

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PROFILA-OHJEISTUS

TEKIJÄ    Niko Rahikkala

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Niko Rahikkala	
Työn nimi Profila-ohjeistus	
Päiväys 5.6.2024	Sivumäärä/Liitteet 28/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Voimatel Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Voimatel Oy:lle. Aihe opinnäytetyölle syntyi Voimatel Oy:n tarpeesta saada Profila-ohjelmistoon ohjeistus yrityksen uusille ja vanhoille työntekijöille. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää toimeksiantajalle ohjeet Profila-ohjelmiston käyttöön ja päätavoitteena oli helpottaa ja parantaa työntekijöiden ohjelman käyttöä.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin koskemaan Profila-ohjelmiston normaalia käyttöä. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisenä opinnäytetyönä. Teoriatietoa ohjeistusta varten kerättiin yrityksen dokumenteista. Materiaalien perusteella luotiin ohjeistus. Tämän opinnäytetyön raportti sisältää Profila-ohjelmiston yleisen ohjeistuksen.</p> <p>Kirjoitusprosessin tuloksena syntyi Profila-ohjeistus, jota Voimatel Oy:n vanhat ja uudet työntekijät voivat hyödyntää. Ohjeistus antaa hyvän työkalun uudelle ja vanhalle työntekijälle ohjelman käyttöön. Ohjeistus kertoo työntekijälle ilmajohtoverkon mallintamisen Profila-ohjelmistolla alusta loppuun.</p>	
Avainsanat Profila, Ilmajohtoverkko, suunnittelu, sähköverkko	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author(s) Niko Rahikkala	
Title of Thesis Profila Software Instruction	
Date 5 June 2024	Pages/Appendices 28/0
Client Organisation /Partners Voimatel Oy	
<p><b>Abstract</b></p> <p>This thesis was made as a commission for Voimatel Oy. The topic for the thesis arose from Voimatel Oy's need to get instructions on the Profila software for the company's new and old employees. The purpose of the thesis was to create instructions for the commissioner on the Profila software set for use by employees. The main goal was to improve and make the usage of the software easier for the new and old employees.</p> <p>The thesis was limited to the normal use of the Profila software. The thesis was carried out as a functional thesis. Theoretical information for the instructions was collected from the company's documents. Based on the materials, instructions were created. The report of this thesis contains general instructions for Profila software.</p> <p>As a result of the writing process, Profila instructions were created, which can be utilized by the old and new employees of Voimatel Oy. The guidelines provide a good tool for new and old employees to use the program. The instructions tell the employee how to model the overhead line network using the Profila software from start to finish.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>Profila, overhead network, planning, Electric power network</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	VOIMATEL OY .....	7
3	ILMAJOHTOVERKON RAKENTEET .....	8
3.1	Johdot.....	8
3.1.1	AMKA.....	8
3.1.2	Avojohtot .....	8
3.2	Pylväät.....	9
3.2.1	Pylväiden tukirakenteet.....	10
3.3	Orret.....	15
4	PROFILA .....	19
4.1	Profilan historiaa .....	19
4.2	Profila-ohjeistuksen luonti.....	19
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	27
	LÄHTEET .....	28

## KUVALUETTELO

KUVA 1.	AMKA-johto (Elenia Pienjännitteinen AMKA-johto 0,4 kV julkaisuaika tuntematon.).....	8
KUVA 2.	Sparrow-johto (Huhta verkkokauppa julkaisuaika tuntematon).....	9
KUVA 3.	Pylväsluokat (Headpower ohjeistot 2003.) .....	10
KUVA 4.	Harustusmallit I-pylväälle (Headpower ohjeistot 2003.) .....	11
KUVA 5.	P21-tukipylväs (Headpower ohjeistot 2013.) .....	13
KUVA 6.	R21-R23 kallioperustukset (Headpower ohjeistot 2011.) .....	14
KUVA 7.	G11-Kannatusorsi (Headpower vakiorakenteet 2006.) .....	16
KUVA 8.	G21-tasokulmaorsi (Headpower vakiorakenteet 2006.) .....	17
KUVA 9.	G31-pääterakenne (Headpower vakiorakenteet 2006.) .....	18
KUVA 10.	Kuvaleike-esimerkki tekstitiedostosta.....	20
KUVA 11.	Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Pylväiden lisääminen Profilaan .....	21
KUVA 12.	Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Johtimen ja säätötyypin valinta .....	22
KUVA 13.	Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Esimerkki johtotietojen lisäämisen jälkeen .....	22

KUVA 14. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Esimerkki johtoreitin tarkastelusta .....	23
KUVA 15. Kuvaleike Profila-ohjelmasta .....	23
KUVA 16. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Pylväs tietojen muokkaaminen .....	24
KUVA 17. Esimerkki tulosteesta (Profilo Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 2024, 71.).....	25
KUVA 18. Kuvaleike Maanmittauslaitoksen palvelusta .....	26

## 1 JOHDANTO

Ilmajohtoverkot ovat sähköverkkoja, jotka siirtävät sähköä ilmajohtimilla. Johtimet on yleensä asennettu pylväisiin. Ilmajohtoverkkoja laajasti sähkönsiirtoon ja jakeluun maaseudulla sekä paikoissa, jotka ovat taloudellisesti tai teknisesti liian haastavia maakaapelointiin. Ilmajohtoverkon rakentaminen ja ylläpitäminen on usein halvempaa verrattuna maakaapelointiin, mutta toisaalta ilmajohtot ovat herkempiä sääolosuhteiden vaikutuksille. Ilmajohtoverkon suunnittelussa käytetään usein apuna erilaisia ohjelmia tai työkaluja. ABB-Profila on ohjelma, jolla sähköverkkoyhtiöt ja suunnittelijat voivat suunnitella ja optimoida verkkojaan tehokkaammin. Profilan kaltaisten ohjelmien tarjoamat edut mahdollistavat verkon suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon toteuttamisen kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyön aihe on peräisin Voimatel Oy:n tarpeesta saada uusille työntekijöille ohjeistus Profila-ohjelmiston käyttöön. Ohjeistus on tärkeä uusille työntekijöille, jotta he pääsisivät sujuvasti käyttämään Profila-ohjelmistoa ja tätä kautta uusien suunnittelijoiden ajan käyttö on tehokkaampaa, samalla ohjeistus toimii muistilistana vanhoille työntekijöille. Tarkoituksena työssä on luoda ohjeistus Profila-ohjelmaan ja samalla perehtyä ilmajohtoverkon rakenteisiin. Kohderyhmänä opinnäytetyöllä on Voimatel Oy:n suunnittelijat. Työssä käydään läpi ilmajohtoverkon rakenteita ja Profila-ohjelman käyttöä ilmajohtoverkon suunnittelussa. Työni puolesta olen päässyt tutustumaan ilmajohtoverkkojen suunnitteluun, joten opinnäytetyön kautta perehdyn tarkemmin Ilmajohtoverkon rakenteisiin ja Profila-ohjelmaan. Työ toteutetaan toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka tuotoksena tulee olemaan ohjeistus Profila-ohjelman käyttämiseen.

Teoriatiedot ohjeistukseen on kerätty Voimatel Oy:n dokumenteista ja verkkolähteistä. Aihepiiristä on aikaisemmin tehty tutkimuksia kuten Juutilaisen (Juutilainen 2022) opinnäytetyö maastosuunnitteluoheen laatimisesta, mutta nyt tehty tutkimus käsittelee tarkemmin Profila-ohjelman käyttöä.

## 2 VOIMATEL OY

Toimeksiantajana opinnäytetyöllä on Voimatel Oy, joka kuuluu Suomen suurimpiin toimijoihin tietoverkkopalveluiden toimijana. Voimatel Oy perustettiin 2001, jolloin perustajaosakkaina olivat Savon Voima Oy ja Kuopion Puhelin Oy. Näistä jälkimmäinen omistaja osti 18 prosentin osuuden Voimatelin osakekannasta 2014 keväällä ja on siitä asti omistanut yrityksestä 100 prosenttia. Voimatelin sähköliiketoiminta siirtyi Elveralle 1.4.2024. Voimatel Oy on suomalainen yritys, joka tuottaa tietoverkkojen, niitä tukevien järjestelmien ja elinkaari palveluiden ratkaisuja. (KPY Voimatel Oy julkaisuaika tuntematon.)

Vuonna 2023 Voimatel Oy:n liikevaihto oli 145,8 M€. Voimatel Oy on noin 800 palveluammattilaisen organisaatio. Voimatelin pääkonttori sijaitsee Toivalassa Siilinjärvellä, jonka lisäksi Voimatelillä on toimipisteitä ympäri Suomen.

Voimatelillä on kaksi tytäryhtiötä, jotka ovat BofTel Oü sekä OptiWatti Oy. Optiwatti tarjoaa patentoidun teknologian, joka mahdollistaa energian halinnan ja optimoinnin ratkaisut. BofTel toimii pohjoismaissa, Baltiassa sekä Länsi- ja Itä-Euroopassa tarjoten tietoliikenneverkon palvelut sisältäen ylläpidon, suunnittelun, optimoinnin ja toteutuksen. (Voimatel Oy julkaisuaika tuntematon.)

### 3 ILMAJOHTOVERKON RAKENTEET

Ilmajohdoverkon rakenteet on hyvä tuntea ennen suunnittelutyön aloittamista. Rakenteiden osaaminen on välttämätöntä, että pystytään noudattamaan asetettuja standardeja ja määräyksiä. Esimerkiksi etäisyysvaatimusten täyttäminen voi vaatia yleensä käytettävistä rakenteista poikkeamista. Rakenteiden osaamisella voi lisätä tehokkuutta maastosuunnittelu vaiheessa, koska tarvittavat rakenteet voi arvioida jo maastokäynnin aikana. Hyvä tuntemus ilmajohdoverkon rakenteista parantaa päätöksentekoa suunnitteluvaiheessa ja mahdollistaa, että verkko on turvallinen kaikissa käyttötilanteissa. Rakenteiden tunteminen auttaa siis tekemään tehokkaita, kestäviä ja turvallisia päätöksiä ilmajohdoverkon suunnittelussa.

#### 3.1 Johdot

##### 3.1.1 AMKA

Pienjännitteisissä ilmajohdotoasennuksissa käytetään AMKA-johtoa. AMKA-johdolla tarkoitetaan riippukierrekaapelijohtoa. Siinä mustalla muovilla eristetyt vaihejohtimet on kierretty metalliköyden ympärille ja metalliköysi toimii samalla kannatusköytenä. AMKA-johdon voi tunnistaa kierteisestä rakenteesta ja sen vähimmäiskorkeus maasta on neljä metriä sekä tiestä 5,5 metriä. (Elenia Pienjännitteinen AMKA-johto 0,4 kV julkaisuaika tuntematon.)



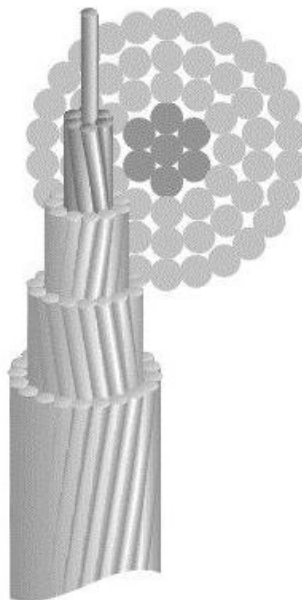
KUVA 1. AMKA-johto (Elenia Pienjännitteinen AMKA-johto 0,4 kV julkaisuaika tuntematon.)

##### 3.1.2 Avojohdot

Avojohdot ovat paljailla metallisilla johtimilla rakennettu johto. Johtimet ovat yleensä terässäikeen ympärille kerrattuja alumiinisäikeisiä ACSR-johtimia tai kokonaan alumiinista valmistettuja AAC-johtimia. Johtimien eristys perustuu riittävään ilmaväliin. Yleisimmät avojohdot ovat Sparrow, Raven ja



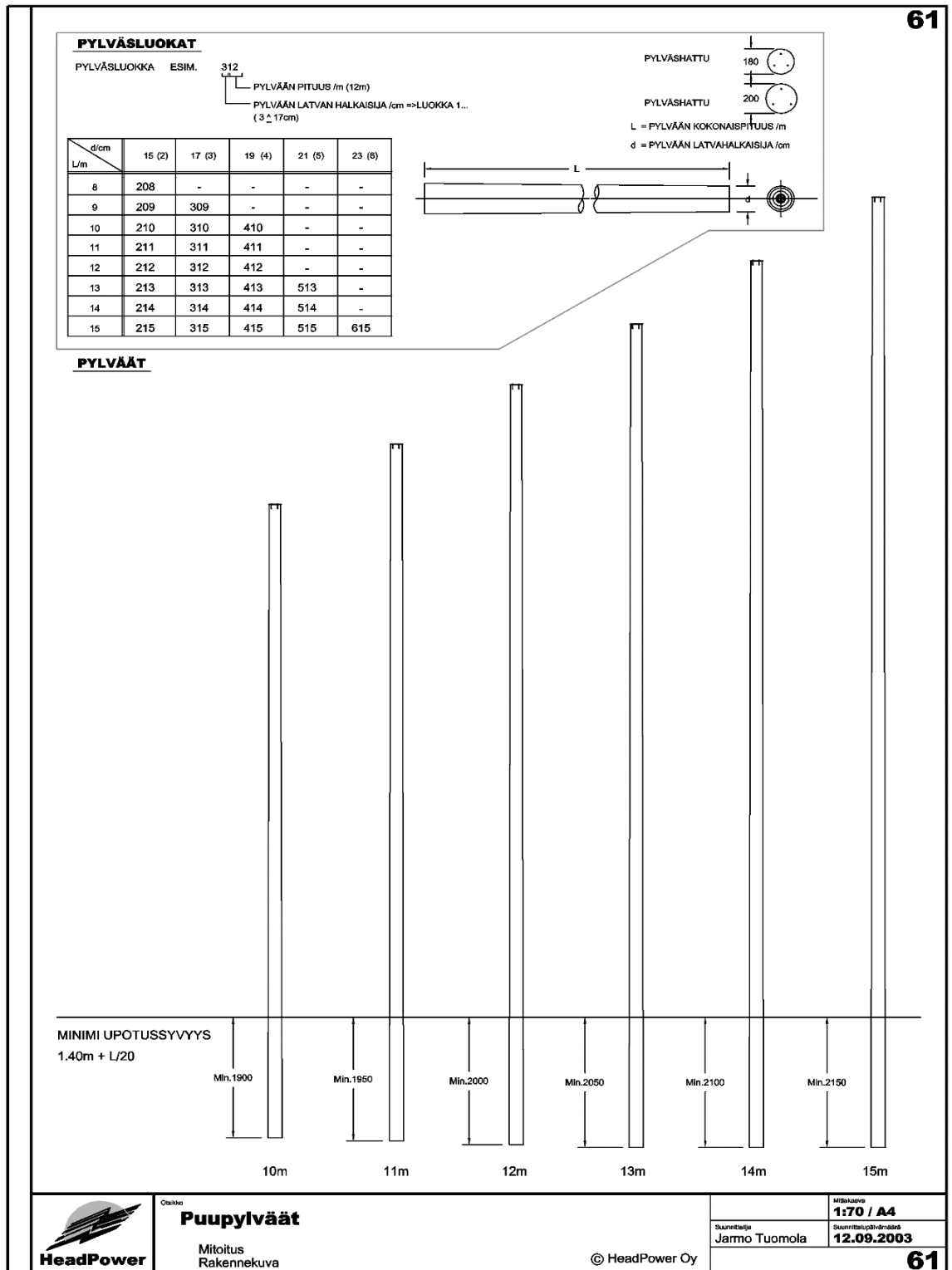
Pigeon. Esimerkiksi ACSR 34/6 Sparrow-johdolla on 6 mm<sup>2</sup> terässydän ja ympärillä 34 mm<sup>2</sup> alumiinilankoja johtimena.



KUVA 2. Sparrow-johto (Huhta verkkokauppa julkaisuaika tuntematon)

### 3.2 Pylväät

Verkkoa suunniteltaessa tulee valita pylväät tarpeeksi korkeiksi ja kestäviksi. Pienjännite- ja keski-jänniteverkossa yleensä käytetyt puupylväät on painekyllästetty, jotta ne kestävät pidempään. Puupylväät on jaoteltu viiteen eri lujuusluokkaan. Pylväsluokkien sisällä on erilaisia pylväspituuksia. Pylväiden tehtävänä on säilyttää ilmajohdoilla riittävä etäisyys maasta sekä toimia asennusalustana tarvittaville rakenteille. Kuvassa 3 on esitetty Headpowerin ohjeistosta pylväsluokat 2–5. (Headpower ohjeistot julkaisuaika tuntematon.)

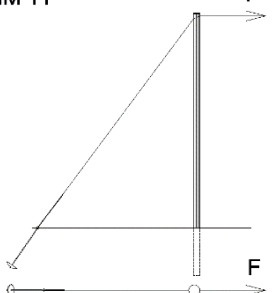
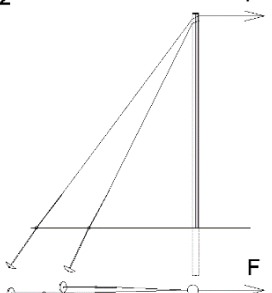
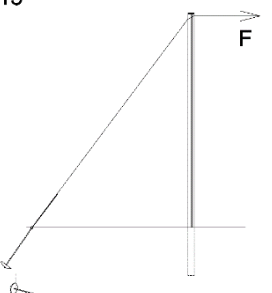
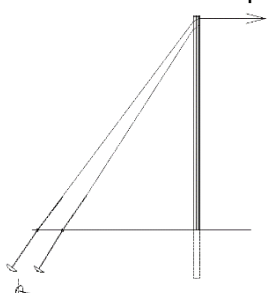
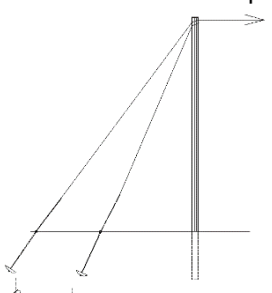
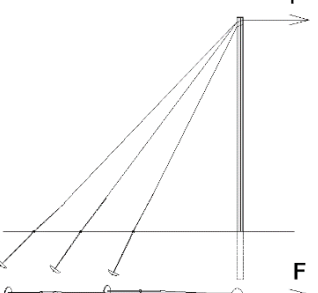
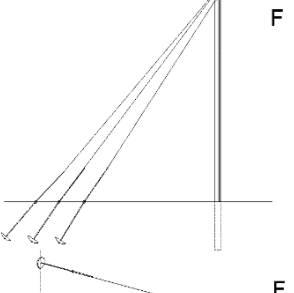



KUVA 3. Pylväsluokat (Headpower ohjeistot 2003.)

### 3.2.1 Pylväiden tukirakenteet

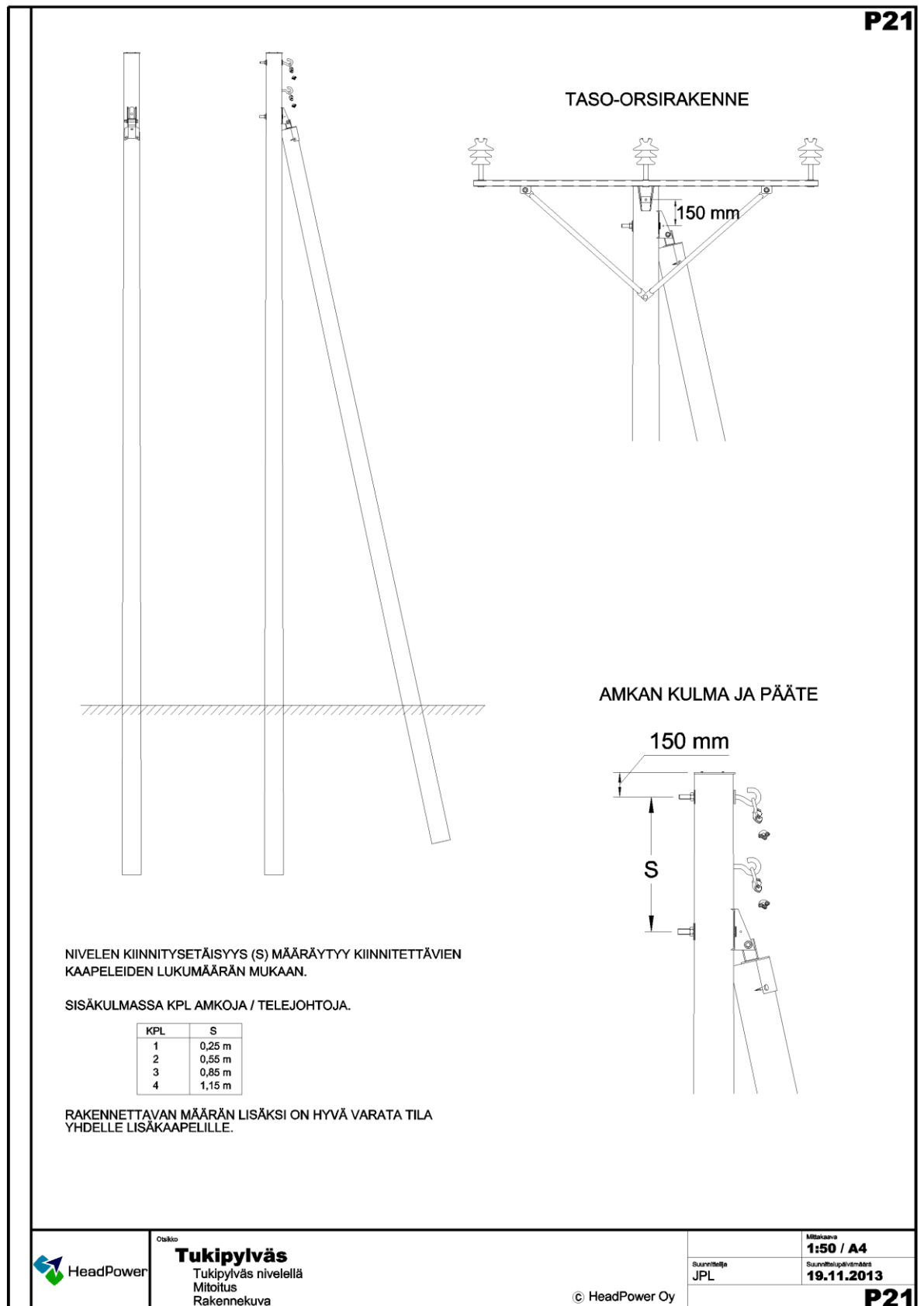
Pylväille tarvitaan tukirakenteita, kun ilmajohtoverkkoon tulee kulma. Kulma tarkoittaa, että ilmajohtolinja kääntyy tulosuuntaan verrattuna. Ilmajohtoverkossa olevat johdot aiheuttavat pylväisiin vetoa, jos johtolinjassa on kulma. Johdon aiheuttaman voiman takia pylväitä pitää tukea, että ne pysyvät suorassa. Jos pylväs on suoralla johto-osuudella, tukirakenteita ei tarvita.

Yleisin tukirakenne puupylväälle on vaijeriharustus. Harusten määrä ja muut harusrakenteet määräytyvät tapauskohtaisesti. Harusten rakenne määräytyy myös tapauskohtaisesti niihin kohdistuvien voimien ja sijoituksen perusteella. Kuvassa 4 on esitetty Headpowerin harustusmallit I-pylväälle. (Headpower ohjeistot julkaisuaika 2003.)

<p>HM 11</p>  <p>* 1 HARUSANKKURI Max 2 HARUSKÖYTTÄ</p>	<p>HM 12</p>  <p>* 2 HARUSANKKURIA Max 4 HARUSKÖYTTÄ</p>	<p>HM 13</p> <p style="text-align: right;"><b>650L1</b></p>  <p>* 2 HARUSANKKURIA Max 4 HARUSKÖYTTÄ</p>
<p>HM 14</p>  <p>* 3 HARUSANKKURIA Max 6 HARUSKÖYTTÄ</p>	<p>HM 15</p>  <p>* 4 HARUSANKKURIA Max 8 HARUSKÖYTTÄ</p>	<p>HM 16</p>  <p>* 3 HARUSANKKURIA Max 6 HARUSKÖYTTÄ</p>
<p>HM 17</p>  <p>* 4 HARUSANKKURIA Max 8 HARUSKÖYTTÄ</p>	<p><u>HARUSKÖYSIEN LUKUMÄÄRÄT HARUSTAMISMALLEISSA</u></p> <p>- HARUSTAMISMALLEISSA ON MAINITTU NE HARUSKÖYSIEN MAKSIMIMÄÄRÄT, JOTKA KUSSAKIN MALLISSA OVAT MAHDOLLISET, (ESIM. Max 4 HARUSTA).</p> <p><u>HUOM. !</u></p> <p>- HARUSLAATTOJEN ETÄISYYS TOISISTAAN 3/4 UPOTUSSYVYYDESTÄ.</p>	
	<p>Osikko <b>Harustusmallit I-pylväälle</b> Pj - ja kj-pylväille Rakennekuva</p>	<p>Mittakaava <b>1:70 / A4</b> Suunnittelija <b>Jarmo Tuomola</b> Suunnittelupäivämäärä <b>12.09.2003</b></p> <p style="text-align: right;"><b>650L1</b></p>

KUVA 4. Harustusmallit I-pylväälle (Headpower ohjeistot 2003.)

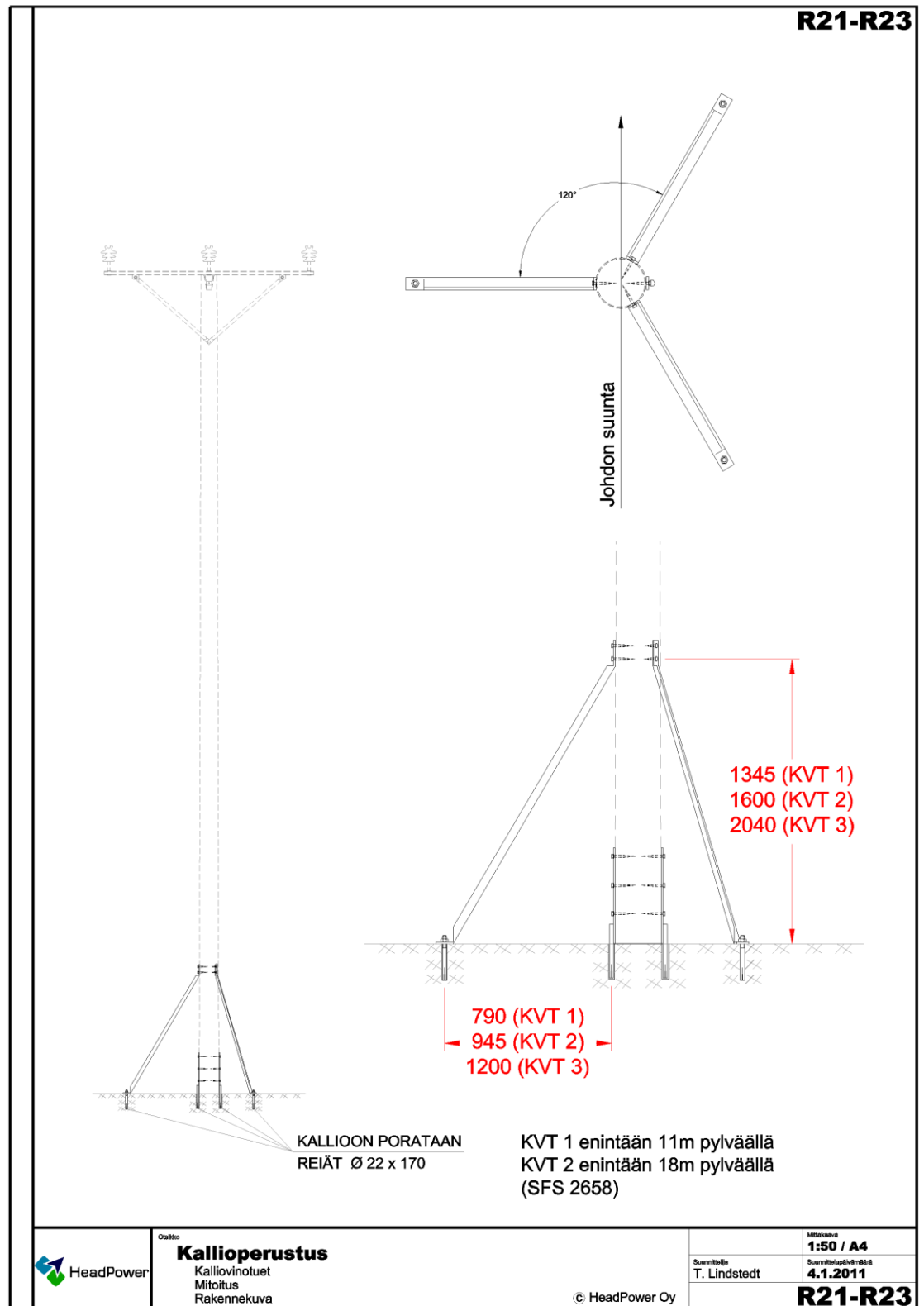
Jos esimerkiksi tilan puutteen takia harusta ei voida käyttää, voidaan pylvään tukirakenteeksi valita tukipuu. Harus vetää pylvästä kulman ulkopuolelta, kun tukipuu työntää pylvästä kulman sisäpuolelta johdon aiheuttamaa voimaa vastaan. Tukipuulla pylvääseen vaikuttava vaakasuuntainen voima muutetaan pituussuuntaisesti puristavaksi voimaksi. Kuvassa 5 on esitetty P21-tukipylvään rakenne. (Headpower ohjeistot julkaisuaika 2013.)



KUVA 5. P21-tukipylväs (Headpower ohjeistot 2013.)

Kun pylväitä pystytetään paikkaan, jossa on kalliota tai maata ei ole tarpeeksi, voidaan pylvään tukemiseen käyttää kallioperustusrakenteita. Kallioperustusrakenteiden tarkoitus on saada pylväälle

normaalia pylvästä vastaava tuki kuten haruksella tai tukipuulla. Rakenne valitaan pylvään asennussyvyyden ja pylvään pituuden mukaan. Erilaisia kalliotukirakenteita ovat R11-tyvituki ja R21- sekä R22-kallioperustukset. Kuvassa 6 on esitetty rakenne kallioerustuksille. (Headpower ohjeistot julkaisuaika 2011.)

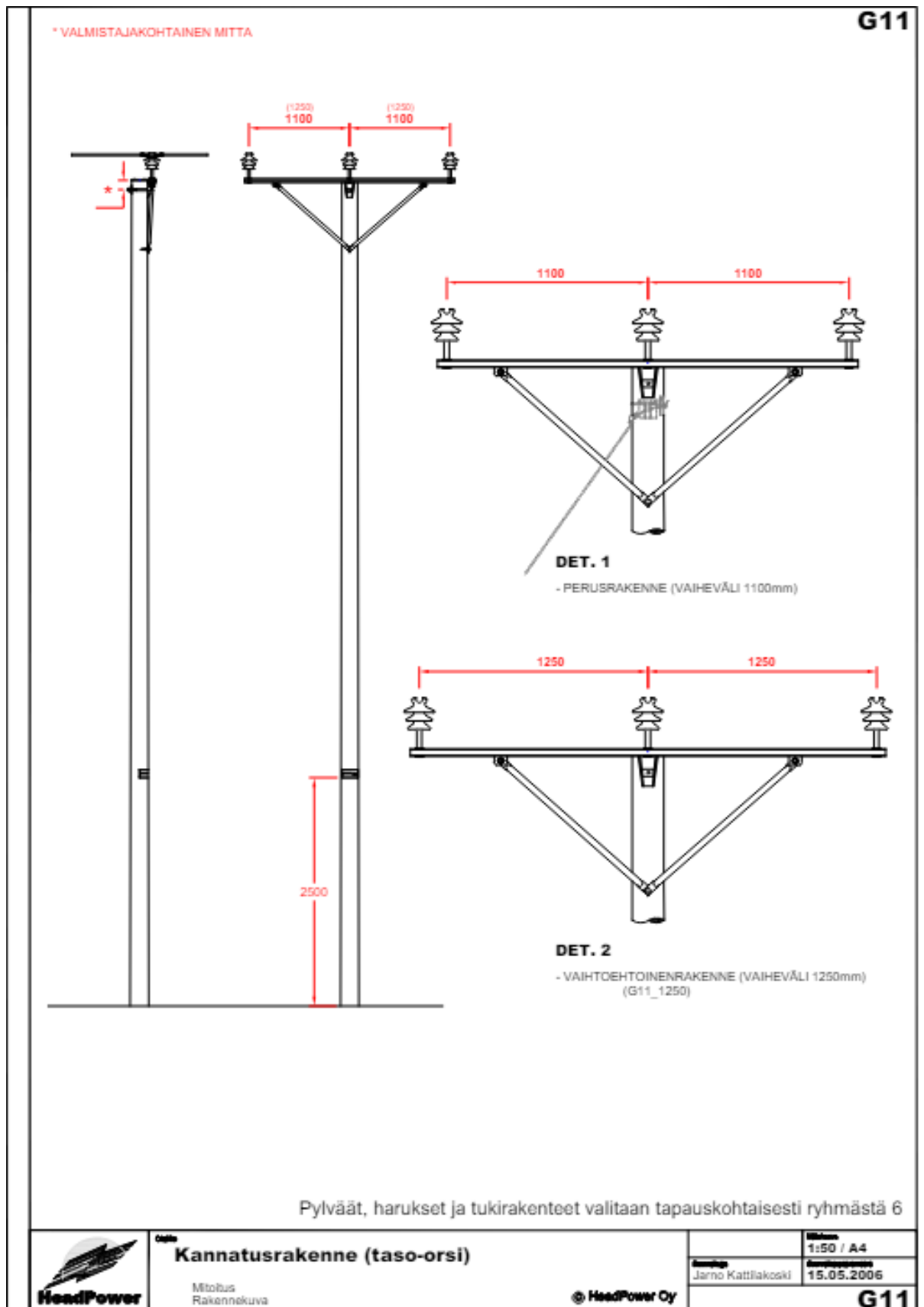


KUVA 6. R21-R23 kallioerustukset (Headpower ohjeistot 2011.)

### 3.3 Orret

Orret ovat pylvääseen asennettavia rakenteita, jotka mahdollistavat johtimien asennuksen vierekkäin ja ohjaavat johtimia johtotien mukaisesti. Johtojen asentaminen vierekkäin voi pidentää pylväiden välejä ja mahdollistaa lyhyempien pylväiden käyttämisen. Orsirakenteet helpottavat myös pylväiden yhteiskäyttöä keski- ja pienjännitejohdoilla. Taso-orssia on olemassa kolmea erilaista: Kannatusorsi, kulmaorsi ja pääteorsi. Eri verkkoyhtiöt saattavat käyttää eri orssia kuin tässä raportissa on esitelty. Profilassa on käytössä Headpowerin vakiorakenteet, joten tässä raportissa orsirakenteet esitellään Headpowerin materiaalien kautta (Profila Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 2024, 3).

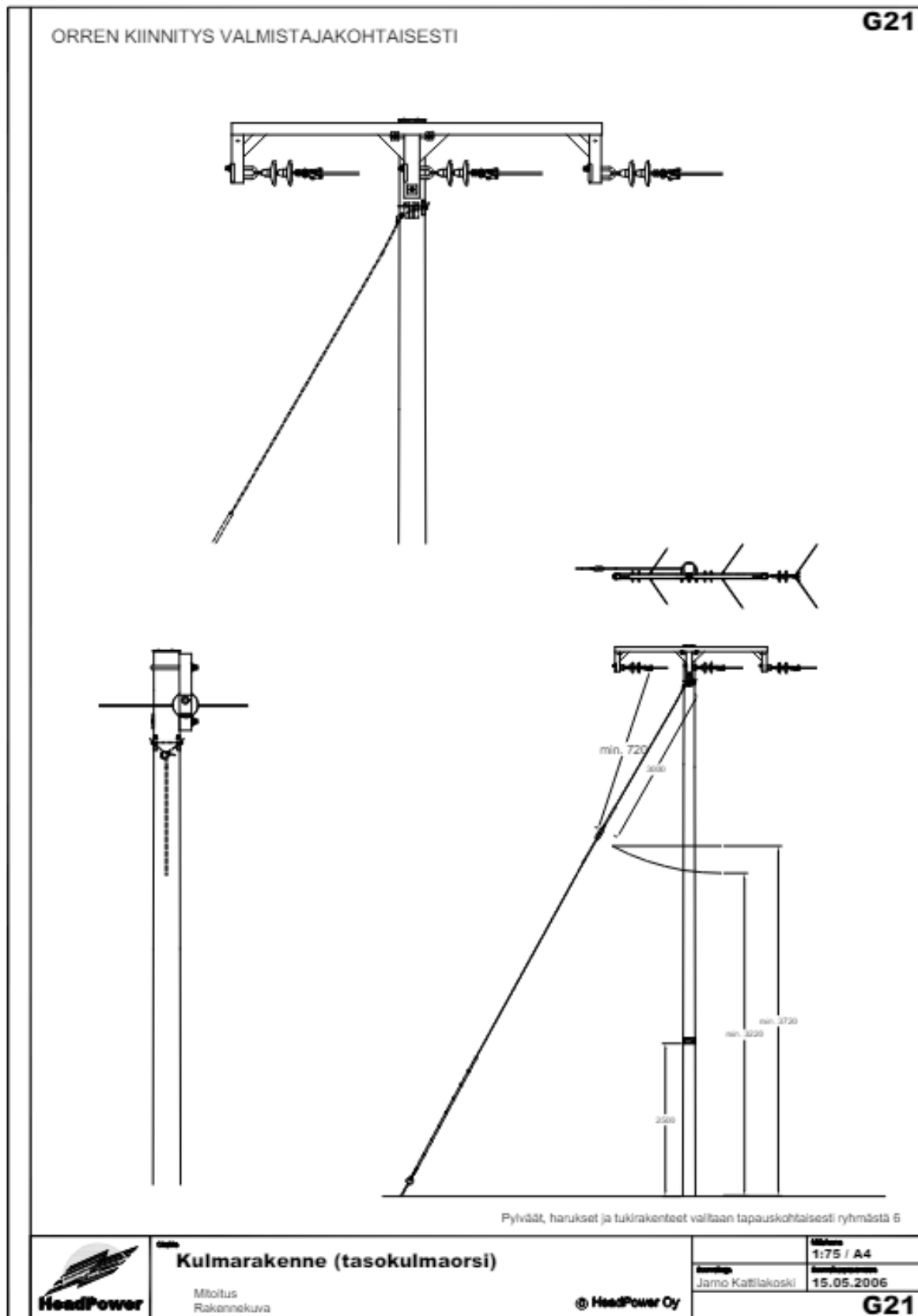
Kannatusorsi on näistä kolmesta yleisin, koska sitä käytetään suorilla kohdilla verkkoa. Kannatusorsia on olemassa myös leveämpiä, jos johtimet vaativat suurempaa väliä. Kannatusorresta on myös olemassa epäsymmetrinen versio, jossa keskimäinen johto ei ole orren keskellä. Tämä mahdollistaa orren kiinnityksen pylvään varteen latvan sijasta. Epäsymmetristä kannatusortta voi tarvita esimerkiksi risteämätilanteissa. Kuvassa 7 on esitetty G11-kannatusorsi ja sen rakenne. Kannatusorsia on myös kolmion mallisina. Kolmiotaso-orressa keskimäinen johdin on reunimmaisissa johtimia korkeammalla, jonka takia orsi on normaalia G11-kannatusortta kapeampi.



KUVA 7. G11-Kannatusorisi (Headpower vakiorakenteet 2006.)

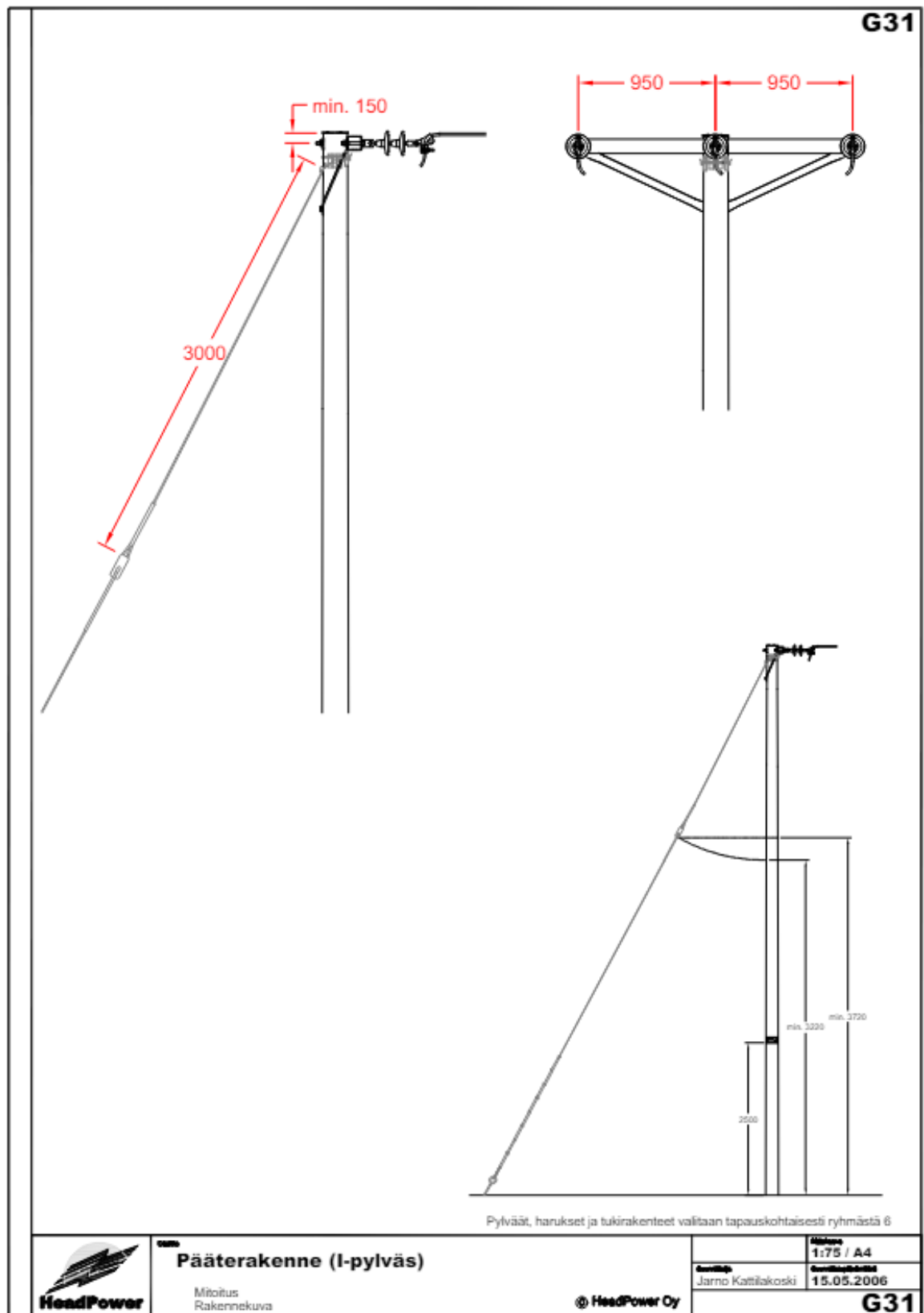


Jyrkissä kulmissa käytetään kulmaorsia kannatusorsien sijaan, mutta viimeistään 30 asteen kulman jälkeen. Kannatusorsia voidaan käyttää loivissa kulmissa, mutta kulmaorret kestävät paremmin sivusuuntaisia voimia. Kuvassa 8 on esitetty G21-tasokulmaorren rakenne.



KUVA 8. G21-tasokulmaorsi (Headpower vakiorakenteet 2006.)

Pääteorsia käytetään ilmajohtolinjan alku- ja loppupäässä. Pääteorressa johtimet asennetaan ve-toeristimeen kuvassa 9 esitetyn G31-pääterakenteen mukaisesti. Johdon päättäminen onnistuu pää-teorsilla myös jo olemassa olevaan pylvääseen.



KUVA 9. G31-pääterakenne (Headpower vakiorakenteet 2006.)

## 4 PROFILA

Profila on ohjelmisto ilmajohtoverkon suunnitteluun ja mitoitukseen. Profilaa voidaan hyödyntää ilmajohtojen suunnittelussa usealla tavalla. Profilassa johtoreitin voi piirtää kartalle käsin, mutta tarkempaan lopputulokseen päästään ottamalla pylväiden paikat ohjelmistoon GPS-mittauksen perusteella. Profila kertoo suunniteltavasta verkosta paljon tarvittavia tietoja, kuten käyttäjän asettaman korkeusvaatimusrajan ja varoittaa, jos korkeusvaatimusraja ei täyty. Korkeustiedot Profilaan täytyy hakea Maanmittauslaitoksen avoimesta materiaalista.

Ohjeistuksen luominen on tärkeää, koska se parantaa työskentelyn sujuvuutta. Selkeät ja helposti ymmärrettävissä olevat ohjeet auttavat lisäämään tehokkuutta ja poistamaan virheitä. Tämä ohjeistus tarjoaa perustiedot ohjelman käytöstä.

### 4.1 Profilan historiaa

Profilaa vastaavasta ohjelmasta idea on lähtenyt 1980-luvulla Heikki Pajalan diplomityöstä. MEKMIT-ohjelmiston ensimmäisellä versiolla pystyi laskemaan johdinvoimia ja riippumia sekä optimoimaan pylväspituuksia. MEKMIT-ohjelmisto oli käytössä vuoteen 1995 asti, jonka jälkeen julkaistiin Versoft Open ++ Profila. Ohjelma mahdollisti johtoreittien ja johtonäkymien tarkastelun samanaikaisesti. Lokakuussa 1997 ABB Transmit Oy osti Versoft Oy:n. Nykyään yritys toimii nimellä Profila Cenelec Oy. (Profila Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 2024, 80–82.)

Sähköverkkojen suunnittelu ja mitoitus perustui Sähkötarkastuskeskuksen julkaisuun Vahvavirtailmajohtomääräykset. Julkaisu sisältää kuormitusotaksumat, kuvaksen johdon rakenteista ja rakennevaatimuksista sijainti huomioiden sekä erinäisiä määräyksiä ilmajohtoihin liittyen (Sähkötarkastuskeskus 1993, 5–7). Aikaisemmin sähköverkon mitoitus tehtiin ilman ohjelmia, jotka laskevat esimerkiksi johtimien tuulikuormat tai muut säätilan aiheuttamat kuormat johtimille. Profilassa on käytössä CENELEC-standardin mukaiset sää- ja kuormatilat (Profila Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 2024, 2).

### 4.2 Profila-ohjeistuksen luonti

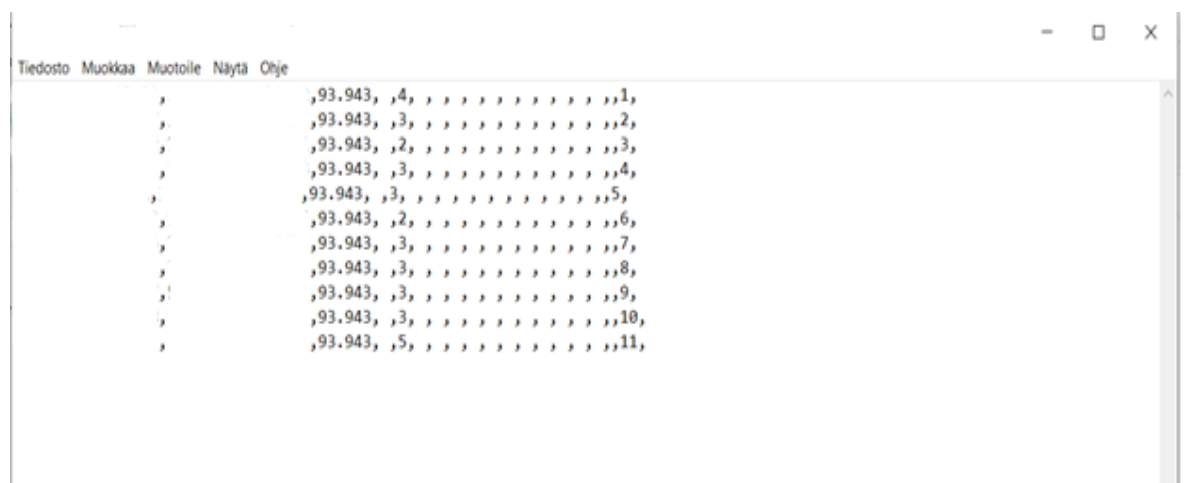
Työn tavoitteena oli luoda ohjeistus Voimatel Oy:lle Profila-ohjelmistosta. Ohjeistuksen tarkoitus on helpottaa ja parantaa ohjelman käyttöä Voimatelin työntekijöille. Tässä raportissa esitellään ohjeistuksen keskeiset asiat. Tarkka ohjeistus on tehty Voimatel Oy:n omaan käyttöön.

Profilalla suunnittelu alkaa GPS-mittauksen tekemisellä maastossa. GPS-mittauksesta saadaan reitistä alkupiste, reitin varrella olevat pylväspaikat ja loppupiste. Pitkillä suorilla osuuksilla ei ole pakko ottaa GPS-pistettä, vaan pylväs voidaan sijoittaa Profilassa helposti suoralle. Tällä tavalla saadaan myös sijoitettua suurempi määrä pylväitä suoralla osuudella tasaisin välein. GPS-mittauksesta saadut

pisteet laitetaan tiedostoon ja lisätään Profilaan, joka luo niistä uuden suunnitelman. Eri pisteille täytyy määrittää omat lajikoodit esimerkiksi alkupisteellä, loppupisteellä ja suoralla pisteellä on omat lajikoodinsa.

- **4** on aloitus pylväs
- **2** on suora pylväs eli se on suorassa linjassa edellisen ja seuraavan pylvään kanssa
- **3** on kulma pylväs eli johtoreitti vaihtaa suuntaa tämän pylvään kohdalla
- **5** on lopetuspylväs eli suunniteltavan osuuden viimeinen pylväs

Kuvassa 10 on esimerkki tekstitiedostosta, joka pitää luoda Profila-ohjelmaa varten. Tiedostossa jokainen rivi vastaa yhtä pylväspaikkaa. Rivin ensimmäinen sarake on x-koordinaatille, seuraava sarake on y-koordinaatille ja kolmas sarake z-koordinaatille. Seuraava täytetty sarake on varattu lajikoodille. Viimeinen täytetty sarake on pylväspaikkojen järjestysnumeroille.



KUVA 10. Kuvaleike-esimerkki tekstitiedostosta.

Kun lajikoodit on lisätty Profilaan, voidaan tarkistaa Profilan luoma näkymä lisätystä pylväspaikoista. Pylväspaikkojen ollessa kunnossa voidaan aloittaa johtimien lisääminen. Jos pylväillä on useita johtimia, aloitetaan johtimien lisääminen ylimmästä johtimesta. Johtimien lisäämisessä voidaan valita,

miltä pylväältä johdin alkaa ja mihin pylvääseen johdin loppuu. Kuvassa 11 on esimerkki Profilan näkymästä, kun pylväspaikat on GPS-mittauksen perusteella lisätty oikealle lajikoodille.

GPS mittaustietojen muokkaus - Profila CLC.3.1.16 © 1997-2023 Hitachi Energy

N:o	Laji	X	Y	Z	Xd	Suunta °/360	S-et	
1)	Alkupiste harustettu	6899974.75	563558.95	93.9	0.0	148.7	0.0	K - Johtoreitin kulmapiste
2)	Kulmapylväs	6899951.67	563572.97	93.9	27.0	145.9	2.8	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
3)	Pylväspaikka	6899924.35	563592.81	93.9	33.7	147.1	1.1	
4)	Kulmapylväs	6899882.73	563619.69	93.9	49.5	163.8	-17.9	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
5)	Kulmapylväs	6899818.77	563638.26	93.9	66.6	117.3	46.5	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
6)	Pylväspaikka	6899790.60	563690.00	93.9	58.9	115.9	-1.3	
7)	Kulmapylväs	6899767.99	563736.58	93.9	51.8	147.4	-30.1	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
8)	Kulmapylväs	6899709.73	563773.84	93.9	69.2	163.4	-16.0	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
9)	Kulmapylväs	6899675.35	563784.06	93.9	35.9	216.9	-53.5	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
10)	Kulmapylväs	6899632.27	563751.70	93.9	53.9	270.0	-53.1	0.0 K - Johtoreitin kulmapiste
11)	Loppup harustettu	6899632.24	563704.44	93.9	47.3	0.0	0.0	K - Johtoreitin kulmapiste

Johtoreitin kulmapiste ON/OFF => tuplaklikkaa mittauspistettä, tai valitse mittauspiste ja paina "Kulmapiste ON/OFF"

AltD AltI AltM Edellinen Sivu Seuraava Sivu

F1 F2 Kulmapiste ON/OFF F4 F5 F6 F7 F8 Keskeytä Hyväksy

KUVA 11. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Pylväiden lisääminen Profilaan

Kuvassa 12 on Profilan näkymä, kun halutaan lisätä johtimia suunnitelmaan. Ikkunasta voidaan valita johtimen tyyppi, kulkuväli, johtimen korkeus edellisestä johtimesta ja säätötyypin valinta. Kuvan 12 ikkunan oikeassa ylänurkassa on johdintunnusvalikko, josta valitaan haluttu johto. Haluttu johto voidaan myös hakea kirjoittamalla sen tunnus laatikkoon ja valitsemalla se. Johdon kulkuväli valitaan johdintunnuksen alapuolella olevista valikoista. Valikoissa näky metrimääriä, jotka vastaavat pylväiden paikkoja alusta lähtien lueteltuina. Johdon kulkuväli voidaan valita alusta loppuun asti tai alkamaan tietyltä pylväältä ja loppumaan tietylle pylväälle. Jos suunnitelmaan on tarve lisätä useampi johto, voidaan uusi johto lisätä painamalla Seuraava-painiketta, jolloin sama ikkuna aukeaa uudelleen. Uudelle johdolle voidaan lisätä tieto kulkukorkeudesta.

Profilia CLC.3.1.16 © 1997-2023 Hitachi Energy - Johdintyyppi ja säätötilan valinta

**Johdinten perustiedot**

Johdintunnus (max 10)  Keskikorkeus maasta:  m

Johdon kulkuväli:  m -  m

Johdon peruskulkukorkeus pylvään latvasta (m): (johto 1): >

m Huomautusraja:  m

**Perustila (0-säätö)**

0-sääjännitys:  N/mm2

**Minimilämpötilat**

Lämpötila-alue:

Luolettavuustaso:  1  2  3  Käyttäjä

Tmin:  °C Tmin/3v:  °C

**Kuormitustapaukset, lämpötilat, kuormien osavarmuusluvut ja yhdistelmäkerroimet**

No	Kuormitustapaus	L-tila	Tuuli	Jää	Taso 4/tuuli	Taso 4/jää...
1	Huippujääkuorma	0		1.00		1.00
2	Pakkanen	-45				
3	Pakkanen/3v	-36				
4	Helle	70				
5	Huipputuulikuorma	-20	1.00		1.00	
6	Helle/vaihevälitarkastelu	50				
7	Huippujää + keskinkertainen L...	0	0.25	1.00	1.00	1.00
8	Kova tuuli + keskinkertainen jää	0	0.45	0.25	1.00	1.00

Paällystämätön johto " =>

Kirstysvälin pituus L = 494m, Sekv = 54.3m

Johdinten keskikorkeus maast... 9.0m, Kt = 0.22, Zo = 0.30 => k(10m) = 0...

Vertailutuulen nopeus Vr = k\*Vr... 0.77 x 21.0 = 16.2 m/s

Puuskakerroin nopeudelle = 1.67 => Puuskatuul... 27.1 m/s

Puuskakerroin paineelle = 2.79 => Puuskapai... 504.52 N/m2

Maastok III, J-kerr. Gtot = 0.80 x 0.69 x 2.79... 1.54

Tuulenpaine -20 °C (Max Tuuli... 279... N/m... 1.00 x 1.00 = 279.37 N/m2

Tuulenpaine 0 °C (J + T) qw = 258... N/m... 1.00 x 0.25 = 64.72 N/m2

Tuulenpaine 0 °C (T + J) qw = 258... N/m... 1.00 x 0.45 = 116.50 N/m2

**Tuulikuorman määritys**

Maastoluokka:  I  II  III  IV  Käyttäjä

Jännekertoimen pienennyskerr.:

**Tuuliparametrit**

Korkeus merenpinnasta:  m

Lämpötila tuulikuormalla:  °C

Ilman tiheys:  kg/m3

Tuulen nopeus:  m/s

Jännekertoimen pienennyskerr.:

**Tuulikuorma**

Dynaaminen tuulenpaine:  N/m2

Perusmitoituspaine:  N/m2

**Jäisen johdinten kok. halkaisija**

Jää+Tuuli:  mm

Tuuli+Jää:  mm

**Jaakuorman määritys**

Jäätymsiluokka:  I  II  III  IV  Käyttäjä

<= Johdon suhteellinen korkeus ympäröivästä maastosta (r=10km) (Paina nappia => Profila laskee) =>  m

VIM: \*\*\* (EI TÄTÄ UUDEN SUUNNITTELUUNI) \*\*\*

Tavallinen johto  Varmennettu johto

**Huippujääkuorma**

Jään paino:  N/m

**Jään paino yhd. tuulikuormalla**

Jää+Tuuli:  N/m

Tuuli+Jää:  N/m

**Helleriippuma & vaihevälitarkastelu**

Johdinten maksimilämpötila (Tmax):  °C

Vaihevälitarkastelun laskennassa käytetty johdinten jännitelisa (a):  m

Helleriippuma (säätötila, joka on johdinten viruttanut)

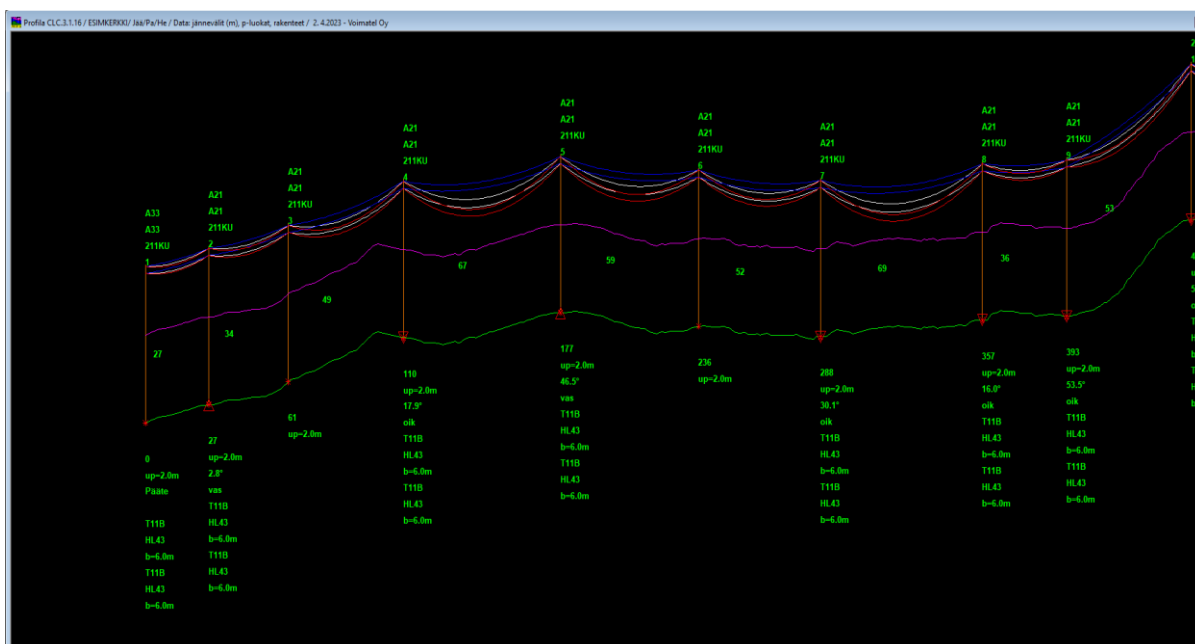
Pakkanen  Jaakuorma  Jää+Tuuli  Tuuli+Jää

Yhdistelmäkerrointaso:  Normaali  Pienennetty

Hae CENELEC oletukset  Yleiset CENELEC parametrit...  Johdinlajitiedot...

KUVA 12. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Johdinten ja säätötyyppi valinta

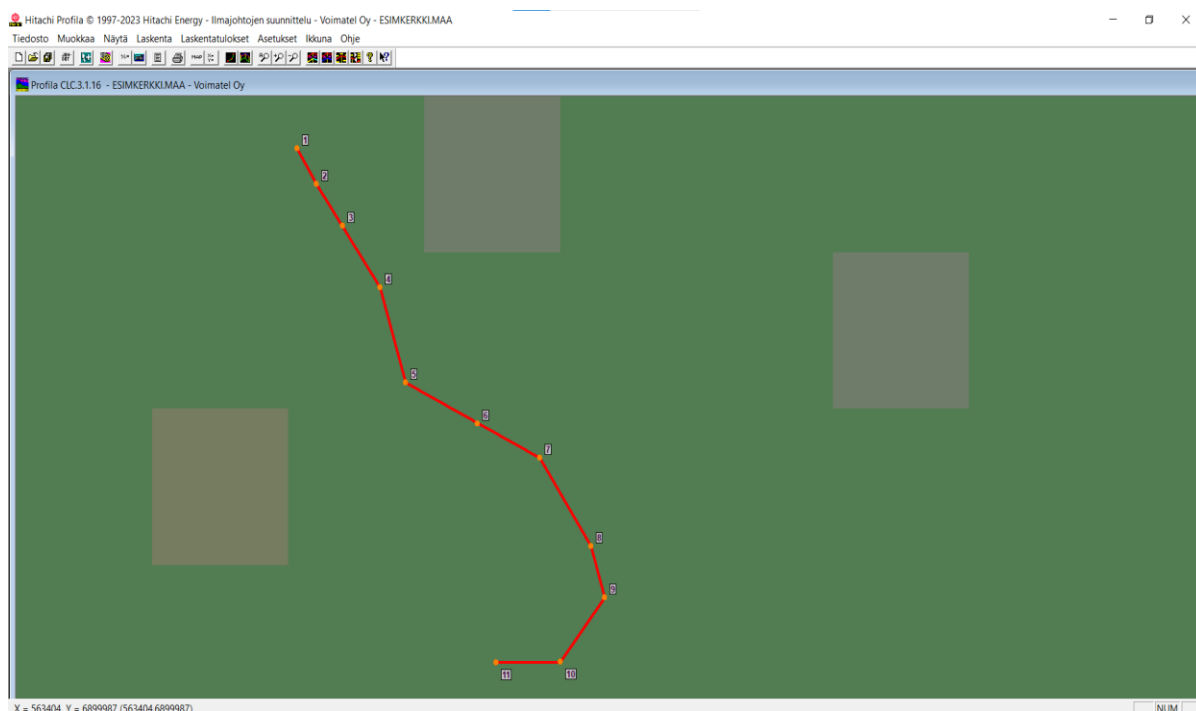
Johtimien tietoja voi muokata Profilassa myös lisäämisen jälkeen painamalla johdintyyppi ja säätötilan valintapainiketta. Kun halutut johtimet on lisätty ohjelmaan, voidaan tarkastella Profilassa johtoprofiilia kuvan 13 mukaisesta näkymästä. Näkymästä selviää pylvää, niiden sijainti, tarvittavat tukirakenteet, orsirakenteet sekä asetettu korkeusvaatimus.



KUVA 13. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Esimerkki johtotietojen lisäämisen jälkeen

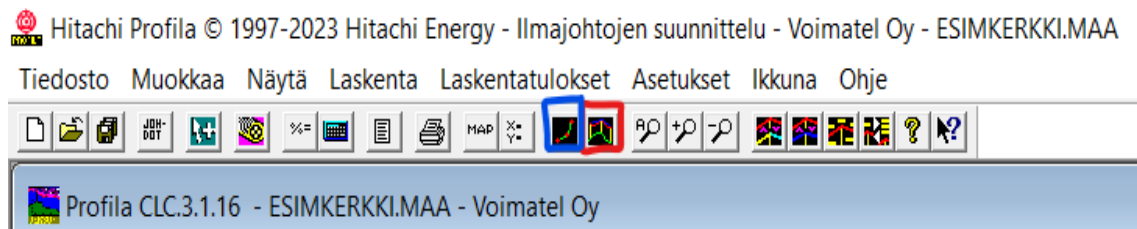
Kuvassa 13 korkeusvaatimus näkyy violetina viivana. Korkeusvaatimusta voidaan muokata halutuksi ohjelmassa. Profilassa voi olla myös tarve muokata pylvään tietoja. Kuvassa 13 on esitetty ikkunat, joissa pylvääseen liittyviä tietoja voidaan muokata. Kuvassa vihreällä piirretty viiva kuvaa maanpinnan korkeusprofiilia.

Profila-ohjelmassa suunniteltavaa reittiä voidaan tarvittaessa tarkastella myös ylhäältä päin kuvattuna kuten kuvassa 14 on esitetty. Suunniteltavaa verkkoa voi olla tarve tarkastella ylhäältä päin esimerkiksi paremman kokonaiskuvan saamiseksi johtoreitistä. Kuvasta 14 nähdään, että Profila näyttää suunnitellun johtoreitin lisäksi pylväspaikat sekä niille määritetyt järjestysnumerot.



KUVA 14. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Esimerkki johtoreitin tarkastelusta

Profila-ohjelmassa näkymää voidaan vaihtaa sivuprofiilin ja ylhäältä päin kuvattun verkon välillä helposti kuvaan 15 ympyröidyillä painikkeilla.



KUVA 15. Kuvaleike Profila-ohjelmasta

Kuvassa 15 sinisellä värillä on ympyröity painike, jolla pääsee tarkastelemaan johtoreittiä ylhäältä päin kuvattuna. Punaisella värillä on ympyröity painike, jolla pääsee tarkastelemaan suunnitellun verkon sivuprofiilia.

Pylväskortti - Profila CLC.3.1.16

Johdinkohtaiset rakenne- ja harustustiedot

Johto N.ro	Orsirakenne	Harusrakenne	Johtimen kiinnitys (m)	Johtokulma °/ 360	B-mitta (m) (A-p kaltev)
1	<input checked="" type="checkbox"/> A33	T11B	-0.09	60	6
2	<input type="checkbox"/> A33	T11B	-0.5	60	6
3	<input type="checkbox"/>		0	0	0
4	<input type="checkbox"/>		0	0	0

<- PNro -> Paikka (m) Pylväs lk Kalliotukirak. Lisäras. kN

1	-0	211KU	0	Vapaa teksti	Paivita	Sulje
---	----	-------	---	--------------	---------	-------

Pylväsmuokkaus - Profila ...

<- -> - + - +

N.ro	Paikka (m)	Pituus (m)
1	-0	11

Pylväsluokka

211KU	<input type="checkbox"/> Vanha
	<input type="checkbox"/> Kiinnitä

Up. syv. (m)

2
---

Pylvästyyppi

<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> I
----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Kalliopylväs

<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> M
----------------------------	----------------------------

Toiminto

J-kork. vaat.	<input type="checkbox"/>
Poista pylväs	<input type="checkbox"/>
Siirä pylväs	<input type="checkbox"/>
Lisää pylväs	<input type="checkbox"/>

Kumparep.

Laske heti

Laske

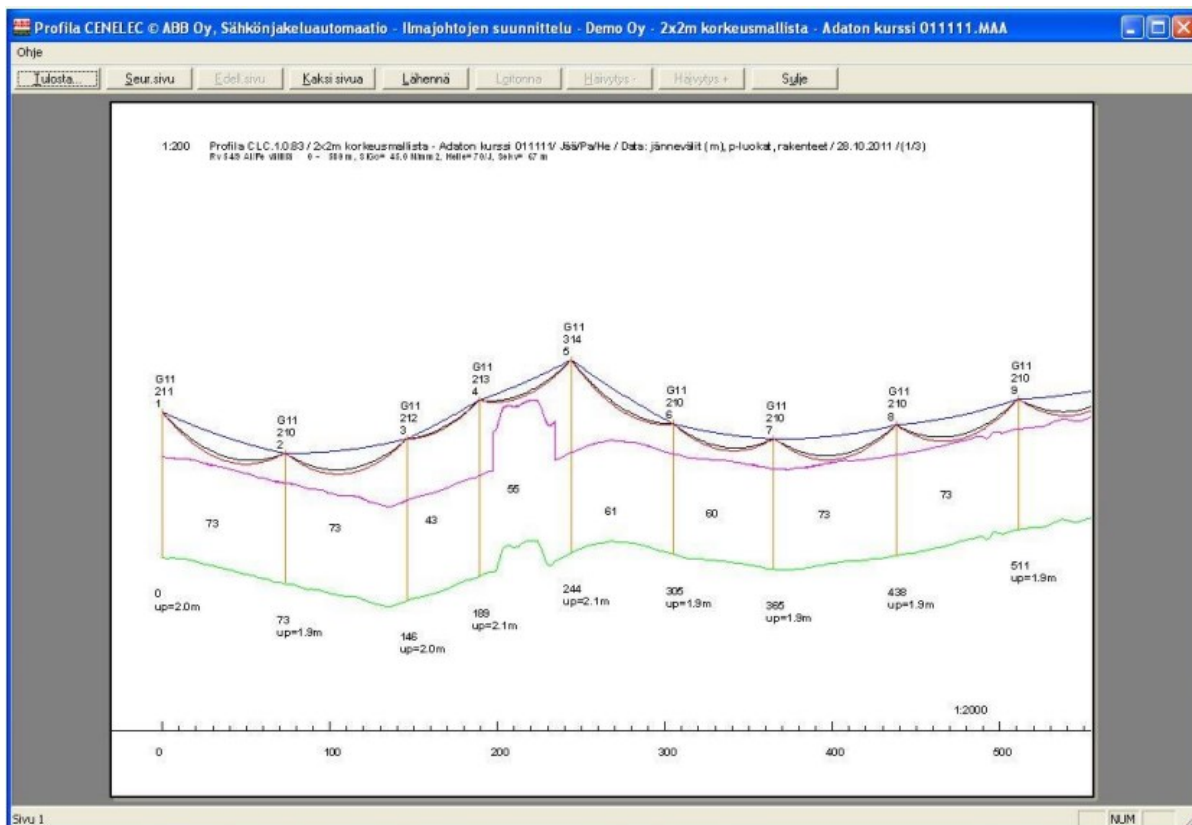
Sulje

Kustannukset / € 8623

KUVA 16. Kuvaleike Profila-ohjelmasta: Pylväs tietojen muokkaaminen

Kuvan 16 mukaisesti pylvään tiedoista voidaan vaihtaa pylvään pituutta, pylvääseen asennettavia orsia ja tukirakenteita. Kuvassa 16 olevista ikkunoista ylemmästä voidaan muokata johtokohtaisesti orsirakenteita ja tukirakenteita. Alapuolella olevasta ikkunasta voidaan muokata pylvään tietoja. Esimerkiksi pylväs voidaan merkitä vanhaksi pylvääksi, jos suunnitelmassa on jo olemassa olevaa verkkoa. Pylvään pituutta voidaan tästä alapuolella olevasta ikkunasta muuttaa, jos määritetty korkeusvaatimus ei täyty. Korkeusvaatimus voidaan asettaa haluttuun korkeuteen valitsemalla kuvan 16 ikkunasta **"J-kork. vaat."** ja tämän jälkeen **"Jakso"**. Seuraavaksi valittaisiin violetilta viivalta aloituspiste ja lopetusaste korkeusvaatimukselle. Tämän jälkeen Profila kysyy haluttua korkeusvaatimusta. Tämä ominaisuus on kätevä esimerkiksi tilanteissa, joissa johtoreitti ylittää tien ja korkeusvaatimusta pitää nostaa normaalista.





KUVA 17. Esimerkki tulosteesta (Profila Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 2024, 71.)

Profila-ohjelmalla voidaan tehdä tuloste suunnitelmasta. Tuloste voidaan tehdä muokkauksen eri vaiheissa juuri sen hetkisestä tilanteesta. Tuloste voidaan ottaa sivuprofilista tai johtoreitistä ylhäältä kuvattuna. Jos suunnitelma ei mahdu yhdelle sivulle, Profila sivuttaa tulosteen automaattisesti usealle sivulle, jotta koko profiili saadaan tulostettua.



### Avoimien aineistojen tiedostopalvelu

SUOMEKSI [PÄSVE](#)

The screenshot displays the MML web application interface. On the left, a sidebar titled "Valitse tuote" (Select product) contains a search field and a list of product categories with expandable arrows. The "Korkeusmalli (2)" category is expanded, showing "Korkeusmalli 2 m" (selected with a red 'x' icon) and "Korkeusmalli 10 m" (with a green '+' icon). Other categories include "Korkeusvyöhykkeet (4)", "Kuntajakopohjaiset hallinnolliset", "Laserkeilausaineisto (2)", "Maastokartta 1:100 000 (1)", "Maastokartta 1:250 000 (1)", and "Maastokarttarasteri 1:100 000 (1)". Below these is a "taustakartta" section with a zoom slider set to 100%. The "Korkeusmalli 2 m" section has a "Valinnat" (Options) button. At the bottom of the sidebar, there are dropdown menus for "Valitse tiedostomuoto" (GeoTIFF) and "Valitse koordinaatisto" (etrs-tm35fin). The main area shows a map of Kuopio, Finland, with a grid overlay. A vertical profile line is drawn across the map, with a crosshair at the top and a label "P5114B" at the top and "P5114A" at the bottom. The map includes labels for various districts like Neulamäki, Niirala, Kelloniemi, Hamhalampi, Rauhalampi, Jynkkä, Saaristokaupunki, Petonen, Mustalahti, Palomäki, and Hiltulanlahti. The word "KUOPIO" is prominently displayed in the center. To the right of the map, there is a search bar labeled "Haku" and a button labeled "Valitut tuotteet".

KUVA 18. Kuvaleike Maanmittauslaitoksen palvelusta

Kuvassa 18 on esitetty kuvaleike Maanmittauslaitoksen palvelusta, josta korkeusmalli haetaan Profiila-ohjemaan. Kartasta valitaan 2 metrin korkeusmallin ruudukosta aktiiviseksi kaikki suunnitelman alueelle osuvat ruudut ja tehdään lataustilaus. Korkeusmalli 2 m on malli, joka kuvaa maanpinnan korkeutta 2 m x 2 m ruudukolla. Korkeusmallia on kahdessa tarkkuusluokassa: I-laadun tarkkuus on 0,3 m ja II-laadun tarkkuus vaihtelee 0,3 m ja yhden metrin välillä. (Maanmittauslaitos Korkeusmalli 2 m julkaisuaika tuntematon.)

## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjeistus Voimatel Oy:lle Profila-ohjelmistoon. Ohjeistuksen tarkoituksena oli helpottaa ja parantaa työntekijöiden ohjelman käyttöä. Ohjeistus kertoo työntekijälle ilmajohtoverkon mallintamisen Profila-ohjelmistolla alusta loppuun.

Ilmajohtoverkon suunnittelu on prosessi, jossa vaaditaan huolellisuutta. Suunnittelussa tarvitaan osaamista ja tietoutta ilmajohtoverkon rakenteista, jotta verkosta saadaan turvallinen, kestävä ja kustannustehokas. Suunnittelussa rakenteisiin voidaan vaikuttaa johtoreitin huolellisella valitsemisella maastossa. Profila-ohjelmisto auttaa suunnittelijan työtä suunnitteluprosessin eri vaiheissa rakenteiden valinnasta dokumentaatioon asti.

Aihe opinnäytetyölle syntyi Voimatel Oy:n tarpeesta saada työntekijöilleen ohjeistus Profila-ohjelmaan. Opinnäytetyön tyypiksi valikoitui toiminnallinen opinnäytetyö. Työn tavoitteena oli luoda Profilan yleisestä käytöstä ohjeistus työntekijöille, jotta uudet työntekijät pääsevät nopeammin ja helpommin ohjelman käyttäjiksi. Työn tavoitteet toteutuivat ja opinnäytetyön tuloksena Voimatel Oy:lle syntyi ohjeistus Profila-ohjelmaan ja yleinen ohje työn raporttiin. Raportin yleistä ohjeistusta voi hyödyntää kuka tahansa, mutta Voimatel Oy:n ohjeistuksessa kohderyhmänä oli yrityksen omat työntekijät. Materiaalit ohjeistukseen on kerätty Voimatel Oy:n dokumenteista ja verkkolähteistä. Aihepiiriä sivuavia tutkimuksia on aikaisemmin tehty, kuten opinnäytetyö maastosuunnitteluohjeen laatimisesta, mutta nyt tehty tutkimus käsittelee tarkemmin Profila-ohjelman käyttöä. Tutkimus- ja ammattieettiset ohjeet on huomioitu opinnäytetyötä tehdessä. Työssä lähteinä on hyödynnetty asiantuntijoiden verkkosivustoja ja lähdeviittaukset on kirjattu. Lähteiksi pyrittiin valitsemaan ajantasaista aineistoa.

Jatkokehityksenä ohjeistuksesta voisi tehdä palautejärjestelmän, jonka perusteella kerätäisiin kokemuksia ohjeistuksen hyödyntämisestä käytännössä. Palautteen perusteella ohjeistuksen sisältöä voisi päivittää tarpeen mukaan.

## LÄHTEET

- Elenia pienjännitteinen AMKA-johto 0,4 kV julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.elenia.fi/vastuullisuus/turvallisuus/sahkoverkon-turvallisuus>. Viitattu 13.5.2024.
- Headpower ohjeistot julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Organisaatiotili: ohjeistot.headpower.fi/hpo273/2019 Viitattu 13.5.2024.
- Headpower ohjeistot julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Organisaatiotili: ohjeistot.headpower.fi/hpo292/2019 Viitattu 13.5.2024.
- Headpower ohjeistot julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Organisaatiotili: ohjeistot.headpower.fi/hpo269/2019 Viitattu 13.5.2024.
- Headpower ohjeistot julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Organisaatiotili: ohjeistot.headpower.fi/hpo272/2019 Viitattu 13.5.2024.
- Headpower vakiorakenteet 15.5.2006. Verkkojulkaisu. <https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/pictures/G11.pdf> Viitattu 13.5.2024.
- Headpower vakiorakenteet 15.5.2006. Verkkojulkaisu. <https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/pictures/G21.pdf> Viitattu 13.5.2024
- Headpower vakiorakenteet 15.5.2006. Verkkojulkaisu. <https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/pictures/G31.pdf> Viitattu 13.5.2024
- Huhta verkkokauppa julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://verkko-kauppa.huhta.fi/0120202>. Viitattu 13.5.2024.
- Juutilainen, Jerry 2022. Yrityskohtaisen maastosuunnitteluohjeen laatiminen. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022053113486>. Viitattu 27.5.2024.
- KPY Voimatel Oy julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.kpy.fi/omistuksemme/tytaryhtiot/voimatel-oy/>. Viitattu 8.5.2024.
- Maanmittauslaitos Korkeusmalli 2 m julkaisuaikatuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>. Viitattu 5.6.2024.
- Profila Cenelec-Ilmajohtosuunnittelu 23.04.2024. Verkkojulkaisu. [https://www.profila.fi/Profila\\_Cenelec-Ilmajohtoverkon\\_suunnittelu.pdf](https://www.profila.fi/Profila_Cenelec-Ilmajohtoverkon_suunnittelu.pdf) Viitattu 26.5.2024.
- Sähkötarkastuskeskus 1993. Vahvavirtailmajohtomääräykset (A-4 p.). Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Voimatel Oy julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.voimatel.fi/>. Viitattu 8.5.2024.