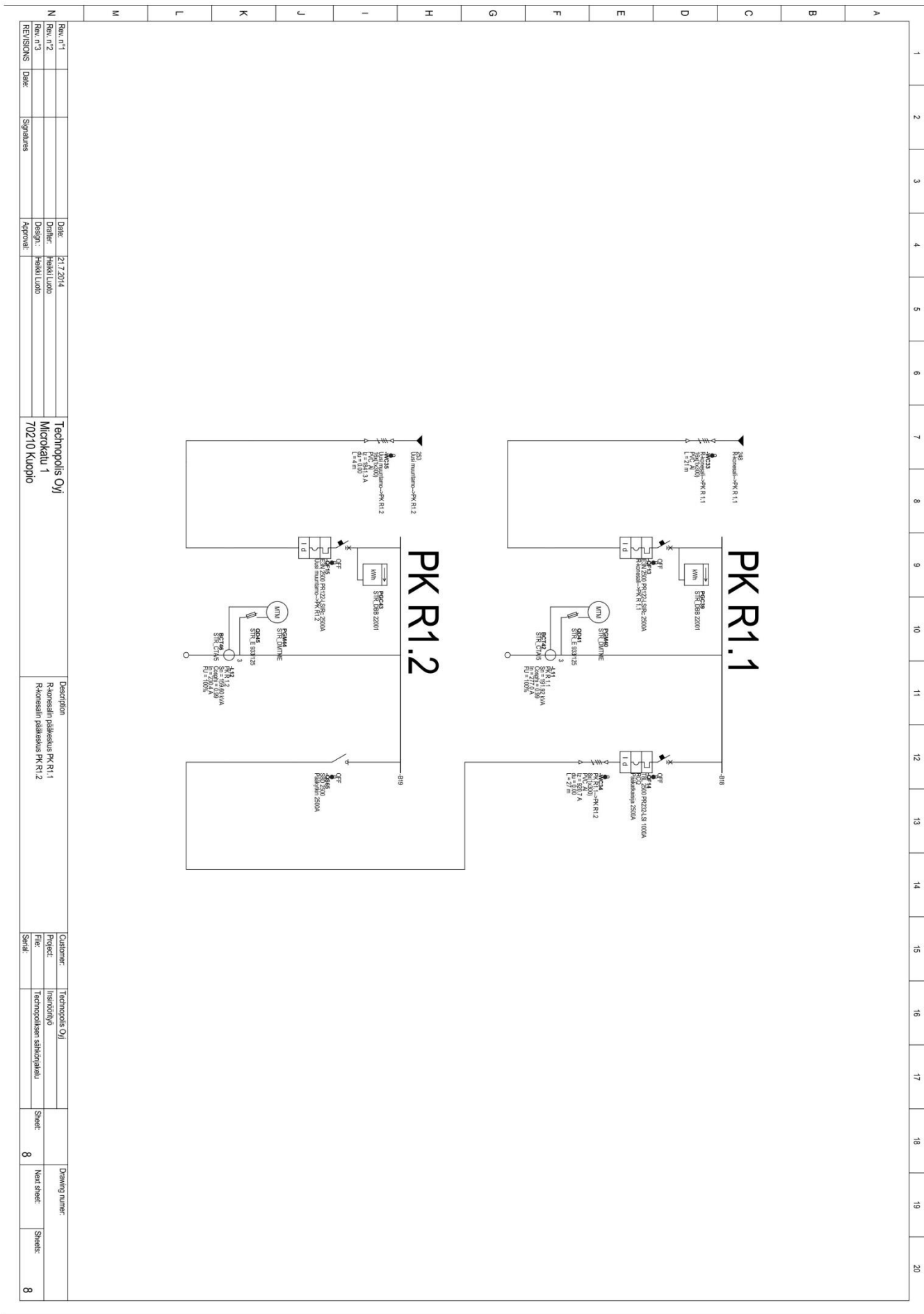


LIITE 7: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 7/8



Rev. n°	Date:	Designer:	Approval:	Description	Customer:	Technopolis Oy	Drawing number:	
Rev. n°1	21.7.2014	Hekki Luoto		Määrön päällekkäisyys PK M0.1	Technopolis Oy			
Rev. n°2		Hekki Luoto		Määrön päällekkäisyys NK NQR0.1	Technopolis Oy			
Rev. n°3		Hekki Luoto			Technopolis sähköjohdus			
REVISIONS	Date:	Signatures	Approval:	Description	Serial	Sheet:	Next sheet:	Sheets:
				70210 Kuoppio		7	8	8

LIITE 8: TECHNOLIKSEN SÄHKÖNJAKELUN RUNKOSUUNNITELMA OSA 8/8



Rev. n°1	Date:	21.7.2014	Technopolis Oyj	Description	Customer:	Technopolis Oyj	Drawing number:
Rev. n°2	Designer:	Heikki Luoto	Microkätu 1	R-konssiain palautus PK R1.1	Project:	hansotyo	Next sheet:
Rev. n°3	Design:	Heikki Luoto	70210 Kuopio	R-konssiain palautus PK R1.2	File:	technopolisen sähkölaitelu	Sheet:
REVISIONS	Date:				Serial:		8
	Signatures						Next sheet:
	Approval:						8
							Sheet:
							8