

Juho Sääskilahti

**VERKOSTOALAN ASIAKASSELVITYS SEKÄ DESPRON TOIMINNAN KEHIT-  
TÄMINEN**

# **VERKOSTOALAN ASIAKASSELVITYS SEKÄ DESPRON TOIMINNAN KEHITTÄMINEN**

Juho Säaskilahti  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma, sähkövoimatekniikka

---

Tekijä: Juho Säaskilahti

Opinnäytetyön nimi: Verkostoalan asiakasselvitys sekä Despron toiminnan kehittäminen

Työn ohjaajat: Pekka Rantala, Heikki Aho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 40

---

Despro Engineering Oy on vuonna 2015 perustettu sähkö- ja televerkkojen suunnitteluun erikoistunut yritys, joka tarjoaa suunnittelu- ja projektinjohtopalveluita sähkö- ja televerkkojen haltijoille sekä alan muille toimijoille. Despro on innovatiivinen suunnittelutoimisto, jolla on toimipisteitä viidessä eri Suomen kaupungissa ja halu kehittää toimintaa ja kasvaa Suomessa johtavaksi suunnittelutoimistoksi.

Opinnäytetyössä tutustuttiin sähköverkkoalaan Suomessa sekä Suomen sähköverkon rakentamiseen yleisellä tasolla ja sähköjakeluverkkojen suunnitteluun. Lisäksi työssä tehtiin asiakasselvitystä ja tarvekartoitusta, missä tutustuttiin Lapin alueen sähköjakeluverkkojen haltijoihin sekä tutkittiin alueen verkkoyhtiöiden tarvetta Despron tarjoamille palveluille. Tavoitteena oli selvittää tutkimusalueen verkkoyhtiöiden, sähkölaitosten ja sähkösuuskuntien nykyinen tilanne ja tulevaisuuden suunnitelmat sekä minkälaisille palveluille alueen verkkoyhtiöillä olisi tarvetta.

Asiakasselvitys ja tarvekartoitus toteutettiin suurelta osin puhelimitse tehdyillä haastatteluilta. Tampereella keväällä 2017 järjestetyt verkostomessut tarjosi hyvän tilaisuuden tavata potentiaalisia asiakkaita kasvotusten, ja sitä käytettiin työssä hyödyksi mahdollisimman paljon.

Tutkimustulokset osoittivat, että alueen suurimmilla jakeluverkon omistajilla on tarvetta Despron nykyisille palveluille mutta myös sellaisille palveluille, joita Despro ei vielä pysty tarjoamaan. Toiminnan kehittäminen uudelle alalle, kuten sähköasemasuunnittelu, on toiminnan jatkuvuuden kannalta varteenotettava kehittämissuunta.

---

Asiasanat: sähköverkot, verkostosuunnittelu, markkinatutkimus

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 SUOMEN SÄHKÖVERKKO.....	6
2.1 Sähkömarkkinalaki.....	8
2.2 Kantaverkko.....	9
2.3 Alueverkko.....	11
2.4 Sähköasemat.....	11
2.5 Keskijänniteverkko.....	13
2.6 Jakelumuuntamot.....	14
2.7 Pienjänniteverkko.....	16
3 SÄHKÖNJAKELUVERKON SUUNNITTELU.....	19
3.1 Suunnitteluprojektin vaiheet.....	19
3.1.1 Verkostosuunnittelu.....	20
3.1.2 Maastosuunnittelu.....	21
3.1.3 Johtoreittien ja muuntamoiden sijoittaminen sekä luvat.....	22
3.2 Sähköasemasuunnittelun peruseriaatteet.....	23
4 DESPRO ENGINEERING OY.....	28
5 MARKKINATUTKIMUS.....	30
6 ASIAKASSELVITYS.....	32
6.1 Verkosto-messut.....	32
6.2 Haastattelut.....	35
6.3 Tutkimustulosten analysointi.....	36
7 YHTEENVETO.....	38
LÄHTEET.....	39

# 1 JOHDANTO

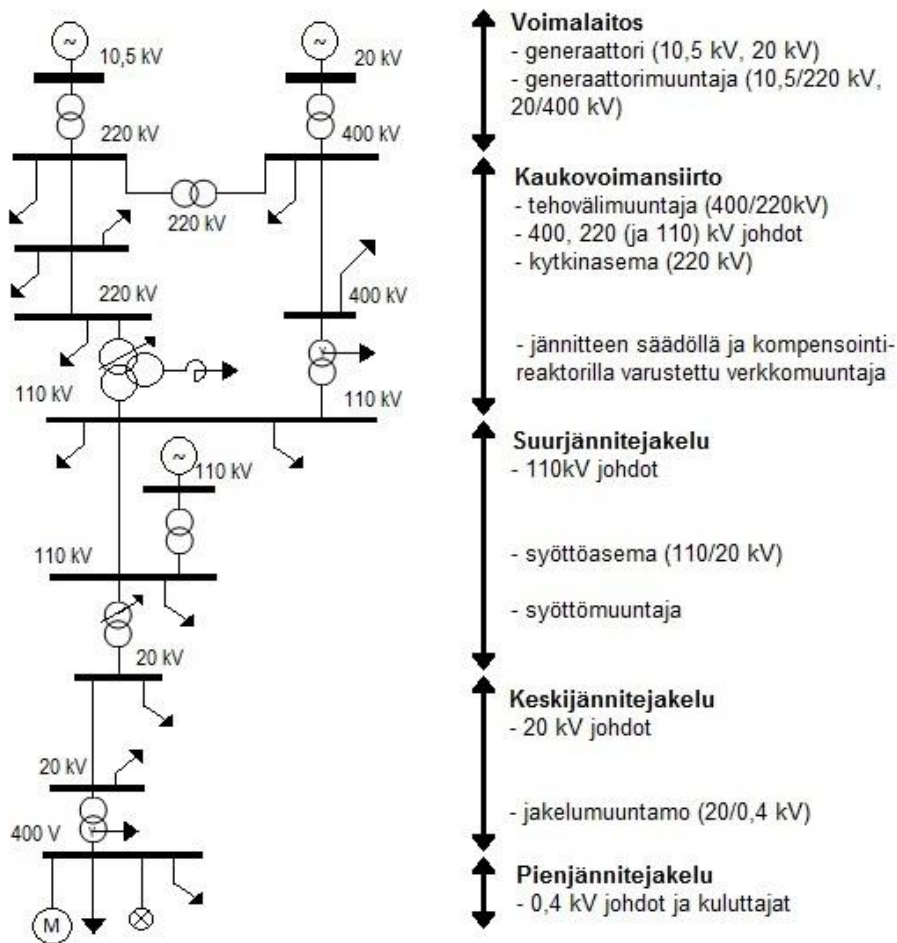
Sähkö on olennainen osa nykypäivän yhteiskuntaa, ja miltei kaikki toimii sen varassa. Siksi sen toimitusvarmuudesta ollaan hyvin riippuvaisia ja pitkiä sähkökatkoksia pyritään välttämään viimeiseen asti. Vuonna 2013 voimaan tullut sähkömarkkinalaki vaatii sähköverkon omistajia kehittämään verkkojaan, jotta sähköjakeluverkon toimintavarmuus paranee. Sähkö tuotetaan voimalaitoksissa eri puolilla maata, ja jotta se saadaan toimitettua loppukäyttäjille, on tuotannon ja kulutuksen välillä oltava toimiva siirto- ja jakeluverkko. Kestävän ja toimivan sähköjakelujärjestelmän rakentamisen edellytyksenä on ammattimainen ja huolellinen suunnittelu.

Opinnäytetyössä on tavoitteena tutustua sähköjakeluverkon rakenteeseen ja sen suunnitteluun. Lisäksi työssä tehdään markkinatutkimusta, jossa selvitetään verkostoalalla toimivia potentiaalisia asiakkaita. Asiakasselvityksellä pyritään saamaan tietoa potentiaalisten asiakkaiden palveluiden tarpeista ja siitä, miten yrityksen toimintaa tulee kehittää, jotta heidän tarpeisiin pystytään vastaamaan. Markkinatutkimus tehtiin Despro Engineering Oy:lle, joka on opinnäytetyön toimeksiantaja.

## 2 SUOMEN SÄHKÖVERKKO

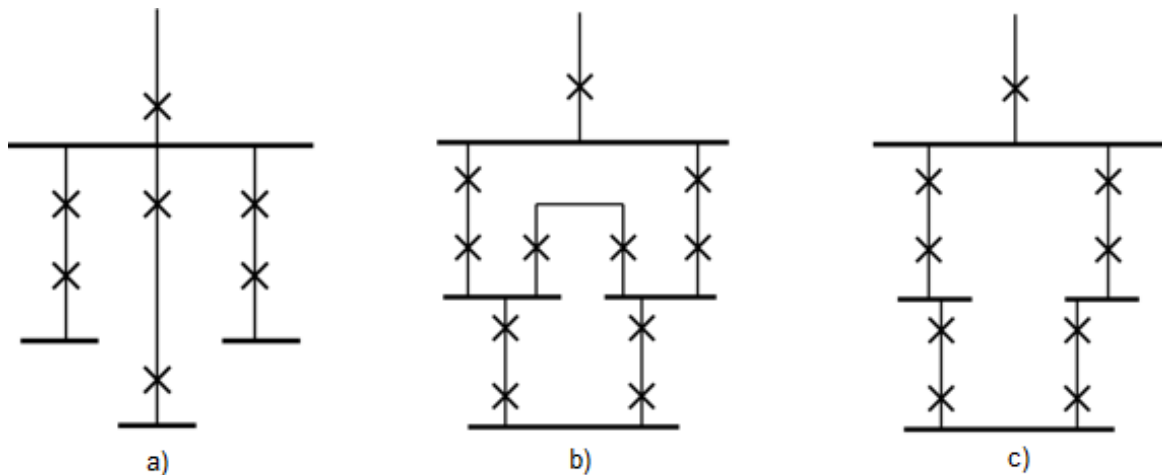
Sähköverkon tehtävänä on yhdistää sähkön tuotanto ja kulutus toisiinsa. Suomen sähkövoimajärjestelmä koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, alueverkoista, jakeluverkoista sekä sähkön kuluttajista. Sen yksi keskeisimmistä eduista on energian siirtäminen hyvällä hyötysuhteella. Koska sähköntuotanto pyritään toteuttamaan siellä, missä se on kaikkein taloudellisinta, voivat siirtoetäisyydet kulutuspaikoihin olla hyvinkin pitkiä. Energian siirtäminen hyvällä hyötysuhteella tarkoittaa, että siirron ja jakelun häviöt on pidettävä mahdollisimman pieninä. (1, s. 54.)

Kun siirretään suuria tehoja ja siirtomatkat ovat pitkiä, on joko virran tai jännitteen oltava suuri. Suomessa yleisesti sähkön siirtoverkoissa käytetään suurta jännitettä, sillä tehohäviöt ovat tällöin huomattavasti pienemmät sekä siirtojohtojen lukumäärää voidaan vähentää verrattuna alempien jännitteiden käyttöön. Toisaalta järjestelmän laitteiden hinnat nousevat huomattavasti, mitä suurempia jännitteitä käytetään. Näistä monista syistä johtuen tiettyä siirtoetäisyyttä ja tarvetta vastaanakin jokin optimaalinen siirtojännite. Kuvassa 1 on esitetty Suomen siirto- ja jakeluverkon eri jännitetasot. (1, s. 54.)



KUVA 1. Siirto- ja jakeluverkon periaatekaavio (2)

Sähkön siirto- ja jakeluverkot jaetaan rakenteen perusteella kolmeen ryhmään. Niitä ovat säteittäisverkot, silmukkaverkot ja rengasverkot (kuva 2). Säteittäisessä verkossa syöttö kulutukselle tulee vain yhtä reittiä, ja silmukoidussa ja rengasverkossa voidaan sähköä syöttää kulutukselle useampaa reittiä. Silmukkaverkkojen käyttövarmuus on säteittäistä parempi, sillä yhden syöttösuunnan johdon vikaantuessa ei sähkön syöttö kulutuspisteessä katkea kokonaan. Rengasverkkoa hyödynnetään lähinnä vianetsinnässä ja verkon kytkentää muutettaessa. (2.)



KUVA 2. a) Säteiläisverkko b) silmukkaverkko c) rengasverkko (3)

## 2.1 Sähkömarkkinalaki

Sähkömarkkinalakiin nähtiin tarpeelliseksi tehdä muutoksia ja lisäyksiä, kun huomattiin, kuinka vanha Suomen sähköverkon rakenne monilta osin on ja toisaalta kuinka riippuvainen yhteiskunta on sähkön toimituksen varmuudesta. Vuonna 2013 voimaan tullut sähkömarkkinalaki pyrkii muokkaamaan sähkökatkojen kestoajat loppukäyttäjällä mahdollisimman lyhyiksi ja takaamaan sähkönjakelun toimintavarmuuden sekä kilpailukykyisen hinnan. Laki velvoittaa näin ollen sähkönjakeluverkon omistajia kehittämään jakeluverkoistaan entistäkin toimintavarmempia, ja säävarman verkon rakentaminen onkin tällä hetkellä ajankohtaista kaikkialla Suomessa ja verkkoja saneerataan kovaa vauhtia. (4.)

Sähköverkkojen kunnostaminen ja uudelleen rakentaminen ei tapahdu hetkessä, ja laki edellyttääkin jakeluverkonhaltijoita kehittämään säävarmaa verkkoa vaiheittain. Jakeluverkonhaltijoiden on täytettävä laissa määrätyt toimitusvarmuusvaatimukset vastuualueillaan kokonaan viimeistään vuoden 2028 loppuun mennessä. Vuoden 2019 loppuun mennessä vaatimuksista vähintään 50 % tulee olla täytettynä ja vuoden 2023 loppuun mennessä vähintään 75 %. 75 ja 100 prosentin vaatimusten aikarajoihin voi hakea jatkoaikaa, mikäli jakeluverkonhaltijalla on tähän painava tai erittäin painava syy. (5.)

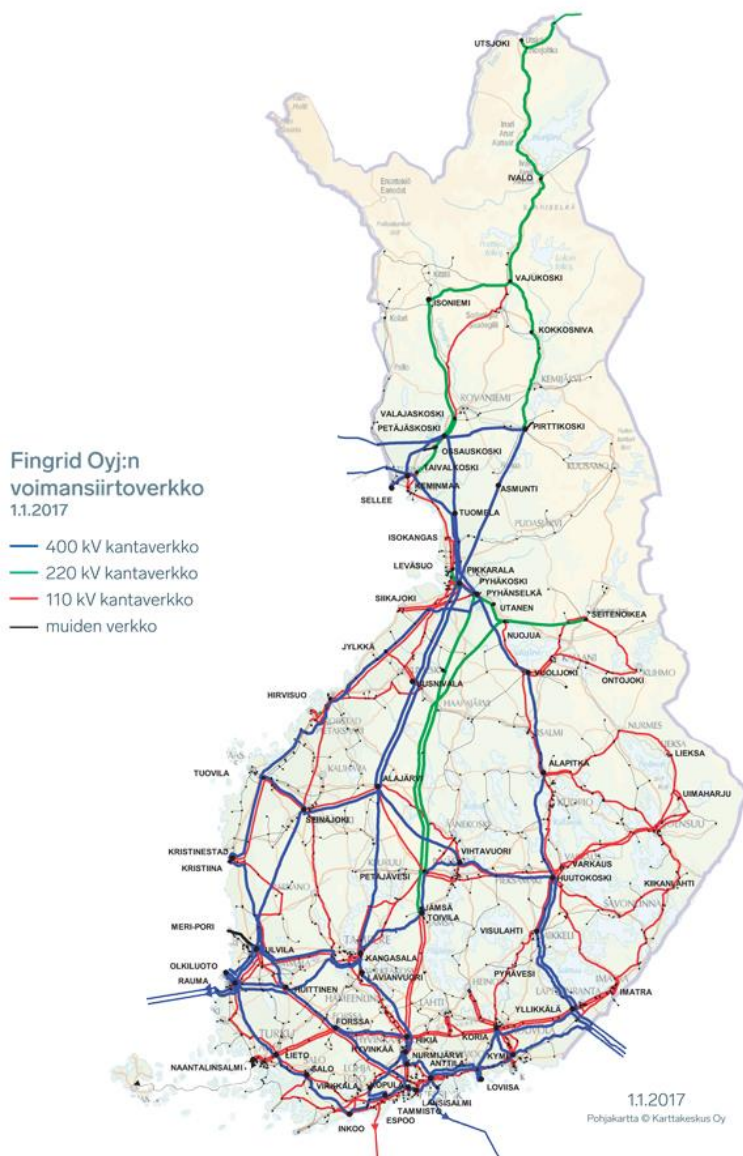
Laki velvoittaa jakeluverkonhaltijoita kehittämään jakeluverkkoja siten, että ne ovat kantaverkonhaltijan asettamien vaatimusten mukaisia. Lisäksi jakeluverkon vioittuminen sään seurauksena ei



saa asemakaava-alueella aiheuttaa loppukäyttäjälle yli 6 tuntia kestävää sähkökatkoa ja asemakaava-alueen ulkopuolella yli 36 tuntia kestävää sähkökatkoa. Käytännössä tämä tarkoittaa monissa paikoissa ilmajohtojen korvaamista maakaapeleilla sekä niiden siirtämistä teiden varsille, sillä suurin osa tämänhetkisistä ilmajohdoista kulkee metsissä. Teiden varsille sijoitetut ilmajohdot ovat huomattavasti parempien ja nopeampien huoltoyhteyksien päässä, ja ne lasketaankin säävarmoiksi verkoiksi. (4.)

## **2.2 Kantaverkko**

Kantaverkko on Suomen sähkönsiirron runkoverkko, johon ovat liittyneet suuret voimalaitokset, tehtaat ja alueelliset jakeluverkot. Se on rakennettu nykyiseen muotoonsa noin 90 vuoden aikana, kun voimalaitoksia ja sähkönsiirtoverkkoja on alettu yhdistää toisiinsa suurjännitejohdoilla. Vuonna 2017 Suomen kantaverkkoon kuuluu yhteensä noin 14 400 km suurjännitteisiä voimajohdot ja 116 sähköasemaa. Kantaverkko toimii Suomessa ja Euroopassa yleisesti käytössä olevalla 50 Hz:n taajuudella ja käytettävät suurjännitteet ovat 400 kV, 220 kV ja 110 kV. Näistä yleisin jännitetaso on 110 kV, mitä on hieman yli puolet koko verkosta. Suomen kattava kantaverkko palvelee sähkönsiirtoverkkojen tuottajia ja kuluttajia mahdollistaen näiden kahden osapuolen keskinäisen kaupan sekä valtakunnan rajojen sisäpuolella että niiden ylikin. Kuvassa 3 on esitetty Suomen kantaverkon rakenne vuonna 2016. (6.)



KUVA 3. Suomen kantaverkko vuonna 2017 (7)

Suomen kantaverkon omistaa Fingrid Oyj. Sen tehtäviä ovat verkon ylläpito ja kehitys, kantaverkon valvonta ja sen käytön suunnittelu, tasepalvelu, rakentaminen sekä sähkömarkkinoiden toiminnan edistäminen. Kantaverkkoa pyritään kehittämään jatkuvasti, jotta sähkönsiirrossa tapahtuvat häiriöt saataisiin minimiin. Fingrid Oyj on investoinut viime vuosina sähköverkkoon enemmän kuin koskaan aiemmin ja investoi kuluvan vuosikymmenen (2015 - 2025) aikana yhteensä noin 1,2 miljardia euroa, minkä tarkoituksena on saada rakennettua lähes 3000 km voimajohtoja ja noin 30 uutta sähköasemaa. (7.)

## 2.3 Alueverkko

Alueverkkoja ovat sähkönsiirrossa käytössä olevat verkon osat, joiden kautta jakeluverkot ja niiden osat kytkeytyvät kantaverkkoon, eli niitä ovat alueelliset suurjänniteverkot tai -johdot. Alueverkko muodostuu kantaverkkoon kuulumattomista vähintään 110 kV:n verkosto-osista. Jakelu- ja alueverkkoyhtiöt omistavat ja vastaavat alueverkkojen toimivuudesta. Jakeluverkkoyhtiöllä on käytössä muitakin jännitetasoja verkossaan toisin kuin alueverkkoyhtiöllä, jotka käyttävät ainoastaan suurjännitteistä 110 kV:n aluesiirtoverkkoa. Alueverkkoyhtiöiden pääasiallinen tehtävä on huolehtia sähkönsiirrosta 110 kV:n jännitteellä omistajiensa muuntoasemille. (1, s. 61 - 62.)

## 2.4 Sähköasemat

Sähköasema on sähköjakeluverkon tärkein yksittäinen osa (kuva 4). Siellä muunnetaan suurempi, yleensä 110 kV:n jännite pienemmäksi, yleensä 20 kV:n tasolle. Sähköasema syöttää keskijänniteverkkoa, ja aseman sijainti ja koko määrittelevät suurelta osin keskijänniterunkojohtojen mitoitukset, pituudet ja suurelta osin varayhteydetkin. Sähköasemat ovat verkon monipuolisia jakelukeskuksia, ja niihin onkin sijoitettu pääosa verkon suojaruleistiksestä ja muusta automaatiosta. Sähköasemat rakentuvat suurjännitekytkinlaitoksesta, yhdestä tai useammasta päämuuntajasta, keskijännitekytkinlaitoksesta ja apujännitejärjestelmästä. (8, s. 119.)



KUVA 4. Ilmaaristeinen ja avorakenteinen kytkinlaitos (9)

Sähköasemat on jaoteltu eristemateriaalin mukaan ilmaeristeisiin (AIS = Air insulated substations) ja kaasueristeisiin (GIS = Gas insulated substations) laitoksiin. Pääosa Suomen sähköasemista on ilmaeristeisiä ulkokytkinlaitoksia, mutta myös kaasueristeiset kytkinlaitokset ovat yleistyneet. Ilmaeristeisissä kytkinlaitoksissa jännitteiset osat on eristetty toisistaan ilmalla. Näiden laitosten komponenttien ja kojeistojen sijoittelussa on huomioitava käytössä oleva tila, johtojen tulosuunnat, laajennusvarat sekä taloudellisuus. Sijoitteluun vaikuttavat myös tontin sijainti, tulevat voimajohdot ja kytkinlaitoksen komponentit. (10, s. 11.)

Kaasueristeisissä kojeistoissa käytetään eristeaineena SF<sub>6</sub>-kaasua. Kaasukojearistojen etuja ilmaeristeiseen verrattuna ovat: vähäinen tilantarve, korkea käyttövarmuus, varma kosketussuoja, alhainen huollon tarve, pitkä käyttöikä ja kevyt rakenne. Kaasueristeisten sähköasemien asennusaika on myös lyhyt, mikä johtuu tehtaalla tapahtuvasta suurten yksiköitten esiasennuksesta ja koestuksesta. (11, s. 5, 11.)

Haja-asutusalueella sijaitsevat sähköasemat ovat perinteisesti ilmaeristeisiä ja avorakenteisia ulkokojeistoja, kun taas taajamissa nykyään yhä useammin joko suur- tai keskijännitekytkinlaitos tai molemmat ovat tilansäästö- ja ulkonäkösyistä joko ilma- tai SF<sub>6</sub>-kaasueristeisiä sisäkojeistoja. Ulkokytkinlaitosten rakennuskustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin sisäkytkinlaitosten. (8, s. 119.)

Sähköasemat sisältävät suuren määrän komponentteja, ja niillä kaikilla on tärkeä tehtävä verkon toiminnan kannalta. Tärkeimmät komponentit ovat pää- ja mittamuuntajat, katkaisijat ja erottimet sekä kompensointilaitteet. (12, s. 34.) Sähköaseman kallein yksittäinen komponentti on sen päämuuntaja. Tyypillinen päämuuntajan koko on välillä 10 - 40 MVA, ja sitä kuormitetaan normaalitilanteessa noin 60 - 80 %:lla nimellistehosta. Muuntajien nimellistehoilla on keskeinen vaikutus keskijänniteverkon oikosulkuvirtoihin. Mitä isompi nimellisteho muuntajalla on, sitä pienempi muuntajan impedanssi on ja sitä suurempi on oikosulkuvirta. Muuntajaa ei voida normaalitilanteessa yleensä käyttää nimellistehollaan, vaan nimellisteho on yleensä mitoitettu sen verran suureksi, että se pystyy tarvittaessa korvaamaan osan saman sähköaseman toisen muuntajan tai naapurisähköasemien muuntajien kapasiteeteista näiden vikatilanteissa. Vikatilanteissa, jossa tarvitaan varasyöttöä, voidaan usein hyödyntää muuntajien ylikuormitusmahdollisuuksia, jos ympäristön lämpötila on riittävän alhainen. (8, s. 121.)

Koska päämuuntaja on sähköaseman ylivoimaisesti kallein komponentti, täytyy sillä olla myös kattava ja monipuolinen suojaus. Sen pääsuojina ovat ylivirtarele ja differentiaalirele. Differentiaalirele tarkkailee suojattavan kohteen läpi kulkevaa virtaa ja pääättelee sen perusteella, onko suojauskohdeessa vikaa. Lisäksi se sisältää toiminnot muuntajan sisäisten vikojen tunnistamiseen. Muuntajan sisäisiä vikoja ovat oikosulku, maasulku, käämisulku ja kierrossulku. Virtauslaukaisulla varustettu kaasurele on myös yksi päämuuntajan tärkeistä suojusta, sillä se toimii usein ensimmäisenä vakavissa muuntajan sisäisissä vioissa. (8, s. 121.)

Mittamuuntajat ovat erikoisrakenteisia muuntajia, joita käytetään mittaus- ja suojaustekniikassa. Mittamuuntajia ovat virtamuuntajat ja jännitemuuntajat. Niiden tehtävänä on eristää mittauspiiri päävirtapiiristä, mahdollistaa suojalaitteiden standardointi tiettyihin mitoitusarvoihin, suojella mittareita ylikuormitukselta ja mahdollistaa mittareiden ja releiden vapaa sijoittelu. Mittamuuntajia käytetään, koska mittareiden ja releiden rakentaminen suurille virroille ja jännitteille on teknisesti vaikeaa. (12, s. 35.)

Katkaisija on verkon tärkein ja kallein kytkinlaite. Sen tehtävänä on katkaista ja sulkea kuorma- ja vikavirrat, ja sen tulee tapahtua niin, että muulle verkolle ei aiheudu häiriöitä eikä katkaisija vaurioidu. Katkaisijoita on sekä manuaalisesti että automaattisesti toimivia. Tyypillinen esimerkki automaattisesta katkaisijatoiminnasta on katkaisijan avautuminen suuren ylivirran, kuten oikosulkuvirran seurauksena. Katkaisijoille avauskäskyjä antavat releet, joihin ne on kytketty. (12, s. 36.)

## **2.5 Keskijänniteverkko**

Suomessa tyypillisesti käytettävä keskijänniteverkon jännitetaso on 20 kV, mutta joissakin kaupungeissa on käytössä myös 10 kV:n järjestelmiä. Keskijänniteverkko on yleensä monin osin silmukoiduksi rakennettu sähköverkko, mitä kautta sähköasemat syöttävät sähköä jakeluverkon muuntajiin. Varsinkin taajamissa muuntajien välille rakennetaan keskijännitekaapeleista rengasverkko, jotta yhden syöttösuunnan kaapelin vaurioituessa tai huoltotoimenpiteissä saadaan jakelumuuntajalle syöttö jotakin toista kautta. Vaikka verkot onkin rakennettu silmukoiduksi, niitä käytetään kuitenkin säteittäisenä. (8, s. 125.)

Sähköasemalta lähtevien keskijännitejohtojen eli lähtöjen suojana ovat katkaisija ja siihen liitetyt ylivirtarele, maasulkurele ja jälleenkytkentäreleet. Avojohtoverkossa ei ole käytössä ylikuormitus-suojausta, vaan ylivirtarele toimii oikosulkusuojana. Keskijänniteverkko on yksi eniten sähkönjake-luun häiriöitä aiheuttavista verkon osista, sillä jopa yli 90 % sähkön loppukäyttäjien kokemista kes-keetyksistä johtuu keskijänniteverkoissa tapahtuvista vioista. Keskijänniteverkolla on myös nor-maalin sähköjakelutoiminnon lisäksi merkittävä rooli 110 kV:n varayhteytenä pahoissa johtojen ja sähköasemien vioissa. Eri varayhteysvaihtoehtojen tarkastelu onkin tärkeää. (8, s. 125.)

Taajamissa käytössä olevissa keskijännitemaakaapeliverkoissa verkkotopologiakysymykset ja suunnitteluohjeistot ovat tärkeitä. Keskeisiä pohdittavia asioita keskijänniteverkkoa kehitettäessä ovatkin esimerkiksi kaapeliverkon muoto ja maksimikuormitusasteet sekä lähtöjen ja sähköase-mien korvattavuuskysymykset. Maaseuduilla keskijänniteverkot on rakennettu perinteisesti käyt-täen päällystämättömiä avojohtoja, joiden etuna on edullisemmat rakennuskustannukset ja haitta-puolina ovat suuri tilantarve ja huono soveltuvuus maisemaan. Haja-asutusalueilla ei varayhtey-s-tarkasteluja laajemmille periaatteellisille verkkotopologiatarkasteluille ja yksinkertaistetuille suun-nitteluohjeistoille ole tarvetta tai mahdollisuuttakaan, vaan johdot on rakennettava sinne, missä kuormituksetkin ovat. Keskijänniteverkon johtopituudet ovat tyypillisesti muutamasta kilometristä muutamaan kymmeneen kilometriin. (8, s. 125.)

## **2.6 Jakelumuuntamot**

Jakelumuuntamoissa muunnetaan Suomessa tyypillisesti 20 kV:n keskijännite 400 V:n pienjännit-teeksi. Niillä syötetään pienjänniteverkkoa, johon sähkön loppukäyttäjät liittyvät. Muuntamot koos-tuvat keskijännitesyötöstä, yhdestä tai useammasta jakelumuuntajasta, pienjännitelähdöistä sekä mahdollisesta apujännitejärjestelmästä. Jakelumuuntamoita rakennetaan uusia asutusalueita säh-köistettäessä sekä vanhaa verkkoa saneerattaessa. Muuntamoiden kustannukset riippuvat todella paljon muuntamotyypistä. Isompitehoiset jakelumuuntamot taajamissa ovat ympäristövaatimus-tensa takia huomattavasti kalliimpia kuin haja-asutusalueille soveltuvat. (8, s. 157.)

Haja-asutusalueilla perinteinen ratkaisu jakeluverkkoa rakennettaessa on ollut AMKA-riippukierre-johdoilla toteutettu pienjänniteverkko, jota syötetään pylväsmuuntamalla. Pylväsmuuntamot sopi-vat pienille, nimellisteholtaan enintään 315 kVA:n muuntajille. Niissä keskijännitejohto kytkeytyy

usein erottimien kautta muuntajan ensiöliittimiin. Taajamissa jakelumuuntamot syöttävät pienjänniteverkkoa mutta ovat usein myös keskijännitekaapelirenkaan osana. Puisto- ja kellarimuuntamoiden lähdöt on varustettu katkaisijoilla tai tehoerottimilla ja keskijännitekojeistot voivat olla myös SF<sub>6</sub>-kaasueristeisiä. Taajamien muuntamoissa käytettyjen muuntajien nimellistehot ovat yleensä luokkaa 1000 kVA. Kuvassa 5 on pylväsmuuntamo ja kuvassa 6 puistomuuntamo. (8, s. 157 - 158.)



*KUVA 5. Pylväsmuuntamo*



KUVA 6. Puistomuuntamo

Vikavirta- ja ylikuormitussuojaus pienjänniteverkoissa toteutetaan jakelumuuntamalla. Suomessa jokainen muuntamon pienjännitelähtö varustetaan sulakkeilla. Usein kun jakeluverkkoa joudutaan saneeraamaan rakentamalla uusi muuntamo, johtuu tämä liian suuresta jännitteenalenemasta tai sulakekokoon nähden liian pienestä vikavirrasta, jolloin vian automaattisen poiskytkentään liittyvät säädökset eivät täyty. Vaihtoehtoinen menetelmä jännitteenaleneman ja vian automaattiseen poiskytkentään liittyvien ongelmien poistamiseen on vaihtaa pienjännitejohdot poikkipinnaltaan isompiin. (8, s. 157.)

## 2.7 Pienjänniteverkko

Suomessa pienjännitejakeluverkon jännitetaso on 400 V ja tavalliselle sähkönkuluttajalle tutumpi jännite 230 V on pienjänniteverkon vaihejännite. Pienjänniteverkko on sähkönjakeluverkossa se osa, johon tavalliset sähkönkuluttajat liittyvät. Pienjänniteverkon suojaukselle on asetettu tiukat vaatimukset, sillä pienjännitekojeet ovat erittäin yleisiä ja ihmiset sekä esimerkiksi palolle herkit rakenteet ja laitteet joutuvat usein väistämättä lähelle pienjännitejohtoja tai -laitetta. (2, s. 1; 7, s. 159.)

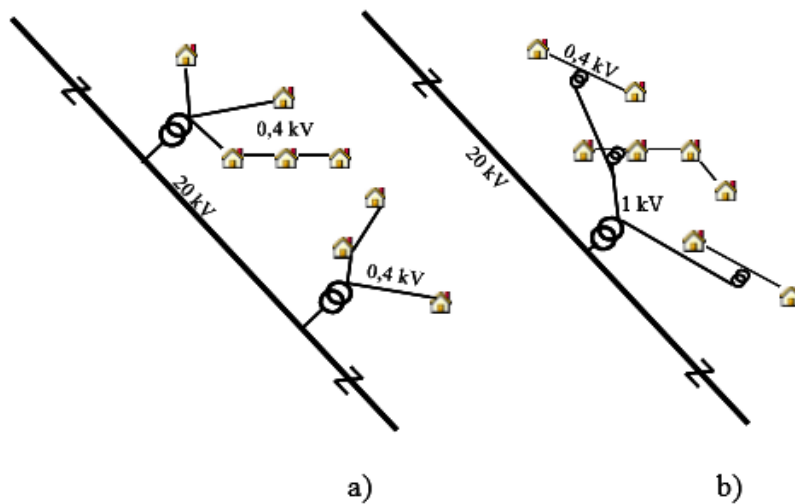
Pien- ja keskijänniteverkoista voi löytää varsin paljon samankaltaisuuksia. Kuten keskijänniteverkkoja niin myös pienjänniteverkkoja käytetään säteittäisesti eli verkkoja syötetään yhdestä pisteestä. Näitä pisteitä ovat pienjänniteverkoilla jakelumuuntamot. Maaseudulla pienjänniteverkot rakenne-



taan kustannussyistä miltei poikkeuksetta säteittäisverkoiksi. Kaupungeissa myös pienjänniteverkkoja rakennetaan rengasverkkomuotoon, mutta niitä käytetään aina säteittäisesti. Verkon tähtipisteen maadoitustapa vaikuttaa verkon suojausten toteutustapoihin. Pienjänniteverkoissa on yleisessä käytössä käyttömaadoitettu järjestelmä. (8, s. 158 - 159.)

Pienjänniteverkon tyyppi ja rakenne määräytyvät pitkälti siitä, onko verkko kaupunki- vai haja-asutusalueella. Kaupunkialueilla käytetään yleisesti maakaapelointia ja puisto- tai kellarimuuntamoita. Haja-asutusalueilla puolestaan käytetään yleensä edullisempaa ratkaisua, kuten pylväsmuuntamoita, ja harvaan asutut talot yhdistetään jakeluverkkoon AMKA-riippukierrehdoilla. Pienjännitejohtojen pituudet jakeluverkossa ovat pisimmilläänkin noin 1 km:n pituisia. (8, s. 159.)

Suomen harvaan asuttujen alueiden sähkönjakeluun on kehitetty 1000 V:n pienjännitettä käyttävää jakelujärjestelmää, jolla voidaan korvata pienitehoiset ja vika-alttiit keskijännitejohtohaarat. Tämän myötä vikojen määrä ja vaikutusalue pienenevät, sillä toisin kuin perinteinen 20 kV:n johtohaara, 1000 V:n tekniikalla toteutettu johtohaara muodostaa oman suojausalueensa eikä vikaantuessaan vaikuta keskijänniteverkossa oleviin muihin sähkönkuluttajiin (kuva 7). (8, s. 168.)



KUVA 7. Asiakasryhmän syöttö a) perinteisellä b) kolmijänniteportaisella (20/1/0,4 kV) verkkoratkaisulla (8, s. 170).

Perinteisellä 400 voltin järjestelmällä asiakkaan ja muuntamon välinen maksimietäisyys on jännitteenalenuemasta johtuen tyypillisesti alle kilometrin, mutta 1000 V:n järjestelmällä voidaan siirtoetäi-

syyttä kasvattaa jopa 5 kilometriin saakka. Tämän lisäksi 1000 V:lla voidaan käyttää avojohtora-kenteita varmempia AMKA-riippukierrekaapeleita. Kun järjestelmässä voidaan käyttää pienjännite-johtoja, ei se tarvitse leveää johtokatua ympärilleen kuten 20 kV:n avojohtot. (8, s. 168.)

Uudisrakentamisessa 1000 V:n järjestelmällä pystytään säästämään vielä enemmän kuin vanhojen keski- ja pienjänniteverkkojen saneeraamisella 1000 V:n järjestelmäksi. Suurimmat taloudelliset edut saavutetaan, kun joitakin keskijännitejohtoja pystytään korvaamaan pienjännitejohtojilla. Lisäksi käyttämällä 20/1/0,4 kV:n kolmikäämimuuntajia voidaan säästyä muuntopiiriin jakamiselta joissakin tilanteissa, kun pienjännitemuuntopiiriin halutaan liittää uusia asiakkaita. Tällaisissa muuntopiireissä runkojohtona on 1000 V:n johto, johon liittyy useita 1/0,4 kV:n muuntajia. (8, s. 169.)

Siirtyminen 1000 V:n järjestelmään jakeluverkon saneerauksessa tarkoittaa aina aiempaan verkotopologian uusimista. Järjestelmä vähentää perinteistä muuntopiirien jakoa ja siten uusien 20/0,4 kV:n jakelumuuntamoiden määrää. Muuntamoiden kokonaismäärä ei kuitenkaan yleensä pienene vaan pysyy vähintäänkin samana 1/0,4 kV:n muuntamoiden vaikutuksesta. (8, s. 169.)

Säävarman jakeluverkon rakentaminen voi edellyttää joidenkin keskijänniteverkon osien maakaapelointia haja-asutusalueilla, mutta 1000 V:n pienjännitemaakaapeleiden käyttäminen keskijännitemaakaapeleiden sijaan voi alentaa rakennuskustannuksia merkittävästi johtuen pienjännitekaapeleiden huomattavasti pienemmistä investointikustannuksista. (8, s. 170.)

### 3 SÄHKÖNJAKELUVERKON SUUNNITTELU

Jotta sähköä saadaan toimitettua voimalaitokselta loppukäyttäjälle, tulee tuotannon ja kulutuksen väliin rakentaa toimiva sähköverkko. Sähköverkon rakentamisessa tulee ottaa huomioon paljon erilaisia asioita, jotta verkko palvelisi niin kuluttajia kuin sähköverkkoyhtiötä mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti. Toisaalta sähköverkon rakentaminen ja ylläpito tulisi olla mahdollisimman taloudellista. Nämä reunaehdot saadaan toteutettua verkon suunnittelulla, jonka keskeisimmät tavoitteet ovat

- sähkönsiirron- ja jakelun taloudellisuus, eli verkkoon ei investoida enempää kuin on tarpeellista, sekä verkossa tapahtuvien häviöiden on oltava mahdollisimman pieniä
- siirron ja jakelun luotettavuus, eli verkossa normaalisti esiintyvät viat aiheuttaa keskeytyksiä sähköntoimitukseen mahdollisimman vähän
- sähkönsiirto ja -jakelu ei saa altistaa ihmisiä tai omaisuutta vaaraan eikä häiritä ympäristöä kohtuuttomasti. (1, s. 73.)

Näiden tavoitteiden lisäksi verkosta loppukäyttäjälle toimitettavan sähkön tulee olla riittävän laadukasta ja sähköverkon komponenttien tulee olla pitkäikäisiä ja luotettavia, sekä niiden tulee kestää verkossa esiintyvät sähköiset ja mekaaniset rasitukset. Osa laatukriteereistä liittyy luotettavaan toimitukseen, mutta osa niistä liittyy sähkön teknisiin ominaisuuksiin, kuten jännitteen ja taajuuden sallittuun vaihtelualueeseen, jännitekuoppien määrään, suuruuteen ja keston sekä jännitteen yliaaltojen määrään. (1, s. 73.)

#### 3.1 Suunnitteluprojektin vaiheet

Verkon suunnittelu voidaan jakaa lyhyen ja pitkän aikavälin suunnitteluun. Lyhyen aikavälin suunnittelussa tehdään rakennusohjelmat noin viiden vuoden tarkastelujaksolle. Rakennusohjelmien perusteella laaditaan yksityiskohtaisemmat suunnitelmat sähköasemien ja johtojen rakenteista ja varusteista. Pitkän aikavälin suunnittelussa puolestaan tarkastelu-aika on noin 5 - 15 vuotta, ja se käsittää verkon kehittämisen pääsuuntaviivat sekä yleissuunnitelman. Näiden lisäksi suositellaan tarkasteltavan myös ylipitkän aikavälin vaihtoehtoja. Ylipitkän aikavälin suunnittelussa tarkastelu-aika on noin 15 - 30 vuotta. (1, s. 73.)

Verkon suunnitteluun liittyvät tehtävät voidaan jakaa seuraavasti:

- pitkän aikavälin kehittämissuunnittelu
- verkostosuunnittelu
- maastosuunnittelu
- rakennesuunnittelu
- työsuunnittelu (8, s. 63).

Suunnittelun kaikissa eri vaiheissa tavoitteena on löytää sellainen teknisesti toimiva ratkaisu, jonka kustannukset pitkällä aikavälillä ovat mahdollisimman pienet. Kustannusten minimointi voidaan tehdä kuitenkin ainoastaan suunnittelutehtävään liittyvien reunaehtojen rajoissa. Reunaehdot ovat seuraavat:

- jännitteenalenema ei saa olla sallittua suurempi
- johtojen termistä kestoisuutta ei saa ylittää
- johtojen tulee olla oikosulkukestoisia
- suojausten toimivuuteen liittyvien määräyksien tulee täytyä
- sähköturvallisuuteen liittyvien määräysten tulee täytyä. (8, s. 63 - 64.)

### **3.1.1 Verkostosuunnittelu**

Suunnitteluprojektin ensimmäinen työvaihe on verkoston sähköinen suunnittelu, jossa tavoitteena on määrittää toteutettavan investoinnin muoto (8, s. 64). Suunnitelmassa käytännössä sijoitetaan karttapohjalle alustavasti verkon komponentit, kuten muuntajat, erottimet ja katkaisijat, jakokaapit ja talovarokekotelot sekä piirretään lisäksi keski- ja pienjänniteverkon alustavat kulkureitit. Komponentit mitoitetaan sähköisesti suunnitteilla olevaan jakeluverkkoon sopiviksi. Mitoitettavia arvoja ovat muuntajien nimellistehot, oikosulkuvirrat ja kaapeleiden sekä ilmajohtojen poikkipinta-alat.

Uusia sähkönjakelujohtoja mitoitettaessa tärkeää on kiinnittää huomiota oikean poikkipinta-alan valitsemiseen. Tietyssä verkon osassa käytetyn taloudellisimman poikkipinnan löytämiseen vaikuttaa rakentamiskustannukset ja niiden kanssa laskennallisesti vertailukelpoiseksi tehdyt häviökustannukset, jotka molemmat ovat täysin riippuvaisia johtimen poikkipinnan suuruudesta. Tavallisesti sähköyhtiöissä on kuitenkin käytössä vain muutamia johtimien poikkipinta-aloja, joista laskennallisella menettelyllä löydetään kuhunkin siirtotapaukseen taloudellisin. (8, s. 65.)

Sähköisen suunnittelun yhteydessä keskeisiä teknisiä reunaehtoja ovat johdinten terminen kestoisuus ja oikosulkukestoisuus, verkossa sallittavat jännitteenalenemat, käyttövarmuusvaatimukset, vikavirtasuojauksen toimivuus sekä sähköturvallisuuksäännösten täytyminen. Käytännössä edellä mainituille reunaehdoille voidaan verkkoyhtiön sisällä asettaa rajat, joita ei saa ylittää, mutta todellisuudessa esimerkiksi jännitteenalenemalle ei ole määritetty tiettyä ylärajaa. (8, s. 74.)

Mitoitusten ja kuormitusten arviointien perusteella valitaan sähköisessä suunnitelmassa verkkoon oikeanlaiset komponentit ja laaditaan lisäksi kaikista muuntamoista sekä jakokeskuksista keskuskaaviot. Keskuskaavioihin merkitään myös johtojen suojana olevien sulakkeiden koot ja samalla varmistetaan verkon selektiivisyyden toteutuminen. Komponenttien valinnassa tulee huomioida myös niiden fyysinen koko, kuten jakokaappien lähtöjen määrä.

Kun jakeluverkon johdot ja komponentit on valittu ja sijoitettu sähköiseen suunnitelmaan, tehdään suunnitelmasta sähköinen laskenta, josta näkyvät liittymien oikosulkuvirrat. Jos oikosulkuvirrat eivät täytä niille asetettuja määräyksiä, tulee suunnitelmiin tehdä muutoksia siten, että oikosulkuvirrat ovat riittävän suuret jakeluverkon kaikissa osissa.

### **3.1.2 Maastosuunnittelu**

Maastosuunnittelu aloitetaan sähköisen suunnitelman loppuvaiheessa tai kokonaan sen valmistamisen jälkeen. Siinä tehtävänä on sijoittaa suunniteltu verkostorakenne maastoon, eli käytännössä työhön kuuluu kaapelireittien ja muuntamoiden paikkojen suunnittelu sekä verkon komponenttien sijoituspaikkojen sopiminen maanomistajien kanssa ja niiden merkitseminen maastoon. Myös kaikki verkonrakennusprojektiin tarvittavien lupien ja sopimusten tekemiset ovat maastosuunnitteluvaiheen tehtäviä. Maastosuunnitteluvaiheessa laaditaan saneerausprojekteissa verkon purkukuvat sekä muut työsuunnitelmadokumentit. Eniten aikaa vieviä tekijöitä maastosuunnittelussa ovat maankäyttö- ja sijoituslupien hakeminen. (13, s. 40.)

Maastosuunnittelu voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Suunnittelun aloitus, maankäyttö- ja sijoitusluvut sekä työkuvioiden laatiminen. Aloitusvaiheeseen kuuluvat seuraavat työt:

- maastoon tutustuminen ja työalueen katselmointi
- maanomistajatietojen hakeminen
- mahdollisten yhteiskäytön tai -kaivuun selvittäminen

- olemassa olevien kaapeleiden ja vesijohtojen paikkojen selvitys.

Maankäyttö- ja sijoituslupien hankintaan ja selvittämiseen kuuluvat seuraavat työtehtävät:

- kansallis- ja luonnonpuistoalueiden selvitys
- muuntamopaikkojen ja kaapelireittien selvitys sekä merkintä maastoon
- maankäytösopimusten lähettäminen maanomistajille
- ELY (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) ja AVI (Aluehallintavirasto) –lupahakemukset. (13, s. 40.)

Työkuvien laadintaan kuuluvat ainakin seuraavat tehtävät:

- lähestymiskartta, jossa näkyy suunnittelukohde korostettuna
- yleiskartta, johon on merkitty KJ-verkko, muuntamot sekä jännitetyön kytkentä/katkopaidat
- suunnitelmakartta, johon on merkitty KJ- ja PJ-verkon kulkureitit sekä kaikki verkon komponentit
- mahdollinen putkituskartta
- purkukartta
- tarvittaessa maadoitusverkko, jossa näkyy maadoituskuparin poikkipinnat, sekä mahdolliset pystymaadoitussauvat
- tarvittaessa raivauskartta, jossa näkyy raivattavat alueet ja reitit
- oikosulkuvirtalaskelma, jossa näkyy PJ-sulakesuojauksen pienimmät oikosulkuvirrat suojausalueittain
- kaapeliojaerittely, jossa näkyy projektin kaivuuoajat
- määräluettelon laatiminen (13, s. 40; 14, s. 19 - 20).

### **3.1.3 Johtoreittien ja muuntamoiden sijoittaminen sekä luvat**

Maastosuunnittelija huomioi kaapelien ja verkon komponenttien sijoittelussa maastoesteet, paikalliset olosuhteet ja maanomistajien toiveet. Suunnittelussa tavoitteena on löytää mahdollisimman taloudellinen rakenneratkaisu sekä pyrkiä mahdollisimman lyhyeen johtoreitin pituuteen. Jos johtoreitti pidentyy maastosuunnittelussa jonkin esteen tai kustannustehokkaamman reitin löydyttyä, tulee verkostosuunnitelmaan tehdä uudestaan verkon sähköinen laskenta. Jakeluverkon kaapelit ja ilmajohtot pyritään sijoittamaan ensisijaisesti teiden tai muiden kulkuväylien varrelle siten, että asennushaitat minimoidaan eikä maanomistajille aiheudu tarpeetonta haittaa. Lisäksi säävarman

verkon rakentamista silmällä pitäen huoltoreitit verkon eri komponenttien huoltamiseen ovat mahdollisimman hyvät. Usein käytettyjä kaapeleiden ja ilmajohtojen sijoituspaikkoja ovat myös peltojen reunat sekä tonttien rajat. (13, s. 40 - 41; 14, s. 19.)

Muuntamot ja jakokaapit pyritään sijoittamaan helppokulkuisiin paikkoihin teiden sekä muiden vastaavien kulkuväylien läheisyyteen, millä varmistetaan hyvät huolto- ja korjausyhteydet näiden luokse. Jos puistomuuntamo joudutaan kuitenkin sijoittamaan paikkaan, jossa tietä ei ole läheisyydessä, rakennetaan muuntamolle oma huoltotie. Puistomuuntamoiden sijoittamista maantien suoja-alueelle pyritään välttämään. Suoja-alue on yleensä 20 m ajoradan keskilinjasta. Jos muuntamo kuitenkin sijoitetaan maantien suoja- tai näkymäalueelle, tarvitaan sille poikkeuslupa ELY-keskukselta. Uuden puistomuuntamon korvatesa vanhan pylväsmuuntamon pyritään se sijoittamaan purettavan pylväsmuuntamon tai sähkönkulutuksen lähelle. (13, s. 41.)

Maanomistajien kanssa tehdään aina kirjallinen johtoaluesopimus (JAS) kiinteistölle sijoitettavista keskijännitekaapeleista ja -ilmajohtoista. Pienjännitekaapeleista tehdään yleensä kirjallinen suostumus. Sekä johtoaluesopimus että kirjallinen suostumus tulee tehdä jokaisen maanomistajan kanssa, joiden kiinteistöllä tai kiinteistön rajalla kaapelireitti kulkee. Myös muuntamon sijoituksesta tulee tehdä muuntajansijoitussopimus maanomistajan kanssa. Sopimuksia ja suostumuksia laaditaan aina kaksi kappaletta, joista toinen jää maanomistajalle ja toinen johdon omistajalle. Maanomistaja saa maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen korvauksen kiinteistölle sijoitetusta johtoalueesta. (13, s. 42.)

Maantiealueelle tai sen läheisyyteen sijoitettavia ilmajohtoja, kaapeleita tai putkia varten tarvitaan sijoituslupa ELY-keskukselta, joka on Suomessa teiden ylläpidosta ja lupa-asioista päättävä viranomainen. Jos maakaapeli sijoitetaan yleisen vesistökuukuväylän tai uittoväylän ali, tarvitaan kaapeleille aluehallintaviraston (AVI) lupa. (13 s. 42 - 44.)

### **3.2 Sähköasemasuunnittelun peruseriaatteet**

Sähköaseman rakenteeseen vaikuttaa olennaisesti sähköverkon rakenne eli se, onko sähköaseman tehtävänä pelkästään siirtää tai jakaa sähköä, liittyykö asemaan voimalaitos vai toimiiko se vain verkoston kytkentä- tai muuntoasemana (15, s. 96). Aseman rakennesuunnitteluun kaikkein

eniten vaikuttava tekijä on kuitenkin se, toteutetaanko sähköasema sisä- vai ulkokytkinlaitoksena. Sisäkytkinlaitosten ollessa rakennusten sisällä on niissä käytettävä erilaisia rakenteita kuin ulkokytkinlaitoksissa, mikä taas vaikuttaa laitoksen rakenneosien kuormitukseen. (12, s. 39.)

Sähköasemien eli kytkinasemien suunnittelu on hyvin monimutkainen prosessi, ja siinä on otettava huomioon monia tärkeitä asioita. Niitä ovat muun muassa

- kytkinaseman välittämä teho ja sen kasvuennuste
- aseman sijainti ja ympäristöolot
- taloudellisuus
- muuntajien lukumäärä ja tehoreservi
- muuntajan kuljetukset ja huoltotie
- maaperä ja sen kantavuus
- aseman ulkopuoliset johtojärjestelyt
- laajennettavuus
- kiskojärjestelmät sekä kojeistorakenteet
- luotettavuusvaatimukset
- mitoitusvirrat ja oikosulkukestoisuus
- jännitteet ja eristystasot
- kojeiden ja laitteiden mitoitus
- käyttö-, suojaus-, ohjaus-, ja asennonosoitusjärjestelmät
- maadoitukset. (15, s. 96.)

Sähköasemien yksi keskeisistä erottavista tekijöistä on kokoojakiskojärjestelmä, joka tulee jokaisen kytkinlaitoksen suunnittelun alkuvaiheessa määrittää sähköaseman käyttötarkoituksen mukaan. Kytkinlaitosten kokoojakiskojen tehtävänä on tehdä erilaisten tehonsiirtotilanteiden edellyttämät kytkentäratkaisut mahdolliseksi. Kokoojakiskoja ovat kiskostojärjestelmässä käytettävät pääkiskot ja apukiskot. Pääkiskoon liitytään katkaisijan välityksellä ja apukiskoon liitytään pelkästään erottimen välityksellä. (15, s. 102.)

Kiskojärjestelmän valinnassa huomioon otettavia tekijöitä ovat

- kytkinlaitokseen heti ja tulevaisuudessa liitettävät johdot ja muuntajat
- mahdollisuus suorittaa laitoksessa normaaleja ja poikkeuksellisia kytkentöjä
- mahdollisuus tehdä huolto- ja korjaustoimenpiteitä
- kuormitusten ryhmittely

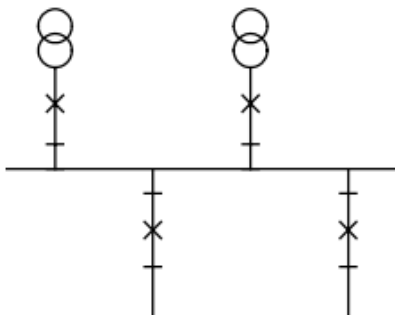


- laitoksen luotettavuus ja käytettävyys
- kiskovian haitallisuus
- rakenteellinen toteutus ja tilantarve (15, s. 102).

Kokooja kiskojärjestelmien perustyyppiä ovat

- kiskoton järjestelmä
- yksikiskojärjestelmä
- kisko-apukiskojärjestelmä
- kaksoiskiskojärjestelmä
- kaksoiskisko-apukiskojärjestelmä
- kaksikatkaisijajärjestelmä. (15, s. 102.) tarkista luettelmat

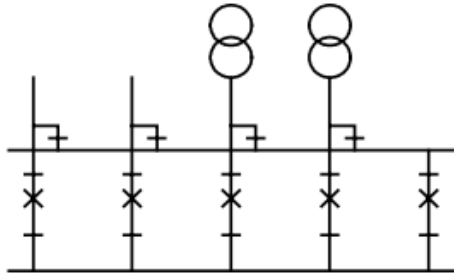
Kiskoton järjestelmä on käytössä vain yhden muuntajan käsittävällä, yksinkertaisella pääte- tai johdonvariasemalla. Kiskottomassa järjestelmässä liityntä tapahtuu suoraan johtoon ilman kokoojakiskoa eikä käyttöä voida jakaa tai katkaisijaa ohikytkeä. (16, s. 7.) Muulloin yhden muuntajan kiskojärjestelmä on joko yksikisko- tai kiskoapukiskojärjestelmä. Näissä järjestelmissä pääkisko toimii kokoojakiskona. Jokaisessa pääkiskon lähdössä on katkaisija sekä katkaisijan molemmin puolin erotin. Yksikiskojärjestelmä on edullinen ja yksinkertainen ratkaisu, mutta sen tarjoamat mahdollisuudet esimerkiksi kiskoston huoltoon ja kuormitusten ryhmittelyyn ovat rajoitetut (kuva 8). Yksikiskojärjestelmä soveltuu käytettäväksi jakeluasemilla ja kojeistoissa. (3.)



KUVA 8. Yksikiskojärjestelmä (11, s. 1)

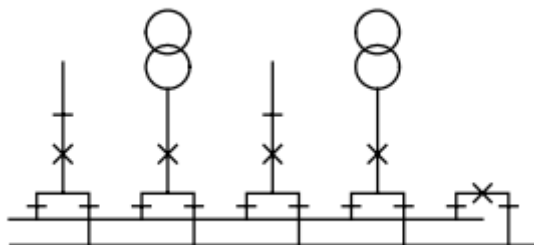
Kisko-apukiskojärjestelmässä erotin-katkaisija-erotinyhdistelmä voidaan ohittaa apukiskolta pelkän erottimen välityksellä (kuva 9). Tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi katkaisijan huollon aikana. Kisko-apukiskojärjestelmässä kiskoston huollot ja kytkinlaitoksen muutostyöt on jo huomattavasti helpompi suorittaa, mutta järjestelmässä käyttöä ei voida kuitenkaan jakaa kahdelle eri kiskolle.

Kisko-apukiskojärjestelmä on yksikiskojärjestelmää huomattavasti käyttövarmempi, ja keskeytysajat lyhenevät vain kytkentätoimenpiteiden vaatimaksi ajaksi. Kisko-apukiskojärjestelmä on yleinen ratkaisu pienissä laitoksissa. (8, s. 121; 15, s. 102 - 103; 3.)



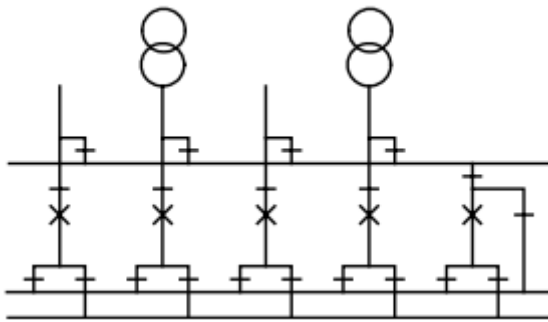
KUVA 9. Kisko-apukiskojärjestelmä (11, s. 2)

Kaksoiskiskojärjestelmä on tyypillinen jakeluasemilla ja teollisuuskojeistoissa käytettävä kiskostojärjestelmä. Se mahdollistaa muuntajien ja johtojen ryhmittelyn ja ryhmittelyn muuttamisen myös käytön aikana sekä on monelta osin monipuolisempi käytettävä kuin yksikiskojärjestelmä. Kaksoiskiskojärjestelmässä käyttö voidaan jakaa pysyvästi tai tilapäisesti kahteen ryhmään. Kiskot tukevat toisiaan ja huoltoa varten toinen kiskojärjestelmä voidaan tehdä jännitteettömäksi käytön häiriintymättä. (Kuva 10.) (15, s. 103-104.)



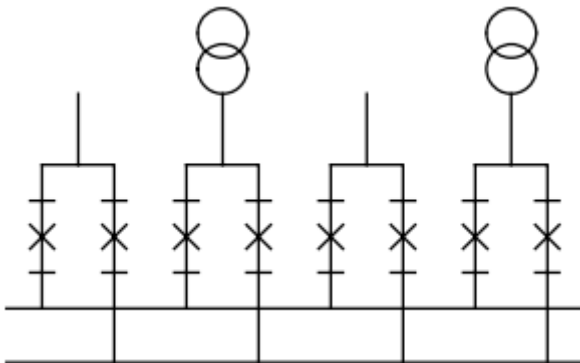
KUVA 10. Kaksoiskiskojärjestelmä (11, s. 2)

Kaksoiskisko-apukiskojärjestelmän edut ovat samat kuin kaksoiskiskojärjestelmän, mutta siinä olevan apukiskon ansiosta se tarjoaa monipuolisemmat kytkentävaihtoehdot. Tässä järjestelmässä voidaan esimerkiksi tehdä kaksi kiskoa samanaikaisesti jännitteettömäksi, lähtöjä voidaan kytkeä muun laitoksen ohi tai kahta lähtöä voidaan syöttää yhdellä katkaisijalla. Järjestelmä on yleisratkaisu vaativissa kohteissa, mutta kojeiden määrä tekee siitä kalliin. (Kuva 11.) (15, s. 105.)



KUVA 11. Kaksikisko-apukiskojärjestelmä (11, s. 3)

Kaksikatkaisijajärjestelmä eli duplex-järjestelmä muistuttaa lähinnä kaksoiskisko-apukiskojärjestelmää. Järjestelmän etuja ovat käyttövarmuuden lisäksi mm. käytön ja huoltojärjestelyjen yksinkertaisuus, helppo laajennettavuus, jaettavissa oleva käyttö, yksinkertaisempi relesuojaus sekä hyvä soveltuvuus kaukokäyttöön. Järjestelmän haittana on kallis hinta, varsinkin 110 kV:lla ja sitä suuremmilla jännitteillä, sillä katkaisijoita ja mittamuuntajia tarvitaan noin kaksinkertainen määrä kaksoiskisko-apukiskojärjestelmään verrattuna. Kaksikatkaisijajärjestelmä on teollisuudessa käytetty yleinen ratkaisu, joka sopii myös suuriin jakelukojeistoihin. (Kuva 12.) (15, s. 105; 3.)



KUVA 12. Kaksikatkaisijajärjestelmä (11, s. 4)

## 4 DESPRO ENGINEERING OY

Despro Engineering Oy on suomalainen yksityinen energia- ja telecomalan asiantuntijapalveluihin erikoistunut yritys. Yritys aloitti toimintansa marraskuussa vuonna 2015 Tampereella ja Hämeenlinnassa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Tampereella. Verkostoalalla rakennusurakoiden suunnittelutyö ulkoistetaan hyvin usein, mikä on tarjonnut uudelle toimijalle projekteja eripuolilta Suomea. Tämän vuoksi on nähty tarpeelliseksi laajentaa toimintaa sekä perustaa uusia toimipisteitä, joita on tällä hetkellä viidessä eri Suomen kaupungissa. Näitä ovat Tampereen ja Hämeenlinnan lisäksi Seinäjoki, Hyvinkää ja Oulu. Despro työllistää vuonna 2017 36 työntekijää. (17; 18.)

Sähkömarkkinalain (2013) myötä sähkönjakelu- ja siirtoverkkojen saneeraaminen kasvoi voimakkaasti kaikkialla Suomessa. Despro tarjoaa palveluitaan verkkoyhtiöille ja alan muille toimijoille, ja laki takaa sen, että Despron tarjoamille palveluille on kysyntää vielä vuosien ajan. Despron palvelun tarjonta on hyvin kattava, ja siihen kuuluu hankevalmistelu, sähkö- ja televerkkojen suunnittelu ja rakentaminen, dokumentointi ja kartoitus sekä verkon ylläpito. Palvelut kattavat kaikki niin sähkö- kuin televerkkojen elinkaaren eri vaiheet, aina suunnittelusta käyttöönottoon ja ylläpidon asiantuntijapalvelut.

Despron tämänhetkiset palvelut:

- Verkon suunnittelu
  - o Yleis- ja esisuunnittelu
  - o Sähköinen suunnittelu
  - o Maastosuunnittelu
  - o Maankäyttö- ja lupaselvitykset sekä hakemukset viranomaisille
- Projektinjohtopalvelut
  - o Projektipäällikköpalvelut
  - o Työmaainsinööripalvelut
  - o Valvonta ja tarkastukset
- Ylläpito- ja tarkastuspalvelut
  - o Kunnossapidon suunnittelu ja tarkastukset
  - o Vierimetsänhoito
- Tele-, valaistus- ja sähköverkot
  - o Sähköverkon PJ-, KJ- ja voimajohdot

- Kiinteät ja mobiilit televerkot
- Katuvalot
- Yhteisrakentamishankkeet (17; 18.)

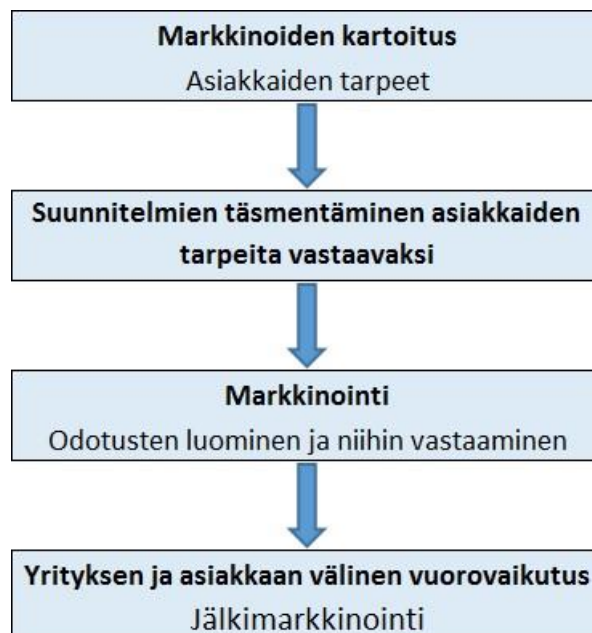
Despro on innovatiivinen suunnittelutoimisto, joka pyrkii koko ajan kehittämään toimintaansa. Kehittämistä tapahtuu niin osaamisen puolella kuin palvelun tarjonnan puolella. Yritys kouluttaa työntekijöitään ja syventää heidän osaamistaan verkostoalalla sekä tarjoaa työntekijöilleen vastuullisen ja mielenkiintoisen verkostoalan työpaikan. Desprossa työympäristö ja ilmapiiri ovat tärkeässä osassa. Nämä pyritään pitämään mahdollisimman motivoivana ja innostavana, ja niiden eteen tehdäänkin paljon töitä. Hyvä työilmapiiri kannustaa työntekijää sitoutumaan työhönsä sekä kehittymään siinä.

Despron toiminta on hyvin asiakaslähtöistä, ja yritys pyrkiikin olemaan asiakkaiden keskuudessa alan halutuin kehityskumppani. Niin nykyisten kuin potentiaalistenkin asiakkaiden tarpeista tehdään maanlaajuisesti kartoitusta ja yrityksen toimintaa kehitetään jatkuvasti niiden mukaan. Yrityksen tavoitteena on laajentaa palveluntarjontaa valtakunnalliseksi sekä olla verkostoalan johtava suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita tarjoava yritys. (17; 18.)

## 5 MARKKINATUTKIMUS

Markkinoinniksi käsitetään hyvin usein pelkästään markkinointiviestintä, jota on mm. mainonta sekä tiedotus- ja suhdetoiminta, mutta todellisuudessa se käsittää paljon suuremman kokonaisuuden. Markkinointi voidaan nähdä tapahtumaketjuna, jossa selvitetään asiakkaiden tarpeet, tiedotetaan asiakkaille tarpeista tyydyttävistä tuotteista ja toimitetaan tuotteet asiakkaalle. Markkinoinnin päätehtäviä ovat kysynnän selvittäminen, luominen, tyydyttäminen ja säätely. (19, s. 3.)

Markkinointi käsittää neljä erillistä vaihetta (kuva 13). Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan markkinoita ja selvitetään niin olemassa olevien kuin potentiaalisten asiakkaiden tarpeita. Jos yrityksen tämänhetkinen tuotteen tai palvelun tarjonta ei vastaa asiakkaiden tarpeita ja odotuksia, on yrityksen tehtävä muutoksia suunnitelmiinsa, mikä on markkinoinnin toinen vaihe. Suunnitelmien tarkentamisen jälkeen tehdään ulkoista markkinointia, jonka tarkoituksena on luoda asiakkaille odotuksia, joihin omalla tuotteella tai palvelulla on tarkoitus vastata. Suunnitelmien pieniin muutoksiin saattaa olla useinkin tarvetta, mutta isoja muutoksia pitäisi tapahtua harvoin. (19, s. 3.)



KUVA 13. Markkinoinnin neljä vaihetta (19, s. 4)

Varsinaiseen markkinointiin kuuluu asiakasodotusten luominen ja niihin vastaaminen. Tämä on markkinoinnin kolmas vaihe. Asiakasodotuksien luomisen ja tuotteen kysynnän kasvattamisen välineitä ovat varsinaiset tuotteet ja palvelut, niille määritetyt hinnat ja markkinointiviestintä. Markkinoinnin neljäs vaihe on asiakkaan ja yrityksen välisen vuorovaikutuksen jatkuminen myös ostopäätöksen ja tuotteen toimituksen jälkeen. Asiakkaalla on ostamisen jälkeen oltava mahdollisuus pyytää ongelmatilanteissa tuotteeseen liittyvää apua tai esimerkiksi epäkunnossa olevan tuotteen tilalle uusi tuote. Jälkimarkkinoinnin tarkoitus on ylläpitää ja parantaa asiakastytyvyyttä sekä edesauttaa asiakkaalle tapahtuvaa myyntiä ja lisämyyntiä jatkossa. (19, s. 4.)

Asiakkaisiin kohdistuvat tutkimukset jaetaan kvantitatiiviseen eli määrälliseen ja kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimukseen. Kvantitatiivinen tutkimus perustuu määrään, ja tutkimusjoukko on yleensä iso. Tutkimus voidaan toteuttaa esimerkiksi nettikyselynä, puhelinhaastatteluna, kirjekyselynä tai muulla vastaavalla tavalla. Tutkimus ei vaadi osallistuvilta henkilöiltä paljoa paneutumista, vaan vastaamiseen kuluu aikaa vain muutamia minutteja. Kvantitatiivisen tutkimuksen vastaukset ovat muotoa kyllä tai ei taikka jokin tarkka lukumäärä. (19, s. 13.)

Kvalitatiivinen tutkimus kuvaa tutkittavien tahojen käyttäytymistä tai käyttäytymisen syitä taikka molempia. Se on kvantitatiivista tutkimusta huomattavasti perusteellisempi tutkimus ja siinä syvennytään tavallisesti muutamaan tutkittavaan ja tutkimus on aikaa vievää. Tutkimuksessa henkilöiden on sitouduttava enemmän tutkimuksen ja siihen voi kulua aikaa jopa useampia tunteja. Tutkimusmenetelmänä voidaan käyttää esimerkiksi tutkimukseen osallistuvien henkilöiden syvähaastatteluita, missä heille esitetään kysymyksiä, joihin vastaukset ovat kuvaavia ja pitkiä. Haastattelut etenevät vastausten mukaisesti, jolloin haastattelija voi tehdä tarkentavia kysymyksiä. Kvalitatiivisessa markkinatutkimuksessa tiedon kerääminen tapahtuu usein kasvotusten tai puhelimitse tehtävinä henkilökohtaisina haastatteluina. (19, s. 13 -14; 20, s. 20 - 21)

## 6 ASIAKASSELVITYS

Ennen varsinaista asiakasselvitystä valittiin markkinointialueeksi Lapin alue, joka on Despron seuraava tavoite toiminnan laajentamisessa. Tämän lisäksi tehtiin alustava suunnitelma, miten ja milloin alueen potentiaalsiin asiakkaisiin ollaan yhteydessä. Verkosto-messut Tampereella järjestettiin opinnäytetyön kannalta sopivaan aikaan ja messuja ajateltiin käyttää muun markkinoinnin lisäksi myös hyödyksi tämän asiakasselvityksen tekemiseen. Messujen lisäksi asiakasselvitystä ja haastatteluita päätettiin tehdä puhelimitse ja sähköpostilla.

Asiakkaiden tarvekartoitukseen valittiin kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä. Kvalitatiivinen tutkimus on selkeä valinta, sillä tutkimusalueella olevia potentiaalisia asiakkaita on vain muutamia. Kullakin heistä on omat toimintatavat suunnittelukäytäntöjen suhteen, ja tutkimuksessa on tavoitteena kerätä hyvinkin tarkkaa tietoa alueen yrityksistä ja toimijoista. Tarkoituksena on selvittää ainakin yritysten nykyinen tilanne ja tulevaisuuden suunnitelmat, toimintatavat ja käytössä olevat ohjelmat, suunnittelupalvelun tarve ja se, olisiko heillä tarvetta Despron tarjoamille palveluille.

Varsinainen asiakasselvitys aloitettiin kartoittamalla potentiaaliset asiakkaat Lapin alueelta. Pääasiassa niitä ovat alueen sähköverkon haltijat mutta myös sähköverkkoalan urakoitsijat. Joihinkin jakeluverkkoyhtiöiden toimitusjohtajiin ja suunnittelupäällikköihin oltiin alustavasti yhteydessä ennen Tampereella järjestettäviä Verkosto-messuja. Heidän kanssa pyrittiin järjestämään tapaamisia messujen aikana, jotta päästään kasvoitusten tapaamaan ja tiedustelemaan yrityksen nykyistä tilannetta ja tulevaisuuden suunnitelmia. Asiakasselvitystä ja asiakkaiden tarpeiden kartoitusta jatkettiin myös messujen jälkeen ja loppuihin Lapin alueen jakeluverkkoyhtiöihin oltiin yhteydessä puhelimitse ja sähköpostilla.

### 6.1 Verkosto-messut

Verkosto-messut ovat Tampereella joka toinen vuosi järjestettävä sähkö- ja tietoverkkoalan ammattilaisille suunnattu tapahtuma, missä alan niin suuremmat kuin pienemmätkin toimijat kohtaavat. Messut ovat sähkö- ja tietoverkkoalan toimijoille hyvin merkittävä tapahtuma ja varsinkin uusille toimijoille erinomainen paikka tuoda omaa yritystä ja toimintaa yleiseen tietoisuuteen alan ihmisten



keskuudessa. Vuonna 2017 messut järjestettiin 25. - 26. tammikuuta. Myös Despro osallistui messuille omalla messuosastollaan ja panosti messujen aikaiseen markkinointiin paljon. Yritys pyrki ottamaan kaiken mahdollisen hyödyn irti Tampereelle messujen ajaksi kerääntyvistä verkkoliiketoiminnan ammattilaisista.

Messut loivat hyvän mahdollisuuden henkilökohtaisille etukäteen sovituille asiakastapaamisille. Useat asiakkaat ovat pitkien matkojen päässä, joten messut ovat hyvä paikka sopia tapaamisia heidän kanssaan. Messujärjestäjän puolesta on käytössä Brella-sovellus, jossa tapaamisten sopiminen messujen tapaamisalueella esimerkiksi potentiaalisten asiakkaiden kanssa on tehty helpoksi. Despro hyödynsi tätä hyvin ja tapasi useita alan toimijoita messuilla henkilökohtaisesti sekä kartoitti eri yritysten tilannetta ja tarvetta Despron tarjoamille palveluille.

Despro valmistautui messuihin ennakkomarkkinoimalla itseään asiakkailleen sekä potentiaalisille asiakkaille. Markkinointi aloitettiin tammikuun 3. päivä, jolloin kaikille, sekä nykyisille että mahdollisille tuleville asiakkaille lähetettiin kutsu Despron VIP-tilaisuuteen, joka järjestettiin ensimmäisen messupäivän iltana Tampereen Koskikeskuksen saunatiloissa. Kutsu lähetettiin noin 150:lle verkostualan yrityksessä toimivalle henkilölle.

Kutsun lisäksi kunkin Despron toimiston vastaava henkilö oli ennen messuja puhelimitse yhteydessä kaikkiin kutsuvieraslistalla oleviin henkilöihin. Puhelussa tiedusteltiin messuille ja VIP-tilaisuuteen osallistumisesta. Tämän jälkeen Despron toimintaa oli helpompi esitellä, sillä mahdolliselle asiakkaalle ei tule tunnetta, että hänelle ollaan suoraan myymässä jotakin, ja mielenkiinto puhelua kohtaan säilyy. Niiden potentiaalisten asiakkaiden kanssa, jotka olivat tulossa messuille, mutta jotka eivät päässet osallistumaan VIP-tilaisuuteen, pyrittiin sopimaan pienimuotoinen (n. 15 min) tapaaminen messuilla, ja heitä pyydettiin poikkeamaan messuosastolla. Tapaamisilla tehtiin Desproa tutuksi yrityksille ja verkkoyhtiöille, jotka eivät aikaisemmin olleet kuulleet yrityksestä, sekä keskusteltiin ja tiedusteltiin verkkoyhtiöiden nykyistä tilannetta, tulevaisuuden suunnitelmia, käytössä olevia ohjelmia sekä tarvetta Despron palveluille.

Verkostomessut on hyvä ja tärkeä paikka markkinoida yritystä, ja yrityksen ennakkomarkkinointi kannattaakin tulevaisuudessa aloittaa huomattavasti aikaisemmin kuin vasta kolme viikkoa ennen messuja. Kutsuvieraslistalle soitetuista puhelusta kävi ilmi, että sähköpostikutsu ei ollut tavoittanut kaikkia ja puhelimesta tehdyt kutsut olivat jo monien kohdalla myöhässä, sillä monet messukävijät tekevät ohjelman ja sopivat tapaamisia messujen ajaksi paljon ennakkoon. Myös muut yritykset

olivat järjestäneet iltatilaisuuksia messujen aikana. Vaikka kaikki eivät päässeet osallistumaan VIP-tilaisuuteen, saatiin puhelinyhteydenotoilla sovittua tapaamisia messujen aikana sekä tehtiin Desproa tutuksi uusille mahdollisille asiakkaille.

Tilaisuus keräsi yhteen verkostoalan toimijoita sekä mahdollisti tapaamisen monien välillä vaivattomasti ilman erillistä sovittua tapaamista. Tilaisuudessa pääsi keskustelemaan useiden alalla toimivien henkilöiden kanssa, mikä antoi mahdollisuuden kartoittaa eri puolilla Suomea toimivien alan yhtiöiden tilannetta ja sitä, olisiko heillä tarvetta Despron palveluille sekä minkälaisille palveluille olisi tarvetta. Myös nykyisten asiakkaiden kanssa käydyt keskustelut olivat antoisia, ja niissä käytiinkin läpi, miten yhteistyö on sujunut tähän mennessä. Nämä ovat tärkeitä tietoja yritystä markkinoidessa sekä asiakassuhteiden ylläpidossa.

Despron messuosastolla kävi hyvin yleisöä ja ihmisten kanssa päästiin juttelemaan. Messuosasto oli huomattavasti pienempi kuin monilla muilla, mutta Despron kaltaisen suunnittelutoimiston ei olekaan tarvetta panostaa suureen messuosastoon saadakseen yrityksen tuotteet ja palvelut näkyville. Koska Desprolla ei ole tuoda konkreettisia tuotteita messuille näytettäväksi, on hyvin tärkeää, että messuosastolla on jotakin yleisöä houkuttelevaa ja esittelijät ovat aktiivisia, jotta päästään keskustelemaan ihmisten kanssa sekä markkinoimaan ja tekemään Despron nimeä ja toimintaa tutuksi alalla työskenteleville. Despron messuosasto oli tarkoituksensa hyvä ja sillä saatiin herätettyä ihmisten huomiota riittävästi. Muihin osastoihin verrattuna valaistus oli jonkin verran heikompi, ja lisävalaistus olisi tuonut piristävemmän tunnelman osastolle. (Kuva 14.)



KUVA 14. Despron messuosasto Kuva: Heikki Aho

## 6.2 Haastattelut

Tässä työssä haastateltiin Lapin alueen verkkoyhtiöiden ja urakoitsijoiden edustajia ja pyrittiin siten keräämään tarpeeksi tietoa siitä, kohtaako Despron palveluntarjonta markkinointialueen potentiaalisten asiakkaiden tarpeet ja kuinka kannattavaa toiminnan laajentaminen uudelle alueelle on. Osa haastatteluista toteutettiin tapaamalla yrityksen edustajaa kasvotusten verkostomessuilla ja jos tapaamista messuilla ei saatu järjestettyä, suoritettiin haastattelut puhelimitse sekä sähköpostilla.

Haastattelutilanteet ovat tärkeä osa yrityksen markkinointia, ja niillä pyrittiin esittelemään sekä tekemään Desproa tutuksi uusille potentiaalisille asiakkaille. Lisäksi haastattelut ovat tämän markkinatutkimuksen tärkein yksittäinen tilanne, joten niihin tuli valmistautua huolellisesti. Haastattelutilanteisiin valmistautumisessa tuli moniin asioihin perehtyä ennalta tarkoin, kuten

- haastateltavien hankkiminen
- haastattelun kysymysrunгон laatiminen
- perehtyä tarkoin Despron palveluihin ja toimintaan mahdollisia kysymyksiä varten
- haastattelut puhelimitse vai kasvotusten
- haastatteluiden muistiinpanot
- haastatteluiden analysointi. (17, s. 20 - 21.)

Puhelinhaastatteluja varten laadittiin kysymysrunko, jota käytettiin haastatteluiden pohjana. Kysymykset laadittiin siten, että niiden avulla saatiin kartoitettua yrityksen tämänhetkistä sekä tulevaa tilannetta mahdollisimman kattavasti ja informatiivisesti sekä kaikki Despron näkökulmasta tärkeät tiedot saadaan kerättyä. Vaikka haastatteluihin valmistauduttiin ennalta tarkoin ja kysymykset laadittiin ennakkoon, ei niitä ollut tarkoitus noudattaa täydellisesti, vaan niillä tuettiin keskustelua ja pyrittiin keräämään vähintäänkin tärkeimmät tiedot keskustelujen aikana.

Ennalta laaditut kysymykset:

1. Onko Despro Engineering Oy yrityksenä tuttu entuudestaan?
2. Kuinka paljon sähköverkkoon investoidaan vuosittain?
3. Kuinka paljon rakennetaan maakaapelointia ja ilmajohtoa?
4. Miten yrityksessä tällä hetkellä hoidetaan suunnittelu?
5. Mitä suunnitteluohjelmaa yrityksessä käytetään?
6. Onko yrityksellä tarvetta Despron tämän hetkisille palveluille?
7. Minkälaisille palveluille yrityksellä on tarvetta?

8. Minkälaiset tulevaisuuden suunnitelmat yrityksellä on ja onko tiedossa suuria verkko-  
rakennusprojekteja?

### 6.3 Tutkimustulosten analysointi

Kvalitatiivisessa markkinatutkimuksessa kerätyn tutkimusmateriaalin analysointi on myös hyvin tärkeää. Haastattelut toteutettiin siten, että yhtenä haastattelukertana tehtiin mahdollisimman monta haastattelua. Tämän vuoksi oli tärkeä tehdä haastatteluista hyvät muistiinpanot, jotta myöhemmin pystytään tarkastelemaan, mitä eri verkkoyhtiöt ja urakoitsijat vastasivat. Lisäksi muistiinpanojen avulla pystytään analysoimaan, minkälainen suunnittelupalvelun tarve kullakin verkon omistajalla on. Tutkimuksesta tehdyt tarkemmat muistiinpanot toimitettiin Despro Engineering Oy:lle.

Tutkimuksesta kävi ilmi, että Lapin alueen verkkoyhtiöillä on suuria eroja verkko-  
rakennusprojektien sekä niihin kuuluvan suunnittelun toteutuksessa. Yrityksissä oli hyvin erilaisia tarpeita, joita mahdollisesti haluttaisiin ostaa ulkopuoliselta palveluntarjoajalta. Osa yrityksistä olisi halukas teettämään jotkut projektit kokonaan ulkopuolisella ja osa taas haluaisi ostaa vain suunnittelun kokonaan tai osittain ulkopuoliselta. Despro pystyy vastaamaan asiakkaan toivomuksiin projektinjohdon, valvonnan ja suunnittelun osalta kokonaan.

Tarve ulkopuoliselle suunnittelutyölle oli luonnollisesti riippuvainen siitä, kuinka paljon yritykset keskimäärin investoivat verkkoon vuodessa. Suurimmat investoijat (> 2 milj./vuosi) olivat hyvin kiinnostuneita Despron palveluista, sillä heillä on pieniin verkkoyhtiöihin nähden paljon enemmän verkkoa hallinnassaan. Suurimmat yhtiöt kattavat maantieteellisesti suuria alueita Lapista, joka on huomattavasti harvempaan asutettua aluetta kuin muut maakunnat. Tämä tuo omia haasteita säävarman verkon rakentamisessa, sillä siirtomatkat ovat huomattavasti pitempiä kuin monilla taajama-  
alueilla.

Pienillä verkkoyhtiöillä ei tällä hetkellä ole tarvetta Despron palveluille, eikä tilanne tule varmasti muuttumaan merkittävästi ainakaan lähitulevaisuudessa. Niillä verkkoa on hallussa melko vähän, eikä uutta rakenneta juuri ollenkaan. Pienillä yhtiöillä myös säävarman verkon vaatimukset joko täyttyvät jo tai saneerattavaa on niin vähän vuositasolla, että sähkömarkkinalain asettamien vaatimusten täyttämässä ei tule olemaan ongelmia.

Verkkoyhtiöiden tarpeet ovat tällä hetkellä hyvin tavallisia sähköjakeluverkkoon liittyviä projekteja, sekä uuden rakentamista että vanhan verkon saneerausta. Näihin projekteihin Desprolta löytyy jo tällä hetkellä osaamista, ja niihin on helppo tarttua. Joillakin yhtiöillä on myös tulevaisuudessa tarve uusien sähköasemien suunnittelulle, mikä on aivan oma alansa. Sähköasemasuunnittelun alalla on myös Desprollakin vielä kehitettävää, jos toimintaa ryhdytään laajentamaan siihen suuntaan. Sähköasemien rakentamista Lapin alueella on tällä hetkellä tiedossa vähän ja Despron tulee hankkia osaamista, jos näihin projekteihin tartutaan. Osaamista yritykseen kuitenkin kannattaa varmastikin hankkia, sillä sähköasemien rakennus- ja saneerausprojekteja ilmenee todennäköisesti lisää tulevaisuudessa niin Lapissa kuin muuallakin Suomessa.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua sähkön siirto- ja jakeluverkon rakenteeseen sekä niiden suunnitteluun. Rakenteessa ja suunnittelussa keskityttiin hieman muuta verkkoa tarkemmin sähköasemiin, sillä ne ovat mahdollisesti yksi seuraavista kehitysaskelista Despron toiminnassa.

Työssä tehtiin Despro Engineering Oy:lle markkinatutkimusta, jossa selvitettiin potentiaalisia asiakkaita Lapin alueelta sekä sitä, millaisille palveluille heillä on tarvetta. Tällaisella markkinatutkimuksella on uudelle yritykselle paljon annettavaa. Tutkimuksessa kartoitettiin uudelta markkina-alueelta alan yrityksiä, joille Despron tarjoamat palvelut on suunnattu. Asiakasselvityksellä ja tarvekartoituksella tutustuttiin potentiaalsiin asiakkaisiin ja saatiin tietoa niiden tämänhetkisestä tilanteesta sekä tulevaisuudensuunnitelmista. Tämän perusteella pystytään tunnistamaan potentiaalisimmat asiakkaat, joiden kanssa yhteydenpitoon kannattaa panostaa muita enemmän. Tutkimuksella oli myös tavoitteena tehdä Desproa tutuksi alan toimijoiden keskuudessa, mikä oli markkinatutkimuksen toinen hyvin tärkeä osa. Vaikka yrityksillä ei juuri tällä hetkellä ollut tarvetta Despron palveluille, jäi heille tieto siitä, että tällainen yritys on olemassa.

Tutkimuksessa selvisi, että Lapin alueella verkonrakennusprojekteja tehdään paljon ja säävarman verkon rakennus on monessa paikassa vielä kesken. Vaikka pienillä verkon omistajilla sähkömarkkinalain luomat vaatimukset täyttyvätkin, on niiden osuus Lapin alueen verkonrakennuksesta hyvin pieni. Suurilla verkon omistajilla työt ovat vielä monilta osin kesken ja verkonrakennusprojektit jatkuvat varmasti aina vuoteen 2027 asti, jolloin verkon tulee täyttää 100-prosenttisesti sähkömarkkinalain asettamat vaatimukset. Tämän myötä alueella riittää sähköverkkojen suunnittelutyötä myös Desprolle.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen ja asiakasselvitys ja tarvekartoitus Lapin alueelle saatiin toteutettua riittävällä laajuudella. Alueelle mahdollisesti tehtävät projektit ovat hyvä lisä Despron nykyiseen toimintaan ja niillä yhdessä Pohjois-Pohjanmaalle tehtävien projektien kanssa pystytään helposti takaamaan toiminnan jatkuvuus myös pohjoisessa.

## LÄHTEET

1. Elovaara, Jarmo – Haarla, Liisa 2011. Sähköverkot 1. Helsinki: Otatieto.
2. Korpinen, Leena. Sähkön siirto- ja jakeluverkot. Saatavissa: [http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt\\_opus/3sahkon\\_siirto\\_ja\\_jakeluverkot.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf). Hakupäivä 14.12.2016.
3. Sähkönjakelujärjestelmistä. 2009. Moment Hits Ry. Saatavissa: <http://www.momenthits.fi/ESV5230>. Hakupäivä 8.5.2017.
4. Verkkoyhtiöt haluavat eroon pitkistä sähkökatkoista. 2016. Energiateollisuus. Saatavissa: [http://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/verkkoyhtiot\\_haluavat\\_eroon\\_pitkista\\_sahkokatkoista.html#material-view/](http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/verkkoyhtiot_haluavat_eroon_pitkista_sahkokatkoista.html#material-view/). Hakupäivä 28.12.2016.
5. L 9.8.2013/588. Sähkömarkkinalaki. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>. Hakupäivä 2.1.2017.
6. Suomen sähkövoimajärjestelmä. 2017. Fingrid. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/voimajarjestelma/voimaj%C3%A4rjestelm%C3%A4/Suomen%20s%C3%A4hk%C3%B6voimaj%C3%A4rjestelm%C3%A4/Sivut/default.aspx>. Hakupäivä 2.1.2017.
7. Fingrid Oyj. Yrityksen www-sivut. Saatavissa: [www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi). Hakupäivä 2.1.2017.
8. Lakervi, Erkki – Partanen, Jarmo 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.
9. Ketola, Riitta 2017. Paippisten sähköasema poisti pullonkaulan. Sipoon Sanomat 8.2.2017. Saatavissa: <http://www.sipoosanomat.fi/artikkeli/484104-paippisten-sahkoasema-poisti-pullonkaulan>. Hakupäivä 16.2.2017.
10. Tumelius, Henrik 2016. Sähköasemarakentaminen. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu.

11. Sähköasemat, kojeistot ja muuntamot. 2007. ABB Oy Saatavissa: [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/13\\_S%84hk%94asemat-kojaistot-muuntamot.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/13_S%84hk%94asemat-kojaistot-muuntamot.pdf). Hakupäivä 15.2.2017.
12. Hautaniemi, Olli 2014. Sähkönsiirtoon tarkoitettujen rakenteiden suunnittelu ja mitoitus. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
13. Jenu, Anne-Mari 2015. Vahdon keskustan sähkönjakeluverkon saneeraussuunnitelma. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
14. Tuovila, Jukka 2016. Sähkönjakeluverkon kokonaisvastuurakentaminen. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu.
15. Elovaara, Jarmo – Haarla, Liisa 2011. Sähköverkot 2. Helsinki: Otatieto.
16. Tonteri, Juhani 2014. Sähkömarkkinamallin hyödyntäminen alueellisen sähkönsiirtoverkon suunnittelussa. Diplomityö. Espoo: Aalto yliopisto.
17. Despro Engineering Oy 2017. Yrityksen www-sivut. Saatavissa: [www.despro.fi](http://www.despro.fi) Hakupäivä 9.5.2017.
18. Aho, Heikki 2017. Tiimipäällikkö, Despro Engineering Oy. Haastattelut keväällä 2017.
19. Westerlund, Raija 2016. T090104 Yritystalous 4 op. Opintojakson luennot syksyllä 2016. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu.
20. Cook, Katja 2012. Markkinatutkimus suomalaisten valmistavan teollisuuden yritysten tuotekehityksen integraatiotarpeista. Opinnäytetyö. Kemi: Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu.