

Juho Eklund

**GENERAATTORIKÄYTÖN SEKÄ YLEISKAPELOINTI- JA AUTOMAATIOJÄR-
JESTELMIEN SUUNNITTELU BIOLAITOKSEEN**

GENERAATTORIKÄYTÖN SEKÄ YLEISKAPELOINTI- JA AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU BIOLAITOKSEEN

Juho Eklund
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Juho Eklund

Opinnäytetyön nimi: Generaattorikäytön sekä yleiskaapelointi- ja automaatiojärjestelmien suunnittelu biolaitokseen

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 35 + 11 liitettä

Työssä selvitettiin generaattorilaitteiston toimintaa ja vaatimuksia. Selvitykseen kuului myös tutkia, sopiiko asiakkaalla olemassa oleva kaasukäyttöinen aggregaatti liitettäväksi biolaitokselle. Lisäksi työssä suunniteltiin biolaitoksen yleiskaapelointi- ja automaatiojärjestelmiä. Automaation suunnitteluun kuului automaatiokeskusten pää- ja piirikaavioiden piirtämistä. Telejärjestelmästä laadittiin telejärjestelmäkaavio.

Opinnäytetyön tavoite oli laatia suunnitelmat viiteen automaatiokeskukseen ja telejärjestelmäkaavio. Tavoitteena oli myös selvittää olemassa olevan generaattorilaitteiston toimintatapa ja mahdollisuus sen hyödyntämiseen rakenteilla olevassa biolaitoksessa.

Työssä yhteydessä laadittiin 10 suunnitteludokumenttia. Suunnitelmat saatiin ajoissa valmiiksi ja valmiit dokumentit suunnitelmista ovat luottamuksellisina liitteinä. Koska suunnitelmat ovat luottamuksellisia, ne jäävät vain toimeksiantajan käyttöön.

Työtä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa uusissa biolaitosprojekteissa käyttämällä hyväksi laadittuja suunnitelmia ja generaattorilaitteiston selvitystyötä. Generaattorilaitteiston selvitystyötä voidaan hyödyntää myös muunlaisissa kiinteistöissä, joissa varavoiman käyttäminen katsotaan tarpeelliseksi.

Asiasanat: Generaattori, rinnankäyttö, varavoima, automaatio, yleiskaapelointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of electrical engineering

Author(s): Juho Eklund

Title of thesis: Planning of Generator Drive and Automation System for Biomass Plant

Supervisor(s): Heikki Kurki

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 35 + 11 appendices

This study investigated operation and requirements of a generator equipment. The investigation also included examining whether the customer's existing gas generator was suitable for connection to a biomass power plant. In addition, general cabling and automation systems for the biomass powerplant were designed. Automation design included drawing the main and circuit diagrams of automation switchboards. A telecommunication system diagram was prepared.

The aim of the thesis was to draw up plans for five automation switchboards and a telecommunication system diagram. Additionally, the aim was also to find out the type of operation of the existing generator equipment and the possibility of utilizing it in a biomass power plant under construction.

Within the framework of the study, 10 design documents were prepared. The design documents were completed on time and each of them can be found from the attachments. The documents are confidential and this is why they remain available only to the client.

This study can be utilized in future biomass power plant projects by taking advantage of prepared documents and generator equipment investigation. The investigation work of the generator equipment can also be utilized in other types of properties where the use of reserve power is considered necessary.

Keywords: Generator, automation, generic cabling

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	BIOLAITOS.....	7
	2.1 Biokaasu.....	7
	2.2 Biokki.....	8
3	GENERAATTORILAITTEISTO	9
	3.1 Sähkön pientuotanto	9
	3.2 Generaattorilaitteiston luokitus	10
	3.3 Rinnankäynti.....	11
	3.4 Pientuotannon verotus	12
	3.5 Mitoitus	13
	3.6 Suojaus	14
	3.7 Suunnittelu	14
4	AUTOMAATIO SUUNNITTELU	20
	4.1 Automaatiolaitteet.....	20
	4.2 Anturit.....	23
5	YLEISKAPELOINNIN SUUNNITTELU	25
	5.1 Kaapelointi.....	26
	5.2 Valokuitukaapelien päättäminen.....	27
	5.3 Luokat	29
	5.4 Rakenne.....	29
	5.5 Jakamot.....	29
	5.6 Telesuunnittelu	30
	5.7 Testaus	32
6	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Jaitec Oy:n toimeksiannosta. Tavoitteena oli suunnitella biolaitokselle kaasua polttoaineena käyttävä verkon rinnalla toimiva generaattorikäyttö sekä suunnitella automaatio- ja telejärjestelmiä. Generaattorilla on tarkoitus syöttää laitoksen sähköä sen jälkeen, kun laitos alkaa tuottamaan kaasua. Toteutusta on tarkoitus hyödyntää tulevaisuudessa myös muissa vastaavanlaisissa projekteissa. Automaatiosuunnitteluun kuuluu keskuksien suunnittelua ja instrumentointia.

Jaitec Oy on Limingassa toimiva sähköalan urakointiin ja suunnitteluun erikoistunut yritys. Yritys toimii lähinnä Oulun lähialueilla. Yritykselle tyypillisiä kohteita ovat asuntoyhtiöt ja omakotitalot, jotka toteutetaan kokonaisvaltaisesti suunnittelusta urakointiin saakka. Yritys työllistää noin 10 henkilöä ja sen liikevaihto on noin miljoona euroa vuodessa.

Tässä työssä kohteena on Rantsilaan tuleva biolaitos Biokki, jossa tuotetaan biokaasua. Biokin rakennuttaa Jahotec Oy, joka on tilannut sähkötyöt ja suunnitelmat Jaitec Oy:ltä. Biovoiman käyttö on kasvussa ja sen potentiaalista hyödynnetään tällä hetkellä vain pieni osa. Opinnäytetyössä tutustutaan generaattorin käyttöön valtakunnan verkon rinnalla. Lisäksi laaditaan suunnitelma, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa. Kohteen rakentaminen on suunnitteluhetkellä käynnissä, joten kiireen takia työn osaksi tuli automaatiosuunnittelua ja telejärjestelmän suunnittelua.

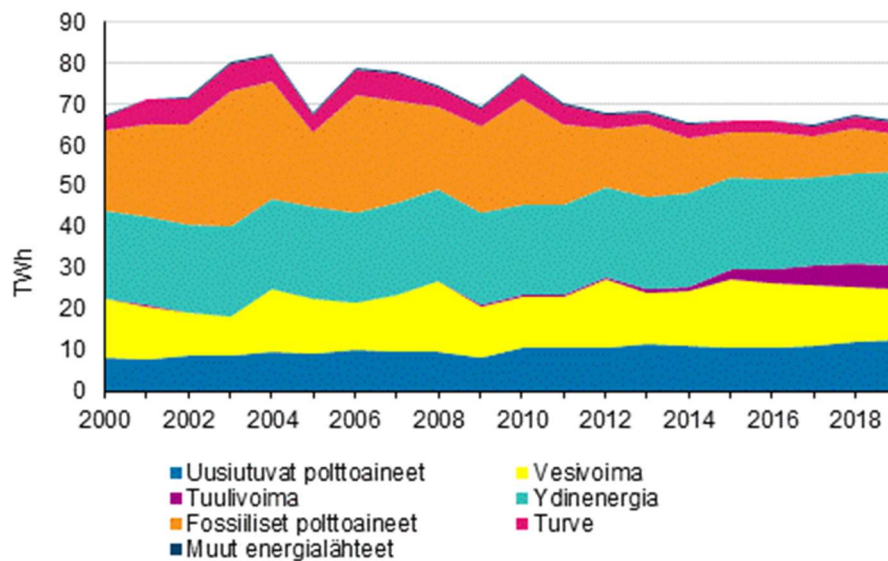
Tavoitteena on saada automaatio- ja telesuunnittelun suunnitelmat lähes valmiiksi. Todennäköisesti suunnitelmia tullaan päivittämään vielä tämän työn valmistumisen jälkeen, koska kohteen rakentaminen jatkuu tämän työn valmistumisen jälkeenkin.

Työssä selvitetään aggregaattien toimintaa ja niille asetettuja vaatimuksia. Työssä tutustutaan generaattorilaitteistojen luokitukseen. Asiakkaalla on ennestään konttirakenteinen kaasuaggregaatti, jota hyödynnetään mahdollisuuden mukaan ja sen teknisiä tietoja selvitetään. Sähkö-, automaatio- ja telesuunnitelmat toteutetaan CADMATIC 18 -sovelluksella. Suunnitelmissa noudatetaan voimassa olevien standardien vaatimuksia. Koska työn tuloksena laaditut suunnitelmat sisältävät luotamuksellista tietoa ja tulokset ovat salassa pidettäviä, esitetään tässä työssä vain otoksia suunnitelmista.

2 BIOLAITOS

Biolaitoksella tuotetaan biokaasua. Biokaasun tuottamiseen käytetään biohajoavia raaka-aineita, joita ovat esimerkiksi biojätteet, lanta ja muut eloperäiset materiaalit puuperäistä ainetta luukuunottamatta. Biohajoavat raaka-aineet toimitetaan biolaitokselle, jossa niistä tuotetaan biokaasua mädätysprosessilla. (1.)

Uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen on Suomessa jatkavassa kasvussa. Vuonna 2019 sähköntuotannosta uusiutuvien energialähteiden osuus oli 47 %. Niiden avulla pyritään pienentämään kasvihuonekaasujen määrää ja hillitsemaan ilmastonmuutosta. Kuvasta 1 voidaan todeta, että uusiutuvien polttoaineiden, joihin biokaasu kuuluu, käyttö on ollut nousujohteista jo vuodesta 2000 asti ja sen osuus vuonna 2019 on ollut hieman reilu 10 TWh. (2.)



KUVA 1. Sähkön tuotanto energialähteittäin Suomessa 2000 - 2019 (2)

2.1 Biokaasu

Biokaasua muodostetaan mädätysprosessissa, jossa hapen puutteen takia eloperäinen aines saadaan hajoamaan. Tällöin syntyy metaania ja hiilidioksidia. Kaasujen koostumus riippuu mädätettä-

vistä raaka-aineista. Kaasun koostumus on suurimmaksi osaksi metaania (n. 50 - 70 %) ja hiilidioksidia (n. 30 - 50 %). Biokaasussa on myös pieniä määriä muita aineita, kuten happea, vettä ja ammoniakkia. Energiakäytössä tärkein aines on metaani. (3.)

Biokaasua voidaan hyödyntää esimerkiksi lämmöntuotannossa ja sähköntuotannossa. Liikennekäyttöön se ei sovellu sellaisenaan, mutta siitä voidaan jalostaa maakaasuun verrattavaa ajoneuvojen polttoainetta poistamalla siitä vesi ja rikki. Tätä puhdistettua biokaasua voidaan syöttää maakaasuverkkoon. Biokaasun tuottaminen perustuu kiertotalouteen, joten se on 100 % uusiutuvaa energiaa. Sen voidaan sanoa olevan vihreä valinta. Se sopii täten hyvin biolaitoksen aggregaatin polttoaineeksi. (3.)

2.2 Biokki

Suunnitelmat toteutetaan Biokki-nimiselle biolaitokselle, joka sijaitsee Rantsilassa. Kohteen rakentaminen on ollut käynnissä tämän opinnäytetyön aikana. Jaitec Oy toteuttaa kyseiseen laitokseen sähkösuunnittelun ja sähköurakoinnin sekä automaatio- ja telesuunnittelua. Tulevaisuudessa siitä tulee Jaitec Oy:n huoltokohde. Koska sama yritys toteuttaa suunnittelun ja urakoinnin, saadaan kustannussäästöjä. Niitä syntyy, koska suunnittelussa yhdeksi prioriteetiksi tulee kustannustekijät. Jos suunnittelu toteutetaan eri yrityksen toimesta kuin urakointi, suunnittelun lähtökohtana ei monestikaan ole urakoinnin kustannukset. Kustannussäästöt näkyvät suoraan asiakkaan urakkahinnassa.

3 GENERAATTORILAITTEISTO

Generaattori on kone, jolla voidaan muuttaa mekaanista tehoa sähkötehoksi. Tässä työssä generaattorin tehonlähteenä toimii kaasumoottori. Moottorin ja generaattorin yhdistelmää kutsutaan aggregaatiksi. Nykypäivänä halutaan varautua pitkiinkin sähkökatkoihin. Tämä toteutetaan varavoimakoneella, joka on yleisimmin dieselmoottorilla varustettu generaattori. Biokki-biolaitoksissa sähkön tuotantoon on järkevintä käyttää polttoaineena kaasua, koska sitä saadaan prosessin lopputuotteena. Koska varavoimalaitteistojen standardit käsittelevät dieselkäyttöisiä laitteistoja, sovelletaan niitä Biokki-biolaitoksessa.

Aggregaatin käyttö on tärkeää ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa, koska sen käyttöönotossa tulee noudattaa paikallisen verkkoyhtiön vaatimuksia. Lisäksi laitteistossa tulee huomioida rakennustekniset ja ympäristöasiat (4, s.14). Suunnitteluvaiheen alkuvaiheessa kannattaa kartoittaa käyttöön parhaiten soveltuva polttoaine ja laitteiston tyyppi.

Biokin aggregaatin tarkoituksena on hyödyntää biolaitoksella syntyvää biokaasua, josta saadaan tuotettua ympäristöystävällistä sähköä. Asiakkaalla on konttiin sijoitettu kaasuaggregaatti, jota on tarkoitus hyödyntää mahdollisuuksien mukaan. Aggregaatin teho on 240 kVA ja sen generaattori on tyypiltään tahtikone. Aggregaattilaitteiston on sovelluttava jatkuvatoimiseen käyttöön, jotta siitä saadaan mahdollisimman suuri hyöty. Laitteisto tahdistuu suoraan valtakunnan sähköverkkoon.

3.1 Sähkön pientuotanto

Sähkön pientuotanto tarkoittaa kaikkia alle 2 MVA:n tehoisia sähkön tuotantolaitoksia. Yleisimpiä sähkön pientuotantomuotoja ovat tuulivoima, aurinkoenergia, pienvesivoima, yhdistetty lämmön- ja sähköntuotanto sekä biokaasu. Jokaisella on oikeus liittää omaa sähkön pientuotantoa jakeluverkkoon, kunhan noudatetaan verkkoyhtiön ohjeita ja standardeja. Verkkoyhtiön yksi tehtävä on taata pientuotannolle soveltuva verkko. Verkon tulee olla turvallinen kaikille osapuolille myös pientuotannon liittämisen jälkeen. (5.)

Biokilla sähköä tullaan tuottamaan sinne sijoitettavalla kaasua polttoaineena käytävällä aggregaattilla. Se on teholtaan 240 kVA, jolloin kyse on pientuotannosta.

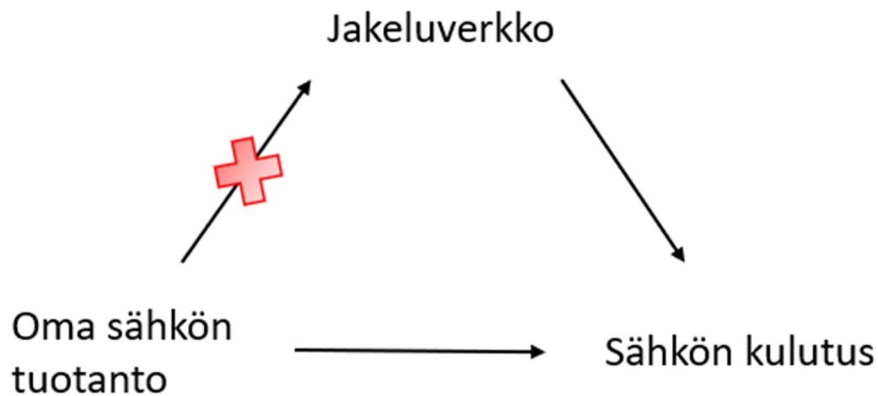
3.2 Generaattorilaitteiston luokitus

Sähkönjakeluverkkoon liitettävät laitokset voidaan luokitella eri luokkiin niiden toimintaperiaatteiden perusteella. Luokkia on neljä ja ne ovat nähtävillä taulukossa 1. Luokan 1 tuotantolaitteistossa rinnankäynti jakeluverkon kanssa on mekaanisesti estetty. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtokytkimellä, joka täyttää erotuskytkinvaatimukset. Kytkimellä kytketään syöttö joko jakeluverkon puolelle tai tuotantolaitteiston puolelle. Luokkaan 2 kuuluvat tahdistettavat laitteistot, jotka on varustettu vaihtoautomaatiikalla. Luokan 2 laitteiston rinnankäyntiaika jakeluverkon kanssa on rajoitettu. Luokan 3 ja 4 laitteistot käyvät jakeluverkon rinnalla. Ne eroavat toisistaan siten, että luokan 3 tuotantolaitteistossa sähköä ei siirretä verkkoon päin, vaan se kulutetaan tuotantopaikalla. Luokan 4 laitteistossa sähköä siirretään myös valtakunnan verkkoon. Sähkön siirtäminen verkkoon päin vaatii aina ostajan sähkölle ennen kuin sen siirtäminen sallittua.

TAULUKKO 1. Tuotantolaitosten luokittelu käyttötavan mukaan (6)

	Luokka	Rinnan- käynnin esto	Tahdistus	Yhteen- sopivuus	Saareke- käytön esto	Sopimus- ehdot
Rinnankäyttö estetty mekaanisesti	1	X				LE2014 ja VPE2014
Sähkön siirto jakeluverkkoon estetty	2		X			LE2014 ja VPE2014
Tuotetulle sähkölle ei ole ostajaa	3		X	X	X	LE2014 ja TVPE11
Tuottaja myy sähköä sähkömarkkina- osapuolelle	4		X	X	X	LE2014 tai TLE2014 ja TVPE11

Biokkiin tulevaa generaattoria on tarkoitus käyttää yleisen sähkönjakeluverkon rinnalla, mikä tuo lisävaatimuksia laitteistolle. Sähköä ei siirretä jakeluverkkoon päin. Tällöin voidaan todeta taulukosta 1 laitteiston kuuluvan luokkaan 3. Luokkaan 3 kuuluvat laitteet tahdistetaan verkon kanssa rinnankäyttöä varten, mutta niiden sähkön syöttö verkkoon päin estetään mekaanisesti. Estämisperiaate on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Sähkön syöttö generaattorilta suoraan jakeluverkkoon estetään

3.3 Rinnankäynti

Sähköverkon kanssa rinnankäyvän varavoimageneraattorin käytössä etuna verrattuna pelkästään saarekkeessa toimivaan varavoimageneraattoriin on yhden katkon sähkönsyöttö. Saarekkeessa toimiva varavoima katkeaa sekä käynnistyksen että takaisin verkkoon kytkennän aikana, kun rinnankäynnissä katko tapahtuu vain varavoiman käynnistyksen yhteydessä. Markkinoilla on myös laitteistoja, joilla on mahdollista muodostaa katkoton sähkönsyöttö. Rinnankäynti mahdollistaa myös huipunleikkauksen, jolloin kiinteistön huippukuorman aikana liittymän kuormitusta saadaan rajoitettua itse tuotetun sähkön avulla.

Laitoksen tuottaman sähkön laadun pitää vastata kuormien vaatimuksia. Sähköverkkoon liitettävä generaattori ei saa heikentää sähköverkon sähkön laatua. Valtakunnanverkon rinnalla toimivat varavoimakoneet on tahdistettava valtakunnanverkon kanssa, koska väärä tahdistus on vaarallinen laitteistolle. Verkojännitteen normaaliksi määritelty vaihtelu (SFS EN 50 169) ei saa aiheuttaa häiriötä generaattorin tahdistukseen tai rinnankäyntiin. Generaattorilaitteisto on suunniteltava siten, että verkkohäiriön sattuessa laitteisto irtaantuu valtakunnanverkosta ja muodostaa oman saarekekäytön. (4, s. 110.)

Varavoimalaitteen on määräysten mukaan toimittava luotettavasti, eikä se saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälleen eikä ympäristölle (4, s. 85). Luotettavuutta parantaa se, että käytetään tunnettujen merkkien valmistamia laitteistoja, ja käytetään laitteiston käyttöönotossa asiantuntevaa yritystä.

Rinnankäytettävässä pientuotannossa on tärkeää huolehtia siitä, ettei verkon häiriötilanteiden aikana pientuotannon tuottamaa sähköä syötetä verkkoon päin. Jos tällainen tilanne pääsisi syntymään, se saattaisi johtaa mahdollisesti hengenvaarallisiin tilanteisiin verkon korjaustöissä, vaikka verkko muuten olisikin kytketty jännitteettömäksi.

Rinnankäytettävät generaattorit on varustettava erotuslaitteella, jolla laitteisto saadaan irrotettua verkosta. Erotuslaitteessa tulee olla näkyvä avausväli tai asennon osoitin. Tällä saadaan estettyä tarkoitukseton sähkön syöttö verkkoon päin. Verkkoyhtiöllä tulee olla vapaa pääsy erottamaan laitteisto ja sijainnin tulee olla helposti saatavilla ja se tulee merkitä selkeästi. (6.)

Jakeluverkkojen haltijat asettavat minimivaatimuksia verkon rinnalle kytkettäville varavoimakoneille. Suunnitteluvaiheessa ollaan yhteydessä verkonhaltijaan, koska ilman verkonhaltijan lupaa tuotannon kytkeminen yleiseen sähköjakeluverkkoon on kiellettyä. Biokin sähköliitymässä verkkoyhtiö on Elenia.

Valtakunnan sähköverkon rinnalla käyvät generaattorilaitokset tarvitsevat laitteistoon automaattisen tahdistuksen, automaattisen pätötehon säädön, automaattisen loistehon säädön, takatehosuojan generaattorille ja verkonsyötön katkaisun verkkohäiriön aikana.

3.4 Pientuotannon verotus

Sähköntuottajat ovat yleisesti sähköverovelvollisia. Laissa sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (1260/1996) määrätään, että sähköverovelvollisten on suoritettava kulutukseen luovutetusta sähköstä valmisteveroa. Sähkönverovelvollisuudesta voidaan kuitenkin vapautua tietyin ehdoin.

Yli 100 kVA:n tehoisten sähköntuottajien tulee rekisteröityä verovelvolliseksi. Rekisteröinti tapahtuu kirjallisesti Verohallinnolle. Alle 100 kVA:n tehoiset mikrovoimalaitokset ovat vapautettuja sähköverovelvollisuudesta. Verohallinnolle rekisteröiminen koskee kaikkia yli 100 kVA:n nimellistehoisia

varavoimakoneita ja generaattoreita, riippumatta siitä syötetäänkö sähköä verkkoon päin. Alle 800 000 kWh:n vuosituotantomäärällä riittää yksi ns. nolloveroilmoitus kerran vuodessa, mikä tarkoittaa ilmoitusta vain itse tuotetusta sähkön määrästä. Jos vuosituotanto ylittää 800 000 kWh, joudutaan normaali veroilmoitus tekemään kuukausittain. Veroilmoitukset tulee antaa sähköisesti OmaVero-palvelussa. (7.)

Verovelvollisuus vaikuttaa tuotantolaitoksen sähkönmittaukseen. Alle 100 kVA:n piensähköntuotantolaitokset eivät tarvitse omaa mittaria, riittää että ne on varustettu kaksisuuntaisella sähkön mittauksella, joka mittaa verkosta otetun ja siihen syötetyn energian. Näitä ei saa netottaa yhteen, vaan molemmat pitää varustaa erillisillä rekistereillä. Yli 100 kVA:n tuotantolaitokset pitää varustaa erillisellä mittauksella, jolla saadaan laskettua lisäksi tuotantolaitoksen oman tuotannon kulutus. Verkonhaltija vastaa verkosta oton ja annon mittaamisesta ja oman tuotannon mittaaminen on tuottajan omalla vastuulla. (8.)

3.5 Mitoitus

Tehon mitoitus on tärkeä osa generaattorilaitteiston suunnittelussa. Laitteisto mitoitetaan syötettävien kuormien tehon mukaan. Generaattorin tehoa mitoittaessa tulee ottaa huomioon se, että sen teho ilmoitetaan näennäistehona (kVA) ja kuormista puhutaan yleisesti pätötehona (kW). Näennäisteho kertoo kokonaistehon, joka koostuu pätötehosta ja loistehosta. Pätöteho on se teho, joka tuottaa työtä. Loistehokin on kuitenkin joissain tapauksissa välttämätöntä.

Mitoittaessa aggregaattia tulee ottaa huomioon seuraavia asioita: oikosulkuvirta, jännitteenalenema ja kuormat. Generaattorin tuottama oikosulkuvirta on yleisesti noin kolminkertainen sen nimellisvirtaan verrattuna (9). Oikosulkuvirran suuruus saattaa vaikeuttaa mitoitusta varsinkin isomilla yksittäisillä kuormilla. Haastetta luo saarekkeessa toimiessa tarvittavan oikosulkuvirran luominen suojan laukaisua varten. Generaattori kykenee syöttämään vain tietyn määrän kuormaa ilman että jännitteenalenema kasvaa liian suureksi. Liian suuri jännitteenalenema voi vaurioittaa laitteita, jotka on kytketty generaattoriin. Jos tämä muodostuu ongelmaksi, voidaan käyttää esimerkiksi porrastettua kuormien kytkentää. Tämä kuitenkin monimutkaistaa laitteistoa ja vaikuttaa heikentävästi käytettävyyteen ja luotettavuuteen, joten suotavaa on mitoittaa laitteisto tarpeeksi suureksi. (4, s. 31.)

Biolaitoksen oikosulkuvirtalaskenta tehdään ABB DOC-ohjelmalla. Ohjelmaan kirjataan keskuksset, niiden virrat ja liittymän oikosulkuvirta. Ohjelmalla saadaan laskettua näiden tietojen perusteella jokaiselle keskukselle oikosulkuvirta. Generaattorin lisäys kasvattaa oikosulkuvirtaa silloin, kun sitä käytetään valtakunnan verkon rinnalla, jolloin ongelmaa ei tule. Haastetta luo generaattorilaitteiston saarekekäyttö. Generaattorin tulee syöttää tarpeeksi oikosulkuvirtaa, jotta suojat laukeavat vikatilanteissa.

3.6 Suojaus

Kuten aiemmin mainittiin generaattorin toiminta ei saa vaarantaa käyttäjiä tai muita henkilöitä. Sen pitää myös olla turvallinen kuormien kannalta. Laitteiston tulee kestää oikosulkuvirta, joka syntyy vikatilanteessa. Kiinteistön pääkeskus on hyvä suojata ylijännitesuojalla, jolla suojellaan laitteita rikkoontumiselta.

Generaattori varustetaan suojauslaitteistolla, jolla varmistetaan tuotantolaitoksen suojaus verkkohäiriöissä ja estetään sähkön syöttäminen verkkoon päin. Takatehoilanteella tarkoitetaan sitä, kun verkosta tuleva teho alkaa pyörittämään generaattoria ja se alkaa toimimaan moottorin tavoin. Tämä aiheuttaa generaattorille isoa rasitusta. Takatehosuojan tarkoituksena on suojata aggregaattia. Suojauslaitteille asetetaan asetteluarvot, joiden mukaan suojaus toimii. Asetteluarvoihin kuuluu toiminta-aika sekä itse asetteluarvo. Toiminta-aika määrittää, kuinka nopeasti suojaus toimii sen jälkeen, kun suojalaite huomaa asetteluarvon saavutetuksi.

Generaattorikatkaisija ja verkkokatkaisija ovat merkittävässä roolissa suojauksessa. Katkaisijoiden tehtävänä on erottaa tuotantolaitos yleisestä sähköverkosta silloin, kun sähköverkkoon tulee jännitekatkos. Tällä vältetään vaaratilanteet, joissa tuotantolaitos syöttää yleistä jakeluverkkoa. Katkaisijoiden valinnassa tulee ottaa huomioon se, että niiden katkaisukyvyyn tulee riittää katkaisemaan oikosulkuvirta.

3.7 Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin ottamalla yhteyttä verkkoyhtiöön eli Eleniaan. Elenialle toimitettiin tiedot laitteiston käyttöpaikasta, tehosta ja tyypistä. Biokki on ainoa liittyjä sillä muuntajalla, josta kohdetta syötetään. Elenian ohjeiden mukaan suunnittelussa tulee noudattaa energiateollisuuden teknistä

liitettä 2, joka koskee yli 100 kVA:n tuotantolaitoksen liittämistä sähköverkkoon. Huomioon tulee ottaa se, että generaattorin käynnistyksessä jännite ei saa heilahtaa enempää kuin 4 % Sähköenergiailiiton suosituksen mukaan. Tuotanto voidaan liittää Elenian jakeluverkkoon, kunhan vaatimukset täyttyvät ja laitteet hyväksytään.

Generaattorilaitteiston toimintaa ohjaa automaatio. Generaattorin automaatio pidetään mahdollisimman yksinkertaisena ja riippumattomana muista automaatiojärjestelmistä, koska tämä helpottaa käyttöä ja lisää toimintavarmuutta (4, s. 15). Generaattorin automaatiolaitteisto tulee sen toimittajalta samassa yhteydessä kuin generaattori, joten sen suunnittelusta vastaa yleensä sen valmistaja.

Asiakkaan olemassa oleva kaasuaagregaatti on teholtaan 240 kVA. Tilaajan ajatuksena on käyttää generaattoria sekä varavoimana että päivisin, kun kuormaa on enemmän. Iltaisin ja öisin käyttö on vähäisempää. Koska aggregaattia käytetään sekä yleisen verkon rinnalla että varavoimana, tulee järjestelmään asentaa verkonerotuslaite, jolla generaattorilaitteisto irtaannutetaan sähköverkosta verkkohäiriöiden aikana.

ST 31 käsikirjan suosituksen mukaan generaattorin tulisi tuottaa kolmivaiheista oikosulkuvirtaa 10 s ajan vähintään 3 kertaa nimellisvirran verran (4, s. 94). Olemassa olevan kaasugeneraattorin nimellisvirta on 346 A, jolloin oikosulkuvirtaa tuotetaan kaavan 1 mukaan 1038 A. Generaattorin tuottaman oikosulkuvirran pieni määrä aiheuttaa haasteita varavoimakäyttöön. Rinnankäytön aikana ongelmaa ei ole, koska sähköverkko syöttää oikosulkuvirtaa. Huomioitavaa on, että saarekkeessa generaattorin tulee tuottaa vähintään suojalaitteen vaatima määrä oikosulkuvirtaa suojalaitteen sijaintipaikassa, jotta suoja laukeaa oikosulkutilanteessa.

$$I_k = 3 * I_n$$

KAAVA 1

I_k = oikosulkuvirta

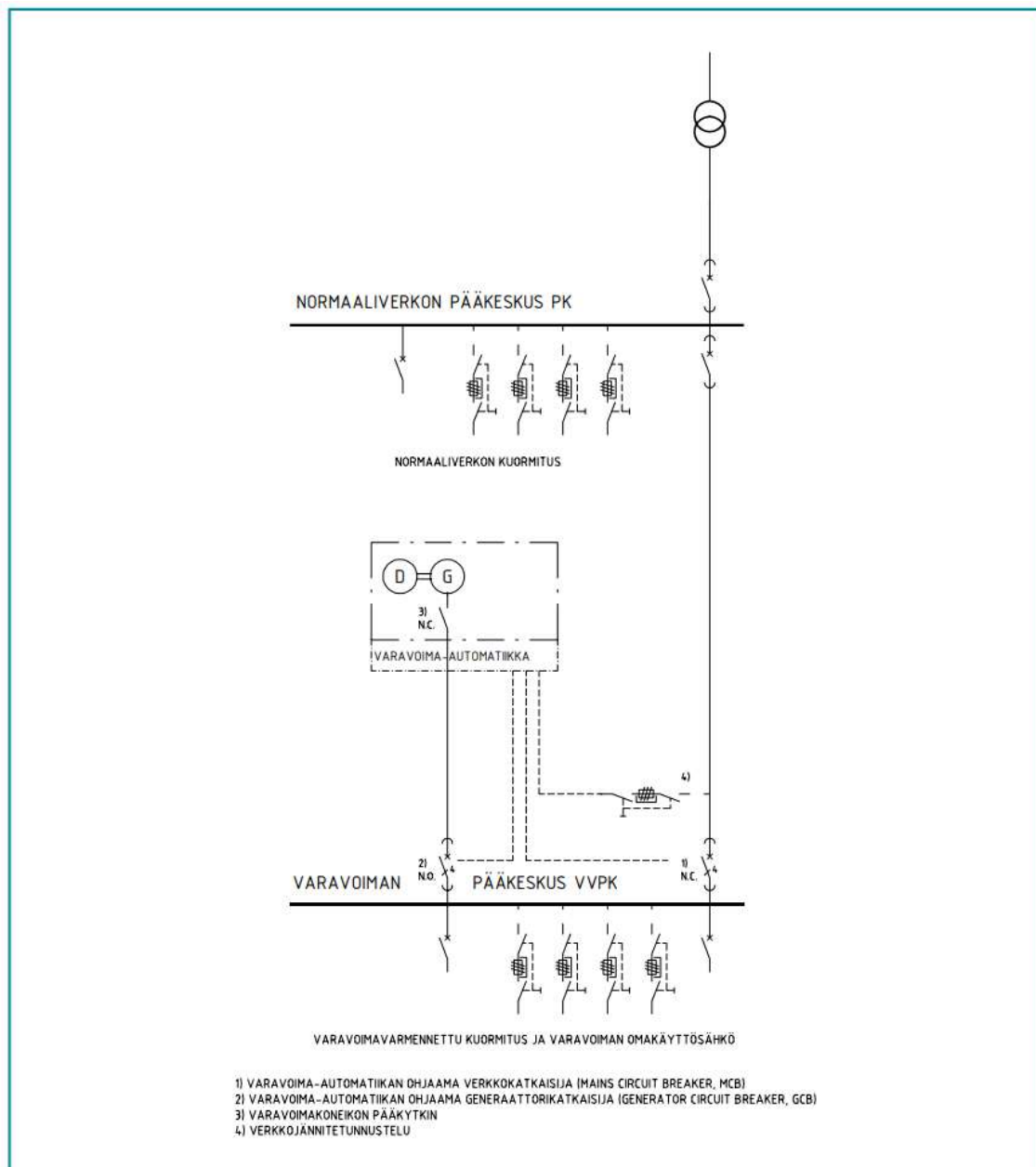
I_n = nimellisvirta

Generaattorilla syötettyjen asennusten tulee olla vikasuojattuja standardin SFS 6000 määräysten mukaisesti. Jos generaattorin tuottama oikosulkuvirta riittää standardin SFS 6000 mukaiseen suojaukseen, voidaan vikasuojaus toteuttaa ylivirtasuojien avulla. Usein kuitenkin generaattorin tuot-

tama oikosulkuvirta ei ole riittävän iso laukaisemaan ylivirtasuojaa tarpeeksi nopeasti oikosulkutilanteessa. Tällöin suojausta pitää täydentää muilla keinoilla, kuten vikavirtasuojilla, alijännitelaukaisulla tai muulla maasulun valvonta- ja laukaisulaitetta. (10, s. 324.)

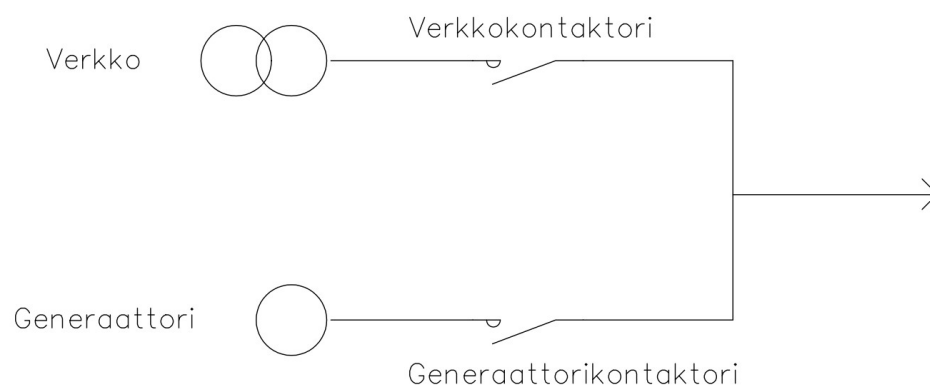
Biokin generaattori kykenee tuottamaan oikosulkuvirtaa 1038 A, mikä tarkoittaa sitä, ettei se riitä laukaisemaan esimerkiksi ryhmäkeskuksen RK4 125 A:n pääsulaketta oikosulkutilanteessa. Vikasuojasta voidaan täydentää asentamalla 300 mA:n vikavirtasuojat, jolloin automaattisen poiskytkennän vaatimukset täyttyvät. Koska Biokille tulee moottorilähtöjä, ovat 30 mA:n vikavirtasuojat liian herkkä. Moottorilähtöjen vuoksi myös alijännitelaukaisu voi aiheuttaa turhia laukaisuja, jonka takia paras vaihtoehto on 300 mA:n vikavirtasuojat.

Aggregaattia tarkastelemalla selvisi, että sen kunto ei ole täydellinen. Keskuksesta on poistettu komponentteja, kuten kierrosluvun, öljynpaineen ja vedenlämmön analogiset osoittimet (kuva 3). Koska laitteistolla on jo ikää, kysyttiin laitteiston ohjausjärjestelmän uusimisesta urakkahintaa eräästä varavoimaan erikoistuneesta yrityksestä. Yritykselle toimitettiin tarvittavat tiedot tarjouslaskentaa varten. Ohjausjärjestelmän uusimisen kustannukset nousevat niin suuriksi, ettei se ole tällä hetkellä järkevää.



KUVA 4 Esimerkki varavoimajärjestelmän pääkaaviosta (4, s. 40)

Syöttöjen vaihto saadaan toteutettua kahdella kontaktorilla, verkkokontaktorilla ja generaattorikontaktorilla. Kontaktorin malli voi olla esimerkiksi ABB AF460. Toimintaperiaate on nähtävissä kuvassa 5. Kontaktoreja ohjaa varavoiman ohjausjärjestelmä. Ohjausjärjestelmän sähkönsyöttö tapahtuu 8 - 36 VDC akustolla. Kun sähkö syötetään normaalitilanteessa sähköverkosta, on verkkokontaktori kiinni ja generaattorikontaktori auki. Rinnankäytön aikana molemmat kontaktorit ovat kiinni. Verkkohäiriön aikana verkkokontaktori aukaistaan ja generaattorikontaktori suljetaan, jolloin muodostuu saarekekäyttö. Lisäksi laitteistossa on erotuskytkin, jolla järjestelmä saadaan erotettua sähköverkosta.



KUVA 5. Generaattorilaitteiston toimintaperiaatekuva

4 AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Automaatio on yleistynyt tärkeäksi osaksi lähes jokaisessa prosessissa teollisuudessa. Olipa kyse pienestä mittauksesta tai suuren moottorin ohjauksesta, toteutetaan se usein automaation avulla. Automaatiota käytetään vähentämään ihmisen fyysisistä töitä ja valvontaa. Ja se ohjaa ja valvoo ihmisen puolesta. Automatisoimalla prosessin vaiheita saadaan parannettua tuottavuutta ja varmuutta.

Automaatio on olennainen osa biolaitoksen prosessia. Työssä laaditaan automaatiopiirustukset neljään automaatiokeskukseen. Automaatioon kuuluu logiikkoja, antureita, venttiilejä ja kaapelointia. Biokin automaatio toteutetaan Beckhoff-merkkisillä logiikoilla. Beckhoff on saksalainen automaatioon erikoistunut yritys, jonka vahvuus on PC-pohjaiset ohjausteknologiat. (11.)

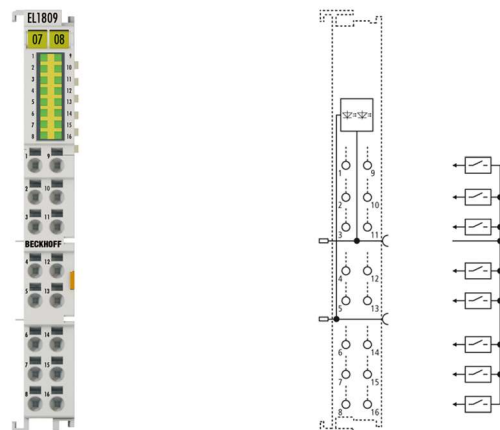
4.1 Automaatiolaitteet

Opinnäytetyöhön sisältyi automaatiosuunnittelu prosessin keskivaiheen automaatiokeskuksiin RKA 2.1-2.3 ja RKA 3.1 ja 4.1. Suunnittelu on kyseisten keskuksien instrumentointia, itse logiikkojen ohjelmointi ei kuulu tämän työn aiheeseen. Keskuksista laaditaan pää- sekä piirikaaviot. Työssä esitetään osia näistä suunnitelmista.

Logiikka koostuu itse moduulista (kuva 6) ja siihen kytkettävistä terminaleista. Moduuli ja terminaalit yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Terminaaleja on erilaisia sisään- ja ulostuloille. Esimerkiksi keskuksessa RKA2.1 käytetään 16-kanavaista digitaalista sisääntuloterminaalialia EL1809 (kuva 7). Kyseiseen keskukseseen tulee myös muita terminaleja, kuten digitaalinen ulostuloterminaalialia EL2809 ja analogisia sisääntuloterminaleja. Logiikan komponenttien valinnassa tulee huomioida tilan vaatimukset, esimerkiksi se, onko kyseinen tila EX-luokiteltu.



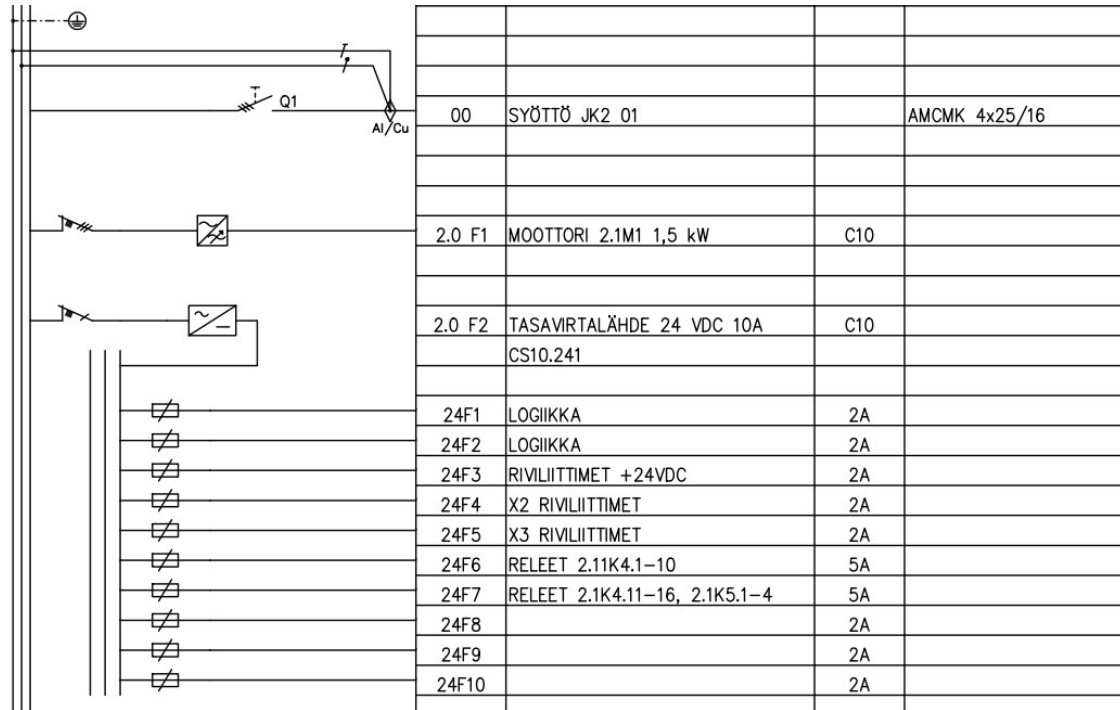
KUVA 6. EK1501-0100 Moduuli (12)



KUVA 7. Beckhoff EL1809 terminaali (13)

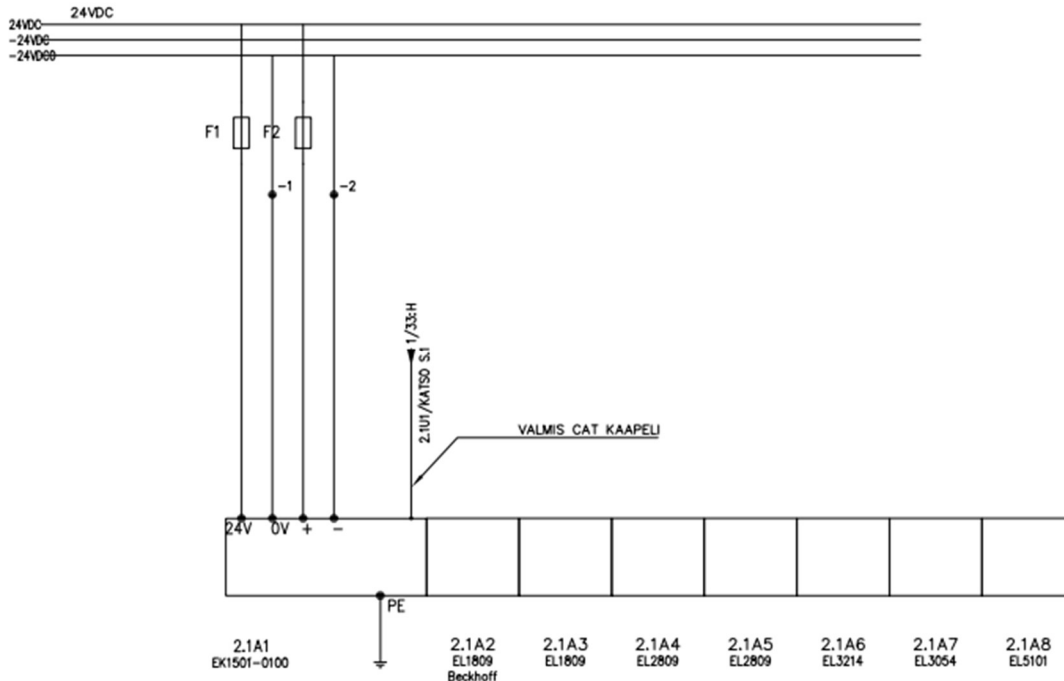
Automaation logiikkojen sähkönsyöttö tapahtuu automaatiokeskuksista. Tämä määrää keskusten sijainnin niin, että jokaiselle logiikalle sijoitetaan automaatiokeskus. Automaatiokeskusten $I_n = 63$ A. Logiikkojen sähkönsyöttönä toimii 24 VDC, joka toteutetaan keskuksiin sijoitetavilla PULS CS10.241 24 VDC -virtalähteillä. Tasavirtalähteeseen tulee 10 kpl sulakkeita. 24 VDC sähkönsyöttö kytketään moduulin EK1501-0100 virransyöttöliittimiin. Terminaalit saavat virransyöttönsä niiden kyljissä olevista kontakteista. Isoimmat toimilaitteet kytketään logiikkaan releen kautta. Tällä

saadaan suojattua logiikkaa esimerkiksi oikosulkutilanteissa. Logiikkojen kytkentäpisteet johdetaan valmiiksi riviliittimille, mikä helpottaa myöhempiä laitteiden lisäyksiä. Automaatiokeskuksen RKA2.1 pääkaavio on nähtävissä kuvassa 8.



KUVA 8. Automaatiokeskuksen RKA2.1 pääkaavio

Kuvasta 9 nähdään, että RKA2.1 logiikkaan tulee päämoduulin lisäksi 7 terminaalia. Logiikan kortteja on 5 erilaista. EL1809 terminaalit ovat digitaalisia sisääntuloja ja EL2809 digitaalisia ulostuloja. EL2809 ja EL3054 ovat analogisia sisääntuloja. EL5101 on pulssianturitulo, jolla saadaan mitattua kääntymiskulmaa.



KUVA 9. RKA2.1 Logiikka

Biokin automaatiojärjestelmästä tulee etäluettava, mikä mahdollistaa sen, ettei siellä tarvita jatkuvaa valvontaa, vaan hälytykset saadaan tarkastettua etäyhteyden avulla. Tämä säästää henkilököuluja.

4.2 Anturit

Biolaitokselle tulee useanlaisia antureita, joiden avulla saadaan säädettyä prosessin toimintaa. Venttiileitä ohjataan induktiivisilla antureilla. Digitaaliset inputit antavat binäärisen tiedon, eli arvo on joko yksi tai nolla. Anturit ovat tällöin on/off-tyyppisiä. Analoginen signaali voi olla joko virta- tai jännitearvo. Yleisin käytetty signaali on 4 - 20 mA. Signaali saadaan skaalattua siten, että anturilta saadulla arvolla voidaan muodostaa tarkka tieto esimerkiksi lämpötilasta. Analogisia antureita käytetään mittaamassa prosessin painetta ja lämpötilaa.

Esimerkiksi puristimien toimintaa ohjataan siten, että induktiivinen anturi antaa tilatiedon puristimen sijainnista, jonka avulla logiikassa oleva ohjelma tietää, miten puristinta kuuluu ohjata. Induktiivinen

anturi havaitsee metallin. Sen toimintaperiaatteena on magneettikentän havaitseminen anturin toiminta-alueella. Tämän tiedon avulla voidaan ohjata venttiilejä. Antureiden kaapelointi tapahtuu antureissa olevilla valmiskaapeleilla.

Beckhoff EL1809-terminaaleissa käytetään PNP-tyyppisiä antureita valmistajan ohjeiden mukaisesti. PNP-tyyppisessä anturissa signaali tulee positiivisen jännitteen kautta. Toinen anturityyppi on NPN, jossa signaali tulee negatiivisen jännitteen kautta. Se kumpaa tulee käyttää, määräytyy käytettävän terminaalin perusteella.

5 YLEISKAPELOINNIN SUUNNITTELU

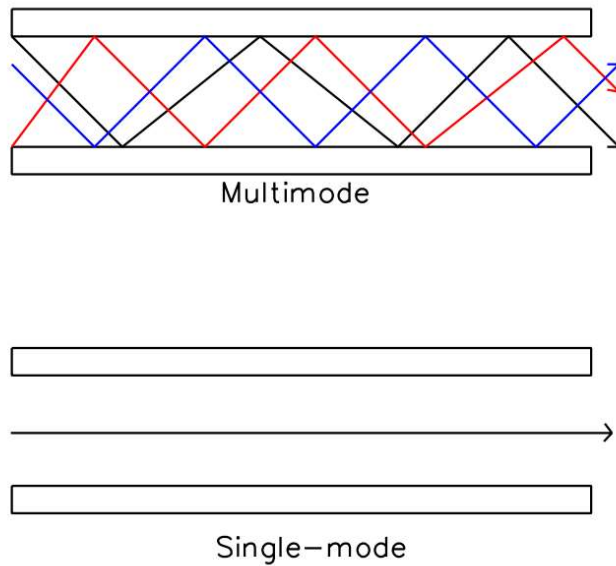
Kiinteistöjen sisäverkoista ja teleurakoinnista määrätään Traficomien määräyksessä M 65 D. Määräyksen tarkoituksena on taata kiinteistöjen sisäverkoille tekninen laatu nyt sekä myös tulevaisuudessa.

Yleiskaapeloinnin osalta määräys vaatii, että toimitilakiinteistön ja julkisen kiinteistön on täytettävä standardin SFS-EN 50173-1 luokan E vaatimukset pysyvän siirtotien parikaapeloinnissa. Vaatimus ei koske runkokaapelointia rakennusten välillä, joiden etäisyys ylittää 90 metriä. Tällöin kaapeloinnin tulee täyttää laskennallisesti mahdollinen suorituskykyluokka. (14.)

Pysyvällä siirtotiellä tarkoitetaan jakamoiden välisiä tai jakamoiden ja rasian välisiä yleiskaapeleita, jotka on päätetty liittimillä molemmista päistä. Se voi tarkoittaa myös kuitukaapelia, joka on päätetty molemmista päistä.

Telejärjestelmän tarkoituksena on välittää tietoa paikasta toiseen. Biolaitokselle tulevien automaatiolaitteistojen vuoksi on tärkeää, että tiedon siirto toimii moitteettomasti. Laitoksen telejärjestelmän runkokaapelointi toteutetaan kuituverkolla. Lisäksi logiikoiden väliset yhteydet toimivat kuituyhteyksillä.

Optiset kaapelit eli valokuitukaapelit ovat joko monimuotokuituja (OM) tai yksimuotokuituja (OS). Monimuotokuituja voidaan käyttää toimitilakiinteistöjen sisäisissä yhteyksissä. Pidemmällä matkoilla yksimuotokuitu on käytännössä ainoa vaihtoehto. Asuinkiinteistöissä vaatimuksena on käyttää yksimuotokuitua. Toimitilakiinteistöissä kaapeloinnissa voidaan käyttää myös yksimuotokuituja. Yksimuotokuitu eroaa monimuotokuidusta valon etenemistavalla. Monimuotokuidussa valo etenee heijastamalla seinien kautta toisin kuin yksimuotokuidussa valo etenee suoraan. Kuvasta 10 nähdään valokuitukaapelien heijastuminen. Yksimuotokuidun tekniikka mahdollistaa pitkät siirtomatkat.

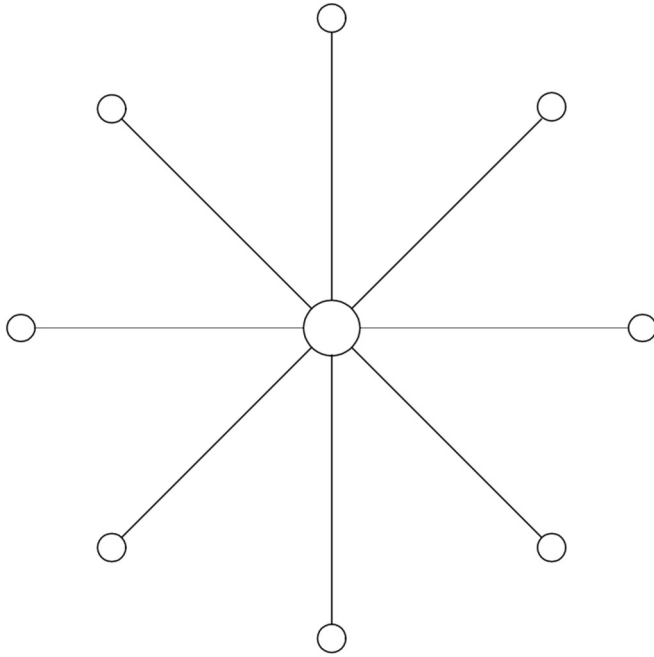


KUVA 10. Valon eteneminen valokuidussa

5.1 Kaapelointi

Biokin yleiskaapelointi toteutetaan parikaapeloinnilla ja optisella kaapeloinnilla. Kaapeloinnissa käytetään luokan OM4 monimuotovalokuitua, luokan OS2 yksimuotovalokuitua ja luokkien CAT6 ja CAT6A parikaapelia. Määräys 65D vaatii, että sisäverkot ovat rakenteeltaan tähtiverkkoja (kuva 11).

Tähtiverkon rakenteessa kaikki verkon osat ovat yhteydessä keskellä olevaan pisteeseen. Tämä parantaa luotettavuutta verrattuna rengas- ja väylärakenteisiin verkkoihin, koska tällöin esimerkiksi kaapelin vaurioituessa vain kyseisen kaapelin päässä yhteys vikaantuu. Tähtitopologian huono puoli on se, että kun keskellä oleva keskitin vikaantuu, koko verkko kaatuu. Lisäksi tähtitopologia vaatii jokaiselle pisteelle oman kaapeloinnin. (15.)



KUVA 11. Tähtirakenne topologia

Parikaapelit sijoitetaan erilleen sähkönsyötön kaapeleista SFS-EN 50174-2-standardin mukaisesti. Kaapelireittien tulisi olla kuitenkin yhteiset, jotta kaapeleiden välille ei synny häiriöitä aiheuttavia silmukoita.

Parikaapeloinnissa saadaan täytettyä luokan E vaatimukset, kun käytetään CAT6 kaapeleita ja liitostarvikkeita. Siirtotien pituus voi olla enintään 90 metriä luokan E vaatimuksissa. CAT6A kaapelointi mahdollistaa E_A-luokan täyttymisen. (16.)

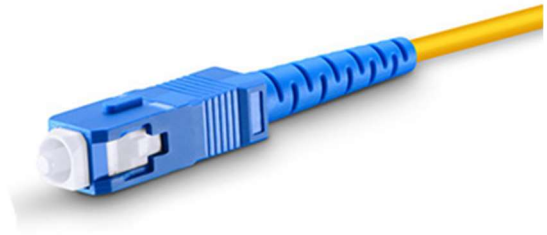
5.2 Valokuitukaapelien päättäminen

Kuitukaapelit päätetään optisiin päätepaneeleihin jakamoissa. Päättäminen tapahtuu hitsaamalla kuitujen päihin häntä, jossa on liitin. Yleisimpiä liittintyyppäjä ovat LC- ja SC-liitin. Liittimet on esitetty kuvassa 12. SC-liitin on pitkään ollut standardiliittimen asemassa kuitukaapeloinnissa. Viime vuosina on yleistynyt myös LC-liitin, joka muistuttaa SC-liitintä, mutta se on kooltaan puolet pienempi. LC-liittimen suorituskyky on samantasoinen kuin SC-liittimellä. Pienempi koko tuo etuja, kuten sen, että samaan paneeliin mahtuu kaksi kertaa enemmän kytkentöjä. Pitää kuitenkin muistaa, että molemmat liittimet tarvitsevat niille soveltuvat liitinpaneelit.

Simplex LC Fiber Connector



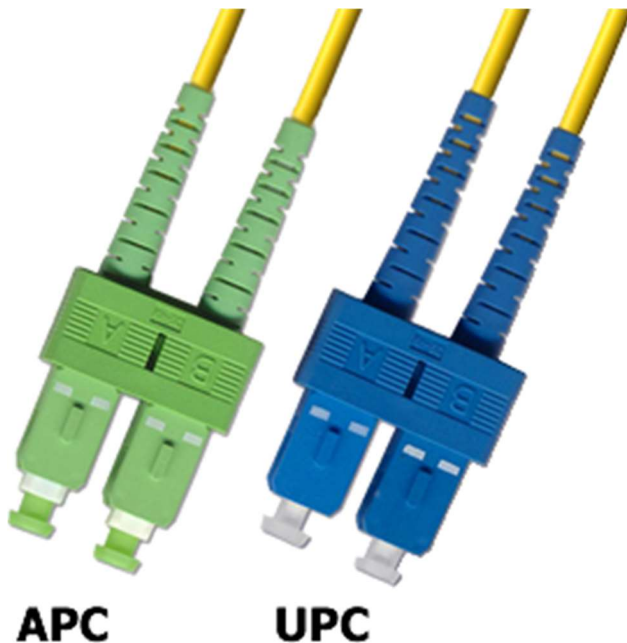
Simplex SC Fiber Connector



KUVA 12. LC- ja SC-liittimet

Liittimen hiontatapa vaikuttaa sen heijastusominaisuuksiin. Yleisimpiä ovat UPC- ja APC-hionta. APC eli angled pc-hionta tarkoittaa sitä, että kuidun pää on hiottu 8 asteen kulmaan. Tämä vaikuttaa heijastusvaimennukseen siten, että valo heijastuu pois päin, mikä parantaa verkon suorituskykyä vähentämällä häiriötä.

Nykyään UPC-hionta on minimivaatimus ja suositellaan APC-hionnan käyttämistä. APC-hionta on suorituskykyisempi ja se tukee nykyaikaisia järjestelmiä, kuten kaapeli-tv:tä. APC-liittimen tunnistaa vihreästä rungosta ja UPC-liittimen sinisestä rungosta (kuva 13).



KUVA 13. APC- ja UPC-liittimien värikoodaus

5.3 Luokat

Monimuotokuidut voidaan jakaa kategorioihin OM1, OM2, OM3, OM4 ja OM5. Nykyään toimitila-kiinteistöissä tulee käyttää vähintään OM3-luokan kuitua. Yksimuotokuidut jaetaan luokkiin OS1 ja OS2. Asuinkiinteistön kaapelointi tulee toteuttaa nykyisin luokan OS1 yksimuotokuidulla. Luokkien suorituskyky paranee aina numeron kasvaessa. (17.)

5.4 Rakenne

Sisäverkkojen rakenteessa muodostetaan jokaisen jakamon suhteen tähtiverkko. Tähtiverkon etuna on toiminta vikatilanteissa. Biokin runkokaapeloinnin rakenne toteutetaan siten, että valvomoon sijoitetaan talojakamo RKT0, josta maakaapeloidaan alijakamolle RKT2. RKT2 toimii tähtipisteenä, josta kaapeloidaan RKT3 jakamolle.

Kiinteistöille on asetettava Traficomien määräyksen mukaan talojakamo ja tarpeellinen määrä alijakamoita. Tarpeellinen määrä tarkoittaa nykyhetken tarpeita vastaavaa ja tulevaisuuden tarpeisiin varautuvaa määrää. Biokin suunnitelmat tehdään sen mukaan, että kapasiteetti riittää myös tulevaisuuden tarpeisiin. Biokilla sisäverkko muodostuu valvomoon tulevasta pääjakamosta (talojakamosta) ja alijakamoista, jotka sijoitetaan automaatioryhmäkeskusten läheisyyteen. Tämä mahdollistaa automaatiolaitteiden helpon kytkettävyyden ja yhteyden luomisen.

5.5 Jakamot

Talojakamo on se jakamo, johon teleoperaattori tuo oman liittymisjohtonsa. Kiinteistön muille jakamoille eli alijakamoille liitytään täältä. Talojakamon sijaintia suunnitellessa tulee ottaa huomioon, että kaapeleille saadaan turvalliset kaapelireitit, tilaa on riittävästi ja tilan olosuhteet ovat sopivat. Talojakamossa tulee olla säilytystila asiakirjoille ja riittävä määrä pistorasioita.

Alijakamoita tulee RKT2 ja RKT3, joihin automaatiokeskukset liitetään. Lisäksi jakokeskukset JK4, JK5 ja JK9 tarvitsevat kuituyhteyden. Jakamot sijoitetaan tilaan, jossa saattaa olla höyryä ja muita haasteellisia olosuhteita. Jakamoiden kaappiin tulee RJ45 paneeleita, kuitupaneeli, aktiivilaitteita ja pistorasiapaneeli. Jotta kaappiin saadaan tarpeeksi tilaa, kaapin kooksi valitaan 1200x600.

Suunnitelmissa käytettävää seinäkaappia on saatavilla IP-luokituksilla 40 ja 55 ja se on esitetty kuvassa 14.



KUVA 14. Suunnitelmissa käytetty seinäkaappi (18)

5.6 Telesuunnittelu

Telejärjestelmän suunnittelu koostui lähinnä runkokaapeloinnista eli kaapeloinnista talojakamolta alijakamoille. Suunnittelun lähtökohtana on taata kiinteistölle riittävä tiedonsiirtokapasiteetti nyt ja myös tulevaisuudessa. Runkokaapeloinnissa tämä toteutetaan käyttämällä sekä parikaapelointia että valokuitukaapelointia. Valokuitukaapeli on nykyaikaisin kaapeli tiedonsiirtoon ja mahdollistaa ison tiedonsiirtokapasiteetin. Jakamoiden välinen kaapelointi toteutetaan 12xOM4 -monimuotovalokuitukaapelilla sekä kahdella neliparisella CAT6A-kaapelilla. Automaatiokeskusten kaapelointi toteutetaan 12xOM4 -valokuitukaapelilla, johon logiikat yhdistetään. Tämä määräytyi logiikkojen mukaan, sillä yleisesti logiikat toimivat joko valokuituyhteydellä tai parikaapeloinnilla. Biokin automaatiojärjestelmään valikoitui Beckhoffin EK1501-0100 moduuli, jonka yhteydet toteutetaan monimuotokuitua käyttäen. Telejärjestelmän kaapelireitit määräytyivät sähkönsuunnittelijan suunnittelemien

kaapelihyllyjen ja -reittien mukaan. Parikaapelit ja valokuitukaapelit erotetaan standardin SFS-EN 50173 mukaan sähkönsyöttökaapeleista, jotta niihin ei synny häiriöitä.

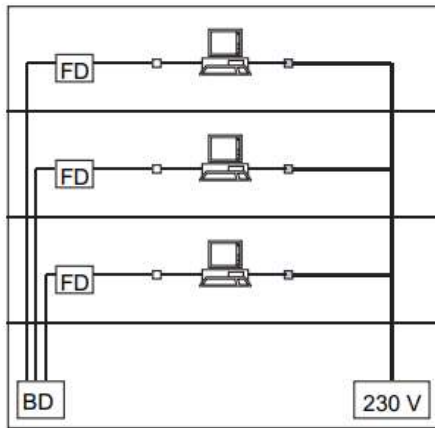
Yleiskaapelointia suunniteltaessa huomioidaan tietoturvallisuus kartoittamalla kiinteistön käyttötarkoitus ja mahdolliset uhat. Omistaja vastaa sisäverkon turvallisuudesta. Sisäverkon turvallisuus on tärkeää olla kunnossa, koska laitteistot ovat lisääntyvin määrin kytketty sisäverkkoon ja internetiin. Tämä lisää turvallisuuden tarvetta, sillä ulkopuolisen tahon pääsy verkkoon voi aiheuttaa mittavia häiriöitä tai tiedon menetyksiä. Turvallisuuden kannalta on tärkeää, että jakamot ovat lukituksen takana. Asiattomilla ei saa olla pääsyä sisäverkon laitetiloihin tai kytkentäpaikkoihin.

Runkokaapeloinnin päättäminen tapahtuu jakamoihin RKT0, RKT2 ja RKT3. Jakamot sijoitetaan lukittaviin seinäkaappeihin. Seinäkaappien sisälle tulee paneelit kuiduille ja CAT6A-kaapeloinnille sekä pistorasiapaneelit ja laitehyllyt. Suunnitelmissa käytetään Steran valmistamaa SPS321281 seinäkaappia. Sen koko on 1200x600x600, joten sisältö mahtuu kaappiin. Laitekaappia ei kannata suunnitella liian ahtaaksi, vaan kaapelien päättämiseksi tulee jättää riittävästi tilaa. Laitekaapit ovat lukittavia, jotta ulkopuoliset eivät pääse niihin käsiksi. Runkokaapeloinnissa tulee huolehtia, ettei parikaapeloinnin pituus ylitä 100 metriä EN 50174-standardin mukaisesti. Biokin runkokaapeloinnin pisimmät vedot ovat nähtävillä taulukossa 2. Pisimmäksi vedoksi muodostuu RKT0:n ja RKT2:n välinen kaapelointi. Sen kaapelointi tapahtuu valvomon ja päärakennuksen välillä ja sen pituudeksi tulee 88 metriä.

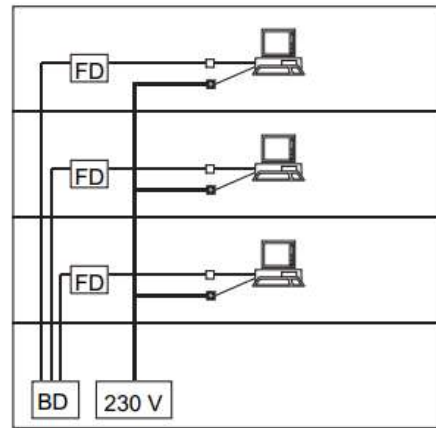
TAULUKKO 2. Runkokaapeloinnin pituuksia

Telejärjestelmän Runkokaapelointi		
Mistä	Mihin	Pituus (m)
RKT0	RKT2	88
RKT2	RKT3	57

Tietoliikennekaapelit erotetaan vahvavirtakaapeleista standardin EN 50174-2 mukaisesti, jotta turhia häiriöitä ei synny. Kaapelit tulevat samalle kaapelihyllylle, ja ne asennetaan eri puolille kaapelihyllyä. Tällöin toteutuvat myös yhtenäiset kaapelireitit, jolla vältetään suurien silmukoiden syntyminen (kuva 15). Ylimääräisten silmukoiden syntyminen aiheuttaa häiriöitä tietoliikennekaapeleihin.



Eri reitit ⇒ Laajoja silmukoita



Yhteiset reitit ⇒ Ei laajoja silmukoita.
Kaapeleiden etäisyyksien on kuitenkin oltava riittävät.

KUVA 15. Sähkö ja tietoliikennekaapeleilla tulee olla yhteiset kaapelireitit (19, s. 436)

Määräys 65D vaatii talojakamoille ja alijakamoille potentiaalitasauskiskon tai -liittimen, johon potentiaalitasausjohtimet liitetään. Jakamot yhdistetään jakokeskuksen maadoituskiskoon 6 mm² kuparilla. Maadoituskaavio ei kuulu tämän työn aiheeseen, mutta telekaavion suunnittelussa tulee ottaa huomioon jakamoiden maadoituskiskot siten, että sellaiset sijoitetaan jokaiseen jakamoon telejärjestelmäkaaviota piirtäessä.

5.7 Testaus

Kaapeleiden suorituskyky todennetaan asennuksen loppuksi suoritettavalla testauksella. Testaukseen on määritelty omat standardit. Parikaapeloinnille ja optiselle kaapeloinnille on omat standardinsa. Standardeissa määritellään testausmenetelmät kuten testauslaitteiden ominaisuudet ja testauskoonpanot. Sisäverkon testauksessa testataan kaapeloinnin tekninen suorituskyky. Testaus suoritetaan pysyvän siirtotien rajapinnoista. Mittalaitteiden tulee olla hyväksytyjä ja kalibroituja. Parikaapeloinnissa tarkastetaan johdinparien kytkennät, oikosulut, katkokset ja värijärjestelmän mukaiset kytkennät. Testauksessa varmistetaan, että parikaapelointi täyttää sille määritetyn suorituskykyluokan. Optisten siirtoteiden testauksessa tarkastetaan, että siirtotien vaimennus täyttää sille määritetyt vaatimukset. Optisien siirtoteiden loppudokumenttien yhteydessä tulee olla valokuvat jakamoista. (15, s. 17.)

6 YHTEENVETO

Työssä oli tarkoituksena tutustua valtakunnanverkon kanssa rinnankäyvän generaattorin toimintaan ja sen suunnitteluun liittyviin vaatimuksiin. Generaattorin käyttöön on taloudelliset perusteet. Lisäksi työssä suunniteltiin automaatio- ja telejärjestelmää. Työssä suurin osuus oli piirustusten piirtämistä. Piirustusten piirtämiseen käytettiin CADMATIC 18 -ohjelmistoa. Aikaisempaa kokemusta varsinkaan automaatiopiirustusten piirtämisestä minulla ei ollut.

Generaattorikäytön selvittelytyössä laitteiston ikä toi omalta osaltaan vaikeuksia. Asiakkaalla oli kuitenkin selkeä tarve saada hyödynnettyä prosessissa saatavaa kaasua, jota aggregaatilla käytetään. Generaattorilla voidaan toteuttaa myös varavoima sähkökatkosten aikana. Selvittelytyö toteutettiin teoriatasolla, koska sähköpääkeskusta ei ehditty suunnittelemaan työn aikana. Lisäksi toimeksiantaja ei ole tehnyt päätöstä generaattorilaitteiston käytöstä.

Työssä suunniteltiin automaatiokeskuksia, joilla ohjataan prosessin toimintaa. Automaation ohjauksessa käytetään Beckhoffin PC-pohjaisia logiikkoja. Prosessin ohjaamiseen käytetään paljon erilaisia antureita ja toimilaitteita. Logiikkojen ohjelmointi ei kuulunut tämän työn aiheeseen, vaan aiheena oli keskuskaavioiden suunnittelua ja instrumentointia. Työssä suunniteltiin piirikaavio ja pääkaavio viiteen eri automaatiokeskukseen. Automaatiokeskuksista laajin on RKA 2.1. Siinä on yhteensä kahdeksan moduulia. Digitaalisia I/O pisteitä siihen tulee 64, joista puolet on sisääntuloja ja puolet lähtöjä. Lisäksi siihen tulee kahdeksan analogiatuloa ja yksi pulssianturitulo.

Telejärjestelmän suunnittelussa keskityttiin runkokaapeloinnin suunnitteluun. Runkokaapeloinnista laadittiin telejärjestelmäkaavio, jossa jakamoita on kolme kappaletta. Automaatiokeskusten viereen tulee pienet laitekaapit, joiden kautta automaatiokeskukset liitetään sisäverkkoon. Runkokaapelointi suoritettiin nykyaikaisilla valokuitu- ja parikaapeloinneilla. Tämä mahdollistaa hyvän tiedonsiirtokapasiteetin nyt ja tulevaisuuden varalle. Runkokaapeloinnissa noudatettiin Traficomien M65D-määräyksen vaatimuksia.

Tämän opinnäytetyön aikana kehityin CAD-piirtäjänä ja uskon siitä olevan hyötyä tulevaisuudessa. Tavoitteet saavutettiin automaatio- ja telesuunnitelmissa, ja niistä tuli erittäin käyttökelpoiset. Generaattorilaitteiston selvitystyö keskittyi teoriaosuuteen, ja siihen pääsin perehtymään enemmän kuin aikaisemmin opintojen aikana.

LÄHTEET

1. Biokaasu osana kiertotaloutta. Gasum. Saatavissa: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/>. Hakupäivä 19.1.2021
2. Sähkön ja lämmön tuotanto 2019. Tilastokeskus. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/salatu/2019/salatu_2019_2020-11-03_tie_001_fi.html. Hakupäivä 19.1.2021.
3. Biokaasu. Motiva. Saatavissa. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu. Hakupäivä 19.1.2021.
4. Varavoimakoneet ja -laitokset 2019. ST-käsikirja 31. Sähkötieto Ry
5. Sähkön pientuotanto. Energiateollisuus. Saatavissa: https://energia.fi/energiasta/asiakkaat/sahkoasiakkuus/sahkon_pientuotanto. Hakupäivä 3.2.2021.
6. Tekninen liite 2 ohjeeseen sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon – nimellistehoaltaan yli 100 kVA laitoksen liittäminen. Energiateollisuus. Saatavissa: https://energia.fi/files/1252/tekninen_liite_2_-_yli_100_kVA_paivitetty_20160427.pdf. Hakupäivä 3.2.2021.
7. Energiaverotus. Verohallinto. Saatavissa: <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56206/energiaverotus/#2.3-s%C3%A4hk%C3%B6veron-m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4misen-perusteet>. Hakupäivä 11.2.2021.
8. Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon. Energiateollisuus. Saatavissa: https://energia.fi/files/3888/ohje_tuotannon_liittamisesta_asiakasviestintaan_PAIVITETTY_20190611.pdf. Hakupäivä 19.2.2021.
9. Suunnittelu. Fingen. Saatavissa: <http://www.fingen.fi/suunnittelu/>. Hakupäivä 19.2.2021.
10. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

11. Beckhoff Automation. Beckhoff. Saatavissa: <https://www.beckhoff.com/fi-fi/company/>. Hakupäivä 18.3.2021.
12. EK1501-0100. Beckhoff. Saatavissa: <https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/i-o/ethercat-terminals/ek1xxx-bk1xx0-ethercat-coupler/ek1501-0100.html>. Hakupäivä 25.3.2021.
13. EL1809. Beckhoff. Saatavissa: <https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/i-o/ethercat-terminals/el1xxx-digital-input/el1809.html>. Hakupäivä 25.3.2021.
14. Määräys 65D/2019 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. Traficom. Liikenne- ja viestintävirasto
15. Verkon topologia. Oulun seudun ammattiopisto. Arkistoitu. Saatavissa: https://web.archive.org/web/20160305153536/http://www.okol.org/verkkokurssit/datanomi/tietojarjestelmien_kaytto_ja_kehittaminen/lahiverkko_internet/lanjaint/johdanto_verkkotekniikkaan/johdanto3.htm. Hakupäivä 23.4.2021
16. Tietotekniikka Yleiskaapelointijärjestelmät. Sesko. Saatavissa: https://www.sesko.fi/files/629/SESKO_Yleiskaapelointijarjestelmat_PK_2020.pdf. Hakupäivä 19.2.2021.
17. Koivisto, Pekka 2011. Kiinteistöjen optiset kaapeloinnit. Helsinki: Nestor Cables Oy.
18. SPS321281. Stera. Saatavissa: <https://www.stera.com/tuotteet/laite-ja-jakokaapit/seina-kaapit/?productid=7215269&title=SPS321281>. Hakupäivä 25.3.2021.
19. Yleiskaapelointijärjestelmät 2019. ST-käsikirja 16. Sähkötieto Ry

LIITTEET

RKA 2.1 Pääkaavio liite 1 (Luottamuksellinen)

RKA 2.1 Piirikaavio liite 2 (Luottamuksellinen)

RKA 2.2 Pääkaavio liite 3 (Luottamuksellinen)

RKA 2.2 Piirikaavio liite 4 (Luottamuksellinen)

RKA 2.3 Piirikaavio liite 5 (Luottamuksellinen)

RKA 3.1 Pääkaavio liite 6 (Luottamuksellinen)

RKA 3.1 Piirikaavio liite 7 (Luottamuksellinen)

RKA 4.1 Pääkaavio liite 8 (Luottamuksellinen)

RKA 4.1 Piirikaavio liite 9 (Luottamuksellinen)

Telejärjestelmäkaavio liite 10 (Luottamuksellinen)

Asemapiirustus liite 11 (Luottamuksellinen)