



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

SEVERI SILLANPÄÄ

Puistomuuntamoiden suunnittelun tehostaminen

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2022

TIIVISTELMÄ

Sillanpää, Severi: Puistomuuntamoiden suunnittelun tehostaminen
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Joulukuu 2022
Sivumäärä: 35

Tämä opinnäytetyö on tehty UTU Oy:n toimeksiantona. Puistomuuntamoja on suunniteltu UTU Oy:ssä pitkään samalla tavalla ja tämän työn avulla etsittiin uusia tapoja puistomuuntamoiden suunnittelun tehostamiseksi. Puistomuuntamon suunnittelun periaatteita käytiin työssä läpi kohta kohdalta suunnittelutyön helpottamiseksi.

Opinnäytetyössä käytiin selkeästi läpi puistomuuntamoiden suunnittelun vaiheet, joiden avulla saadaan huomioitua muuntamoiden suunnitelmissa oleelliset komponentit ja rakenteet. Työssä etsittiin keinoja kehittää ja tehostaa puistomuuntamoiden suunnittelua. Lisäksi tarkasteltiin suunnittelun tehostamista eri näkökulmista ja yritettiin löytää suunnittelussa huomioitavia kehityskohteita.

Aiheita suunnittelun tehostamisen kehityskohteiksi saatiin UTU Oy:n puistomuuntamo-osaston toimihenkilöiltä. Työ toteutettiin haastatteluiden, lähteiden sekä oman pohdinnan pohjalta. Tehostamiskeinoja etsittiin rajapintoihin, projektin hallintaan sekä vakiomuuntamoiden suunnitteluun. Merkittävimpinä keinoina esiin nousivat aikataulujen hallinta, suunnittelun virheettömyyden ja tehokkuuden sekä tiedonkulun kehittäminen.

Avainsanat: puistomuuntamo, suunnittelu, tehostaminen

Abstract

Sillanpää, Severi: Enhancing the designing of compact secondary substations
Bachelor's thesis
Electrical and Automation Engineering
December 2022
Number of pages: 35

This thesis has been made by commission by UTU Oy. Compact secondary substations have been designed in the same way at UTU Oy for a long time, and with the help of this work new ways to improve the design of compact secondary substations were researched. The design phases and principles of compact secondary substations were reviewed point by point to facilitate the designing work.

In the thesis, the stages of designing compact secondary substations were clearly reviewed, which improves the consideration of the essential components and structures in transformer substations plans. Ways to develop and enhance the design of compact secondary substations was studied in this thesis. In addition, the enhancement of designing was examined from different perspectives and an attempt was made to find development targets to be considered in designing.

Topics for improvement of designing were received from employees of UTU Oy's compact secondary substations department. The work was carried out based on interviews, sources, and own reflection. Ways to improve efficiency were sought for interfaces, project management and the design of standard transformer substations. Emerged as the most significant means were schedule management, flawlessness and efficiency of designing, and the development of information flow.

Keywords: compact secondary substations, designing, enhancement

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 PUISTOMUUNTAMO	7
2.1 Puistomuuntamon rakenne.....	7
2.2 Puistomuuntamoiden lähihistoria ja tulevaisuus	7
2.3 UTU Oy	8
2.4 UTU Oy:n puistomuuntamot	9
2.4.1 Ala-asetat	10
2.4.2 RMU-kojeistot	11
2.4.3 UTU Vahti	11
3 PUISTOMUUNTAMON SUUNNITTELU	13
3.1 Vakiomuuntamon suunnittelun vaiheet.....	13
3.2 Piirtäminen	13
3.2.1 Rungon valinta.....	14
3.2.2 Pienjännitetila	15
3.2.3 Pienjännitetilan mitoitukset	16
3.2.4 Keskijännitetila.....	16
3.2.5 Pää- ja keskijännitekiskostokaavio	17
3.2.6 Omakäyttökeskus	18
3.2.7 Maadoitus, julkisivu ja putkitus	18
3.2.8 Piirikaaviot	18
3.3 Kuvapaketit.....	19
3.4 ERP-järjestelmän hallinta	19
3.5 Erikoismuuntamoiden suunnittelu.....	20
4 SUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN.....	22
4.1 Rajapinnat	22
4.1.1 Suunnittelu ja myynti.....	22
4.1.2 Suunnittelu ja osto	23
4.1.3 Suunnittelu ja tuotanto	23
4.2 Projektinhallinta	24
4.2.1 Aikataulut.....	24
4.2.2 Suunnittelun virheettömyys ja tehokkuus.....	25
4.2.3 Tiedonkulku	26
4.3 Vakiomuuntamoiden suunnittelu	27
4.3.1 Suunnittelun automatisointi.....	27
4.3.2 Listaus asiakaskohtaisista vaatimuksista.....	28

4.3.3 Puistomuuntamoiden suunnitteluohje	29
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	30
6 YHTEENVETO.....	32
LÄHTEET.....	34

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehostaa puistomuuntamoiden suunnittelua UTU Oy:ssä. Puistomuuntamoiden suunnittelua on tehty UTU Oy:ssä samalla kaavalla pitkään ja tässä opinnäytetyössä selvitetään tehostamiskeinoja puistomuuntamoiden suunnitteluun.

Työn tavoitteena on kertoa puistomuuntamoista yleisesti, käydä läpi puistomuuntamon suunnittelun vaiheita yksityiskohtaisesti sekä lopuksi löytää keinoja kehittää ja tehostaa suunnittelua.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi yleisesti puistomuuntamoita ja niiden lähihistoriaa. Lisäksi perehdytään puistomuuntamosuunnittelun eri vaiheisiin yksityiskohtaisesti ja käydään läpi mahdollisia suunnittelun tehostamiskeinoja eri näkökulmista. Työn loppupuolella johtopäätökset-osiossa nostetaan esille puistomuuntamoiden suunnittelun merkittävimmät kehityskohteet.

2 PUISTOMUUNTAMO

2.1 Puistomuuntamon rakenne

Puistomuuntamo on betoni-, tiili- tai metallirakenteinen rakennus, mikä muuttaa keskijännitteen pienjännitteeksi (kuva 1) (STUK, 2020). Puistomuuntamot koostuvat pienjännite-, keskijännite- ja muuntajatilasta. Muuntamo muuntaa keskijännite tilaan tulevan keskijännitteen muuntajalla pienjännitteeksi, mikä saadaan jaettua pienjännitetilasta jakokaapeille ja kiinteistöille.



Kuva 1. UTU Oy:n metallirakenteinen puistomuuntamo. (UTU Oy, 2022)

2.2 Puistomuuntamoiden lähihistoria ja tulevaisuus

Puistomuuntamoiden määrä lähti nousuun joulukuussa 2011 Etelä- ja Lounais-Suomessa riehuneiden myrskyjen, Hannun ja Tapanin, aiheuttamien laajojen tuhojen ja sähkökatkojen jälkeen. 2000-luvulla oli jo aiemmin riehunut myrskyjä, jotka aiheuttivat laajoja häiriöitä sähkönjakeluun, mutta joulukuun 2011 myrskyjen jälkeen Jyrki Kataisen hallitus valmisteli uuden

sähkömarkkinalain ja uusi sähkömarkkinalaki astui voimaan 1.syyskuuta 2013. (HE 265/2020, luku 1.)

Laki velvoittaa sähköverkkojen ja erityisesti jakeluverkkojen toimitusvarmuuden parantamiseen sekä sähköverkonhaltijoiden varautumisen tehostamiseen. Jakeluverkot on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä niin, ettei asemakaava alueella asuvan asiakkaan sähkönjakelu keskeydy yli kuudeksi tunniksi eikä muulla alueella yli 36 tunniksi. Jakeluverkonhaltijan olisi täytettävä vaatimukset vuoteen 2028 mennessä tai erityisluvalla vuoteen 2036 mennessä. (HE 265/2020, luku 1.)

Sähkömarkkinalaki ei velvoita käyttämään yksinomaan maakaapelointia, vaan toimitusvarmuuden takaavat ratkaisut ovat verkonhaltijoiden päätettävissä (HE 265/2020, luku 1). Lain myötä maakaapelointia alettiin kuitenkin tekemään laajalti sekä olemassa olevia ilmajohtoja alettiin vaihtamaan maakaapeloinniksi. Maakaapeloinnin takia myös puistomuuntamoita tarvittiin enenemissä määrin. (Salo, 2022.)

Tulevaisuudessa jakeluverkkojen valmistuessa puistomuuntamoita tullaan tarvitsemaan jatkuvasti lisääntyvien aurinko- ja tuulipuistojen tarpeisiin. Myös sähköautojen lataukseen liittyvien asiakasmuuntamoiden tarve tulee kasvaamaan. (Salo, 2022.)

2.3 UTU Oy

Urho Tuominen Oy on yli 100-vuotias suomalainen perheyritys. UTU Oy:n historia alkoi vuonna 1919, kun matkamonttöörinä toiminut Urho Tuominen päätti perustaa oman yrityksen. Aluksi yritys keskittyi sähkökoneiden ja -tarvikkeiden myyntiin, mutta melko pian oli laajennettava myös sähköasennuksiin ja korjaustoimintaan. Sähkökeskuksia alettiin valmistamaan sotavuosien jälkeen vuonna 1944. Aluksi keskuksat olivat valurautaisia koteloita, joita saattaa edelleen nähdä käytössä. Vuonna 1972 yritykselle rakennettiin tehdastilat Ulvilaan

ja 1980-luvulla sähkötarvikekaupan rinnalla aloitettiin sähkötarvikkeiden maahantuontitoiminta. (UTU Oy, 2022c.)

Vuosituhanne vaihtuessa tehtiin rohkeita päätöksiä ja muutettiin suuntaa, kun Porin kauppatorin liikkeestä luovuttiin ja UTU aloitti laajentumisen, ensin Baltiaan ja myöhemmin Norjaan. Tällä hetkellä UTU Oy:llä on tytäryhtiöt Suomen lisäksi Virossa, Latviassa, Liettuassa ja Norjassa ja ne yhdessä muodostavat UTU-konsernin. UTU-konserni tarjoaa asiakkailleen laadukkaita ja monipuolisia sähkö- ja automaatioalan tuotteita ja palveluita. Konsernin liikevaihto on 48 miljoonaa euroa ja se työllistää 180 työntekijää. (UTU Oy, 2022c.)

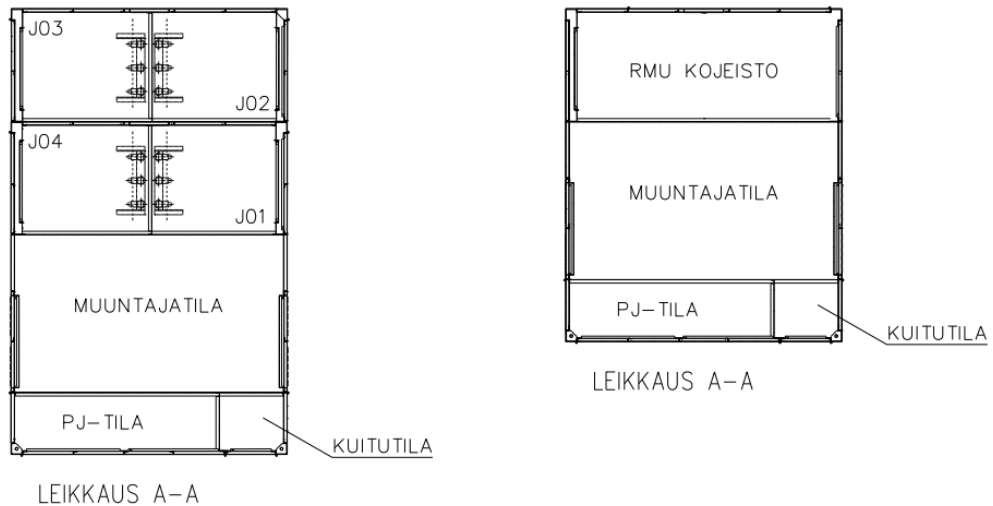
UTU Oy:n liiketoiminta-alueisiin kuuluvan sähkönjakelun ja energian alla toimivat puistomuuntamot, joita UTU toimittaa verkkoyhtiöille ja yksityisasiakkaille. Muuntamot suunnitellaan ja valmistetaan UTU Oy:n Ulvilan toimipisteessä. (UTU Oy, 2022a.) UTU Oy:n ensimmäiset puistomuuntamotoimitukset olivat vuonna 2008 ja niitä kutsuttiin erotinasemiksi. Vuonna 2013 aloitettiin puistomuuntamoiden toimitus tuulipuistoihin ja ensimmäiset verkkoyhtiöille toimitetut puistomuuntamot toimitettiin 2015. (Salo, 2022.)

Aluksi muuntamot koottiin ja asennettiin kokonaisuudessaan Ulvilan tehtaalla. Vuonna 2017 suunniteltiin ensimmäisiä alihankkijalla koottavia puistomuuntamorunkoja ja samana vuonna toimitettiin viimeiset kokonaan itse kootut puistomuuntamot. Seuraavana vuonna muuntamot toimitettiin valmiiksi kootuilla rungoilla. Valmiiden runkojen myötä saatiin yhden muuntamon työaikaa vähennettyä huomattavasti. Vanhoja runkomalleja käytetään edelleen erikoismuuntamoissa, mutta nykyisin myös ne kootaan alihankkijalla. (Salo, 2022.)

2.4 UTU Oy:n puistomuuntamot

UTU Oy:n puistomuuntamoihin kuuluu ilmaeristeiset muuntamot ja RMU-muuntamot (Ring Main Unit). Kuvassa 2 on ilmaeristeisen sekä RMU-muuntamon pohjakuvat. Ilmaeristeiset muuntamot ovat ulkoa ohjattavia ja niitä on mahdollista tilata useina eri vaihtoehtoina, pienestä 0+0-muuntamosta aina

kuusi erotinkenttää sisältävään 5+1-muuntamoon. RMU-muuntamot sisältävät moduulikojeiston ja ne räätälöidään asiakkaan tarpeen mukaan. (UTU Oy, n.d.-b, s.3.)



Kuva 2. Muuntamon pohjakuvat. Vasemmalla ilmaeristeisen muuntamon ja oikealla RMU-muuntamon pohjakuva. (UTU Oy, 2022)

Muuntamot voivat olla joko paikalliskäyttöisiä tai kauko-ohjattavia. Mikäli muuntamo halutaan kauko-ohjattavana, muuntamon erottimiin asennetaan moottorit. Moottoroituja muuntamoita on selkeästi vähemmän suhteessa käsi-käyttöisiin. (Salo, 2022.)

2.4.1 Ala-asetat

Puistomuuntamon ollessa moottoroitu, asennetaan muuntamon pienjännitettiin myös asiakkaan valitsema ala-asema. Ala-aseman avulla saadaan yhteys asiakkaan valvomoon, mistä pystytään muun muassa näkemään erottimien tilatiedot sekä ohjaamaan niitä. UTU Oy:ssä useimmiten asennettu ala-asema on tällä hetkellä Netcon 100.

Netcon 100 on kompaktin kokoinen ja se on kehitetty keskijänniteverkon ohjaukseen, sekä keski- että pienjänniteverkon valvontaan. Netcon 100:n

vakioprotokollien ja -rajapintojen avulla se on liitettävissä muihin järjestelmiin suoraviivaisesti. (Netcontrol, 2019, s.3.)

2.4.2 RMU-kojeistot

UTU Oy valmistaa ilmaeristeisten muuntamoiden lisäksi myös RMU-kojeistolla varustettuja muuntamoita. RMU-kojeistot ovat kooltaan kompakteja ja ne ovat eristettyjä joko SF6-kaasulla tai niin, että ne ovat SF6-kaasusta vapaita. SF6-kaasulla eristetyt kojeistot ovat SF-6 kaasusta vapaisiin kojeistoihin verrattuna huomattavasti edullisempia.

SF6-kaasun huono puoli on sen haitallisuus. SF6-kaasu on yli 20000 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu, kuin hiilidioksidi ja sen käyttäminen on sallittua EU:ssa vuoteen 2031 saakka (Kauppalehti, 2022). Kojeistovalmistajat ovatkin tämän takia alkaneet kehittämään SF6-kaasusta vapaita kojeistoja.

SF6-kaasulla eristetyn kojeiston etuja ovat sen pitkäikäisyys ja koko. UTU Oy:ssä yleisimmin tällä hetkellä käytettävän Siemensin 8DJH-kojeiston odotettu käyttöikä on vähintään 35 vuotta, mutta todennäköisemmin jopa 40–50 vuotta (Siemens, 2022, s.6). SF6-kaasulla eristetyt kojeistot ovat kompakteja ja vaativat vähemmän tilaa, sillä SF6-kaasu on kolme kertaa ilmaa parempi eriste (Schneider Electric, 2022).

2.4.3 UTU Vahti

UTU Vahti on muuntamoihin kehitetty etäkunnonvalvontajärjestelmä, jonka avulla pystytään ennakoimaan mahdolliset viat ja vaaratilanteet. UTU Vahdin avulla voidaan siirtyä korjaavasta ja ainoastaan komponenttien ikään perustuvasta kunnossapidosta ennakoivaan ja reaaliaikaiseen komponenttien tilan seurantaan. Kuvassa 3 on esitelty UTU Vahdin ominaisuudet. Tällä hetkellä vain pieni osa muuntamoita sisältää verkonhallinta-automaation ja etähallinnan. Kuitenkin mahdollisten vikojen aiheuttamien keskeytysten kustannusarvio on 4000–6000 euroa per kohde. UTU Vahdin avulla on mahdollista

paikantaa muuntamokomponentin vikaantuminen ja huoltaa se jo ennen keskeytystä vaativia vikoja. (UTU Oy, 2022b, s.2–3.)



Kuva 3. UTU Vahti – Laitteen ominaisuudet. (UTU Oy, 2022)

UTU Vahti-etäkunnonvalvontapalvelun kautta voi seurata valvottujen parametrien tilaa. Hälytyksistä tuleva tieto on saatavissa myös verkkoyhtiön valvomoon tai suoraan muuntamosta ala-asemayhteyden avulla. (UTU Oy, 2022b, s.5.)

UTU Vahti-portaali sisältää yleiskuva-, anturidata- ja hälytykset-näkymät. Yleiskuvanäkymästä selviää muuntamokannan tilannekuva sekä muuntamoiden sijainnit kartalla. Tämän lisäksi yleiskuvanäkymässä on pikavalikot jokaisen muuntamon tilasta. Anturidata-näkymästä nähdään kohteen sää- ja hälytystiedot, sensorien tilatiedot, visuaaliset graafit ja historiatiedot mittauksista ja hälytyksistä. Hälytykset-näkymästä löytyy kokonaiskuva hälytystiloista sekä monipuoliset haku- ja lajittelutoiminnot. (UTU Oy, 2022b, s.11.)

3 PUISTOMUUNTAMON SUUNNITTELU

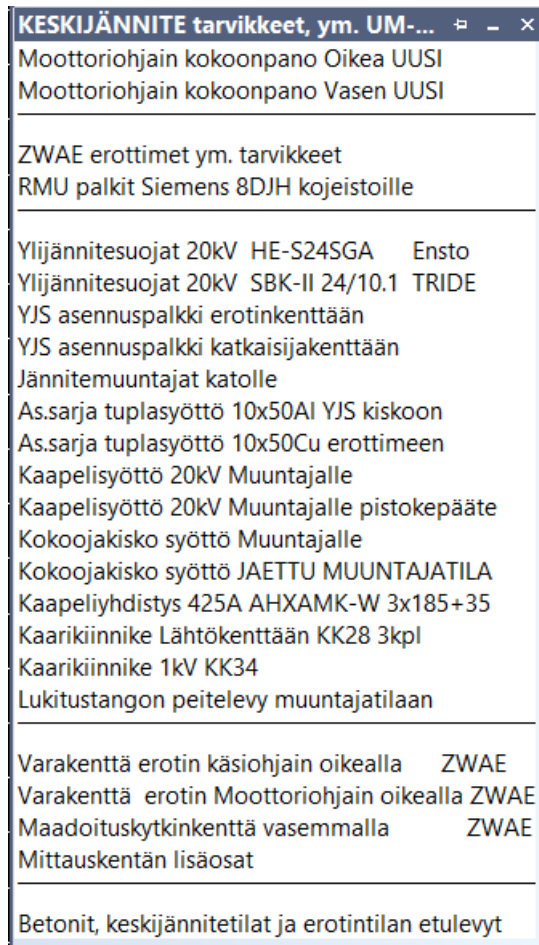
3.1 Vakiomuuntamon suunnittelun vaiheet

Puistomuuntamon suunnittelun vaiheet eroavat vakio- ja erikoismuuntamoissa. Vakiomuuntamot piirretään pääsääntöisesti samalla kaavalla, kun taas erikoismuuntamoiden suunnittelun vaiheisiin vaikuttavat asiakkaan tarpeet.

Vakiomuuntamon suunnittelu alkaa palaverilla myynnin kanssa. Vakiomuuntamoina valmistetaan asiakkaalle muutamasta kappaleesta aina useisiin kymmeneen, joten palaverissa käydään läpi koko tilauskanta. Palaverissa käydään läpi asiakkaan tarpeet sekä normaalista poikkeavat ratkaisut. Mikäli kyseessä on vanha asiakas, käydään läpi mahdolliset muuttuneet rakenteet ja komponentit.

3.2 Piirtäminen

Puistomuuntamoiden piirtämisessä voidaan käyttää apuna puistomuuntamoiden suunnitteluohjetta. Piirtoa tehdään CADS-ohjelmalla. Piirtäminen aloitetaan avaamalla CADS-dokumentti M-Filesin kautta. Piirustus pohjana käytetään 1:20 ja kuvasta poistetaan sinne automaattisesti ilmestyvä liian pieni tulostusraami. CADSista löytyy UM-24 työkalurivi, minkä alta löytyviä kuvakevalikoita seuraamalla piirustukseen saadaan kaikki tarvittavat osat. (UTU Oy, n.d.-a, s.4.) Kuvan valmistuessa myös tulostaminen onnistuu näiden kuvakevalikoiden avulla. Kuvakevalikosta yksi valikko valitsemalla saadaan avattua listaus osista (Kuva 4). Tarvittava osa valitsemalla saadaan auki symboli, joka asetetaan kuvaan haluttuun kohtaan. Toiset symbolit on luotu niin, että ne asettuvat oikeaan kohtaan kuvaa automaattisesti, kun symboli valitaan kuvakevalikosta. Symbolit sisältävät myös nimike tiedon ERP-järjestelmää varten.



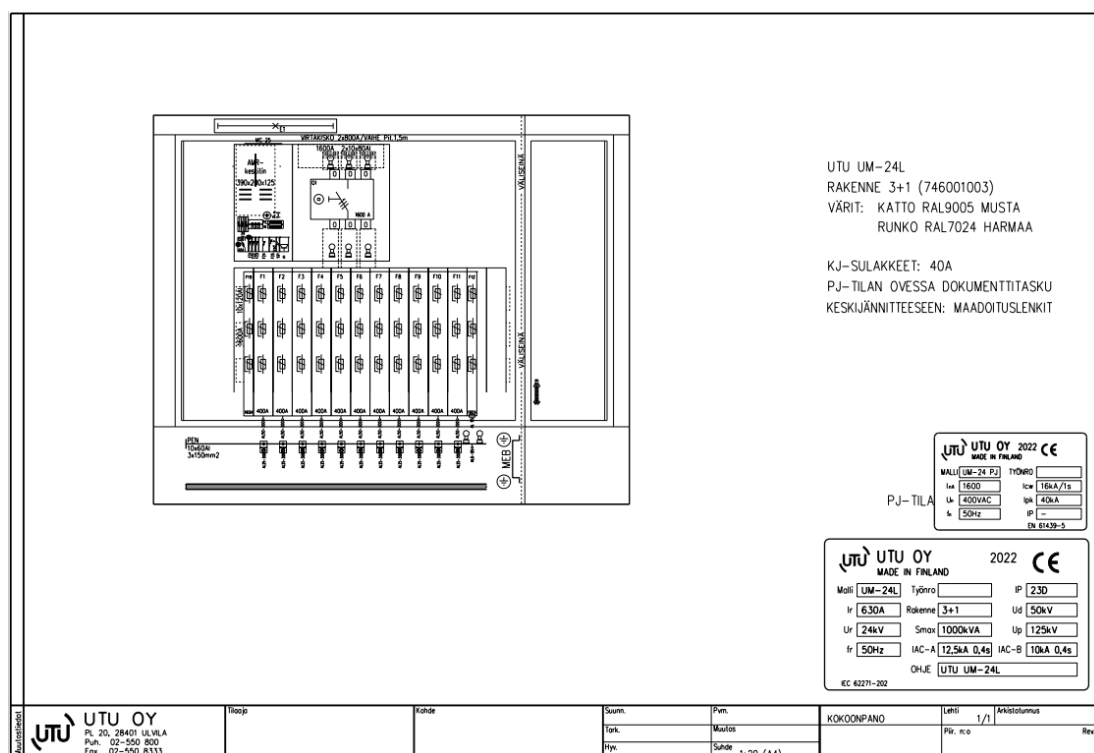
Kuva 4. Kuvakevalikosta avautuva listaus. Kuvassa keskijännite tarvikkeiden osia, kuvankaappaus CADS-ohjelmasta.

3.2.1 Rungon valinta

Puistomuuntamon piirtäminen aloitetaan valitsemalla runko vakio- muuntamo- runkojen listalta, jolloin runko asettuu kokoonpanokuvaan. Jokaiselle vakio- muuntamoasiakkaalle tehdään oma variantti rungosta asiakkaan tarpeiden mukaan. Rungot on lisätty myös maakoppirakenteet-listalle, mikä helpottaa oikean rungon löytämistä runkoa valittaessa. Runkoa valittaessa pitää ottaa huomioon, että rungot on suunniteltu joko maksimissaan 500kVA:n tai maksimissaan 1000kVA:n muuntajan öljymäärälle (UTU Oy, n.d.-a, s.3). Tämän lisäksi runkoa valittaessa pitää selvittää tuleeko muuntamoon kuitu-, apulaite tai jaettu muuntajatila.

3.2.2 Pienjännitetila

Pienjännitetilan osat piirretään kokoonpanokuvaan (kuva 5). Kuvaan valitaan pääkytkin, jonovaroke- ja kokoojakiskosto, kuormankytkimen ja omakäyttökeskuksen kotelot sekä omakäyttökeskus. Näiden lisäksi kuvaan lisätään asiakkaan tilaama määrä jonovarokkeita, liitinpakkaukset jonovarokkeille, PEN-liittimet sekä maadoituspallo. Muut tarvittavat osat ja komponentit lisätään tilausvahvistuksen mukaan. Kokoonpanokuvaan voidaan lisätä myös tarkentavia tietoja asiakkaan erityistarpeista.



Kuva 5. Kokoonpanokuva. (UTU Oy, 2022)

Pienjännitepuolen kokoonpanokuvasta löytyy muuntamon arvokilvet. Kilpien arvot tulevat valitun rungon mukaan. Ainoastaan työnnumero, nimellisteho sekä pienjännitepuolen virta-arvo puuttuvat ja ne lisätään jokaisen muuntamon kilpeen.

Mikäli puistomuuntamoon tulee kuitutila tai apulaitepääty, lisätään asiakkaan haluamat tarvikkeet tilausvahvistuksen mukaan. L-kiskot lisätään kuvaan, mikäli muuntamoon tulee 200kVA:n muuntaja.

3.2.3 Pienjännitetilan mitoitukset

Pienjännitetilan mitoituksissa käytetään apuna UM-24 ja UM24L PJ-mitoitukset-ohjetta (kuva 6). Pääkytkimen ja jonovarokekiskojen mitoitus tehdään aina muuntajan maksimikoon mukaan. Pienjännitejohtojen mitoitus voidaan tehdä asiakkaan toiveesta ensiasennusmuuntajan mukaan, yhtä kokoa isommaksi kuin ensiasennusmuuntaja tai maksimi muuntajakoon mukaan. (UTU Oy, n.d.-a, s.3.)

UM-24 ja UM-24L PJ-mitoitukset

Taulukot 1-4 ovat 20,5/0,4kV jakelumuuntajien toisiopiirien johdotuksia ja kiskotuksia varten.

TAULUKKO 1. PJ-TILAN MITOITUS MUUNTAJAN NIMELLISTEHON FUNKTIONA

Nimellisteho Sn [kVA]	PJ-tilan nimellisvirta In [A]
50	630
100	630
200	630
315	630
500	800
630	1250
800	1250
1000	1600

Taulukon 1 ohjeita noudatettaessa pitää huomioida tilauskohtaiset sovitut asiat.

Kuva 6. PJ-tilan mitoitus, kuvankaappaus UM-24 ja UM-24L PJ-mitoitukset ohjeesta.

3.2.4 Keskijännitetila

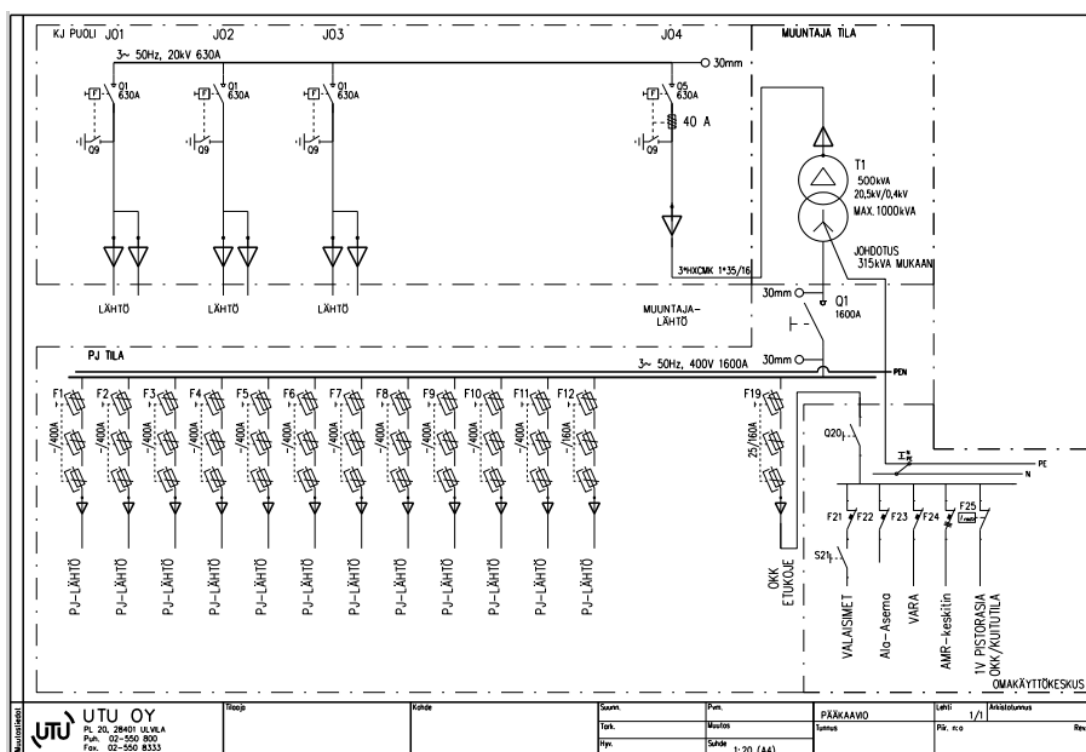
Keskijännitetilan osat asetetaan piirroksessa niille varattuihin pieniin laatikoihin. Laatikot kuvaavat muuntamon kenttiä, joten jokaisen kentän osat asetetaan erikseen omaansa. Laatikoihin asetetaan erottimien, muovisuojien, erottimien akselien ja vääntimen symbolit. Muita keskijännitetiloihin mahdollisesti lisättäviä symboleja ovat muun muassa sulakkeet, ylijännitesuojat ja ylijännitesuojien lisäosat sekä katkaisijat ja katkaisijaan tarvittavat lisäosat. Mikäli muuntamo

on moottoroitu, lisätään myös moottorien rakenteen sisältämä moottorisymboli oikeisiin kenttiin.

Mikäli kyseessä on RMU-muuntamo, lisätään kojeiston symboli kokoonpanokuvaan tai se voidaan lisätä suoraan ERP-järjestelmään. RMU-muuntamoissa keskijännitetilaan tulee moduulikojeiston lisäksi palkit, joiden päälle kojeisto asennetaan. Oikeiden palkkien valinta tehdään maakoppirakenteet-listasta ja niiden nimiketunnus lisätään kojeiston symbolin nimiketietoihin.

3.2.5 Pää- ja keskijännitekiskostokaavio

Pääkaavioon (kuva 7) lisätään tiedot varokeuormanerottimen sulakkeen ja PJ-pääkytkimen koosta. Muuntajan koko lisätään, mikäli sen koko on tiedossa. PJ-kaapelien koko ilmoitetaan muuntajan tai asiakaskohtaisen sopimuksen mukaan. Pääkaavioon lisätään myös haluttu määrä jonovarokkeita, omakäytökeskuksen tiedot sekä muut tilausvahvistuksesta löytyvät lisätarvikkeet, kuten ylijännitesuoja.



Kuva 7. Pääkaavio. (UTU Oy, 2022)

Keskijännitekiskokaaviosta nähdään, miten keskijännitetilakiskosto asennetaan. Keskijännitekiskokaavio on usein vakio, mutta tarvittaessa se muokataan asiakkaan tarpeiden mukaiseksi.

3.2.6 Omakäyttökeskus

Omakäyttökeskuksen kuvapaketti on asiakaskohtainen ja se löytyy valmiina asiakkaan kansioista. Mikäli omakäyttökeskusta ei ole valmiiksi suunniteltu, pystytään se usein muokkaamaan toisen asiakkaan kuvia apuna käyttäen. Omakäyttökeskuksen kuvapaketti sisältää piirikavion, kokoonpanokuvan ja komponenttilistan.

Kokoonpanokuvaan lisätään tilausvahvistuksen mukaiset tarvikkeet ja piirikaavio laaditaan tämän pohjalta. Komponenttilista saadaan tulostettua kokoonpanokuvasta.

3.2.7 Maadoitus, julkisivu ja putkitus

Puistomuuntamoiden maadoitus on kiertävä eli se kiertää jokaisen muuntamon tilan. Jokaiselle vakimuuntamolle löytyy valmiit maadoituskuvat ja ne löytyvät asiakkaan kansioista.

Julkisivu- ja putkituskuvat vakimuuntamoihin löytyvät layout ja putkituskuvat kansioista rungon nimiketunnuksen mukaan. Mikäli tarvitaan uusi putkituskuva, pystytään se tekemään vanhoja kuvia apuna käyttäen.

3.2.8 Piirikaaviot

Moottoroituihin muuntamoihin tarvittavat piirikaaviot ovat vakimuuntamoissa vakioita ja ne löytyvät asiakkaan kansioista. Piirikaavion valinnassa pitää ottaa huomioon käytettävä ala-asema ja valittava kuvat sen mukaan. Moottoroitujen muuntamoiden piirikaavioita päivitetään tarpeen mukaan. Mikäli muuntamoon

tulee katkaisijakenttä, tehdään piirikaaviot asiakkaan haluaman suojareleen mukaan.

RMU-muuntamoiden piirikaaviot tehdään käytettävän kojeiston ja ala-aseman piirikaavioiden avulla. Tämän lisäksi RMU-muuntamoiden piirikaavioiden tekemisessä otetaan huomioon asiakkaan mahdolliset erityistarpeet.

Piirikaaviot tehdään myös, kun asiakas tilaa UTU Vahti-etäkunnonvalvontajärjestelmän. Piirikaavioiden tekemisessä käytetään apuna UTU Vahdin piirikaavioita. UTU Vahti on mahdollista asentaa sekä kaukokäyttöisiin että käsikäyttöisiin muuntamoihin. (Salo, 2022.)

3.3 Kuvapaketit

Puistomuuntamosta tehdään kolme kuvapakettia. Kuvapaketeista yksi menee tuotantoon, yksi lähetetään asiakkaalle ja yksi arkistoidaan. Tämän lisäksi M-Filesiin luodaan monitiedostoinen dokumentti, minne kuvapaketti skannataan. (UTU Oy, n.d.-a, s.3.)

Kuvapaketti sisältää kuvat kokoonpanosta, komponenttilistasta, pääkaaviosta, keskijännitekiskokaaviosta, maadoituksesta, julkisivusta ja putkituksista. Tämän lisäksi kuvapakettiin kuuluu omakäyttökeskuksen oma kuvapaketti, mikä sisältää kuvat omakäyttökeskuksen kokoonpanosta, komponenttilistasta sekä piirikaaviosta. (UTU Oy, n.d.-a, s.3.)

Moottorihjattujen puistomuuntamoiden kuvapakettiin tarvitaan edellä mainittujen lisäksi moottorihjaimen kytkentäkuvat, piirikaavio ja johdotustaulukko. (UTU Oy, n.d.-a, s.3.)

3.4 ERP-järjestelmän hallinta

ERP-järjestelmä on toiminnanohjausjärjestelmä. Suunnittelussa järjestelmää käytetään tuotantotilaus-välilehdellä nimikkeiden ja rakenteiden hallinnassa.

ERP-järjestelmässä nimike on tietty komponentti ja rakenne taas on nimike, joka sisältää useita nimikkeitä (Salo, 2022). Rakenteet täytyy purkaa ERP-järjestelmässä, jotta sen sisältämät nimikkeet saadaan avattua näkyville. Purettaessa rakenne avaa sen sisältämät nimikkeet tuotantotilaus välilehdelle. Rakenteiden purku on hyvä tehdä heti kun CADS-kuvan osat on siirretty ERP-järjestelmään, jolloin osto pystyy hyvissä ajoin tilaamaan tarvittavat osat. Rakenteen purkaminen on tehtävä viimeistään ennen työn hyväksymistä.

Suunnittelija siirtää osat ja rakenteet valmiista kuvasta ERP-järjestelmään tuotantotilaukselle, jossa ne näkyvät nimikkeinä tai rakenteina. Tuotantotilaus välilehdellä tarkistetaan, että kaikki tarvikkeet ovat siirtyneet sinne. Rakenteiden purku ERP-järjestelmässä tapahtuu komennolla peru hyväksyminen, minkä jälkeen annetaan komento hyväksy tuotantotilaus. Välilehdellä tehdään myös tarvittavat muutokset lisäämällä puuttuvia tai poistamalla sinne kuulumattomia nimikkeitä. (UTU Oy, n.d.-a, s.6.)

Tarkistuksen jälkeen työvaiheet leimataan suunnittelun osalta valmiiksi ja lisätään tuotannolle työtunnit kuormitusaika-välilehdeltä löytyvästä yksikköaika-ruudusta. Tämän jälkeen projekti siirtyy tuotannon kontrollerille.

3.5 Erikoismuuntamoiden suunnittelu

Erikoismuuntamoiden suunnittelun aluksi mietitään läpi kaikki projektin tarpeet. Asiakkaan erityisvaatimukset käydään läpi ja mikäli projektiin tarvitaan uusia rakenteita tai pitkän toimitusajan osia, ilmoitetaan tarpeet näistä vastuussa oleville henkilöille. Erikoismuuntamoihin tulevien uusien rakenteiden suunnittelu tehdään yhdessä tuotekehityksen kanssa. (Salo, 2022.)

Vanhon projektien tietoja voidaan käyttää apuna, jos vastaavanlaisia muuntamoita on aiemmin tehty, muussa tapauksessa muuntamot suunnitellaan alusta asti. Erikoismuuntamoissa pyritään käyttämään jo olemassa olevia rakenteita, mutta toisinaan niitä joudutaan muokkaamaan tai suunnittelemaan uusiksi. (Salo, 2022.)

Erikoismuuntamot vievät huomattavasti enemmän aikaa kuin vakiomuuntamot, koska kaikki kuvat joudutaan räätälöimään (Salo, 2022). Yhden asiakkaan vakiomuuntamoissa on osia, jotka toistuvat kaikissa tilauskannan kohteissa, jolloin vanhoja piirustuksia pystytään käyttämään hyväksi. Myös osaa vakiomuuntamoiden kuvista pystytään käyttämään useamman asiakkaan muuntamoiden suunnittelussa. Erikoismuuntamoissa taas pienetkin yksityiskohdat joudutaan pääosin suunnittelemaan alusta asti.

4 SUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN

4.1 Rajapinnat

Puistomuuntamon suunnitteluosasto tekee yhteistyötä myynnin, oston ja tuotannon kanssa. Näiden rajapintojen sujuvuus on keskeisessä roolissa suunnittelun onnistumisen kannalta. Yhteistyön on sujuttava ja tiedon kuljettava, jotta työt etenevät aikataulussa.

4.1.1 Suunnittelu ja myynti

Projektin siirtyessä myynnistä suunnitteluun projektin sisältö käydään myynnin ja suunnittelun kesken läpi. Projekti käydään läpi suullisesti ja tämän lisäksi suunnittelija saa dokumentin projektin tarpeista. Suunnittelulla ja myynnillä on jatkuva keskusteluyhteys projektin aikana, sillä myynniltä saatetaan tarvita täsmäntäviä tietoja suunnittelun aikana.

Suunnittelun onnistumisen kasvattamiseksi voisi myynnistä tulevat lähtötiedot olla entistä tarkemmin listattuna dokumenttiin, varsinkin harvemmin käytettyjen komponenttien osalta. Tiedon ollessa paperilla asiakkaan tarpeiden saaminen suunnitelmaan olisi todennäköisempää, kuin suullisesti läpikäytynä. Tämän lisäksi mahdolliset epäselvyydet vähenisivät, kun tieto olisi paperilla eikä suullisesti sovittuna.

Toinen vaihtoehto suunnittelun ja myynnin rajapinnan kehittämiseksi olisi tehdä puistomuuntamokortti, johon asiakas täydentäisi haluamansa tarpeet. Valmiiksi täytetystä kortista suunnittelijan olisi helppo tarkistaa suunnittelun aikana projektissa tarvittavat osat. (Salo, 2022.) Puistomuuntamokortin haasteena olisi muuttuvien osien suuri määrä ja niiden kaikkien mahduttaminen korttiin.

4.1.2 Suunnittelu ja osto

Suunnittelijan tehtävä on käydä läpi ja varmistaa, että kaikki työssä tarvittavat osat siirtyvät ERP-järjestelmän tuotantotilaukselle, sillä kun osat on ajettu järjestelmään, saa ostaja tiedon tarvittavista osista tätä kautta. Suunnittelijan on hyvä ilmoittaa ostajalle erikseen, mikäli työhön tulee osia, joita ei löydy varastosta tai niiden toimitusaika on pitkä. Tällä tavoin saadaan tuotteet mahdollisimman hyvissä ajoin tilaukseen. Suunnittelija voi tarvittaessa itse kilpailuttaa tuotteita, mutta usein ostajalla on paremmat kontaktit ja hänen on parempi hoitaa kilpailuttaminen.

Toiminnan tehostamiseksi suunnittelun pitäisi pyrkiä siirtämään osat ajoissa tuotantotilaukselle, jolloin osto saisi mahdollisimman ajoissa tiedon tarvittavista osista. Varsinkin pitkän toimitusajan tuotteet olisi hyvä siirtää heti ja lisäksi ilmoittaa erikseen ostolle näistä tuotteista. Tämän lisäksi erikoiskomponentteja tilatessa suunnittelu antaisi tarkemmat tiedot tuotteesta ostolle, jolloin vääränlaisten tuotteiden tilaamisen mahdollisuus pienenesi.

4.1.3 Suunnittelu ja tuotanto

Suunnittelijan saadessa suunnittelun päätökseen siirtyvät kuvat tuotannon kontrollerin kautta tuotantoon. Tuotanto kalustaa ja asentaa puistomuuntamot kuvien sekä yleisesti sovittujen asennustapojen mukaan. Erikoisvaatimukset saattavat aiheuttaa epäselvyyksiä tuotannossa, jolloin suunnittelijan tehtävä on selvittää oikeat asennustavat. Tuotannon työn helpottamiseksi suunnittelun on tehtävä täsmällistä työtä. Kuvien suunnitleminen virheettömämmin ja selkeämmin vähentäisi epäselvyyksiä, jolloin tuotannon työ kuluisi olennaiseen eikä heidän tarvitse tarkistaa asioita suunnittelulta.

Vanhoja kuvia käytetään toisinaan apuna suunnittelussa, mikä nopeuttaa suunnittelua, mutta se aiheuttaa myös virheitä sillä kaikki vaihdetut merkinnät pitäisi muuttaa uusiin kuviin. Merkintöjen vaihtamatta jättäminen aiheuttaa kuvissa ristiriitoja. Ristiriitojen vähentämiseksi olisi tehtävä entistä tarkempaa työtä, kun apuna käytetään vanhoja kuvia. Tämän lisäksi tuotannon alettua,

pitäisi mahdolliset esiin nousevat ristiriidat saada nopeasti selvitettyä, jolloin tuotannon työ ei keskeytyisi (Salo, 2022).

Ketjutuksia käytetään useamman lähdön sisältävissä riviliitinryhmissä. Tällöin riviliittimen tulopuolelle tuodaan ainoastaan yksi johdin ja se ketjutetaan joko oikosulkupalalla tai johtimesta tehtävällä lenkillä riviliitinryhmän muihin tuloliittimiin. Puistomuuntamon tarkastusvaiheen kytkentävikojen syynä on useimpien ketjutusten puuttumien. Monesti syy ketjutusten puuttumiseen on, ettei asentaja ole huomannut kuvaan piirrettyjä ketjutuksia. Ketjutukset voitaisiin jatkossa piirtää kuviin selkeämmin ja merkata niin, että kytkentävaiheessa ne huomattaisiin. Yksi vaihtoehto olisi merkata tuotantoon meneviin kuviin ketjutukset huomiokynällä, jolloin niiden huomaaminen helpottuisi.

4.2 Projektinhallinta

4.2.1 Aikataulut

Puistomuuntamoiden suunnittelussa on tärkeää, että asiakkaalle luvattu aikataulu pitää. Aikataulun pitäminen helpottuisi, kun sen toteutumisen varmistamista seurattaisiin suunnittelun aikana. Toisinaan aikataulujen venymiset aiheutuvat itsestä riippumattomista asioista kuten materiaalityömyöhästyminen.

”Aikataulun venymiset eivät ole harvinaisia. Käytetyissä suunnittelumenetelmissä on parantamisen varaa. Hyvän aikataulun laatiminen ei ole helppo tehtävä eikä siihen ole oikotietä.” (Pelin, 2020, s.100)

Aikataulujen hallintaan olisi mahdollista aloittaa tehtävien työmäärän arviointi. Työmäärien arviointiin on olemassa useita erilaisia menetelmiä ja niissä käytetään apuna aikaisemmista projekteista kerättyjä tilastoja. Arviointia tehtäessä olisi tärkeää tehdä sitä myös projektin aikana eikä ainoastaan projektin alussa. Keskeneneräisistä tehtävistä arvioitaisiin jäljellä oleva työmäärä ja lisäksi aloittamattomien tehtävien arvot tarkistettaisiin. (Pelin, 2020, s.107.)

Projekti olisi mahdollista jakaa vaiheisiin. Tässä menetelmässä käytettäisiin kokemusaineistoon perustuvia prosenttiarvioita eri työvaiheisiin eli kuinka paljon kuhunkin suunnittelun vaiheeseen olisi varattu aikaa. (Pelin, 2020, s. 110–111.) Kokemusaineiston karttuessa olisi tulevaisuudessa suunnittelun mahdollista kertoa myynnille jo myyntineuvottelujen aikana onko suunniteltuun aikatauluun mahdollista päästä. Projektin aikana nähtäisiin myös, onko projekti valmistumassa aikataulussa.

Ongelmana työmäärien arvioinnissa on, ettei kokemuksista opita ja arviot tehdään heikosti. Oikea tapa olisi aloittaa työtuntien raportointi ja raportoinnin tulisi olla tehty tarkasti, jotta aineistosta olisi hyötyä tulevaisuudessa. (Pelin, 2020, s.113.)

Työmäärien arviointi auttaisi myös näkemään, mikäli työtaakka kasvaa liian suureksi. Tällöin asiakkaalle olisi jo hyvissä ajoin mahdollista ilmoittaa projektin myöhästymisestä.

4.2.2 Suunnittelun virheettömyys ja tehokkuus

Suunnittelun virheettömyyden ja tehokkuuden parantaminen helpottaisi tuotannon työtä sekä nopeuttasi projekteja. Virheettömyyttä voitaisiin parantaa, mikäli useampi ihminen katsoisi valmiin työn läpi. Suunnittelun virheettömyyttä voitaisiin parantaa myös lisäämällä suunnitteluun käytettävää aikaa, sillä silloin pystyttäisiin käymään suunnittelun vaiheet tarkemmin läpi. Tehokkuutta nämä keinot eivät kuitenkaan välttämättä lisääisi.

Suunnittelun virheettömyyttä ja tehokkuutta voitaisiin parantaa lisäämällä selkeämmät lähtötiedot projektiin. Selkeämmillä lähtötiedoilla epäselvyydet vähenisivät ja suunnittelun työ olisi selkeämpää. Tarkempien lähtötietojen saamiseksi suunnittelu voisi pitää muistilistaa, mihin merkittäisiin suunnittelun aikana lähtötiedoista puuttuvia tarpeellisia tietoja. Muistilistan avulla voitaisiin ilmoittaa myyntiin tiedot, joita suunnittelussa kaivataan.

Verkkoyhtiön tilatessa useampia puistomuuntamoita, niiden peräkkäin suunnittelu lisäisi suunnittelun virheettömyyttä ja varsinkin tehokkuutta. Peräkkäin suunniteltaessa työ nopeutuu, puistomuuntamoiden sisällön ollessa samankaltainen. (Salo, 2022.)

Kaikki asiakasvaatimukset huomioimalla projektin virheettömyyttä saataisiin parannettua. Asiakasvaatimukset voitaisiin huomioida paremmin järjestämällä puistomuuntamon katselmointi asiakkaan kanssa, eteenkin jos vaatimukset ovat normaalista poikkeavia (Salo, 2022). Katselmoinnissa saattaisi nousta esille hyödyllistä tietoa projektia varten.

Parhaiten suunnittelun virheettömyyttä ja tehokkuutta saataisiin parannettua tekemällä selkeä listaus tehtävistä töistä ja aikatauluista. Yhtä työtä tehtäisiin kerralla ilman keskeytyksiä, jolloin työ edistyisi nopeammin kuin jatkuvasti työtä vaihtamalla (Salo, 2022). Turhaan kertaamiseen, miettimiseen ja muis- telemiseen ei kuluisi aikaa ja tämän lisäksi ajatus pysyisi paremmin kasassa. Mahdollista olisi myös luoda yläraja sille, kuinka monta työtä voi olla yhtä aikaa työn alla.

4.2.3 Tiedonkulku

Puistomuuntamoiden matkalla myynnistä tuotantoon on useita ihmisiä, parhaimmillaan lähes kymmenen, joten tiedonkulun katkeaminen matkalla aiheuttaa ongelmia. Tietoa tarvittaessa sen löytäminen aiheuttaa toisinaan haasteita, kun selvitetään kenellä voisi olla tietoa epäselvästä asiasta. Tämän lisäksi suullisesti sovitut asiat saattavat unohtua, jolloin olisi hyvä, mikäli asiat olisi kirjattu ylös ja tiedon löytyminen helpottuisi.

Suunnittelun sekä muun puistomuuntamotiimin työtä voitaisiin tehostaa huomattavasti, mikäli tiedonkulkua saataisiin parannettua. Tällä hetkellä ongelmia tai epäselviä asioita selvitetessä vastausta voi joutua kyselemään useilta henkilöiltä, siltikään selkeää vastausta saamatta.

Tiedonkulkua voitaisiin parantaa nimeämällä vastuuhenkilöt. Vastuuhenkilön tiedottaessa asioista, asian ymmärrys pysyy samana kaikille. Asiasta ei myöskään tulisi ohjeistusta monelta eri henkilöltä, eikä asiaa olisi mahdollista ymmärtää monella eri tavalla. (Silvennoinen, 2019, s.45.)

UTU Oy:ssä puistomuuntamotiimin tiedonkulkua voitaisiin parantaa nimeämällä vastuuhenkilö tai muutaman vastuuhenkilön ryhmä, joille informoitaisiin kaikki puistomuuntamoprojektien muutokset. Vastuuhenkilön tai nimeytyn ryhmän tehtävänä olisi pitää kirjaa projektien muuttuvista tiedoista. Tällä tavoin kaikki tieto olisi kootusti yhdessä paikassa ja epäselvissä tilanteissa tiedettäisiin mistä tieto löytyy. Tämä nopeuttaisi ongelmien ratkaisemista sekä varmistaisi, että tieto olisi heti saatavilla. Kirjatut muutokset pitäisi olla kaikkien näkyvillä, varsinkin mikäli tehtävään nimettäisiin vain yksi vastuuhenkilö, lomista tai sairauksista johtuvien poissaolojen vuoksi.

Muutosten kirjaaminen aiheuttaisi nimetylle henkilölle lisätöitä, mikä veisi aikaa hänen omilta töiltään. Vastuuhenkilön tai ryhmän nimeäminen kuitenkin poistaisi usean henkilön voimin selvitettävät ongelmat. Toisinaan pienien ongelmien selvittämiseen saadaan kulumaan turhan paljon aikaa.

4.3 Vakiomuuntamoiden suunnittelu

Vakiomuuntamoiden suunnittelu on tehty mahdollisimman helpoksi valmiiden symbolilistojen avulla. Listoista valitaan oikeat rakenteet ja oikeiden arvojen mukaiset komponentit piirutukseen. CADS-kuvan valmistuessa osat siirretään ERP-järjestelmään.

4.3.1 Suunnittelun automatisointi

Jokaiselle asiakkaalle on omat vakiorakenteet ja komponentit, mutta jokaisella asiakkaalla ne myös eroavat keskenään. Kuvan piirtäminen suoritetaan lisäämällä CADSin kuvakevalikosta oikeat rakenteet ja komponentit. Piirtämisen

nopeuttamiseksi olisi mahdollista luoda CADSiin makro, jonka avulla muuntamon suunnittelu valmistuisi entistä nopeammin (Pakarinen, 2022).

Makro lähtisi liikkeelle kysymyksellä asiakkaasta. Asiakas kysymyksen jälkeen komponentit ja rakenteet rajattaisiin tämän asiakkaan tarpeisiin. Tämän jälkeen ilmoitettaisiin komponenttien määrät ja niiden arvot sekä muuntamon rakenne, jolloin CADS loisi kuvan annettujen vastausten pohjalta. Makro nopeutaisi yksittäisen muuntamon suunnittelua sekä vähentäisi valmiin projektin virheiden määrää. (Pakarinen, 2022.)

Vakiomuuntamoiden suunnittelu on jo melko nopeaa käytettävällä tavalla. Makron rakentaminen saattaisi nopeuttaa puistomuuntamon suunnittelua, mutta tämänhetkisillä muuntamomäärillä ero ei todennäköisesti olisi suuri. Mikäli muuntamomäärä tulevaisuudessa kasvaa olisi makron tekemistä hyvä pohtia.

4.3.2 Listaus asiakaskohtaisista vaatimuksista

Vakiomuuntamoita suunnitellessa joudutaan toisinaan muistelemaan mitä erityistarpeita asiakkaalla on ollut ja tähän kuuluu toisinaan turhaa aikaa. Erityistarpeet täytyy ottaa huomioon, sillä jos ne unohdetaan tai piirretään kuviin väärin, aiheutuu suunnittelulle sekä tuotannolle turhaa työtä niiden korjaamisessa.

Yksinkertainen tapa suunnittelun kehittämiseksi olisi luoda listaus erityistarpeista jokaiselle asiakkaalle. Listaukseen koottaisiin pienetkin muutokset vakiotarpeisiin verrattuna (Pakarinen, 2022). Tämä tapa on helppo toteuttaa ja sen avulla tarvittavat komponentit ja rakenteet on helppo tarkistaa suunnittelun aikana. Listauksen läpikäyminen suunnittelun aikana vähentäisi myös virheiden mahdollisuutta.

Listauksen toimivuus edellyttäisi, että muutokset olisi aina muistettava lisätä, jotta seuraaviin tilauksiin tulisi oikeat osat. Tämä tapa on jo osittain otettu käyttöön ja sen toimivuutta pystytään seuramaan tulevissa muuntamotilauksissa.

4.3.3 Puistomuuntamoiden suunnitteluohje

Vakiopuistomuuntamoihin on olemassa suunnitteluohje. Suunnitteluohjetta olisi mahdollista päivittää yksityiskohtaisemmaksi, mutta se vaatisi valtavan työn sillä muuntamoissa on paljon muuttuvia osia. Lisäksi jokaiselle asiakkaalle pitäisi tehdä erillisohje erikoistarpeitten takia.

Suunnittelussa on tultu tulokseen, jossa tämän hetken suunnitteluohjeen apuna käyttäminen sekä hyvä perehdytys on tehokkaampi tapa suunnitella muuntamoita kuin suunnitteluohjeen päivittäminen (Salo, 2022). Tämän lisäksi, kun yhden asiakkaan yksi muuntamo on suunniteltu, pystytään muuntamosta suunniteltuja kuvia käyttämään apuna loppuisissa tilauskannan muuntamoissa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suunnittelun tehostamisessa huomattiin rajapintojen olevan yleisellä tasolla hyvällä mallilla. Pieniä lisäyksiä tekemällä ja toiminnan tehostamisella tuloksia saadaan parannettua.

Vakiomuuntamoiden suunnittelun osalta jo osittain käyttöönotetun asiakas-kohtaisen listauksen lisäksi ei suunnittelun tehostamiseen löydetty huomattavasti tehokkaampia keinoja. Vakiomuuntamoiden suunnittelun ollessa tällä hetkellä jo melko nopeaa, suunnittelun automatisointi ei todennäköisesti nopeuttaisi suunnittelua merkittävästi. Se on kuitenkin hyvä pitää mielessä, mikäli vakiomuuntamoiden tilauskannat kasvaisivat merkittävästi tulevaisuudessa.

Merkittävimmiksi suunnittelun tehostamiskeinoiksi voidaan nostaa projektien aikataulun hallinnan, suunnittelun virheettömyyden ja tehokkuuden sekä tiedonkulun parantaminen.

Projektin hallinnassa aikataulussa pysymiseen sekä aikataulun hallintaan olisi hyvä kehittää toimiva systeemi. Mahdollinen ratkaisu voisi olla työssä esitely projektin aikainen työmäärien arviointi. Tämä vaatisi projektin aikaista seuranta, sillä sen avulla voitaisiin arvioida, pystytäänkö suunnitelma viemään loppuun sovitussa ajassa. Tämän lisäksi jo myyntivaiheessa pystyttäisiin kertomaan asiakkaalle arvio siitä, kuinka paljon aikaa projektin toteuttamiseen kuluu.

Suunnittelun virheettömyyden ja tehostamisen parantamiseksi paras vaihtoehto olisi selkeyttää suunnittelua siten, että yhtä työtä olisi mahdollista tehdä pidempiä ajanjaksoja kerrallaan, jolloin virheettömyys ja tehokkuus paranisi.

Tiedonkulun parantaminen nousi esille työtä alustaessa ja suunnittelun lisäksi sen parantaminen helpottaisi koko puistomuuntamotiimin työskentelyä. Tiedonkulun parantamiseksi pitäisi löytää tapa, jonka avulla kaikki työntekijät

olisivat tietoisia projekteissa tapahtuvista muutoksista. Vastuuhenkilö tai -henkilöt nimeämällä, epäselvien asioiden selvittäminen helpottuisi oleellisesti.

6 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli käydä läpi puistomuuntamoiden suunnittelua sekä löytää keinoja suunnittelun tehostamiseksi. Muuntamon suunnittelun vaiheisiin perehtymällä saadaan selkeä kuva, miten projektissa edetään ja mitä pitää ottaa huomioon eri vaiheissa.

Suunnittelun kehittämiseen löytyi paljon erilaisia näkökulmia opinnäytetyön aiheita alustaessa. Tähän työhön valittiin selkeimmin ja yleishyödyllisimmin juuri suunnitteluun liittyvät aiheet ja työssä paneuduttiinkin pelkästään puistomuuntamoiden suunnittelun tehostamiseen.

Työn pääasiallinen tarkoitus oli löytää keinoja suunnittelun tehostamiseksi. Tehostamiskeinoja haettiin rajapintoihin, projektin hallintaan sekä vakiomuuntamoiden suunnitteluun. Merkittävimpinä keinoina esiin nousivat aikataulujen hallinta, suunnittelun virheettömyyden ja tehokkuuden sekä tiedonkulun parantaminen.

Työn aiheita alustaessa esiin nousi myös useita puistomuuntamotiimin työskentelytapoihin liittyviä kehityskohteita, joihin olisi hyvä kiinnittää jatkossa huomiota. Työn aikana esille nousseita aiheita olivat kommunikaation parantaminen, tiimin roolien ja vastuiden selvittäminen, tiimin tehokkuuden parantaminen sekä miten materiaalit saadaan tilattua ajoissa ja miten itsestä riippumattomat viivästykset materiaalien osalta hoidetaan prosessissa. Varsinkin tiimin kommunikaation kehittämiseen sekä roolien ja vastuiden selvittämiseen olisi hyvä löytää ratkaisu. Tämä selkeyttäisi ja tehostaisi jokaisen tiimiläisen työtä.

Puistomuuntamoiden suunnittelua pystytään parantamaan jo melko pienillä muutoksilla sekä toiminnan tehostamisella. Osa muutoksista pystytään tekemään pienellä lisätyöllä ja varsinkin nämä kannattaisi jatkossa ottaa käyttöön.

Opinnäytetyön prosessi eteni kokonaisuudessaan sujuvasti, sillä työn sisältö oli suunnitelman mukainen. Työhön suunniteltuja aiheita ei tarvinnut lisätä eikä

poistaa ja kaikkiin toimeksiantajalta saatuihin kehitysideoihin suunnittelun tehostamiseksi löydettiin ratkaisumahdollisuuksia. Haastavissa tilanteissa opinnäytetyöprosessin aikataulussa pysymisen mahdollisti omalta osaltaan toimeksiantajalta ja työn ohjaavalta opettajalta saadut asiantuntevat sekä nopeat vastaukset.

Opinnäytetyötä tehdessä kirjoittaminen eteni suunniteltua nopeammin, kun taas tiedonhakemiseen aikaa kului suunniteltua enemmän. Tiedonhakeminen oli iso osa työtä, joten sekä se että erilaisten tiedonhakumenetelmien käyttäminen kehittyi työn aikana. Opinnäytetyössä tarvittiin paljon tietoa puistomuuntamoista ja niiden suunnittelusta. Puistomuuntamoiden historiasta, tekniikasta ja suunnittelusta nousi esille uutta tietoa, joka auttaa jatkossa puistomuuntamoiden parissa työskentelyä.

LÄHTEET

HE 265/2020. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi sähkömarkkinalain ja sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain 14§:n muuttamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2020/20200265>

Kauppalehti. (9.11.2022). Sähköteollisuudessa on käytössä hiilidioksidia 20000 kertaa vahvempi kasvihuonekaasu – miten siitä päästään eroon?. <https://kumppanisisallot.fi/kauppalehti/schneider-electric/sahkoteollisuudessa-on-kaytossa-hiilidioksidia-20-000-kertaa-vahvempi-kasvihuonekaasu-miten-siita-paastaan-eroon/>

Netcontrol. (2019). Netcon 100: Älykäs ratkaisu sähköjakeluautomaatioon. https://www.netcontrol.com/wp-content/uploads/2019/09/M00104-BR-FI-12_Netcon-100-brochure.pdf

Pakarinen, J. (28.10.2022). Henkilökohtainen keskustelu UTU Oy:n suunnittelupäällikön, Jyri Pakarisen, kanssa.

Pelin, R. (2020). Projektihallinnan käsikirja (8., uudistettu painos). Projektijohdaminen Oy Risto Pelin.

Salo, J. (20.10.2022). Henkilökohtainen keskustelu UTU Oy:n suunnittelijan, Jarkko Salon, kanssa.

Schneider Electric. (8.11.2022). Uusi innovaatio syrjäyttää ilmastopahiksena tunnetun SF6-kaasun. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/uusi-innovaatio-syrjayttaa-ilmastopahiksena-tunnetun-sf6-kaasun?publisherId=69818837&releaseId=69956708>

Siemens. (2022). Medium-voltage switchgear: Switchgear type 8DJH for secondary distribution systems up to 24 kV, Gas-Insulated. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:60f3dbd7588876438a66d3503921eedeadc95ad2/8djhcompact-en-cataloge.pdf>

Silvennoinen, M. (2019). Organisaation sisäisen tiedonkulun kehittäminen [AMK-opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019120424499>

Stuk. (4.2.2020). Jakelujohdot ja muuntamot. <https://www.stuk.fi/aiheet/sahkonsiirto-ja-voimajohdot/jakelujohdot-ja-muuntamot>

UTU Oy. (2022a). Puistomuuntamot. <https://www.utugroup.com/fi/tuotekategoria/sahkonjakelu-ja-energia/puistomuuntamot/>

UTU Oy. (2022b). UTU Vahti-esite.

UTU Oy. (2022c). UTU yrityksenä. <https://www.utugroup.com/fi/utu-group/utu-yrityksena/>

UTU Oy. (n.d.-a). Puistomuuntamon suunnitteluohje.

UTU Oy. (n.d.-b). UM-24L puistomuuntamo. Haettu 17.11.2022 osoitteesta <https://www.utugroup.com/fi/tuotekategoria/sahkonjakelu-ja-energia/puistomuuntamot#downloads>