



elektrilevi

Toome elektri Sinuni



**0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD -
20 kV ÕHULIINID**

Koostaja: Raivo Rebane
Kehtiv alates: 16.12.2016
Dokumendi tähis: P339
Ülemdokument: P347

Elektrilevi OÜ autoriõigused käesolevale teosele on kaitstud. Käesolev dokument on kollektiivne ja töökohustusi täites loodud teos, milles on talletatud parima elektrivõrgu koosluse, materjalide ja seadmete kasutamise ekspertarvamus, mis on võrguettevõtja standard. Teos on ühendatud ühtseks tervikuks Elektrilevi OÜ poolt tema initsiatiivil ja juhtimisel ning on avaldatud elektrivõrgu ehitamise, seadmete ja materjalide hankimise elektroonilistes keskkondades. Elektrilevi OÜ nõusolekuta on lubatud teose tsiteerimine ja refereerimine motiveeritud mahus, järgides teose kui terviku mõtte õige edasiandmise kohustust ja näidates ära teose autori nime, teose nimetuse ning avaldamisallika. Elektrilevi OÜ omab õigust nõuda piraatkoopiate hävitamist ja kasutada muid õiguskaitsevahendeid.

SISUKORD

EESSÕNA	8
1 KÄSITLUSALA	9
1.1 Üldpõhimõtted	9
1.2 Rakendusvaldkond	9
1.3 Võrgustandardi struktuur	10
2 NORMIVIITED, MÄÄRATLUSED JA TÄHISED	11
2.1 Normiviited	11
2.2 Määratlused	13
2.3 Tähised	13
3 PROJEKTEERIMISE ALUSED	16
3.1 Sissejuhatus	16
3.2 Nõuded õhuliinidele	16
3.2.1 Põhinõuded	16
3.2.2 Töökindluse nõuded	16
3.2.3 Turvanõuded	17
3.2.4 Ohutuse nõuded	17
3.2.5 Tugevuse koordineatsioon	17
3.2.6 Täiendavad aspektid	17
3.2.7 Arvutuslik tööiga	17
3.2.9 Kvaliteedikontroll	18
3.3 Piirseisundid	18
3.3.2 Kandepiirseisundid	18
3.3.3 Kasutuspiirseisundid	18
3.4 Koormused	18
3.5 Normväärtused	18
3.5.1 Koormuse normväärtus	18
3.5.2 Materjali omaduse normväärtus	18
3.6 Arvutuslikud väärtused	18
3.6.2 Koormuse arvutuslik väärtus	19
3.6.3 Materjali omaduse arvutuslik väärtus	19
3.6.4 Muutuvkoormuste kombinatsiooniväärtused	19
4 LIINIDELE MÕJUVAD KOORMUSED	19
4.1 Sissejuhatus	19
4.2 Püsikoormused	19
4.3 Tuulekoormused	19
4.3.1 Rakendusvaldkond ja tuule baaskiirus	19
4.3.2 Tuule keskmine kiirus	20
4.3.3 Keskmine tuulesurve	20

4.3.4	Turbulentsi intensiivsus ja suurim tuulesurve	20
4.4	Õhuliini komponentidele mõjuvad tuulejõud	20
4.4.1	Juhtmetele mõjuvad tuulejõud	20
4.4.4	Postmastidele toimivad tuulejõud	21
4.5	Jäitekoormused	21
4.5.2	Jäitekoormused juhtmetele	21
4.6	Tuule- ja jäitekoormuste koostoime	22
4.6.1	Koostoime tõenäosused	22
4.6.2	Tuuletakistustegurid ja jäite tihedused	22
4.6.6	Tuule kiiruste ja jäitekoormuste kombinatsioonid	22
4.7	Temperatuuri mõjud	22
4.8	Avariikoormused	22
4.8.1	Üldpõhimõtted	22
4.9	Ohutuskooormused	23
4.9.1	Ehitus- ja hoolduskooormused	23
4.9.2	Liinimontööride kaaluga seonduvad koormused	23
4.11	Muud erandlikud koormused	23
4.11.3	Jääminek, veesõidukite avariid	23
4.11.4	Kaevandatud alad ja karjäärid	24
4.12	Koormusjuhtumid	24
4.12.1	Üldpõhimõtted	24
4.12.2	Standardsed koormusjuhtumid	24
4.13	Koormuste osavarutegurid	25
5	ELEKTRILISED NÕUDED	26
5.1	Sissejuhatatus	26
5.2	Voolud	26
5.2.1	Nimivool	26
5.2.2	Lühisvoolud	26
5.4	Pingete ja liigpingete liigitus	26
5.4.1	Üldpõhimõtted	26
5.4.5	Kiire tõusuga tüüpliigpinged	26
5.5	Vähimad õhkvaheemikud ülelöögi vältimiseks	27
5.5.1	Üldpõhimõtted	27
5.5.3	Euroopa kogemustel põhinev empiiriline meetod	27
5.6	Koormusjuhtumid õhkvaheemike arvutamiseks	27
5.6.1	Koormustingimused	27
5.6.2	Juhtme suurim temperatuur	28
5.6.3	Tuulekoormused õhkvaheemike määramisel	28
5.6.4	Jäitekoormused õhkvaheemike määramisel	28
5.6.5	Kombineeritud tuule- ja jäitekoormus	28

5.8	Sisevahemikud visangus ja mastil.....	29
5.9	Välisvahemikud	30
5.9.1	Üldpõhimõtted.....	30
5.9.2	Õhkvahemikud maani piirkondades, mis asuvad eemal ehitistest, teedest, jne..	30
5.9.3	Välisvahemikud hooneteni ja muude ehitisteni	31
5.9.4	Õhkvahemikud liiniga ristuvate teedeni	31
5.9.5	Õhkvahemikud liiniga lähipaiknevate teedeni	33
5.9.6	Õhkvahemikud teiste elektri- või telekommunikatsiooni õhuliinideni.....	33
5.9.7	Õhkvahemikud puhkealadeni (mänguväljakud, spordirajatised jne)	34
5.9.8	Õhkvahemikud õhuliiniga ristuvate ja lähipaiknevate torustike ning gaasi- ja naftatorujuhtmeteni	35
5.9.9	Õhuliinid lennuvälja lähedal	36
5.9.10	Õhkvahemikud õhuliiniga ristuvate ja lähipaiknevate elektri- ja sidekaabliteni....	36
6	MAANDUSPAIGALDISED, LIIGPINGE- JA KAAREKAITSE	37
6.1	Sissejuhatus.....	37
6.2	Dimensioneerimine korrosiooni ja mehaanilise tugevuse järgi.	37
6.2.1	Maanduselektroodid	37
6.2.2	Maandus- ja potentsiaaliühtlustusjuhid	38
6.4	Dimensioneerimine inimese ohutuse järgi.....	38
6.4.1	Lubatavad puutepinge väärtused.....	38
6.4.2	Erinevates paikades lubatavad puutepinged	38
6.4.3	Maanduspaigaldiste projekteerimine lubatavate puutepingete tagamiseks	38
6.7	Liigpinge- ja kaarekaitse.....	38
7	MASTID.....	39
7.1	Projekteerimise lähteseisukohad.....	39
7.1.1	Sissejuhatus	39
7.2	Materjalid.....	39
7.2.6	Puit.....	39
7.2.7	Tõmmitsate materjalid.....	39
7.5	Puitpostmastid.....	39
7.5.3	Materjalid	39
7.5.5	Kandepiiriseisundid	40
7.5.7	Liidete kandevõime	41
7.6	Betoonpostid.....	42
7.7	Tõmmitskonstruktsioonid.....	42
7.7.1	Üldpõhimõtted.....	42
7.7.3	Materjalid	43
7.7.4	Kandepiiriseisundid	43
7.7.6	Tõmmitsate arvutuse üksikasjad.....	44
7.9	Korrosioonikaitse ja viimistlus	44

7.9.7	Puitpostide kaitse.....	44
7.10	Hooldusvahendid.....	44
7.10.3	Ohutusnõuded	44
7.12	Monteerimine ja paigaldamine	44
7.13	Liini trass, kaitsevöönd ja koridor	44
7.14	Mastitüüpide kasutus.....	45
8	VUNDAMENDID	47
8.1	Sissejuhatus.....	47
8.2	Geotehnilise projekteerimise alused.....	47
8.2.3	Geotehniline projekteerimine direktiivsete meetmete alusel	47
8.3	Pinnaseuuring ja geotehnilised andmed.....	47
8.5	Pinnasega täitmine, drenaaž, pinnase parendamine ja kindlustamine	47
8.6	Masti vundamentide ja pinnase vastastikune toime	48
8.6.1	Masti riiglid	48
9	JUHTMED	48
9.2	Juhtmed alumiiniumi baasil	48
9.2.1	Karakteristikud ja mõõtmed	48
9.2.3	Juhtme talitlustemperatuurid	49
9.6	Üldnõuded.....	49
9.6.2	Osavarutegurid juhtmetele.....	49
9.6.3	Vähimad ristlõiked	49
9.7	Juhtmete paigaldus	49
10	Isolaatorid	51
10.2	Standardsed elektrilised nõuded	51
10.7	Mehaanilised nõuded	51
10.10	Isolaatorite mõõtmed, tehnilised andmed ja kasutusala.....	51
11	TARVIKUD	52
11.1	Üldpõhimõtted	52
11.2	Elektrilised nõuded	52
11.2.1	Kõikidele tarvikutele rakendatavad nõuded	52
11.2.2	Voolujuhtivatele tarvikutele rakendatavad nõuded.....	52
11.6	Mehaanilised nõuded	52
11.9	Tarvikute karakteristikud ja mõõtmed.....	52
LISA 1	KAETUD JUHTMETE PAIGALDUSTABELID KOHANDATUNA EESTI KESKMISTELE KLIIMATINGIMUSTELE.....	53
L1.1	Üldist	53
L1.2	Juhtmete CCST AAAC 50-AL7 W ja CCSX AAAC 50-AL7 W koormuste võrdlused ja paigaldustabelid	54

L1.3	Juhtmete CCST AAAC 70-AL7 W ja CCSX AAAC 70-AL7 W koormuste võrdlused ja paigaldustabelid	58
L1.4	Juhtmete CCST AAAC 99-AL7 W ja CCSX AAAC 99-AL7 W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel.....	62
L1.5	Juhtmete CCST ACSR 62-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 62-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel.....	66
L1.6	Juhtmete CCST ACSR 99-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 99-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel.....	70
LISA 2	20 kV LIINIDE GRAAFILINE OSA	74
LISA 3	NÄITEID 20 kV KAETUD JUHTMETEGA ÕHULIINIDEL KASUTATAVATEST TARVIKUTEST	95
LISA 4	POSTMASTIDE ARVUTUS.....	98
L4.1	Kandemasti arvutus.....	98
L4.1.1	Tuule survest tekkiva paindemomendi arvutus	98
L4.1.2	Puitpostmasti vajaliku läbimõõdu arvutus	99
L4.2	Postmasti püsivuse arvutus.....	99
L4.2.1	Tõmmitsaga mast	99
L4.2.2	Toega mast.....	100
L4.2.3	Ankru kinnitus pinnases	101
L4.2.4	Puitkandemasti püsivus	101
L4.3	Juhtmete kõrvalekalle tuulega	102

EESSÕNA

Elektriliinide väljaehitamisel ja käidu korraldamisel tuleb juhendada eurostandardist EVS-EN 50341-1:2013 „Elektriõhuliinid vahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded – Ühised eeskirjad“ ja selle juurde kuuluvast Eesti standardist EVS-EN 50341-2-20:2015 „Elektriõhuliinid vahelduvpingega üle 1 kV. Osa 2-20: Eesti siseriiklikud erinõuded (SEN)“. Standardi osa 1 käsitleb ühiseid nõudeid ja eeskirju kogu Euroopa jaoks, SEN peegeldab Eesti kohalikke olusid.

Ülaltoodud standardites määratletakse üldised nõuded ja olulised parameetrid, mis peavad olema täidetud õhuliinide ehitusliku ja elektrilise osa projekteerimisel, et kindlustada liini vastavus tema otstarbele ning ohutuse, ehitusalaste, käidu, hoolduse ja keskkonna nõuete täidetuse.

Lisaks võib võrguettevõtja tarnijale või töövõtjale esitada konkreetse projekti kohta **erinõuded**, mis sisaldavad ainult antud projekti jaoks unikaalseid või spetsiifilisi üksikasju antud rajatise või liini komponendi materjalidele, dimensioneerimisele, valmistamisele ja püstitamisele esitatud nõuete kohta. Need nõuded võivad täiendada eelpool nimetatud standardite nõudeid, kuid ei tohi neid leevendada ega asendada neis kindlaks määratud miinimumnõudeid.

Elektrilevi OÜ 0,4 – 20 kV **võrgustandardi** käesolevasse osasse „20 kV õhuliinid“ (edaspidi: võrgustandard) on koondatud 20 kV õhuliinide kohta koostatud erinõuetes reeglina sisalduv ühisosa, mis on üldine kõigile Elektrilevi OÜ 20 kV õhuliinidele.

Täiendavalt võidakse iga konkreetse projekti puhul esitada nn projekti erinõuded, mis sisaldavad ainult antud projekti jaoks unikaalseid või spetsiifilisi üksikasju.

20 kV õhuliinide osa jaotised on tähistatud samade numbritega, millega on tähistatud vastavad jaotised põhistandardites EVS-EN 50341-1:2013 ja EVS-EN 50341-2-20:2015. Kõiki osa 2-20 ja võrgustandardi jaotisi tuleb käsitleda standardi EVS-EN 50341-1 osa 1 vastavate jaotiste täiendustena.

Kui võrgustandardis ja standardi EVS-EN 50341 osas 2-20 ei ole viiteid ega ole toodud mingeid erinõudeid, siis kehtib standardi EN 50341 osa 1.

Käsitlemise lihtsustamiseks on käesolevas võrgustandardis korratud ülalmainitud Eesti standardite EVS-EN 50341-1:2013 ja EVS-EN 50341-2-20:2015 põhinõudeid.

Lisaks siinnimetatuile tuleb arvestada ka muude asjakohaste seaduste, määruste ja standarditega, millest tähtsamad on loetletud standardite EVS-EN 50341-1:2013 ja EVS-EN 50341-2-20:2015 ning võrgustandardi peatükis 2 „Normiviited, määratlused ja sümbolid“.

Käesolev võrgustandard „0,4-20 kV võrgustandard – 20 kV õhuliinid“ on välja töötatud Tallinna Tehnikaülikooli Elektroenergeetika instituudi ja Elektrilevi OÜ koostöös.

Käesoleva võrgustandardi rakendamisel esile kerkida võivate kõigi küsimuste puhul tuleb selgituste saamiseks pöörduda Elektrilevi OÜ poole.

1 KÄSITLUSALA

1.1 Üldpõhimõtted

Käesolev „0,4-20 kV võrgustandard – 20 kV õhuliinid“ hõlmab elektriõhuline vahelduvnimipingega 20 kV.

Võrgustandard sätestab nõuded 20 kV nimipingega (edaspidi: keskpinge) õhuliinide projekteerimiseks, ehitamiseks ja uuendamiseks, annab põhimõtted seadmete ja materjalide valikuks, liigpingekaitseks ning maandusjuhtide paigaldamiseks mastidele.

Võrgustandardis käsitletakse keskpinge õhuline kui jaotusvõrgu osi, mis paiknevad väljaspool elektrijaamu, alajaamu ja tööstusettevõtteid.

Käesolev võrgustandard rakendub ka kaetud juhtmetega õhuliinidele ja õhukaablitele nimivahelduvpingega 20 kV.

Standard ei hõlma keskpingeõhuline standardiga EN 61936-1 määratletud suletud elektri-käiduladel. Samuti ei hõlma standard nõudeid õhuliinide mastidele paigaldatavatele lülitus- ja muudele seadmetele (nt mastitrafod).

1.2 Rakendusvaldkond

Rakendumine uutele liinidele

See võrgustandard rakendub täies ulatuses kõigile uutele keskpingeõhuliinidele.

Uus õhuliin

Uus õhuliin tähistab täielikult uut liini mingi kahe punkti A ja B vahel. Olemasoleva elektriliini uue haruliini all mõistetakse uut elektriliini, kaasa arvatud hargnemismast.

Rakendumine olemasolevatele õhuliinidele

Võrgustandardi rakendatavus Elektrilevi OÜ olemasolevate liinide hooldusele, juhtmete vahetusele, laiendustele ja ümberpaigutustele määratletakse projekti erinõuetega.

Olemasolevate liinide ulatuslikuma rekonstrueerimise korral tuleb standardi rakendatavus iga konkreetse projekti puhul sätestada projekti erinõuetega.

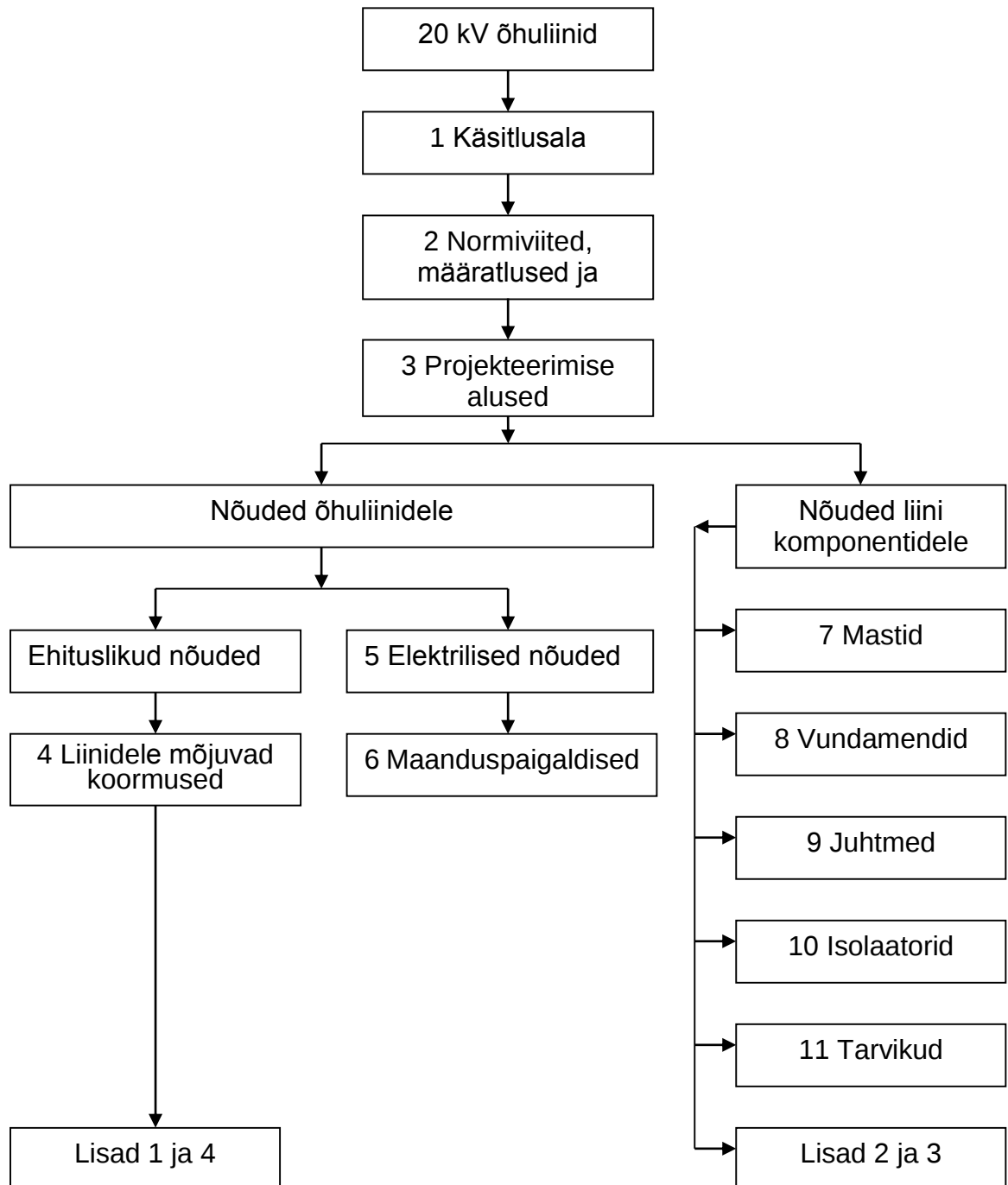
Rakendumine projekteerimis- või ehitusstaadiumis õhuliinidele

Projekteerimis- või ehitusstaadiumis olevad õhuliinid võib lõpetada, rakendades projekteerimise algul kehtinud standardite nõudeid, kui Elektrilevi OÜ ja muu asjakohase ametkonnaga ei lepita kokku teisiti.

Ühtlasi tuleb projekti erinõuetega sätestada, millist varasemat standardit ja millises ulatuses rakendada vaadeldavale projektile.

1.3 Võrgustandardi struktuur

Käesoleva võrgustandardi struktuur, mille võtab kokku voodiagramm 1.1, lähtub standardi EVS-EN 50341-1 struktuurist.



Voodiagramm 1.1 – Elektrilevi OÜ võrgustandardi osa „20 kV õhuliinid“ struktuur

2 NORMIVIITED, MÄÄRATLUSED JA TÄHISED

2.1 Normiviited

Standardi EVS-EN 50341 viidete rakendumine

Standardi EVS-EN 50341 osa 1 rakendub täies ulatuses.

Viited Eesti seadustele, määrustele ja standarditele

Alljärgnevalt nimetatud Eesti Vabariigi seadused ja määrused, mis reglementeerivad keskpingeõhuliinide trassi valikut ja ehitamist, on vajalikud selle võrgustandardi rakendamiseks. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega (RT – Riigi Teataja, RTL – Riigi Teataja Lisa).

NIMETUS

AVALDAMISMÄRGE

Asjaõigusseadus	(RT I 1993, 39, 590)
Asjaõigusseaduse rakendamise seadus	(RT I 1993, 72, 1021)
Elektriturseadus	(RT I 2003, 25, 153)
Elektroonilise side seadus	(RT I 2004, 87, 593)
Ehitusseadustik	(RT I 05.03.2015, 1)
Jäätmeseadus	(RT I 2004, 9, 52)
Lennundusseadus	(RT I 1999, 26, 376)
Looduskaitseadus	(RT I 2004, 38, 258)
Maakatastriseadus	(RT I 1994, 74, 1324)
Meresõiduohutuse seadus	(RT I 2002, 1, 1)
Muinsuskaitseadus	(RT I 2002, 27, 153)
Planeerimisseadus	(RT I 26.02.2015, 3)
Raudteeseadus	(RT I 2003, 79, 530)
Seadme ohutuse seadus	(RT I 23.03.2015, 4)
Majandus- ja taristuministri määrus „Ehitise kaitsevööndi ulatus, kaitsevööndis tegutsemise kord ja kaitsevööndi tähistusele esitatavad nõuded“	(RT I, 28.06.2015, 4)
Teede ja sideministri määrus „Raudtee tehnokasutuseeskirja kinnitamine“	(RT I, 18.07.2015, 6)
Sotsiaalministri määrus „Müra normtasemed elu- ja puhkealadel, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“	(RTL 2002, 38, 511).
Majandus- ja taristuministri määrus „Tee projekteerimise normid“	(RT I 07.08.2015, 14).
Majandus- ja taristuministri määrus „Riigiteede liigid ja riigiteede nimekiri“	(RT I, 28.06.2015, 3)

Arvestada tuleb järgmiste Eesti vabariigi **standarditega**:

EVS-EN 1991-1-4/A1:2010/NA:2010 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Tuulekoormus. Eesti standardi rahvuslik lisa

EVS-EN 1991-1-4/NA:2007 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. Eesti standardi rahvuslik lisa

EVS-EN 1992-1-1:2005/A1:2015 Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreegliid ja reegliid hoonetele

EVS-EN 1993-1-11:2006 Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-11: Tõmbele töötavate elementidega konstruktsioonide projekteerimine

EVS-EN 1995-1-1/NA:2007+A1:2008/NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreegliid ja reegliid hoonete projekteerimiseks. Eesti standardi rahvuslik lisa

EVS-EN 1997-1:2005. Eurokoodeks 7: Geotehniline projekteerimine. Osa 1: Üldeeskirjad

EVS-EN 351-1:2007 Puidu ja puittoodete vastupidavus. Kaitsevahenditega töödeldud täispuit. Osa 1: Kaitsevahendi imbumissügavuse ja sissejäävuse liigitus

EVS-EN 50522:2010 Üle 1 kV nimivahelduvpingega tugevvoolupaigaldiste maandamine

EVS 814:2003 Normaalebetooni külmakindlus. Määratlused, spetsifikatsioonid ja katsemeetodid

EVS 843:2016 Linnatänavad

EVS-EN 14229:2010. Ehituspuit. Õhuliinide puitpostid

EVS-EN 50522:2010. Üle 1 kV nimivahelduvpingega tugevvoolupaigaldiste maandamine

EVS-EN 61773:2002. Overhead lines - Testing of foundations for structures

EVS-EN 60305:2008. Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria

EVS-EN 61952:2008. Insulators for overhead lines - Composite line post insulators for A.C. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria

IEC 60720:1981. Characteristics of line post insulators

EVS-EN 60071-1. Insulation co-ordination Part 1: Definitions, principles and rules.

EVS-EN 60071-2. Insulation co-ordination - Part 2: Application guide

EVS-EN 61284:2002. Overhead lines - Requirements and tests for fittings

EVS-EN 50397-1:2007 Covered conductors for overhead lines and the related accessories for rated voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36 kV a.c.

Part 1: Covered conductors. 22 p.

EVS-EN 50397-2:2009 Covered conductors for overhead lines and the related accessories for rated voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36 kV a.c.

Part 2: Accessories for covered conductors – Tests and acceptance criteria. 43 p.

EVS-EN 50397-3:2010 Covered conductors for overhead lines and the related accessories for rated voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36 kV a.c.

Part 3: Guide to use. 19 p.

EVS-EN ISO 1461:2009 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods. 16 p.

Samuti tuleb arvestada muude kehtivate asjakohaste normdokumentidega.

2.2 Määratlused

Käesolevas võrgustandardis kasutatakse põhistandardi EVS-EN 50341 osas 1 toodud termineid ja määratlusi.

2.3 Tähised

Sümbol	Tähendus	Viide
A	juhukoormus	3.4
a	tõmmitsa kinnituskõrgus	7.7.1
a	juhtmete kinnituspunktide vahekaugus	9.7
A_c	juhtme pinna projektsioon tuulega risti olevale pinnale	5.6.3
A_{pol}	postmasti projektsiooni pindala	4.4.4
b	jäite paksus	4.4.1, 4.5.2
b	tõmmitsa kinnituskoha ja masti vaheline kaugus	7.7.1
B_l	jäitekoormuse vähendustegur	4.6.6.2
C_0	orograafia (karedus)tegur	4.3.4
C_c	juhtmete tuuletakistustegur	4.4.1, 5.6.3
C_{lc}	jäitega juhtme tuuletakistustegur	4.6.2
C_{pol}	postmasti tuuletakistustegur	4.4.4
C_{season}	aastaaja tegur ajutiste liinide tuulekoormuse määramisel	3.2.2
d	juhtme, õhukaabli või trossi läbimõõt	4.4.1, 4.5.2, 5.9
d_{al}	puitposti läbimõõt 1,5 m kaugusel alumisest otsast	7.5.5.3
d_{maa}	puitposti läbimõõt maapinnal	4.4.4
$d_{ül}$	puitposti ülemise otsa läbimõõt	4.4.4, 7.5.5.3
D_{el}	vähim nõutav õhkvahe, vältimaks juhtmete ja maa potentsiaaliga objektide vahelist sildavlahendust aeglase või kiire frondiga liigpingete ajal	5.5.1
D_{pp}	vähim nõutav õhkvahe, vältimaks faasijuhtmete vahelist sildavlahendust aeglase või kiire frondiga liigpingete vältel.	5.5.1
$D_{50Hz_p_e}$	vähim nõutav õhkvahe, vältimaks sildavlahendust võrgusageduspingel oleva juhtme ja maa potentsiaaliga objektide vahel.	5.5.1

$D_{50\text{Hz_p_p}}$	vähim nõutav õhkvahe, vältimaks sildavlahendust võrgusageduspingel olevate faasijuhtmete vahel.	5.5.1
F	mehaaniline koormus	3.4
f	suurim ripe arvutuslikul maksimaaltemperatuuril	9.7
F_d	arvutuslik koormus	3.6.2
f_d	arvutuslik tugevus (kandevõime)	7.5.5.3
$F_{d,g}$	tõmmitskooste arvutuslik kandevõime	7.7.4.1
F_K	normkoormus	3.5.1
f_k	normtugevus (normkandevõime)	7.5.5.3
$F_{ke,g}$	tõmmitsa vähendatud arvutuslik kandevõime	7.7.4.1
$F_{k,g}$	tõmmitsa normkandevõime	7.7.4.1
G	püsikoormus	3.4
G_c	juhtmete mehaanilise resonantsi e visangutegur	4.4.1
G_{pol}	postmasti mehaanilise resonantsi tegur	4.4.4
H_{maa}	masti kõrgus maapinnast	4.4.4
h	juhtmete baaskõrgus maapinnast	4.3.1
I	jäitekoormus juhtme pikkusühiku kohta	4.5.2
I_3	nimijäitekoormus (suure tõenäosusega jäitekoormus)	4.6.6.2
I_{50}	piirjäitekoormus kordusperioodiga 50 a	4.5.2
I_E	maaühendusvool rikke korral	6.4.2
I_T	piirjäitekoormus (madala tõenäosusega jäitekoormus)	4.6.6.1
I_v	turbulentsi intensiivsus baaskõrgusel	4.3.4
k	tõmmitsa kalle	7.7.1
k_1	õhkvaheke vähendustegur	5.8
K_e	tõmmitskooste kandevõime tugevuskao tegur	7.7.1
L	masti kogupikkus	8.2.3
L_1, L_2	mastiga külgnivate visangute pikkused	4.4.1
L_n	ankrupiirkonna n -nda visangu pikkus	4.12.1
L_R	taandatud (arvutuslik) visang	4.12.1
L_{w1}, L_{w2}	mastiga külgnivate visangute panused kaaluvisangusse	4.5.2
Q	muutuvkoormus	3.4
q	keskmine tuulesurve baaskõrgusel	4.3.3
Q_l	koormus mastile külgnivate visangute iga juhtme jäitest	4.5.2
Q_K	muutuvkoormuse normväärtus	3.6.4
Q_P	ehituse ja hoolduste koormus	4.9.14.9.1
q_p	suurim tuulesurve baaskõrgusel	4.3.4, 4.4.1, 4.4.4
Q_{w3}	3aastase kordusperioodiga nimituulekoormus tuulekiiruse 10minutilise keskmise juures vähimate õhkvaheke määramiseks	5.6.3.1

Q_{W50}	50 a kordusperioodiga piirtuulekoormus	4.13
Q_{Wc}	jõud tuulekoormusest juhtmele	4.4.1
Q_{Wpol}	tuulejõud postmastile	4.4.4
R_E	valgumistakistus	6.4.2
z_0	maapinna ebatasasus	4.3.4
T	kordusperiood	4.6
U_s	suurim võrgupinge	5.5.3
V_3	nimituulekiirus (suure tõenäosusega tuulekiirus)	4.6.6.1
V_{50}	tuulekiiruse normväärtus (kordusperioodiga 50 a)	4.6.6.1
$V_{b,0}$	tuule baaskiirus	4.3.1
V_{IL}	väikese tõenäosusega tuulekiirus	4.6.6.2
X	materjali omadus	3.5.2
X_d	materjali omaduse arvutuslik väärtus	3.6.3
X_K	materjali omaduse normväärtus	3.5.2
γ	osavarutegur	3.6, 4.13
γ_A	avariikoormuste osavarutegur	4.13
γ_G	kaalukoormuse osavarutegur	4.13
γ_I	jäitekoormuste osavarutegur	4.6.6.1, 4.13
γ_F	koormuse osavarutegur	3.6.2
γ_M	materjali omaduse osavarutegur	3.6.3
γ_{M1}	puitpostmasti ristlõigete kandevõime osavarutegur	7.5.5.1
γ_{M2}	tõmmita ja tema tarvikute normtugevuse osavarutegur	7.7.4.1
γ_{Mb}	poltliidete kandevõime	7.5.5.1
γ_P	ehitus- ja hoolduskoormuste osavarutegur	4.13
γ_W	tuulekoormuste osavarutegur	4.6.6.2, 4.13
ψ	kombinatsioonitegur	3.6.4, 4.13
ψ_I	jäitekoormuste kombinatsioonitegur	4.6.6.2, 4.13
ψ_Q	muutuvkoormuste kombinatsioonitegur	3.6.4
ψ_W	tuulekoormuste kombinatsioonitegur	4.13
ρ	õhu tihedus	4.3.3
ρ_I	jäite tihedus	4.5.2
σ_d	pinge arvutuslik väärtus	7.5.5.3

3 PROJEKTEERIMISE ALUSED

3.1 Sissejuhatus

Projekteerimise üldpõhimõtted

Õhuliinide projekteerimise üldpõhimõtted tuginevad piirseisundi kontseptsioonile, mida rakendatakse koos osavarutegurite meetodiga.

Õhuliinide paiknemine

1. Keskpinge õhuliinid ehitada üldjuhul 20(24) kV isolatsiooniga, mis on ette nähtud nimipingele 20 kV ja suurimale lubatavale kestevpingele 24 kV.
2. Õhuliinide paigalduskoht valida võimalusel nii, et see oleks kergesti juurdepääsetav nii käitu kui remonttööd arvestades.
3. Õhuliinide ehitamist tihedalt hoonestatud alal tuleb vältida.

Õhuliini elemendid ja materjalid

Õhuliinide ehituseks kasutatavad elemendid peavad vastama IEC, CENELEC ja EN ning nende alusel koostatud EVS-EN normidele ning omama selle kohta vastavaid tõestusdokumente ja kinnitusi.

Olemasolevate (näiteks raudbetoonmastidega) õhuliinide rekonstrueerimisel ja uutega ühendamisel on lubatud kasutada ka teistele standarditele (näiteks GOST) vastavaid elemente ja materjale, kui nad rahuldavad etteantud tehnilisi nõudeid.

3.2 Nõuded õhuliinidele

3.2.1 Põhinõuded

Elektriõhuliin tuleb projekteerida ja ehitada nii, et ettenähtud tööea kestel:

- täidaks liin määratletud tingimustel oma otstarvet piisava töökindluse ja ökonoomsusega;
- oleks välditud mingi määratletud komponendi vigastumise laienemine (ahel)avariiks;
- oleks välditud tema ehituse ja käidu kestel inimeste vigastused või surm.

Samuti peab õhuliin olema projekteeritud, ehitatud ja käitatud nii, et oleks pööratud piisavalt tähelepanu inimese ohutusele, liini kestvusele, vastupidavusele, remonditavusele, keskkonna-aspektidele ja välisilmele.

3.2.2 Töökindluse nõuded

Töökindluse nivood

Õhuliinide puhul tuleb arvestada tabelis 3.1 määratletud töökindluse erinevate nivooodega, millest igaüks vastab ilmastikutingimuste antud kordusperioodile T .

Tabel 3.1 — Töökindluse nivood

Töökindluse nivoo	Ilmastikutingimuste kordusperiood <i>T</i> [aastat]	Õhuliini iseloom
1 (baasnivoo)	50	Tavalised liinid (pingel kuni 45 kV)
2	150	Tähtsad liinid (pingel 110 kV)
3	500	Väga suure tähtsusega liinid
Märkus. Kui liini töökindlus pole sätestatud projekti erinõuetega, rakendatakse nivoo 1 nõudeid.		

MÄRKUS 1. Koormuste osavarutegurid erinevatel töökindluse nivoodel on toodud tabelis 4.13/EE1.

3.2.3 Turvanõuded

Ankrumastide vahekaugus

Ankrumastide vahekaugus ei tohi olla suurem kui 2 km, projekti erinõuetega võidakse sätestada ka muu väärtuse.

3.2.4 Ohutuse nõuded

Ohutusega seonduvad nõuded jaotises 4.9 on määratletud erandlike koormustega, millele liini komponendid, eelkõige mastid, tuleb projekteerida.

Õhuliinide mastid tuleb ohutuse eesmärgil liigitada vastavalt eurokoodeksile EN 1990 esimesse konstruktsiooniklassi, mille kohaselt nad peavad olema normaalse püsivusega ja juhuslikest koormustest tulenevaid spetsiaalseid abinõusid rakendada pole vaja.

3.2.5 Tugevuse koordineatsioon

Tugevuse koordineatsioon saavutatakse osavarutegurite ja/või koormusjuhtumite sobitamisega.

3.2.6 Täiendavad aspektid

Keskkonnaaspektid

Õhuliini kui keskkonna elemendi käsitlemisel tuleb arvesse võtta olemasolevaid keskkonna ja seadusandlike nõudeid konkreetses piirkonnas.

Ohutus ning mets- ja kariloomade kaitse

Vajaduse korral võib projekti erinõuetega sätestada eritingimused inimeste ohutuse, mets- ja kariloomade ning lindude kaitse tagamiseks.

3.2.7 Arvutuslik tööiga

Üldjuhul on keskpingeliini arvutuslik tööiga 50 aastat. Kui liini uuendamisel on jääkeluiga planeeritud lühemana, on liini tugevusarvutustes tuulest ja jäitest tekkivate piirkoormuste määramisel lubatud vastavalt põhistandardi EVS-EN50341-1 lisa B jaotistele B2 ja B3 kasutada järgnevaid vähendustegureid:

Liini eluiga, a	50	30	20	10	5	3
Vähendustegur	1,00	0,92	0,86	0,76	0,66	0,58

Selline vähendamine ei ole lubatud juhtmete pingest ja juhtmete ning tarvikute omakaalust põhjustatud jõududele.

Eluea vähendamise määr sätestatakse projekti erinõuetega.

3.2.9 Kvaliteedikontroll

Et kindlustada õhuliini vastavus nõuetele ja projekteerimisel tehtud eeldustele, tuleb projekteerimise ja ehituse kestel rakendada asjakohast kvaliteedijärelvalvet vastavalt standardile EN ISO 9001.

3.3 Piirseisundid

Piirseisundid on seisundid, mille ületamisel õhuliin ei vasta enam projektis esitatud nõuetele.

3.3.2 Kandepiirseisundid

Kandepiirseisundid seonduvad täieliku purunemisega või muu samaväärse konstruktsioonilise vigastusega.

Kandepiirseisundid seonduvad valitud koormustingimustega.

3.3.3 Kasutuspiirseisundid

Kasutuspiirseisundid vastavad määratletud tingimustele, mille ületamisel õhuliini etteantud kasutuskriteeriumid pole enam täidetud.

Kasutuspiirseisundite kriteeriumid on määratletud liini konkreetseid komponente käsitavates peatükkides.

3.4 Koormused

Mehaaniline koormus F on kas õhuliini komponentidele rakendatud otsene koormus või temperatuuri muutustest, pinnavee taseme kõikumistest, ebaühtlasest vajumisest vms põhjustatud kaudne koormus.

Koormuste liigitus nende muutumise järgi ajas:

- 1) püsikoormused (G) – liini elementide omakaal, baastemperatuuril toimiv tõmme, mastide ebaühtlase vajumise mõjud;
- 2) muutuvkoormused (Q) – tuulekoormused, jäitekoormused ja tõmbejõud juhtmes, mida põhjustavad tuule, jäite ning temperatuuri kõrvalekalded baasväärtustest;
- 3) juhukoormused (A) – tulenevad avariidest, vandaalitsemistest jms.

3.5 Normväärtused

3.5.1 Koormuse normväärtus

Normkoormus F_K on koormuse F põhiline esindusväärtus, mida kasutatakse piirseisundi kontrollimisel.

3.5.2 Materjali omaduse normväärtus

Materjali omadus X esitatakse normväärtusega X_K , mida etteantud tõenäosusega ei saavutata hüpoteetilises piiramatus katsete seerias. See väärtus vastab üldiselt materjali vaadeldava omaduse piirväärtusele.

3.6 Arvutuslikud väärtused

Arvutuslikud väärtused saadakse normväärtuste alusel, kasutades osavarutegureid γ , nagu on määratletud käesolevas võrgustandardis.

3.6.2 Koormuse arvutuslik väärtus

Arvutuslik koormus F_d avaldub üldiselt kui

$$F_d = \gamma_F F_K \quad \gamma_F \geq 1$$

Koormuse osavarutegur γ_F sõltub valitud töökindluse nivoost.

3.6.3 Materjali omaduse arvutuslik väärtus

Materjali omaduse arvutuslik väärtus X_d on üldiselt määratletud kui

$$X_d = X_K / \gamma_M \quad \gamma_M \geq 1$$

Materjali omaduse osavarutegurid γ_M liini komponentidele on määratletud käesolevas standardis.

3.6.4 Muutuvkoormuste kombinatsiooniväärtused

Muutuvkoormuse Q kombinatsiooniväärtus on üldiselt määratud tema normväärtuse Q_K ja kombinatsiooniteguri ψ_Q korrutisena: $Q = \psi_Q Q_K$.

Kombinatsioonitegurid ψ arvestavad mitme sõltumatu koormuse kõige ebasoovitavama väärtuse üheaegse esinemise väiksemat tõenäosust, samuti koormuste omavahelist korrelatsiooni.

4 LIINIDELE MÕJUVAD KOORMUSED

4.1 Sissejuhatus

Ilmastiku andmed

Ilmastiku andmete hindamiseks koormuste numbriliste väärtuste leidmisel lähtutakse Euroopa ja Eesti standarditest. Konkreetseid viited antakse vastavate alajaotiste juures.

4.2 Püsikoormused

Püsikoormustena toimivad mastide, isolaatorkomplektide ja teiste paigaldatud tarvikute omakaal, samuti juhtmete kaal mastiga külgnevates visangutes.

4.3 Tuulekoormused

4.3.1 Rakendusvaldkond ja tuule baaskiirus

Tuule baaskiirus

Tuule baaskiirus $V_{b,0}$ on tuule kiiruse 10minutiline keskvärtus 10 m kõrgusel maapinnast suhteliselt avatud maastikul madala taimestikuga, nagu hein, ja üksikute takistustega, mille omavaheline kaugus on vähemalt 20kordne takistuse kõrgus. Selline tuule baaskiirus $V_{b,0}$ vastab II maastiktüübile ja on normväärtus aastase tõenäosusega mitte üle 0,02, s.t keskmise kordusperioodiga 50 aastat.

Tuule baaskiiruseks $V_{b,0}$ võtta vastavalt standardile EVS-EN 50341-2 kogu Eesti territooriumil

$$V_{b,0} = 21 \text{ m/s}$$

Juhtmete baaskõrgus maapinnast

Kui masti kõrgus ei ületa 20 m, tuleb juhtmete baaskõrguseks maapinnast h võtta 10 m sõltumata nende tegelikust kõrgusest.

4.3.2 Tuule keskmine kiirus

Keskpingeliinide elementide puhul masti kõrgustel kuni 20 m tuleb tuule keskmise kiirusena kasutada baaskiirust $V_{b,0} = 21$ m/s. Kõrgemate rajatiste puhul tuleb keskmise kiiruse leidmiseks juhinduda standardist EVS-EN 50341-1.

4.3.3 Keskmine tuulesurve

Keskmine tuulesurve q (N/m²) baaskõrgusel 10 m on:

$$q = \frac{1}{2} \rho V_{b,0}^2 \approx 276 \text{ N/m}^2,$$

kus ρ on õhu tihedus (kg/m³), millena Eestis kasutatakse väärtust $\rho = 1,25$ kg/m³.

4.3.4 Turbulentsi intensiivsus ja suurim tuulesurve

Suurim tuulesurve q_p võtab arvesse tuule turbulentsi ja on baaskõrgusel maapinnast 10 m leitav keskmise tuulesurve q alusel valemiga

$$q_p = [1 + 7 I_v] q = 2,32q \approx 641 \text{ N/m}^2$$

kus turbulentsi intensiivsus I_v baaskõrgusel maapinnast 10 m on määratletud, kui tuule turbulentsi standardhälbe suhe keskmisse tuulekiirusesse:

$$I_v = 1/[c_0 \ln(10/z_0)] = 0,189$$

Maapinna ebatasasus (pinnavormi tegur) $z_0 = 0,05$ m ja orograafia (karedus)tegur $c_0 = 1,0$ (II maastikutüübi puhul).

4.4 Õhuliini komponentidele mõjuvad tuulejõud

4.4.1 Juhtmetele mõjuvad tuulejõud

Tuulesurve juhtmetele põhjustab liini suunaga risti toimiva jõu ning tõmbejõudude suurenemise juhtmeis.

Tangentsiaalmastile mõjuv jõud tuulekoormusest mastiga külgnevate visangute **ühele** juhtmele:

$$Q_{wc} = q_p G_c C_c d (L_1 + L_2)/2 = 448,7 d (L_1 + L_2)/2 \text{ [N]}$$

kus q_p suurim tuulesurve juhtmele baaskõrgusel 10 m;
 G_c juhtmete mehaanilise resonantsi e visangutegur võtta võrdseks $G_c = 0,7$;
 C_c juhtme tuuletakistustegur, mille väärtuseks võetakse $C_c = 1,0$;
 d juhtme läbimõõt, mm. Jäite korral kasutada $d+2b$ (b – jäite paksus, mm);
 L_1, L_2 külgnevate visangute pikkused – nende keskväärtus on nn tuulevisang, m.

Nurgamastidele mõjuvate tuulejõudude vaatlemisel tuleb arvesse võtta liini suuna muutust, tuule suuna langemisnurka mastist paremal ja vasakul, samuti külgnevate visangute pikkusi ja juhtmete paigutust.

4.4.4 Postmastidele toimivad tuulejõud

Postmastidele toimivad juhtmetele mõjuvad tuulejõud ning tuulesurve mastile endale. Tuulesurvest tulenevad jõud isolaatoritele võib jätta arvestamata.

Postmastidele toimivate tuulejõudude hindamisel võetakse baaskõrguseks 10 m.

Tuule suunaga risti olev tuulejõud postmastile endale on avaldatav valemiga

$$Q_{Wpol} = q_p G_{pol} C_{pol} A_{pol} \text{ [N]}$$

- kus q_p suurim tuulesurve baaskõrgusel 10 m maapinnast vastavalt jaotisele 4.3.4;
 G_{pol} postmasti mehaanilise resonantsi tegur, mille väärtuseks on 1;
 C_{pol} postmasti tuuletakistustegur:
 – naturaalpuidust postidele $C_{pol} = 0,9$;
 – betoonpostidele $C_{pol} = 1,4$;
 A_{pol} postmasti projektsiooni pindala tuule suunaga risti olevale vertikaaltasapinnale:
 $A_{pol} = H_{maa} (d_{ül} + d_{maa}) / 2 \text{ [m}^2\text{]}$;
 H_{maa} masti kõrgus maapinnast, m;
 $d_{ül}$ masti tipu läbimõõt, m;
 d_{maa} masti läbimõõt maapinnal, m.

Puitpostmastile mõjuv tuulejõud $Q_{Wpol} = 576,9 A_{pol} \text{ [N]}$

Betoonpostmastile mõjuv tuulejõud $Q_{Wpol} = 897,4 A_{pol} \text{ [N]}$

4.5 Jäitekoormused

4.5.2 Jäitekoormused juhtmetele

Jäitekoormused juhtmetele põhjustavad vertikaaljõude ning suurendavad tõmbepingeid juhtmetes. Mastile avalduv vertikaalkoormus mastiga külgneva kahe visangu iga juhtme jäitest:

$$Q_I = I (L_{w1} + L_{w2}) \text{ [N]}$$

- kus I jäitekoormus juhtme pikkusühiku kohta, N/m;
 L_{w1}, L_{w2} kahe külgneva visangu panused masti kaaluvisangusse, m.

Kahe külgneva visangu kaaluvisangu pikkus $L_{w1} + L_{w2}$ sõltub jäitega kaetud juhtmete rippest ning nende kinnituspunktide rõht- ja püstkaugusest.

Piirjäitekoormus pikkusühiku kohta

Piirjäitekoormus kordusperioodiga 50 a pikkusühiku kohta I_{50} (N/m) leitakse valemiga:

$$I_{50} = 9,82 \times 10^{-3} \rho_I \pi b (d + b) \approx 0,0277 b (d + b)$$

- kus b jäite paksus, mm;
 d juhtme läbimõõt, mm;
 ρ_I jäite tihedus, g/cm³.

Jäite paksuseks kogu Eesti territooriumil võtta $b = 10$ mm ja jäite tüübiks klaasjas jää tihedusega $\rho_I = 0,90$ g/cm³.

Lihtstatutult võib kasutatavate juhtmete korral võtta piirjäitekoormuseks ka $I_{50} = 10$ N/m.

4.6 Tuule- ja jäitekoormuste koostoime

4.6.1 Koostoime tõenäosused

Koormuskombinatsioonid ja kombinatsioonitegurid

Arvestatakse järgmist koormuskombinatsiooni:

- Piirjäitekoormus (madala tõenäosusega koormus) I_T koos suure tõenäosusega tuulekiirusega V_3 (vt 4.6.6.1).

Koormuskombinatsioonid ja kombinatsioonitegurid on allpool toodud tabelis 4.13/EE.1.

4.6.2 Tuuletakistustegurid ja jäite tihedused

Klaasja jäitega juhtme tuuletakistustegur $C_{ic} = 1,0$.

4.6.6 Tuule kiiruste ja jäitekoormuste kombinatsioonid

4.6.6.1 Piirjäitekoormuse ja suure tõenäosusega tuulekiiruse koostoime

Piirjäitekoormus ehk madala tõenäosusega jäitekoormus I_T on leitav kui:

$$I_T = \gamma_I I_{50} \text{ [N]}$$

kus $\gamma_I = 1,0$ on jäitekoormuste osavarutegur.

Nimituulekiirus (suure tõenäosusega tuulekiirus) on määratud kui kiirus V_3 kordusperioodiga $T = 3$ aastat:

$$V_3 = V_{50} \sqrt[3]{\Psi_w} \text{ [m/s]}$$

kus Ψ_w tuulekoormuste kombinatsioonitegur, mille väärtuseks on $\Psi_w = 0,4$;
 V_{50} tuulekiiruse normväärtus kordusperioodiga 50 aastat, s.t baaskiirus $V_{b,0} = 21 \text{ m/s}$.

4.7 Temperatuuri mõjud

Ümbritseva keskkonna temperatuurid

Kasutada tuleb järgmisi ümbritseva keskkonna temperatuure:

- Vähim temperatuur muude ilmastikumõjude puudumisel $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, Lääne-Eesti saartel $-30 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Aasta keskmine temperatuur $+5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Suurim temperatuur $+35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Erinevatel koormusjuhtumitel rakendatavad temperatuurid on allpool toodud tabelis 4.13/EE.

4.8 Avariikoormused

4.8.1 Üldpõhimõtted

Kaetud juhtmete puhul võib projekti erinõuetega sätestada vajadus kontrollida mastide vastupidavust liinile langenud puude ja okste koormusele. Võttes arvesse, et tänu juurtele ei nõjatu puu juhtmele kogu raskusega, on juhtmele mõjuv jõud enamasti vahemikus 0 kuni 225 kg. Arvestades, et juured igal juhul vähegi hoiavad, võiks keskmiseks jõuks võtta 100 kg. Juhtme katkemine on sel juhul vähetõenäoline kuna kaetud juhtmetega liinil nõjatub puu väikeste faasidevaheliste vahekauguste tõttu enamasti kõigile kolmele faasijuhtmele.

4.9 Ohutuskormused

4.9.1 Ehitus- ja hoolduskormused

Mastid peavad taluma kõiki võimalikke ehituse ja hoolduste käigus esinevaid koormusi Q_P piisava ohutusvaruga.

Ilmastikuolud

Juhtmete paigaldustööde ajal võetakse temperatuuriks -20°C , tuul ja jäide puuduvad.

Koormusjuhtumid ehitusperioodil

Ehitusperioodil tuleb arvestada kolme koormusjuhtumiga:

- temperatuur kuni -20°C ;
- kolmeaastase kordusperioodiga tuulekoormus tuulekoormusele vastaval temperatuuril;
- kolmeaastase kordusperioodiga jäitekoormus.

Ehitusaegsed koormused

Liini ehitamisel tuleb arvestada järgmiste koormustega:

1. Juhtmete paigaldamisel tekkiv täiendav horisontaalne koormus.
2. Juhtmete paigaldamise ajal tekkiv täiendav vertikaalne koormus, mis on tingitud kerimismasinast. Kerimismasina kauguseks võtta kolmekordne juhtme kinnituskoha kõrgus.
3. Paigaldatud juhtmete maha ankurdamisest tingitud täiendav vertikaalne koormus. Ankrute kauguseks võtta kolmekordne juhtmete kinnituskõrgus.

Punktis 1 ja 2 nimetatud koormused rakendatakse korraga ühele faasile. Paigaldustabelitele vastavale juhtme tõmbele rakendatakse hoolduskormuste osavarutegur $\gamma_P = 1,5$.

Punktis 3 nimetatud juba paigaldatud juhtmete maha ankurdamisest tingitud täiendav vertikaalne koormus rakendatakse üheaegselt kõigi faaside kinnituskohtadele. Juhtmete tõmme arvutatakse temperatuuril -20°C kolmeaastase kordusperioodiga tuulekoormuse puhul. Juhtmete tõmbele rakendatakse osavarutegurit $\gamma_P = 1,5$.

4.9.2 Liinimontöörade kaaluga seonduvad koormused

Montööri ja paigaldusvahendite kogukaaluks võtta 100 kg.

Kui olemasolevate liinide rekonstrueerimine ja hooldus toimub vastavalt projekti erinõuetele tõstukilt, pole montööri kaalu vaja arvestada. Raskesti ligipääsetavates kohtades, kuhu tõstuk ligi ei pääse, tuleb kasutada ajutist masti toestust.

4.11 Muud erandlikud koormused

4.11.3 Jääminek, veesõidukite avariid

Jõelammidel ja muudel üleujutusohuga aladel paiknevate mastide puhul tuleb arvestada jäämineku ja üleujutusega seotud koormusi ning vee mõju pinnasele vastavalt projekti erinõuetele sätestatule.

4.11.4 Kaevandatud alad ja karjäärid

Kui õhuliinid kavandatakse rajada kaevandatud aladele või karjääridesse, tuleb mastid võimalusel paigaldada tervikute kohale, vajalikud tingimused määratletakse projekti erinõuetega.

4.12 Koormusjuhtumid

4.12.1 Üldpõhimõtted

Tõmbe juhtmes võib arvutada, lähtudes taandatud (arvutusliku) visangu mõistest. Enam-vähem tasasel maastikul avaldub taandatud visang L_R valemiga:

$$L_R = \sqrt{\frac{\sum L_n^3}{\sum L_n}}$$

kus L_n ankrupiirkonna n -nda visangu pikkus, m

Üldiselt tuleb vahet teha kandemastide ja pingutusmastide vahel. Kasutada võib ka nende mastitüüpide kombinatsioone, näiteks hargnemismast.

Eritüübilised mastid

Täiendavad koormusjuhtumid eritüübilistele mastidele (nt kõrged ristumismastid, hargnemismastid) tuleb vajaduse korral sätestada projekti erinõuetega.

4.12.2 Standardsed koormusjuhtumid

Koormusjuhtumite määratlemine

Standardsed koormusjuhtumid, osavarutegurid ja kombinatsioonitegurid on määratletud tabelis 4.13/EE.1.

Vähim temperatuur

Vähima temperatuuri juhtumil tuule- ja jäitekoormusi arvesse ei võeta. Kooskõlas jaotisega 4.7 on vähimaks temperatuuriks -40 °C, Lääne-Eesti saartel -30 °C.

Maha langenud jääde

Projekti erinõuetega võib olla määratletud mahalangenud jäite juhtum: ühtlane piirjäitekoormus kõigi visangute faasijuhtmetel, välja arvatud ühel neist, mis pole jäitega kaetud ühe visangu ulatuses.

Avariikoormused.

Avariikoormusi, nt juhtme katkemine, pole vaja arvestada, kui projekti erinõuetega pole sätestatud teisiti.

Ehituskoormused. Juhtmete paigaldamine

Korraga paigaldatakse ühe faasi juhe, ülejäänud juhtmed võivad olla paigaldatud või paigaldamata. Arvestada tuleb konkreetsele liini elemendile ebasoodsaima juhtmete paigaldusjärjekorraga. Juhtmete tõmme võetakse vastavalt paigaldustabelitele. Paigaldatava juhtme tõmbele rakendatakse osavarutegurit $\gamma_P = 1,5$. Paigaldatud juhtmete tõmbele osavarutegurit ei rakendata.

Pingutusmastidele rakendatakse paigaldatava juhtme koormused 1 ja 2 ning paigaldatud juhtmete koormus 3 jaotisest 4.9.1. Kandemastidele rakendatakse paigaldatava juhtme koormus 2 ning paigaldatud juhtmete koormus 3 jaotisest 4.9.1.

Ehituskoormused. Osaliselt paigaldatud juhtmed

Liinile ühes visangus on paigaldatud ja ankurdatud kõik juhtmed, põhjustades mastidele koormuse 3 jaotisest 4.9.1. Juhtmete tõmme arvutada jaotises 4.9.1 nimetatud ehitusaegsetel koormusjuhtumitel. Juhtme tõmbele ei rakendata hooldekoormuste osavarutegurit.

4.13 Koormuste osavarutegurid

Osavarutegurid, kombinatsioonitegurid ja vähendustegurid

Osavarutegurid γ ja kombinatsioonitegurid Ψ ning koormuste vähendustegurid on toodud tabelis 4.13/EE.1. Kasutatud on järgmisi määratlusi:

Piirtuulekoormus – töökindlusnivoole vastava kordusperioodiga tuulekoormus, arvestades maastikutüüpi, paigutuskõrgust, kõrgust merepinnast ja temperatuuri mõju.

Nimituulekoormus – 50 aastase kordusperioodiga piirtuulekoormus Q_{W50} korrutatud kombinatsiooniteguriga 0,40.

Piirjäitekoormus – töökindlusnivoole vastava kordusperioodiga (väikese tõenäosusega) jäitekoormus.

Nimijäitekoormus – kolmeaastase kordusperioodiga (suure tõenäosusega) jäitekoormus st 50 aastase kordusperioodiga piirjäitekoormus korrutatud kombinatsiooniteguriga 0,35 (võetakse arvesse vastavalt projekti erinõuetele).

Tabel 4.13/EE.1 — Koormusjuhtumid, temperatuurid, osavarutegurid γ , kombinatsioonitegurid Ψ ja vähendustegurid

Nr.	Koormusjuhtum	Tempe- ratuur	Vähendustegurid		Töökindluse nivoo					
					1		2		3	
		°C	Tuule- koormus ψ_w	Jäite- koormus ψ_i	γ_w	γ_i	γ_w	γ_i	γ_w	γ_i
1	Piirtuulekoormus	-5	1,0		1,0		1,2		1,4	
2	Piirjäitekoormus	-5		1,0		1,0		1,25		1,5
3	Piirjäitekoormus + nimituulekoormus (4.6.6.1)	-5	0,4	1,0	0,4	1,0	0,4	1,25	0,4	1,5
4	Vähim temperatuur	-40 (-30*)								
5	Avariikoormused (kirjeldatakse erinõuetes)	+5			$\gamma_A = 1,0$					
6	Ehitus- ja hooldekoormused	-20	0,4		$\gamma_P = 1,5$					

MÄRKUS 1 Koormuste osavarutegurid tuleb rakendada enne juhtme pingete analüüsi.

MÄRKUS 2 Tärniga (*) on tähistatud temperatuur Lääne-Eesti saartel.

MÄRKUS 3 Omakaalukoormuse osavarutegurid on kõigil juhtumitel $\gamma_G = 1,0$.

5 ELEKTRILISED NÕUDED

5.1 Sissejuhatus

Selle peatüki eesmärgiks on anda juhtnööre õhuliinidel esinevate elektriliste mõjutuste talumiseks vajalike faasidevaheliste ning faasi ja maa vaheliste isoleerõhkvahemike arvutamisel.

Siseõhkvahemikud peavad tagama, et ülelöökide tõenäosus masti ülaosas ja visangu keskel oleks piisavalt madalal tasemel. Välisõhkvahemikud objektidega ristumistel või nendega lähipaiknemisel peavad tagama inimeste ohutuse.

Sise- ja välisõhkvahemikud peaksid olema koordineeritud selliselt, et läbilöögid toimuksid õhuliini enda sees, aga mitte liini lähedal olevate inimeste või objektideni.

5.2 Voolud

5.2.1 Nimivool

Tingimused juhtme suurima temperatuuri määramiseks

Ümbruskonna suurimaks temperatuuriks projekteerimisel võtta +35 °C tuule puudumisel.

5.2.2 Lühisvoolud

Lühisvoolude väärtused

Lühisvoolude väärtused ja kestused tuleb anda projekti erinõuetega.

5.4 Pingete ja liigpingete liigitus

5.4.1 Üldpõhimõtted

Kasutatavad nimipinged

Keskpinge-õhuliinid ehitada isolatsiooniga, mis vastab nimipingele 20 kV ja suurimale võrgupingele 24 kV.

5.4.5 Kiire tõusuga tüüpliigpinged

Tähtsaimateks kiire tõusuga liigpingeteks on välgu otselöökidest liini juhtmesse põhjustatud liigpinged või välgu löökidest liini lähedale maasse põhjustatud indutseeritud liigpinged.

Tüüpliigpinge mõju iseloomustab standardse lainekujuga välguimpulss (1,2/50 µs). Selle tüüpiline amplituud võib olla kas eeldatav suurim amplituudväärtus või amplituudide tõenäosusjaotusest tuletatud väärtus. Õhkvahemike sätestamiseks vajaliku tüüpliigpingena tuleb aluseks võtta välguliigpinge, mis on levinud välgu tabamispunktist mõne masti kaugusele.

Õhuliinide välgukindlust võib iseloomustada välgu poolt põhjustatud väljalülitamiste arvuga liini 100 km kohta. See sõltub liini isolatsiooni elektrilisest tugevusest ja järgmistest näitajatest:

- pilve ja maa vaheliste välgulöökide tihedus;
- õhuliini kõrgus;
- juhtmete paigutus;
- masti maandus;
- liigpingepiirikute ja sädevahemike olemasolu õhuliinil.

Liini ja alajaamade isolatsiooni koordineerimine

Juhised liini isolatsiooni koordineerimiseks liiniga ühendatud alajaamade isolatsiooniga antakse vajaduse korral projekti erinõuetes.

5.5 Vähiomad õhkvaheemikud ülelöögi vältimiseks

5.5.1 Üldpõhimõtted

Vähiomad õhuvaheemikud

Tabel 5.2 — Vähiomad õhkvaheemikud

Vähiomad õhkvaheemikud		
	Vähiomad õhkvaheemikud sildavlahenduse ärahoidmiseks	
	faasijuhtmete ja maa potentsiaalil olevate objektide vahel	faasijuhtmete vahel
kiire ja aeglase tõusuga liigpingete ajal	D_{el}	D_{pp}
võrgusagedusega pingetel	$D_{50Hz_p_e}$	$D_{50Hz_p_p}$

D_{el} võib olla kas:

- sisevaheemik, kui kõne all on õhkvaheemikud juhtme ja masti konstruktsiooni või
- välisvaheemik, kui kõne all on õhkvaheemikud juhtme ja mis tahes liinivälise objekti vahel.

D_{pp} , $D_{50Hz_p_e}$ ja $D_{50Hz_p_p}$ on ainult sisevaheemikud. Siiski õhkvaheemik D_{pp} võib olla ka välisvaheemik, kui kõne all on õhkvaheemikud teiste elektri- või sideliinideni.

5.5.3 Euroopa kogemustel põhinev empiiriline meetod

Õhkvaheemike leidmisel osutuvad määravaks vähiomad õhkvaheemikud liigpingete ajal, s.o. D_{el} ja D_{pp} . Siseõhkvaheemike D_{el} ja D_{pp} hindamiseks võib kasutada tabelis 5.6/EE.1 toodud empiirilisel teel saadud väärtusi.

Tabel 5.6/EE.1 — Õhkvaheemikud D_{el} ja D_{pp}

Suurim võrgupinge U_s [kV]	D_{el} [m]	D_{pp} [m]
24	0,22	0,25

MÄRKUS Välisõhkvaheemike arvutamisel tuleb 20 kV liinidel võtta $D_{el} = 0,60$ m ja $D_{pp} = 0,70$ m.

5.6 Koormusjuhtumid õhkvaheemike arvutamiseks

5.6.1 Koormustingimused

Isoleerõhkvaheemike kindlaksmääramisel tuleb vaadelda järgmisi koormustingimusi:

- juhtme suurim temperatuur;
- tuulekoormused;
- jäitekoormused.

Lühikeste visangutega nurgakandemasti puhul on arvesse võetavaks koormustingimuseks ka juhtme vähim temperatuur.

5.6.2 Juhtme suurim temperatuur

Suurim temperatuur püsitalitluses

Juhtme suurimaks temperatuuriks püsitalitluses võtta +60 °C, kui projekti erinõuetega pole sätestatud teisiti.

Temperatuurid lühiste ajal

Õhukaablite ja kaetud juhtmete suurim temperatuur lühiste puhul ei tohi ületada isoleermaterjalile lubatud suurimat temperatuuri. Seda temperatuuri peavad taluma ka liini tarvikud.

5.6.3 Tuulekoormused õhkvaheemike määramisel

5.6.3.1 Tuule koormusjuhtumid

Koormusjuhtumiks „nimituulekoormus“ võtta 50 aastase kordusperioodiga piirtuulekoormus Q_{W50} korrutatud kombinatsiooniteguriga 0,40. Koormusjuhtumiks „piirtuulekoormus“ võtta Q_{W50} .

Piirtuulekoormus (s.o. 50aastase kordusperioodiga tuulekoormus) Q_{W50} :

$$Q_{W50} = q C_c A_c = 276 A_c \text{ [N]}$$

kus q keskmine tuulesurve baaskõrgusel 10 m: $q = \frac{1}{2} \rho V_{b,0}^2 \approx 276 \text{ N/m}^2$;
 C_c juhtme tuuletakistustegur (üldkasutatavatel köisjuhtmetel $C_c = 1$);
 A_c juhtme pinna projektsioon tuule suunaga risti olevale pinnale, m^2 .

Nimituulekoormus (s.o. 3aastase kordusperioodiga tuulekoormus) Q_{W3} :

$$Q_{W3} = 0,40 Q_{W50} = 110,4 A_c \text{ [N]}$$

Temperatuuriks õhkvaheemike arvutamisel nii nimituulekoormuse kui piirtuulekoormuse juures võtta +15 °C.

5.6.4 Jäitekoormused õhkvaheemike määramisel

Koormusjuhtumiks „piirjäitekoormus“ võtta 50 aastase kordusperioodiga piirjäitekoormus tuule puudumisel ja temperatuuril -5 °C.

Piirjäitekoormus juhtme pikkusühiku kohta:

$$I_{50} = 9,82 \times 10^{-3} \rho_l \pi b (d + b) \approx 0,0277 b (b + d) = 0,277 (10 + d)$$

kus b jäite paksus, mm (jäite paksuseks võtta $b = 10 \text{ mm}$);
 d juhtme või trossi läbimõõt, mm;
 ρ_l jäite tihedus, g/cm^3 (võtta klaasjas jää: $\rho_l = 0,90 \text{ g/cm}^3$).

Lihtstatult võib kasutatavate juhtmeristlõigete korral võtta $I_{50} = 10 \text{ N/m}$.

5.6.5 Kombineeritud tuule- ja jäitekoormus

Kombineeritud tuule- ja jäitekoormus

Kombineeritud tuule ja jäitekoormust ei pea õhkvaheemike arvutamisel arvestama.

5.8 Sisevahemikud visangus ja mastil

Vähimad õhkvahemikud

Vähimad sisevahemikud 20 kV liinidele on toodud tabelis 5.9/EE.1.

Tabel 5.9/EE.1 *— Vähimad õhkvahemikud visangus ja mastil 20 kV õhuliinidele

	Õhkvahemikud visangus ja mastil, m									Mär- kused
	Visangus			Mastil						
Koormus- juhtum	Faasijuhe – faasijuhe			Faaside ja/või eri ahelate vahel			Faasijuhtmete ja maandatud osade vahel			
Isoleerimisviis	B	C	I	B	C	I	B	C	I	
Juhtme suurim temperatuur	0,25	0,25	-	0,25	0,25	2 <i>d</i>	0,22	0,22	0,1	Tuul puudub
Piirjäte- koormus	0,25	0,25	-	0,25	0,25	2 <i>d</i>	0,22	0,22	0,1	Tuul puudub
Nimituule- koormus	0,18	0,18	-	0,18	0,18	1,4 <i>d</i>	0,16	0,16	0,07	
Piirtuule- koormus	0,18	0,07	-	0,18	-	-	0,16	-	-	
Õhukaabel: Ahelate vaheline kaugus: <i>d</i> on õhukaabli diameeter. Kui kaetud juhtmed ei ole mastis isoleeritud, nt läbivklemmide kasutamise tõttu, peab rakendama paljasjuhtmete jaoks toodud vähimaid õhkvahemikke.										
MÄRKUS Tähed veergude päises: B – paljasjuhtmed, C – kaetud juhtmed ja I – õhukaablid.										

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

Teenindusvahemikud

Tabelis 5.9/EE.1 toodud vähimad sisevahemikud on antud lähtudes tehnilisest seisukohast. Kui mastil on teenindusvahemikud vajalikud, tuleb see sätestada projekti erinõuetes.

Õhkvahemike vähendustegur

Tabelis 5.9/EE.1 on õhkvahemike D_{el} ja D_{pp} vähendusteguri k_1 väärtus tuulekoormustel 0,70 ja see on juba arvesse võetud.

Ahelate paigutus

Kui samadel mastidel paiknevad ahelad erinevate nimipingetega, siis kõrgema nimipingega ahelad ei tohi paikneda madalama nimipingega ahelatest allpool.

Juhtmete vertikaalpaigutus

Vertikaal- ja segapaigutusega juhtmete puhul tuleb vahemikke kontrollida koormusjuhtumil, kus ülemine juhe on kaetud jäitega, alumine mitte, temperatuur -5 °C , samaaegset tuulekoormust ei arvestata.

Vajalikud sisevahemikud visangus ja mastil tagatakse õige traaversi valikuga (vt jaotis 7.14 Traaversid).

5.9 Välisvahemikud

5.9.1 Üldpõhimõtted

Juhtmete kinnitamine liini tugi- ja tõirisolaatoritele

Vastutusrikastel ristumistel liiklus- ja muude taristutrassidega ning teiste liinidega, kus vaadeldav liin on ülemine, peavad ristumisvisanguga külgnevates mastides faasijuhtmete kinnitused olema tugevdatud (vt jaotis 11.3).

Paralleelisolaatorkettide kasutamine

Ristumistel avaliku raudteega või riigi põhimaanteedega tuleb külgnevates mastides kasutada paralleelisolaatorkettidega ankrukinnitusi.

Puitmasti tõmmits

Isoleeritud või resonantsmaandatud neutraaliga võrkudes peavad puitmastide tõmmitsad olema varustatud tõmmitsaisolaatoriga kui tõmmits paikneb liini pingestatud osadele lähedal, kui 0,75 m või kui purunenud või lõtvunud tõmmits võib puutuda kokku pingestatud osadega. Isolaator peab paiknema vähemalt 1,0 m ja enamalt 2,5 m kaugusel pingestatud osadest maapinna poole.

Põhiisoleervahemikud

Välisõhkvaheemike eesmärgiks on ära hoida kõrvaliste inimeste ja elektriliinide lähedal töötavate või elektrivõrku hooldavate inimeste sattumine elektrilahendusest tingitud ohtu ja tagada, et inimese ükskõik milline kehaosa ega mingi ese, mida nad eeldatavasti võivad kaasas kanda, ei satuks pingestatud juhtmele lähemale kui kaugus D_{el} .

20 kV liinidel tuleb põhivälisõhkvaheemikuks D_{el} maani ja takistusteni võtta

$$D_{el} = 0,60 \text{ m}$$

Välisõhkvaheemikuks teiste ristuvate õhuliinideni võtta D_{pp} (vt tabel 5.14/EE.1).

Kui kõrgema pingega ristuvaks liiniks on 20 kV liin, siis $D_{pp} = 0,70 \text{ m}$.

Tabelites 5.11 kuni 5.16 on silmas peetud neid põhiisoleervahemikke.

Tekstis ja tabelites on nendele põhiisoleervahemikele liidetud lisaohutusvahemikud maapinna, ehitiste vms suhtes. Seda selleks, et olla kindel, et inimesed ega juhtivad objektid ei satuks isoleervahemiku D_{el} ulatusse ka siis, kui inimesed liini läheduses töötavad või veedavad vaba aega eeldataval mõistlikul viisil.

5.9.2 Õhkvaheemikud maani piirkondades, mis asuvad eemal ehitistest, teedest, jne

Vähim õhkvaheemik maani peab olema paljasjuhtmete, kaetud juhtmete ja õhukaablite puhul 5,6 m.

Õhkvaheemikud puudeni

Vähimad horisontaal- ja vertikaalvahemikud õhuliini paljasjuhtme ja puude (v.a. viljapuud) võra vahel peavad olema vähemalt 2,6 m, viljapuude puhul vähemalt 3,6 m.

Vähimad horisontaal- ja vertikaalvahemikud õhuliini kaetud juhtmete ja puude vahel peavad olema 1,5 m. Vähimad horisontaal- ja vertikaalvahemikud õhukaabli ja puude vahel on 1,0 m.

Vähimaid õhkvaheemikke tuleb kontrollida järgmistel koormusjuhtumitel: juhtme suurim temperatuur, piirjäätekoormus ja nimituulekoormus.

5.9.3 Välisvahemikud hooneteni ja muude ehitisteni

Kui liin paikneb hoonete kohal või kõrval või antenni või mõne muu sarnase ehitise lähedal, tuleb lähtuda tabelist 5.11/EE.1.

Liini paiknemine elu- ja muude tähtsate hoonete kohal on keelatud. Õhuliin võib kulgeda üle vähemtähtsate rajatiste (vt tabel 5.11/EE.1).

Tabel 5.11/EE.1 * - Vähimad õhkvahemikud elumajade ja muude ehitisteni

Vähimad õhkvahemikud elumajade ning muude hooneteni, m								
Liin hoonete kohal Vähemtähtsad hooned (liini kulgemine üle tähtsate hoonete ei ole lubatud, vt SEN)			Liin hoonete kõrval (Horisontaalvahemik)			Antennid, tänavavalgustuspostid, lipumastid, reklaamtulbad jms (vt lisamärkused).		
B	C	I	B	C	I	B	C	I
5,5	3,0	2,5	6,0	3,0	3,0	2,6	2,0	2,0
1. Vähemtähtsad on hooned pindalaga alla 50 m ² , mis pole elumajad ja kus inimesed viibivad ainult lühiajaliselt (näiteks väikesed laohooned, katusealused jne, aga ka tulekindlast materjalist ehitatud, muudest hoonetest vähemalt 4 m kaugusel olevad garaažid). 2. Hoone kohal olevalt liinilt võivad kukkuda jäite tükid. 3. Elektri jaamade ja alajaamade kohal või lähedal paiknevate õhuliinide jaoks võidakse rakendada tabelis toodutest erinevaid nõudeid, mis sätestatakse projekti erinõuetega.						Lisateavet antennimastide ja elektrituulikute kohta vt jaotis 5.9.3.		
MÄRKUS 1: Tähed veergude päises: B – paljasjuhtmed, C – kaetud juhtmed ja I – õhukaablid. MÄRKUS 2: Vertikaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumitel „Juhtme suurim temperatuur“ ja „Piirjäitekoormus“. MÄRKUS 3: Horisontaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumil „Nimituulekoormus“.								

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

Vähim kaugus õhuliini telje ja **tankla** piiri vahel on 1,5 kordne liini masti kõrgus.

Antennimastid ja nende osad ei tohi paikneda liini kaitsevööndis.

Elektri jaamade ja alajaamade **sidemastidele** võidakse rakendada erinõudeid, mis sätestatakse projekti erinõuetega.

Vähim horisontaalne kaugus **elektrituuliku** torni telje ja õhuliini lähima juhtme vahel (tuule puudumisel) on kahekordne tuuliku tiiviku diameeter.

Kaugus **plahvatusohtlike rajatisteni** peab olema sätestatud projekti erinõuetes.

5.9.4 Õhkvahemikud liiniga ristuvate teedeni

Õhkvahemikud liiniga ristuvate teedeni, raudteedeni ja laevatatavate veeteedeni

Vähimad õhkvahemikud on tabelis 5.12. Vertikaalset vahemikku kohalike teedeni ei tohi vähendada.

Tabel 5.12 * - Vähimad õhkvaheemikud liiniga ristuvate teede, rööbasteede ja laevatatavate veetedeni

Õhkvaheemikud liini ristumisel teede, rööbasteede ja laevatatavate veeteedega, m											
Tee pinnani ^{a)} või rööpa ülaservani (kui pole tegu elektrirööbastee) (vt märkus "Nõue" allpool)			Kontaktvõrgu detailideni elektrirööbastee või trolliliini puhul (vt ka MÄRKUS 4)			Laevatatava veetee lubatud gabariidi kõrguseni			Rööbastee kontaktvõrgu fikseeritud detailideni		
B	C	I	B	C	I	B	C	I	B	C	I
6,6 ^{a)}	6,6 ^{a)}	6,6 ^{a)}	2,6	2,0	2,0	2,6	2,0	2,0	2,6	2,0	2,0
Horisontaalvahemik											
MÄRKUS 1 Tähed veergude päises tähendavad: B – paljasjuhtmed, C – kaetud juhtmed ja I – õhukaablid. MÄRKUS 2 Vertikaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumitel „Juhtme suurim temperatuur“ ja „Piirjäitekoormus“. MÄRKUS 3 Horisontaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumil „Nimituulekoormus“. MÄRKUS 4 Kontrollida ka erandlikku koormusjuhtumit 1: see on ülemise õhuliini juhtmete võnkumine muutuva tuulekoormuse tõttu temperatuuril +5 °C koos liini all oleva kontaktliini juhtme samaaegse koormamisega elektersõiduki poolt, kusjuures kontaktliini juhtme ripe on minimaalne. Nõue: Raudtee kohal olevate vahemike puhul peab vahemike kindlaksmääramisel pigem arvesse võtma rongi gabariiti kui rööpa ülaserva. Kui liin ristub raudteega, kus pole kontaktvõrku, peab õhkvaheemikud kooskõlastama raudtee juhtkonnaga, et selgitada, kas on plaanis antud raudtee tulevikus üle viia elekterveole. ^{a)} Tee projekteerimise normid nõuavad hoonestatud alal liini vähimaks kõrguseks tee pinnast 7 m.											

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

Liini masti lähim maapealne osa ei tohi paikneda lähemal kui 5 m tee kindlustatud peenra, väljaku, parkla vms servast.

MÄRKUS 1 Ehitusseadustikus on sätestatud teede ja tänavate kaitsevööndi laius: Euroopa teedevõrgu maantee kaitsevööndi laius mõlemal pool äärmise sõiduraja välimisest servast on kuni 50 meetrit. Ülejäänud maanteede kaitsevööndi laius mõlemal pool äärmise sõiduraja välimisest servast on kuni 30 meetrit. Maantee omanik võib kaitsevööndi laiust põhjendatud juhul vähendada. Tänavade kaitsevööndi laius on äärmise sõiduraja välimisest servast kuni 10 meetrit. Liini ehitamisel kaitsevööndisse tuleb see kooskõlastada tee omanikuga.

Ehitusseadustiku alusel koostatud MTM määrus „Tee projekteerimise normid“ nõuab järgmist:

Kitsastes oludes vähimad elektriliini postide paigaldamise kaugused maanteest, m

Liinipinge	Posti mistahes osast mulde servani või kraavi välisservani		Maanteega paralleelselt kulgeva liini äärmisest algasendis juhtmest kuni mulde servani
	Kiirteedel, I ja II klassi maanteedel	III-VI klassi maanteedel	
20 kV	5,0	1,5	2,0

Tavaoludes: Masti vähim kaugus muldkeha servast:

- ristumisel teega – masti kõrgus;
- lähipaiknemisel teega – masti kõrgus pluss 5 m.

MÄRKUS 2 Ehitusseadustikus on sätestatud raudtee kaitsevööndi laius: Raudtee kaitsevöönd hõlmab raudteealuse maa ning ulatub rööpme teljest, mitmeteelistel raudteedel ja jaamades äärmise rööpme teljest 30 meetri kaugusele. Liini ehitamisel raudtee kaitsevööndis on lisaks raudtee omaniku nõusolekule vajalik Tehnilise Järelevalve Ameti luba.

Kui tee kuulub kõrgete objektide liikumiseks ettenähtud teedevõrku, tuleb arvestada tee omaniku nõudeid. Laevade mastide kõrguse kohta saab teavet Veeteedeametist.

Suusatõstukeid tuleb käsitleda kõisteena. 20 kV õhuliini ristumisel suusatõstuki trassiga tuleb 20 kV liin reeglina viia kaablisse. Erandjuhud sätestatakse kooskõlas SENiga projekti erinõuetes.

5.9.5 Õhkvahemikud liiniga lähipaiknevate teedeni

Õhkvahemikud liiniga lähipaiknevate teedeni, raudteedeni ja laevatatavate veeteedeni

Õhkvahemike määramisel liiniga lähipaiknevate teedeni, raudteedeni ja laevatatavate veeteedeni tuleb lähtuda tabelist 5.13/EE.1.

Tabel 5.13/EE.1.* - Vähimad õhkvahemikud liini ning lähipaiknevate teede, raudteede ja laevatatavate veeteede vahel

Õhkvahemikud liini ning lähipaiknevate teede, raudteede ja laevatatavate veeteede vahel, m					
Horisontaalvahemik raudtee või trollibussi veeremi gabariidini või nende kontaktvõrgu juhtme riputussüsteemi komponentideni			Horisontaalvahemik kiirtee, maantee või kohaliku tee sõidutee välisääreni (k.a kindlustatud teepeenar) või veeteede välisääreni		
B	C	I	B	C	I
8	8	8	2,6	1,5	1,5
Kui neist horisontaalvahemikest ei saa kinni pidada, peab järgima tabelis 5.12 liini ja raudtee ristumise kohta toodud vahemikke.					
MÄRKUS 1 Tähed veergude päises tähendavad: B – paljasjuhtmed, C – kaetud juhtmed ja I – õhukaablid.					
MÄRKUS 2 Vertikaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumitel „Juhtme suurim temperatuur“ ja „Piiirjätekoormus“.					
MÄRKUS 3 Horisontaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumil „Nimituulekoormus“.					

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

Vt MÄRKUSED 1 ja 2 jaotises 5.9.4.

Horisontaalvahemik kõisteena käsitletava suusatõstukini peab nimituulekoormusel olema paljasjuhtmete puhul 4,6 m, kaetud juhtmete ja õhukaablite puhul 4,0 m. Liini suusatõstuki lähedale ehitamise üksikasjad sätestatakse projekti erinõuetes.

5.9.6 Õhkvahemikud teiste elektri- või telekommunikatsiooni õhuliinideni

Õhkvahemike määramisel liiniga ristuvate või lähipaiknevate elektri- või telekommunikatsiooni õhuliinideni tuleb lähtuda tabelist 5.14/EE.1.

Tabel 5.14/EE.1* - Vähimad õhkvahemikud teiste elektriliinideni ja telekommutatatsiooni õhuliinideni

Liinide ristumine, m						Rööpsed liinid ühistel tarinditel, m			Rööpsed või lähipaiknevad liinid eraldi tarinditel, m		
Vertikaalvahemik ülemise liini alumise juhtme ja alumise liini pingestatud või maandatud osade vahel			Horisontaalvahemik vertikaalsuunas võnkuva juhtme ja telekommunikatsiooni liini osade vahel			Vahemik erinevate ettevõtete liinide juhtmete vahel					
B	C	I	B	C	I	B	C	I ^{b)}	B	C	I
1 + D _{pp} vähimalt 2,0 ^{a)}	2,0	1,0	1 + D _{pp} vähimalt 2,0 ^{a)}	2,0	2,0	D _{pp} vähimalt 1,0 ^{a)}	1,0	2d	1 + D _{pp} vähimalt 2,0 ^{a)}	2,0	1,0
Kui 20 kV õhuliin ristub kõrgema pingega liiniga, siis määrab vajaliku vertikaalvahemiku kõrgema pingega liini D _{pp} . Arvestada tuleb ülemise liini võimaliku suurima rippega.			Kui nõutavat horisontaalvahemikku ei õnnestu saavutada, siis peab olema tagatud vertikaalvahemik ülemise ahela alumise juhtme ja alumise liini pingestatud või maandatud osade vahel.			Kui erinevate ettevõtete liiniahelad on paigutatud ühistele tarinditele, siis peab minimeerima nende võimalikku vastastikust mõju, s.o tuleb arvestada isolaatorite purunemisvõimalust, induktiooni mõju ja hoolduse vajadust.			Kui 20 kV õhuliini lähedal paikneb kõrgema pingega liin, siis määrab vajaliku horisontaalvahemiku kõrgema pingega liini D _{pp} . Arvestada tuleb juhtme suurimat kõrvalekallet nimituulekoormusel.		
a) D _{pp} on kahe liini D _{pp} väärtustest suurim.											
b) Õhukaabel: d on õhukaabli diameeter.											
MÄRKUS 1 Tähed veergude päises tähendavad: B – paljasjuhtmed, C – kaetud juhtmed ja I – õhukaablid.											
MÄRKUS 2 Vertikaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumitel „Juhtme suurim temperatuur“ ja „Piirjäitekoormus“.											
MÄRKUS 3 Horisontaalvahemikke kontrollitakse koormusjuhtumil „Nimituulekoormus“.											

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

MÄRKUS: Ehitusseadustikus on sätestatud sideehitiste (sh telekommunikatsiooni liinide) kaitsevöönd: sideehitise kaitsevöönd on iseseisvaks ehitiseks olevat sideehitist ümbritsev maa-ala, kus kinnisasja kasutamist on piiratud sideehitise ohutuse ja kaitse tagamiseks. Määrus „Ehitise kaitsevööndi ulatus, kaitsevööndis tegutsemise kord ja kaitsevööndi tähistusele esitatavad nõuded“ kehtestab sideehitise kaitsevööndi laiuseks 1 m.

Ehitataval ühispaigaldusega keskpingeliinil tuleb kasutada kaetud juhet.

Keskpingeliiniga samal mastil asuva madalpinge-rippkaabelliini paigutus on näidatud joonisel P339-05.

Ühispaigaldusega liini visangu pikkuse juhtme kõrguse suhtes määrab madalpingeliin. Täpsemad juhised on toodud Elektrilevi OÜ võrgustandardis P341 „0,4-20 kV võrgustandard – 0,4 kV õhuliinid“.

Sidekaabli ühispaigalduse tingimused keskpingeliini mastidele tuleb sätestada projekti erinõuetes.

Kahe liini ristumisel võtta alumise liini juhtme temperatuuriks +15 °C.

5.9.7 Õhkvahemikud puhkealadeni (mänguväljakud, spordirajatised jne)

Õhuliin ei tohi kulgeda üle tähtsate spordirajatiste, mänguväljakute ja puhkealade. (Spordirajatise all mõeldakse spordiväljakut, autasustamispedestaale ja nende juurde

kuuluvaid pealtvaatajatele mõeldud alasid, aga mitte muid alasid, nagu näiteks spordiväljakute juurde kuuluvaid parke.) Horisontaalvahemik faasijuhtmest sellise ala piirini peab olema vähemalt 10,6 m (tuule puudumisel).

Liin võib kulgeda üle golfiväljakute, motokrossiradade, ratsutamisväljakute jms, kuid mitte üle pealtvaatajate tribüünide.

Liini ehitamine läbi rahvusparkide ja muude kaitsealade tuleb kooskõlastada vastavate ametkondadega.

5.9.8 Õhkvahe­mikud õhuliiniga ristuvate ja lähipaiknevate torustike ning gaasi- ja naftatorujuhtmeteni

Õhkvahe­mikud maapealsete torustike ning gaasi- ja naftatorujuhtmeteni

Tuleohtlike vedelike ja gaasitorustike ristumisnurk õhuliiniga on soovitatav võtta võimalikult lähedane 90°. Mittepõlevate vedelike ja mittepõlevate gaaside torustike ristumisnurki ei normeerita.

Kõrgepinge õhuliinide ristumine katmata tuleohtlike magistraal- või tööstuslike torustikega ei ole lubatud. Selliste ristumiste puhul tuleb torustik katta pinnasega või kaitsta sellise rajatisega, mis väldib juhtme kukkumise torustikule.

Juhul, kui metalltorustikud ei ole pinnasega kaetud, tuleb torustik maandada, kusjuures maandustakistus ei tohi olla suurem, kui 10 Ω.

Vähimad kaugused 20 kV õhuliini juhtmete ning ristuvate ja lähipaiknevate maapealsete torustike vahel on tabelis 5.9.8/EE.1.

Tabel 5.9.8/EE.1* - Vähimad 20 kV õhuliini juhtmete ja maapealsete torustike vahelised õhkvahe­mikud

Ristumine või lähipaiknemine	Vähimad õhkvahe­mikud, m
Vertikaalõhkvahe­mik juhtme ja ristuva torustiku või selle kaitserajatisel lähima osani	3,6
Sama juhtme katkemisel naabervisangus	1,6
Horisontaalõhkvahe­mik õhuliini äärmise juhtme ja lähipaiknevate nafta või gaasi (rõhuga üle 1,6 MPa) magistraaltorustike vahel	50 m
Horisontaalõhkvahe­mik õhuliini äärmise juhtme ja lähipaiknevate nafta- või gaasitorustike vahel	Masti kõrgus
Horisontaalõhkvahe­mik õhuliini äärmise juhtme ja lähipaiknevate vee-, kanalisatsiooni- või kaugkütte torustike vahel	10 m
Horisontaalõhkvahe­mik õhuliini äärmise juhtme ja lähipaiknevate gaasi rõhureguleerimis- või jaotus-jaamade vahel	80 m
– gaasi rõhk üle 1,6 MPa – gaasi rõhk 1,6 MPa või väiksem	Masti kõrgus + 3 m
Horisontaalõhkvahe­mik õhuliini masti vundamendi ja ristuva torustiku või selle kaitserajatisel lähima osani	3,6

* Käesolev tabel põhineb SENi vastaval tabelil, kuid on modifitseeritud ja kehtib ainult 20 kV õhuliinidele.

Vertikaalseid õhkvahe­mikke tuleb kontrollida juhtme suurima temperatuuri ja piirjätekoormuse juures tuule puudumisel.

Arvutustingimusi ja õhkvaheemike suurusi võidakse täpsustada projekti erinõuetega.

Õhkvaheemikud õhuliiniga ristuvate ja lähipaiknevate maa-aluste torustikeni

Tuleohtlike vedelike ja gaasitorustike ristumisnurk õhuliiniga ei tohi olla väiksem, kui 60°. Ristumisnurki mittepõlevate vedelike ja gaasitorustikega ei normeerita.

Vähimad kaugused 20 kV õhuliini ning ristuvate ja lähipaiknevate maa-aluste torustike vahel on tabelis 5.9.8/EE.2.

Tabel 5.9.9/EE.2. Vähimad 20 kV õhuliini juhtmete ja maa-aluste torustike vahelised kaugused

Ristumine või lähipaiknemine	Vähimad kaugused, m
Horisontaalvahemik õhuliini tuule koormuseta äärmise juhtme ja lähipaiknevate nafta või gaasi (rõhuga üle 1,6 MPa) magistraaltorustike vahel	20 m
Horisontaalvahemik õhuliini masti vundamendi ja ristuvate või lähipaiknevate nafta või gaasi (rõhuga 1,6 MPa või vähem) torustike vahel	10 m
Horisontaalvahemik õhuliini masti vundamendi ja ristuvate või lähipaiknevate vee-, kanalisatsiooni või kaugkütte torustike vahel	2 m

Erijuhtudel võib, kokkuleppel torustiku valdajaga, tabelis toodud väärtusi vähendada (näiteks elektrijaamade ja tööstusettevõtete territooriumidel ning linna tänavatel). Sel juhul tuleb kaaluda meetmete rakendamist masti vundamendi kaitseks torustike lõhkemise korral ning meetmete rakendamist ohtlike potentsiaalide väljakandumise vältimiseks metallitorude kaudu.

Horisontaalõhkvaheemik õhuliini tuulekoormuseta äärmise juhtme ja lähipaiknevate gaasi rõhureguleerimis- või jaotusjaamade vahel tuleb võtta, analoogselt maapealsete torustikega, tabelist 5.9.8/EE.1.

Arvutustingimusi ja vahemike suurusi võidakse täpsustada projekti erinõuetega.

MÄRKUS Lisainfot gaasitorustike kaitsetsoonide kohta vt „Ehitusseadustik“ ja määrus „Ehitise kaitsevööndi ulatus, kaitsevööndis tegutsemise kord ja kaitsevööndi tähistusele esitatavad nõuded“.

5.9.9 Õhuliinid lennuvälja lähedal

Lähtutakse Lennundusseadusest. Vajalikud eritingimused kooskõlastatakse Lennuametiga ja antakse projekti erinõuetega.

5.9.10 Õhkvaheemikud õhuliiniga ristuvate ja lähipaiknevate elektri- ja sidekaabliteni

20 kV õhuliini ristumisnurka elektri- ega sidekaabliga ei normita.

Nii masti, kui maanduri kaugus **elektrikaablist** peab olema vähemalt 5 m, Kitsastes oludes peab see kaugus olema vähemalt 2 m.

Maandamata masti kaugus **sidekaablist** peab olema

- asustatud piirkonnas vähemalt 2 m, kitsastes oludes vähemalt 1 m;
- asustamata piirkonnas vastavalt tabelile 5.9.10.

Masti maanduri kaugus **sidekaablist** peab olema

- asustatud piirkonnas vähemalt 3 m;
- asustamata piirkonnas vastavalt tabelile 5.9.10.

Tabel 5.9.10. Maandamata masti ja masti maanduri vähimad kaugused sidekaablist

Pinnase eritakistus ρ , Ωm	Maandamata masti vähim kaugus, m	Masti maanduri vähim kaugus, m
Kuni 100	5	10
Üle 100 kuni 500	10	15
Üle 500 kuni 1000	15	20
Üle 1000	25	30

6 MAANDUSPAIGALDISED, LIIGPINGE- JA KAAREKAITSE

6.1 Sissejuhatus

Puitmastid ei vaja maandamist.

Puitmastidega kaetud juhtmega liinil peab vastavalt Elektrilevi OÜ dokumendi P3101 nõuetele olema kohad liini juhtmete lühistamiseks ja maandamiseks kantava maandusega. Nende kohtade vahekaugus ei tohi ületada 2 km. Selleks saab kasutada isolatsiooniläbistava klemmi abil juhtmetele kinnitatud sädemikke või spetsiaalklemme. Mastidele eraldi statsionaarsete maanduste väljaehitamine ei ole vajalik.

Alajaamades ja alajaamade lähedal paiknevate mastide puhul tuleb maandussüsteemide projekteerimisel ja paigaldamisel lähtuda standardist EVS-EN 50522: 2010.

MÄRKUS Vt ka Elektrilevi OÜ protseduur P3101. „Nõuded isoleerjuhtmega õhuliinide maanduste asetuskohade projekteerimisele, väljaehitamisele ja maanduste asetamisele.“

6.2 Dimensioneerimine korrosiooni ja mehaanilise tugevuse järgi.

6.2.1 Maanduselektroodid

Maanduselektroodide materjal

Maanduselektroodidena on soovitatav kasutada kuumtsingitud terasmaandureid.

Tabel G.1 — Maanduselektroodide materjal ja vähimad mõõtmed mehaanilise tugevuse ja korrosioonikindluse tagamiseks

Materjal	Maanduselektroodi tüüp	Vähimad mõõtmed		
		Põhimaterjal		Tsinkkate
		Läbimõõt, mm	Ristlõike-pindala, mm ²	Keskmine paksus, μm
Kuumtsingitud teras	Ümar püstvarraselektrood	16		70
	Ümar rõhtvarraselektrood	10		50
	Riba ^{a)}		90	70
Vask	Kiudjuht		25	-

^{a)} Ümardatud servadega valtsitud või lõigatud riba paksusega vähemalt 3 mm.

Õhuliinide maandurite paigaldussügavus

Õhuliinide maandurid peavad üldjuhul asetsema vähemalt 0,7 m sügavusel, künnimaal aga 1,0 m sügavusel.

6.2.2 Maandus- ja potentsiaaliühtlustusjuhid

Maandus-, potentsiaaliühtlustus- ja potentsiaalitasandusjuhtidena on soovitatav kasutada tsingitud terast.

Mehaanilise tugevuse ja elektrijuhtivuse seisukohalt peavad nende juhtide vähim ristlõige olema terase puhul 50 mm².

Statsionaarse maanduse korral tuua isoleermaterjalist kaitsetorus maandusjuhi ots töömaanduse kinnitamiseks puitmastil 1,8 m kõrgusele maapinnast.

6.4 Dimensioneerimine inimese ohutuse järgi

Jaotis 6.4 kehtib raudbetoonmastidele ja talitusmaandusega puitmastidele.

6.4.1 Lubatavad puutepinge väärtused

Puutepingete väärtused ja arvutusmeetodid

Kasutada tuleb standardis EVS-EN 50522:2010 sätestatud puutepingete väärtusi ja arvutusmeetodeid.

6.4.2 Erinevates paikades lubatavad puutepinged

Meetmed ohutuse tagamiseks kompenseeritud või kompenseerimata isoleeritud neutraaliga süsteemis.

Isoleeritud või kompenseeritud neutraaliga keskpingevoorus loetakse kohtades, kus inimesed viibivad harva (metsad, põllumaa jne), ohutusnõuded puutepinge osas täidetuks kui õhuliini **metall- ja raudbetoonmastidel ning maandatud puitmastidel** valgumistakistus R_E ei ületa väärtust:

$$R_E = 250 / I_E \quad [\Omega]$$

kus I_E maaühendusvool rikke korral, A.

6.4.3 Maanduspaigaldiste projekteerimine lubatavate puutepingete tagamiseks

Potentsiaalitasandus

Kui sageli külastataval alal (linnad, asulad, mänguväljakud, kõnniteed, elumajade lähiümbrus jne) ei õnnestu masti maanduriga saavutada lubatavat puutepinge väärtust, tuleb mastide ja tõmmitsate ankrute juures lubatavate sammu- ja puutepingete tagamiseks kasutada potentsiaalitasandust.

Potentsiaalitasanduseks paigaldatakse 0,2 - 0,5 m sügavusele maapinda, masti puutealtide osade ümber kaugusele 1,0 kuni 1,25 meetrit, ringikujulised elektroodide süsteemid, mis galvaaniliselt ühendatakse puutealtide osadega mastil.

Potentsiaalitasanduseks võib ka masti ümbritseva pinnase katta 1,25 m kauguseni vähemalt 0,3 m paksuse jämedafraktsioonilise (tükisuurus üle 40 mm) killustiku kihiga. Kui ka see ei anna soovitud tulemusi, tuleb masti osad, mida saab maapinnalt puudutada, isoleerida.

6.7 Liigpinge- ja kaarekaitse

Kaetud juhtmetega liinidel peab piksealtides kohtades, nagu kõrgendikel, ristumistel, asulates (välja arvatud kõrgemate ehitiste piksekaitsetsoonis) ja mujal selletaolistes kohtades juhtmete ja isolaatorite kaitseks liigpingete eest paigaldama juhtmete ja metalltraaversi vahele sädemikud. Sädemiku sädevahe pikkus 10 kV nimipingega õhuliinil 90 – 100 mm, kuni 20 kV

nimipingega õhuliinil 130 - 150 mm. Sädemikud võivad paikneda traaversist suvalisel pool kusjuures keskmise faasi sädemik tuleks mastil paigaldada teisele poole välimiste juhtmete sädemikest.

Tüüpsed sädemikud ja nende paigaldamisjuhised on toodud 6–24 kV õhuliinitarvikute tootekataloogides (vt ka lisa 3).

7 MASTID

7.1 Projekteerimise lähteseisukohad

7.1.1 Sissejuhatus

Mastidena kasutada puitmaste, mille kestvuse suurendamiseks peab olema tehtud kaitsev töötlus.

Erijuhtudel, nagu eriti pikk visang või juhtmete suur kõrgus, on lubatav paigaldada keskpingejuhtmeid kõrgema pinge (35–110 kV) liinide jaoks ette nähtud mastidele.

Mõned arvväärtused, mis on tähistatud kui „raamisväärtused“ ☐ , võivad olla asendatud projekti erinõuetes.

7.2 Materjalid

7.2.6 Puit

Puitpostid peavad vastama standardile EVS-EN 14229.

Puitmastide materjalina kasutada hariliku männi (*Pinus sylvestris*) immutatud puitu. Puidu normpaindetugevus peab olema vähemalt 31 N/mm².

Tihe- ja kesktiheasustusega piirkondades ja õuealadel, parkides, aedades ning puhke- ning muudes vabaõhurajatistes, kus on oht, et puit võib sageli kokku puutuda inimese nahaga, kasutada Cu sooladega immutatud poste. Hajaasustusega piirkondades (välja arvatud õuealadel, parkides, aedades ning puhke- ja muudes vabaõhurajatistes) kasutada kreosootõliga immutatud poste.

7.2.7 Tõmmitsate materjalid

Tõmmitsa materjalide omadused, kaasa arvatud normtugevus, tuleb võtta asjakohastest standarditest.

Tõmmitsa tarvikute ja isolaatorite normtugevus peab olema vähemalt sama suur kui tõmmitsa enda oma.

7.5 Puitpostmastid

7.5.3 Materjalid

Masti materjalid peavad olema kooskõlas jaotisega 7.2.

7.5.5 Kandepiiriseisundid

7.5.5.1 Põhialused

1) Puitpostmastide ja komponentide mõõtmed peavad rahuldama peatükis 3 „Projekteerimise alused“ toodud projekteerimise põhinõudeid kandepiiriseisunditele.

2) Osavarutegurid γ_M tuleb võtta järgmiselt:

- puitpostmasti ristlõigete ja elementide kandevõime normaalsetes koormustingimustes $\gamma_{M1} = 1,50$;
- poltliidete kandevõime $\gamma_{Mb} = 1,25$.

7.5.5.2 Sisejõudude ja -momentide arvutus

1) Tõmmitsatega puitkonstruktsioonide puhul tuleb arvestada masti tüvese üheaegset survet ja painet. Arvestada tuleb ka mõõdetud või suurimat lubatavat algköverust.

2) Posti lubatava kõverus on standardiga EVS-EN 14229 määratletud järgnevalt:

- **lihtköverus** on lubatud sellises ulatuses, et posti pikitelg ei kaldu posti tipulõike keskpunkti ja posti alumisest otsast 1,5 m kauguse lõike keskpunkti vahelisest sirgjoonest kõrvale rohkem kui 1% posti pikkusest;
- **lihtköverus (kohalik kõverus)** on lubatud sellises ulatuses, et posti tipulõike keskpunkti ja posti alumisest otsast 1,5 m kauguse lõike keskpunktist tõmmatud sirgjoon jääb kogu ulatuses posti sisse.

3) Arvesse tuleb võtta posti koonilisust ehk läbimõõdu ühtlast muutust kogu pikkuse ulatuses.

7.5.5.3 Puitelementide kandevõime

Puitpostmastide tõmbe-, surve- ja paindekandevõime tuleb määrata nii, et posti igas ristlõikes oleks rahuldatud järgmised tingimused:

$$\sigma_d \leq f_d$$

$$f_d = f_k / \gamma_{M1}$$

kus σ_d arvutatud pinge (arvutuslik väärtus), N/mm²;
 f_d arvutuslik tugevus (arvutuslik kandevõime), N/mm²;
 f_k normtugevus (normkandevõime), N/mm²;
 γ_{M1} puidu osavarutegur (vt 7.5.5.1).

Hariliku männi tüüpiline normtugevus $f_k = 31$ N/mm² ja tüüpiline elastsusmoodul 8000 N/mm² vastavalt standardile EVS-EN 14229.

Postide standardmõõtmed ja iseloomustavad suurused on toodud tabelis 7.1, kusjuures vastavalt standardile EVS-EN 14229 on läbimõõt d_{al} mõõdetud lõikes 1,5 m posti alumisest (jämedamast) otsast ning on lubatud järgmised kõrvalekalded:

- pikkuses -1%...+2%;
- läbimõõdus -0...+40 mm.

Tabel 7.1. Standardiseeritud postid

Masti pikkus [m]	Ladva läbimõõt											
	$d_{\text{ül}}=150$ mm (kl. 2)			$d_{\text{ül}}=170$ mm (kl. 3)			$d_{\text{ül}}=190$ mm (kl. 4)			$d_{\text{ül}}=210$ mm (kl. 5)		
	d_{al} mm	d_{maa} mm	M_{max} kNm	d_{al} mm	d_{maa} mm	M_{max} kNm	d_{al} mm	d_{maa} mm	M_{max} kNm	d_{al} mm	d_{maa} mm	M_{max} kNm
9	195	192	14,65	210	207	18,36	225	222	22,65	240	238	27,91
10	205	201	16,81	220	217	21,15	240	237	27,56	255	252	33,13
11	215	213	20,00	230	226	23,89	250	246	30,82	270	266	38,96
12	225	221	22,34	240	236	27,21	260	256	34,73	280	276	43,52
13	pole soovitatavad			255	251	32,73	270	266	38,96	290	286	48,42
14				265	261	36,80	280	276	43,52	300	296	53,68
15				280	275	43,05	290	286	48,42	310	306	59,31

Tabelis on lubatavad paindemomendid M_{max} arvatud lõikes 1,5 m kaugusel posti alumisest otsast. Ebastandardse läbimõõduga posti kasutada nagu lähimat väiksema standard-läbimõõduga posti.

Paindekandevõime tabelis on arvestatud järgmist:

- puidu normpaindetugevus (normpaindekandevõime) $f_{\text{mk}} = 31 \text{ N/mm}^2$;
- $K_{\text{mod}} = 1,0$ vastavalt põhistandardi punktis 7.5.1 toodule;
- puidu osavarutegur $\gamma_{\text{M1}} = 1,50$;
- materjali arvutuslik paindekandevõime: $f_{\text{md}} = K_{\text{mod}} f_{\text{mk}} / \gamma_{\text{M1}} = 1,0 \times 31 / 1,5 = 20,7 \text{ N/mm}^2$;
- paindepinge peab sellest saadud paindekandevõime väärtusest olema väiksem või sellega võrdne;
- paindepinge on arvatud ristlõike parameetrite järgi: $\sigma_{\text{md}} = M/W$, vastupanumoment ümarristlõike korral on $W = \pi d_{\text{maa}}^3 / 32 \approx 0,1 d_{\text{maa}}^3$, mm^3 ;
- d_{al} puitposti läbimõõt 1,5 m kaugusel alumisest otsast, mm;
- d_{maa} puitposti läbimõõt maapinnal, mm.

Puitposti läbimõõt maapinnal d_{maa} või mõnes muus kontrollitavas lõikes arvutada standardiseeritud läbimõõtudest (vt tabel 7.1) lähtudes posti koonilisusest. Tabelis on arvatud läbimõõdud ja lubatavad paindemomendid tavajuhtumile $d_{\text{maa}} = 2 \text{ m}$.

Saepuitu või liimitud kihtpuitu ja liimpuitu see standard ei käsitle.

7.5.5.4 Mädanemise tingimused

Puitpostide tugevus

Puitpostide tugevuse vähenemist mädanemise tõttu võtab arvesse suurendatud osavarutegur (vt jaotis 7.5.5.1).

7.5.7 Liidete kandevõime

2) Poltide arvutuslikud nihke- või tõmbekandevõimed on toodud elektriliinide põhistandardi EVS-EN 50341-1 jaotises J.5.

3) Vajadusel tuleb kasutada eurokoodeksi EVS-EN 1995-1-1, et arvutada nihketugevust puitosade vahelistes ühendustes ning puit- ja terasosade vahelistes ühendustes.

7.6 Betoonpostid

Olemasolevatel mistahes tüüpi raudbetoonmastidel kaetud juhtmete kasutusvõimaluse kontrollil lähtuda tabelis 7.2 toodud lubatavatest koormustest:

Tabel 7.2. Vene päritolu raudbetoonmastidele lubatavad koormused

Masti tüüp	Lubatud koormused (arvutuslikud koormused)				
	Arvutuslikud paindekoormused maapinnal***, kNm		Arvutuslikud tõmbed, kN		
	Risti liini**	Piki liini**	Toe suunas	Toe vastasuunas	Hargnemise suunas
Kandemast	24,5	16,3	-	-	-
Kandemast erandjuhul*	31,4	21,1	-	-	-
Kande-nurgamast	-	-	20,6	-	-
Lõpumast (ankrumast)	-	-	20,6	6,9	-
Nurgamast (ankrumast)			20,6	20,6	-
Hargnemismast					0,75

* Erandjuhtudel kasutada kandemasti teatud lubatava riskiga, rakendades näiteks teenindamist ainult tõstukilt jms.

** Koormuste erinevus piki ja risti liini tuleneb masti trapetsikujulisest ristlõikest.

*** Masti alumisest otsast 2 m kaugusel.

Kandemasti kogukaaluks võtta 1153 kg.

Juhtmete vahetusel olemasolevatel raudbetoonmastidega liinidel kasutada eelkõige kaetud terasalumiiniumjuhtmeid juhtmeid FeAl 62 ja 99.

Tuleks arvestada ka võimalusega vahetada nurga- ja lõpumaste ning kasutada kandemaste teatud lubatava riskiga, näiteks teenindamine ainult tõstukilt vms.

7.7 Tõmmitskonstruktsioonid

7.7.1 Üldpõhimõtted

Kui mastile mõjuvad koormused, mille puhul vabalt seisva masti püsivus pole tagatud, tasakaalustatakse need tõmmitsate või tugevdega.

Tõmmitsad valmistatakse üldjuhul kõrgtugevatest tsingitud terastraatidest köisjuhtmest ja kinnitatakse järelpingutamist võimaldava aasaga ankurvardale. Tõmmitsate tüüpsed kinnitussõlmed on ette nähtud ühe või kahe 25 mm² või 52 mm² ristlõikega terastrossi kinnitamiseks. Tõmmitsate kaldenurga ja arvu valikul tuleb arvestada, et ühe tõmmitskooste lubatud tõmbe jõud on 25 mm² trossi puhul 19,36 kN ja 52 mm² trossi puhul 40,8 kN. Tõmmitsate lubatud tõmbe arvutustel on eeldatud, et kasutatakse minimaalselt 1370 N/mm² katkekoormusega terastrossi. Valikut kergendavad tabelid on esitatud joonisel P339-14 ja P339-16. Kinnitussõlmede näidised vt joonisel P339-14.

Tõmmitsaisolaatori madalaima osa kaugus maapinnast peab ohutuse seisukohalt olema vähemalt 3,7 m ning lõtvunud või purunenud tõmmitsa korral mitte alla 3,2 m. Isolaatorite soovitatav paigutus on näidatud tõmmitsaga mastide joonistel.

Tõmmitsa ja toe otste ankurdus maapinnas - vt ptk 8.

Tõmmitsa kalle ($k = a / b$, kus a – tõmmitsa kinnituskõrgus, b – tõmmitsa maapealse kinnituskoha ja masti vaheline kaugus) määrata vastavalt tõmmitsale lubatud jõule; piiratud ruumi korral peaks see olema nii suur (b nii väike) kui võimalik.

Puittugesid panna seal, kus tõmmitsatele pole ruumi.

Pingutusmastidele tuleb tugi või tõmmits kinnitada võimalikult juhtmete kinnituskoha lähedale või kontrollida masti vastupidavust kinnitussõlme lõikes. Soovitavad kinnituskohad on näidatud joonistel.

7.7.3 Materjalid

Materjalid peavad olema kooskõlas jaotisega 7.2.7.

Tõmmitsa ja tõmmitsa tarvikute, pingutite ning otsikute dimensioneerimisel tuleb tagada tugevuse koordineatsioon.

Kõik metallist kinnitusdetailid peavad olema kuumtsingitud vastavalt standardile EVS-EN ISO 1461.

Tabel 7.3. Üldnõuded terasdetailide tsingiga katmise kohta

Terasdetaili paksus, mm	üle 6	3...6	1,5...3	alla 1,5
Tsingikihi keskmine paksus, µm	85	70	55	45

Tugede ja tõmmitsate kinnitusdetailide näidiseid on esitatud joonistel P339-14 ja P339-17.

7.7.4 Kandepiiriseisundid

7.7.4.1 Põhialused

2) Osavarutegurid γ_M tuleb võtta sellistena nagu nad on määratletud vastavatele vabaltseisvatele mastidele ja lisaks:

- tõmmitsate ja tõmmitsa tarvikute normtugevus $\gamma_{M2} = 1,40$;
- tõmmitsa isolaatorite normtugevus $\gamma_{M2} = 2,00$.

Tõmmitskooste lõplik arvutuslik kandevõime arvutatakse järgmiste valemitega:

$$F_{d,g} = F_{ke,g} / \gamma_{M2}$$

$$F_{ke,g} = K_e F_{k,g}$$

- kus $F_{d,g}$ tõmmitskooste arvutuslik kandevõime, N;
 $F_{ke,g}$ tõmmitsa vähendatud arvutuslik kandevõime N;
 $F_{k,g}$ tõmmitsa normkandevõime N;
 γ_{M2} tõmmitsa materjali osavarutegur;
 K_e tugevuskao tegur, mille väärtus võtta trossisilma, kiilklambri ja U-poldi puhul 0,8; muul juhul põhistandardi EVS-EN 50341-1 tabelist 7.1.

7.7.4.2 Sisejõudude ja -momentide arvutus

Tõmmitsatega postmastid tuleb arvutada paindele ja nõtkele.

7.7.6 Tõmmitsate arvutuse üksikasjad

Tõmmitsad tuleb varustada järelpingutusrakistega. Tõmmitsatrossi ja ankurdusrakise ühendus peab olema ligipääsetav. Ühendused ja järelpingutusrakised peavad olema stoperdatud lödvenemise vastu.

Tavaliselt eelpingestatakse posttugedega ja vant- ning topelttõmmitsatega puitpostmastide tõmmitsad väikese jõuga pärast konstruktsiooni püstitamist. Selle jõu (tavaliselt mitte üle 20 kN) mõju võib arvutustes jätta arvestamata.

Kõik jalakäijate ja sõidukite võimalikes liiklemise kohtades, põldudel ja karjamaadel paiknevad õhuliinide tõmmitsad märgistatakse kollase ja musta hoiatustähisega. Tõmmitsa märgistus peab vastavalt Majandus- ja taristuministri määrusele ulatuma vähemalt 2,5 meetri kõrguseni maapinnast.

7.9 Korrosioonikaitse ja viimistlus

7.9.7 Puitpostide kaitse

Puitpostide kaitseks tuleb postide tipud katta sobiva läbimõõduga ilmastikukindlast plastist või tsingitud metallist mütsidega (vt. ka lisa 3).

7.10 Hooldusvahendid

7.10.3 Ohutusnõuded

Projekti erinõuetega tuleb, arvestades asjakohaseid riiklikke või rahvusvahelisi õiguslaseid kohustusi, sätestada nõuded ja meetodid, mis tagavad inimeste varustamise ohutusalase informatsiooniga.

Mastidel kasutatav tähistus peab vastama dokumendile P346 0,4-20 kV võrgustandard - Identifitseerimine ja tähistamine.

7.12 Monteerimine ja paigaldamine

Vastutusriikastel ristumistel liiklus- ja muude taristutrassidega ning teiste elektri- või telekommunikatsiooni liinidega peavad külgnevates mastides juhtmete kinnitused olema tugevdatud (vt ka jaotis 11.9).

Juhtme vahetusel jämedamate ristlõigete ja kaetud juhtmete vastu võib olla probleemiks olemasolevate postide ja traaversite tugevus. Seetõttu tuleb projekteerimisel arvestada ka võimalusega vahetada täiendavalt välja nurga- ja lõpumaste ning kasutada kandemaste teatud mõistliku riskiga, arvestades liini lühema eluea tõttu piirkoormusjuhtumite esinemistõenäosuste vähenemisega (vt jaotis 3.2.7) või lubades näiteks teenindamist ainult tõstukilt.

7.13 Liini trass, kaitsevöönd ja koridor

Liini trass on liini kulgemist tähistav joon, mille valikul tuleb lähtuda nõuetekohase kaitsevööndi ja liinikoridori võimalikkusest.

Liini kaitsevöönd on elektriliini ümbritsev maa-ala, kus kinnisasja kasutamist on piiratud liini ohutuse ja kaitse tagamiseks.

20 kV õhuliini kaitsevööndi ulatus mõlemal pool liini telge on vastavalt Majandus- ja taristuministri määrusele (vt jaotis 2.1) 10 m.

Mastitõmmitsa või -toe või maandusjuhi, mis ulatub väljapoole õhuliini kaitsevööndit, puhul on mastitõmmitsa või -toe või maandusjuhi kaitsevöönd 1 meeter selle projektsioonist.

Liinikoridor on muudest rajatistest ja looduslikest takistustest vaba ruum, kus on normaalolukorras tagatud liini puutumatus (vt L3, joonis P339-19). Liinikoridori laiuse määravad lubatavad vahekaugused hoonetest, puudest ja tehnorajatistest (vt 5. peatükk).

7.14 Mastitüüpide kasutus

Traaversid

Traaversid peavad tagama juhtmete nõutava vahekauguse olenevalt rippest ja visangust. Traaversitel mitte kasutada väiksemaid juhtmete vahekaugusi kui on näidatud lisas 2 olevatel joonistel. Kandetraaversid ja nendel asuvad isolaatorite kinnitusdetailid (tõirad) peavad olema dimensioneeritud juhtmete vertikaalkoormusele (juhtmete kaal ja jääde) ja külgsuunalisele horisontaalkoormusele (tuule survest juhtmetele ning nurgamastidel lisaks juhtmete tõmbest).

Lõpu- ja ankrutraaversid ja nendel asuvad isolaatorite kinnitusdetailid peavad olema lisaks dimensioneeritud juhtmete maksimaalsele liinisuunalisele tõmbele.

Lõpu- ja ankrutraaversitele kinnitatakse juhe varrastõmbeisolaatori abil. Lubatavad liinisuunalised tõmbejõud sõltuvad traaversi ja masti (üksik- või portaalmast) tüübist.

Lõputraaversitel on lubatav teha lõpuside tõirisolaatorile ainult juhul, kui tõmme ei ületa tõirale lubatud (vt tabel 7.4) ja juhtme painderaadius lubatavat. Üldjuhul ei tohi kaetud juhtme ega rippkaabli painderaadius olla alla 15-kordse läbimõõdu. Painderaadiust võib lõplikul kinnitamisel ettevaatlikult painutades ühekordselt vähendada 10-kordse läbimõõduni.

Tabelis 7.4 on näitena toodud Ensto tootekataloogist traaversite tõiradele lubatavad jõud.

Tabel 7.4. Tõirale lubatavad jõud

	Kandetraaversil ja tõiral läbimõõduga $D=24$ mm	Nurgatraaversil
Juhtme suunas	3,6 kN	4,5 kN
Juhtmega risti (nurgajõud)	3,0 kN	14 kN
Vertikaaljõud traaversile	3,5 kN	4,0 kN

Vajadusel võib valmistada ka tugevama konstruktsiooniga traaverseid ja tõirasid.

Nurgatraaversitel on mõeldav juhtmete paigaldus nii tõir- kui ka varrastõmbeisolaatoritega. Tõirisolaatoritega kandetraaversi lubatavus nurkadel on näidatud kandemastide joonistel P339-07 ja P339-10 ja traaversikataloogide juurde kuuluvatel diagrammidel. Tõirisolaatoreid võib kasutada ka suurematel nurkadel, kui traavers ja tõirad on vastavalt testitud.

Traaversite materjaliks on kuumtsingitud teras vastavalt standardile EVS-EN ISO 1461.

Traaversite tüüpilised mõõtmed ja orienteerivad kasutuspiirid on näidatud joonistel P339-01...P339-03, P339-07, P339-12, P339-13 ja P339-17. Nende kohta kehtivad traaversikataloogidele lisatud kasutuspiiride diagrammid, milles on näidatud liinide lubatavad pöördenurgad nii rõht- kui ka püstsihis (juhtmete kinnituspunktide kõrgusevahe puhul).

Kandemastid

Kandemaste (joonised P339-01, P339-06 ja P339-10) püstitada sirgetele liinilõikudele. Kontrollida tuleb mastide vastupidavust standardsetele koormusjuhtumitele (vt. tabel 4.13/EE.1). Kandemasti kasutamisel pikkade visangute või väikeste toestamata nurkade puhul tuleb kontrollida nii juhtmete vahekaugust kui ka mastide vastupidavust.

Kandemastidele mõjuvate liinisuunaliste tõmmete erinevuste minimeerimiseks on soovitatav teha ankurkinnituste vahel visangud võimalikult võrdsetena taandatud (arvutusliku) visanguga L_R (vt p 4.12.1). Soovitatav on piirduda kõrvuti asuvate visangute vahekorraga 1 kuni 1,5 L_R või 0,8 kuni 1,2 L_R . Suurema erinevuse puhul kontrollida, et tõmmete vahe ei ületaks tõirale ega mastile lubatavat liinisuunalist jõudu ning selgitada juhtme ja masti täiendava ankurdamise vajadus.

Nurgamastid

Nurgamaste (joonised P339-02, P339-07 ja P339-11) kasutada liini pöördenukadel silmas pidades, et tõirisolaatorite puhul ei ületataks tõirade vastupidavust ja rippisolaatorite puhul oleks tagatud juhtme ja masti väikseim lubatud vahekaugus (vt jaotis 5.8). Nurkadel üle 10° on tavaliselt rippisolaatori kalle piisav keskmise juhtme ja masti vahelise kauguse tagamiseks. Nurkadel alla 30° tuleb juhtme kinnituskõrguse määramisel arvestada rippisolaatori kalde vertikaalkomponenti. Nurgamastide dimensioneerimisel võtta aluseks alljärgnevas tabelis antud nurgapoolitaja suunalise jõu kordsus juhtmete tõmbe suhtes.

Tabel 7.5. Nurgapoolitaja suunalise jõu kordsus juhtmete kogutõmbe T suhtes

Liini pöördenuk $[\circ]$	2	3	5	8	10	15	20	25	30	45	60	75
Nurgapoolitaja suunas mõjuva jõu kordsus	0,035	0,05	0,09	0,14	0,17	0,26	0,35	0,43	0,5	0,77	1,0	1,3

Lõpumastid

Lõpumaste (joon. P339-03, P339-08, P339-09, P339-12, P339-13) kasutada õhuliini viimase mastina üleminekul kaabelliinile või pingutamata (sisestus- või hargnemis-)visangule või haruliini algusesse koos samale mastile kinnitatud tüviliiniga (vt joon. P339-05). Lõpumast peab olema dimensioneeritud juhtmete ühepoolsele suurimale tõmbele. Juhtmete kinnituskõrgusel alla 8 m rahuldavad üldjuhul kuni 70 mm^2 ristlõikega kaetud juhtmete puhul (kogutõmme kuni 20 kN) tugevustingimusi mastid ladvaläbimõõduga $\geq 190 \text{ mm}$. Suuremate ristlõikega puhul on soovitatav kasutada portaalmaste.

Ankrumastid

Ankrumaste (kujutatud lõpumastidega ühistel joonistel) kasutada liini täistõmbega ankurdamiseks mõlemal poolel. Ankurdamine on vajalik sirge liini pikkade lõikude või pikkade või/ja suurte kõrgusevahedega visangute kinnitamiseks, juhtmemargi muutumisel ja muudel juhtudel, kus on vaja võimalikult kindlalt vältida külgnevates liiniosades tekkivate vigastuste mõju ja juhtme alla langemist. Ankrumastid tuleb dimensioneerida lõpumastidena.

Muudeks juhtumiteks on vastutusrikkad ristumised taristutrassidega nagu avalik raudtee, riigi põhimaanteed jne. Ankrumastide täiendav paigaldamine nähakse ette projekti erinõuetes.

Ankurdamata liinilõigu pikkus üle 2 km pole soovitatav.

Ankurkinnituste vaheline taandatud (arvutuslik) visang L_R - vt jaotis 4.12.1.

Nurga-ankrumastid

Nurga-ankrumast on mõeldud liini pöördenurgale, kui sellel esineb vajadus eelmises lõigus loetletud põhjustel liini ankurdada. Nurga-ankrumastidel tuleb kasutada standardikohaselt testitud eritraaverseid või kummagi liinisuuna jaoks eraldi traaversit, mis suurematel nurkadel (~45° ja enam) ongi soovitatavam. Mast peab olema nurgapoolitaja suunas toestatud sarnaselt nurgamastidele. Nurgasuunalise toetuse võib saavutada ka liinisuunaliste tugevate resultandina.

8 VUNDAMENDID

8.1 Sissejuhatus

EE.1 Üksikasjalikud täpsustused ja täiendavad nõuded

Üksikasjalikud täpsustused ja täiendavad nõuded lisaks käesolevas peatükis toodutele tuleb esitada projekti erinõuetes.

8.2 Geotehnilise projekteerimise alused

8.2.3 Geotehniline projekteerimine direktiivsete meetmete alusel

Vabaltseisvad puitmastid tuleb paigaldada vahetult pinnasesse. Paigaldussügavus tugevas pinnases peab olema vähemalt 1/7 masti pikkusest, kuid mitte alla 1,5 m. Keskmises pinnases on normaalseks masti paigaldussügavuseks 2,0 m. Nõrgas pinnases ja eriti kõrgete mastide puhul tuleb suurendada paigaldussügavust või kasutada püsivust suurendavaid riigleid (vt joonis P339-15).

Pudedas ja püdelas pinnases, nagu turvas või soomuda, kasutada joonisel P339-18 näidatud soomaste, kui pole võimalik vältida masti paigaldamist sellisesse kohta.

Kui nõrga või püdeda pinnase all mehhanismidega kättesaadavas sügavuses asub tugev pinnas, võib kasutada pikemat masti või pikendusjalandeid ja süvistada mast ~1,4 m võrra tugevasse pinnasesse.

Tõmmitsa ankurduseks maapinnas on toodud näiteid joonisel P339-15 ja P339-16.

8.3 Pinnaseuuring ja geotehnilised andmed

Geoloogiliste uuringute maht peab vastama projekti etapile ja detailsusele.

Postide ja tõmmitsaankrute maasse paigaldamise üle otsustamiseks tuleb piisavalt uurida aluspinnase struktuuri.

Tugevaks pinnaseks lugeda paas ja tihe savikas moreen, savirähk või kõva savi lõiketugevusega vähemalt 10 N/cm².

Nõrgaks pinnaseks lugeda peen liiv ja vesine (kõrge põhjaveetasemega) liiv, liivsavi ning saviliiv lõiketugevusega alla 5 N/cm². Nõrgas pinnases on kaevend varisemisohtlik.

8.5 Pinnasega täitmine, drenaaž, pinnase parendamine ja kindlustamine

Kaegis tuleb täita kruusa ja kividega ning hoolikalt tihendada, et kindlustada täidise külgjäikus ja saavutada pinnase karakteristikud võimalikult lähedastena puutumata pinnase omadele.

Nõrga pinnase puhul tuleb kasutada kvaliteetset tagasitäidet või betooni.

8.6 Masti vundamentide ja pinnase vastastikune toime

8.6.1 Masti riiglid

Vundamendita püstitatud mastid võivad vähehaaval algsest sügavamale pinnasesse vajuda. Selle takistamiseks kasutatakse keskmistes ja nõrkades pinnastes masti ja masti toe all konstruktsioone – ankruplaate ja/või riigleid - mis jagavad mastist tekkiva koormuse suuremale pinnale. Neid on olenevalt pinnaseliigist vaja eeskätt nurgamastidel ja lõpumastidel.

Riigli konstruktsioon ja suurus valitakse pinnaseliigi ja mastile suunatud vertikaalse jõu alusel. Kasutuskõlblikud riigli konstruktsioonid on näitena toodud joonistel P339-15, P339-17. Väga pehmes pinnases on tihti riigli asemel või sellele lisaks vaja ka muid konstruktsioone, näiteks soomasti (joonis P339-18).

9 JUHTMED

9.2 Juhtmed alumiiniumi baasil

9.2.1 Karakteristikud ja mõõtmed

Paljas- ja kaetud juhtmed peavad olema valmistatud alumiiniumist või selle sulamist ümar- või profiiltraatidest ja võivad tugevdamise eesmärgil sisaldada tsingitud või alumineeritud terastraate.

Homogeensed ümar- või profiiltraadist alumiiniumisulamist (ALx) juhtmed ning ümar- või profiiltraadist komposiitjuhtmed – terasalumiinium- või terasaldreijuhtmed (AL1/STyz või ALx/STyz), alumineeritud terasalumiinium- või terasaldreijuhtmed (AL1/yzSA või ALx/yzSA) ja aldreialumiiniumjuhtmed (AL1/ALx) peavad vastama standarditele EVS-EN 50182, EVS-EN 62004 või EVS-EN 62219.

Juhtmetele ristlõikega üle 50 mm² on soovitatav, et väliskihi ümartraatide läbimõõt poleks alla 2,33 mm.

Neis juhtmetes kasutatud materjalide spetsifikatsioonid peavad vastama standarditele EVS-EN 50183, EVS-EN 50189, EVS-EN 60889, EVS-EN 61232 ja EVS-EN 62004.

Kaetud juhtmed.

Keskpingel kasutatavad kaetud õhuliinijuhtmed peavad vastama standardi EVS-EN 50397-1 nõuetele.

Kaetud õhuliinijuhtmed peavad olema alumiiniumsulamist (AlMgSi) või terasalumiiniumjuhtmed (FeAl), ümarad, keerutatud ning omama pikisuunalist niiskustõket.

Uute liinide rajamisel kasutada FeAl või AlMgSi juhtmeid eelisristlõigetega haruliinidel 50 mm², tüviliinidel 70(62) või 95(99) mm².

Juhtme vahetusel olemasolevatel raudbetoonmastidega liinidel kasutada eelkõige kaetud terasalumiiniumjuhtmeid FeAl 62 ja 99 arvestades pikkade visangute ja nende juhtmete paremate mehhaaniliste omadustega.

Elektrilise roome seisukohalt tuleb kasutada pooljuhtiva kihiga kolmekattelisi juhtmeid. Kattekihtide materjaliks on erineva tihedusega polüetüleenid (PE) või ristsillatud polüetüleenid (XLPE).

Vibratsiooni summutamise seisukohalt on soovitatav kasutada tihendamata juhtmeid.

Soovitatav ristlõigete skaala on toodud alljärgnevas tabelis 9.1.

Tabel 9.1. Keskpingeliinidel kasutatavad 20 kV kaetud juhtmete eelisristlõiked ja nende minimaalsed lubatavad tõmbetugevused

	CCST ACSR xx-AL1/ST1A W CCSX ACSR xx-AL1/ST1A W		CCST AAAC xx-AL7 W CCSX AAAC xx-AL7 W		
Metalli ristlõike pindala, mm ²	62	99	50	70	99
Diameeter, mm	15,1-16,1	17,8-18,8	14,2-15,2	15,7-16,7	17,8-18,8
Kaal, kg/km	309	449	221	279	379
Tõmbetugevus, kN	19,0	29,8	13,9	18,6	25,3
Elastsusmoodul, MPa	80000	80000	67000	67000	67000
Montaaži elastsusmoodul, MPa	59000	59000	65000	65000	65000
Joonpaisumistegur, 1/C°	1,90E-05	1,90E-05	2,30E-05	2,30E-05	2,30E-05

Täpsemad nõuded ja ristlõiked Elektrilevis kasutatavatele kaetud juhtmetele on leitavad dokumendis P367 „Nõuded keskpinge õhuliinide kaetud juhtmetele“.

9.2.3 Juhtme talitlustemperatuurid

Juhtmete suurimaks arvutuslikuks püsitalitlustemperatuuriks normaalkoormusel võtta +60°C.

Kaetud juhtmete suurim temperatuur koormusvoolude ja lühiste puhul ei tohi ületada isoleermaterjalile lubatud suurimat temperatuuri. Seda temperatuuri peavad taluma ka liini tarvikud. Tegelikud lubatavad temperatuurid kaetud juhtmetele on eelpool esitatud väärtustest mõnevõrra kõrgemad.

9.6 Üldnõuded

9.6.2 Osavarutegurid juhtmetele

Kõigile juhtmetüüpide normtõmbetugevustele kasutatava osavaruteguri väärtuseks on:

$$\gamma_M = 1,50$$

9.6.3 Vähiomad ristlõiked

Vähim lubatav ristlõige on 35 mm².

9.7 Juhtmete paigaldus

Veojõud kaetud juhtmete paigaldamisel määratakse vastavalt standardi EVS-EN 50397-3 punktile 4.3.11. ja sõltub sellest, kas veojõud rakendub juhtmele või katile.

Juhtme ja kaabli veol tuleb silmas pidada tootja poolt antud vähimaid painderaadiusi. Üldjuhul ei tohi kaetud juhtme ega rippkaabli painderaadius olla alla 15-kordse läbimõõdu. Painderaadiust võib ühekordsel lõplikul kinnitamisel ettevaatlikult painutades vähendada 10-kordse läbimõõduni. Minimaalne paigaldustemperatuur on –20°C.

Soovitatav mehaaniline pinge aasta keskmisel temperatuuril on Al/Fe juhtmetel 45 N/mm² ja AlMgSi juhtmetel 40 N/mm². Eritingimustes võib monteeri ka nõrgemate tõmmetega, eriti lühikestel (kuni 25 m pikkustel) visangutel, kus võtta piiriks ripe 5% visangust.

Eesti tingimustele vastavad paigaldustabelid ja juhtmetest tulenevad koormused mastidele on esitatud lisas 1.

Juhtme paigaldamisel pingutada juhe enne kandeisolaatoritele sidumist taandatud (arvutusliku) visangu (vt p 4.12.1) järgi määratud tõmbega.

Kandemastidel kinnitada juhtmed üldjuhul tugisisolaatoritele ülauurdesse, sidudes juhtme spetsiaalsete spiraalraatsidemega kaks sidet juhtme kohta. Side peab üldjuhul vastu pidama sama suurele jõule kui isolaatori tõir. Tugisisolaatoritega nurgamastidel kinnitada juhe isolaatori kaelale pöörde vastaspoolele.

Standardi kohaselt paigaldatud juhtmed üldjuhul vibratsioonisummutust ei vaja. Vibratsiooniohtlikes kohtades (pikkadel visangutel eriti terasalumiiniumjuhtmetel, tuuletingimuste järsul muutusel piki liini) nähakse vibratsioonisummutamise erimeetmed ette projekti erinõuetega.

10 ISOLAATORID

10.2 Standardised elektrilised nõuded

Standardised taluvuspinged

Elektrivõrkude standardised isolatsiooninivood peavad vastama standardisarja EVS-EN 60071 nõuetele.

Puidu taluvuspinge

Masti ja traaversi puitosi võib arvestada välguimpulsspingete puhul liini isolatsiooni osana. Nii immutatud kui ka immutamata puitosa elektriline tugevus on vähemalt 0,1 kV/mm.

Tõmmitsaisolaatori taluvuspinge

Tõmmitsaisolaatori võrgusagedusega taluvuspinge peab olema võrdne liini faasidevahelise pingega.

10.7 Mehaanilised nõuded

Vähimad osavarutegurid

Vähimaks osavaruteguriks γ_M võtta:

- isolaatorketi elementidele $\gamma_M = 2,0$;
- komposiitisolaatoritele $\gamma_M = 2,0$;
- liinitugiisolaatoritele $\gamma_M = 2,3$;
- tõmmitsaisolaatoritele $\gamma_M = 2,0$.

Osavarutegurid peab rakendama isolaatorite sätestatud purustavale koormusele.

10.10 Isolaatorite mõõtmed, tehnilised andmed ja kasutusala

Kaetud juhtmele on lubatud kasutada plasthülsiga kinnitusuurdega heledaid portselanist tõirisolaatoreid (näiteks tüübid SDI 37, SDI 82, SHF 20G1 / $\varnothing$ 20Г1/, SHF 20UO / $\varnothing$ 20УО/), mis võimaldavad vedada juhet veorullikuid kasutamata. Võimalik on ka spetsiaalselt kaetud juhtmetele mõeldud komposiitisolaatorite kasutamine (näiteks SDI 82).

Nurgamastides isolaatorite valikul tuleb arvestada isolaatori tüübist sõltuvate nõuetega isolaatori kaelale sidumiseks lubatud nurkade suuruse kohta.

Rekonstrueerimisel võib jätta ülelöögijälgedeta, vigastusteta ja märgatava mustumiseta SHF 20B / $\varnothing$ 20В/ tüüpi isolaatorid vahetamata kui see on ette nähtud projekti erinõuetes. Küll tuleb uuendada isolaatorite kinnitus traaversi tõirale kasutades selleks spetsiaalseid plasthülse (vt. lisa 3). Plasthülsside kasutamisel tuleb kinni pidada tootja paigaldusjuhendist.

Ankru- ja lõpumastidel kinnitada juhtmed komposiitvarrastõmbeisolaatoritega (näiteks tüüp SDI 80).

Tõmmitsaisolaatorina kasutada portselan- või komposiitisolaatorit. (näiteks tüübid SDI 4.5 või SDI 70.24)

Lisas 3 on toodud näiteid erinevatest isolaatoritest.

11 TARVIKUD

11.1 Üldpõhimõtted

Õhuliinide tarvikud peavad vastama ja olema katsetatud vastavalt standardite EVS-EN 61284, EVS-EN 50397-2 ja EVS-EN 50397-3 nõuetele. Tootjate kataloogides on esitatud tarvikute andmed ja soovitusel ning piirangud nende kasutamiseks.

Kõik kaetud juhtmetega õhuliinide juhtmel kasutatavad klemmid ja juhtmekinnitused peavad olema veekindlat tüüpi ning mitte eeldama kasutamisel juhtmelt katte eemaldamist.

11.2 Elektrilised nõuded

11.2.1 Kõikidele tarvikutele rakendatavad nõuded

Kõik tarvikud peavad ühilduma õhuliinidele sätestatud elektriliste nõuetega (vt peatükk 5).

11.2.2 Voolujuhtivatele tarvikutele rakendatavad nõuded

Juhtme talitusvoolu juhtimiseks ettenähtud tarvikutes ei tohi temperatuurid juhtme maksimaalse kestevvoolu või lühisvoolude toimel tõusta rohkem, kui seonduvas juhtmes. Pingeakade voolu juhtivas tarvikus ei tohi olla suurem, kui ekvivalentse pikkusega juhtmes.

11.6 Mehaanilised nõuded

Kõikidele liinitarvikutele on standardis EVS-EN 61284 määratletud vähimale purustavale koormusele rakendatava osavaruteguri vähimaks väärtuseks:

$$\gamma_M = 2,0$$

Projekti erinõuetega võib olla sätestatud osavaruteguri suurem väärtus.

Kõik tarvikud, mis peaksid taluma inimese raskust, peavad taluma kontsentreeritud normkoormust 1,5 kN.

11.9 Tarvikute karakteristikud ja mõõtmised

Kinnitustarvikud juhtmete kinnitamiseks liini tõir- või tugiisolaatoritele peavad taluma põikjõude tänu tasakaalustatud tõmbejõududele juhtmes vastavalt käesoleva standardi 4. peatükile. Lisaks peavad nad usaldusväärselt toetama juhete ka tasakaalustamata tõmbejõudude korral. Kaetud juhtmete sidumiseks isolaatorite ülauurdesse või kaelale kasutada eelpingestatud terastraadist spiraalsidemeid. Spiraalsidemete kasutamisel siduda juhte igale isolaatorile kahe sideme abil. Kahe spiraalsideme kasutamine juhtme kinnitamiseks tagab ristumistel faasijuhtmete tugevdatud kinnituse nõude täitmise (vt jaotis 5.9.1). Spiraalsideme otsad on keeratud juhtmest eemale, et vältida katte vigastusi puude või okste langemisel sidemele.

Juhtme kinnitamiseks ankru- ja lõpumastil kasutada ainult spiraalankrusidemeid (näiteks tüüp BLL FEAL 62, 99 DE) või veekindlaid ankruklemme kus juhte ei vaja koorimist (näiteks tüüp SO 256) (vt. lisa 3). Ankruklemmide valikul jälgida klemmi sobivust juhtme tüübile ja ristlõikele ning lubatavat tõmbejõudu vastavalt tootjakataloogidele.

Juhtmejätkude katkejõud peab olema vähemalt 90% juhtmele lubatud tõmbejõust. Juhtmete jätkamist ristumisvisangutes tuleb vältida.

Näiteid kaetud juhtmetega kasutatavatest tarvikutest on toodud lisa 3.

LISA 1 KAETUD JUHTMETE PAIGALDUSTABELID KOHANDATUNA EESTI KESKMISTELE KLIIMATINGIMUSTELE

L1.1 Üldist

Käesolev lisa sisaldab tabeleid eelistatuna kaetud juhtmete AlMgSi ja Al/Fe koormuste ja ripetega. Tabelite koostamisel on aluseks võetud soovitatav mehaaniline pinge aasta keskmisel temperatuuril +5°C (AlMgSi juhtmetel 40 N/mm², Al/Fe juhtmele 45 N/mm²) ja Eestis valdavad keskkonnatingimused:

- miinimumtemperatuur -40°C;
- tuule baaskiirus 21 m/s;
- maastikutüüp II;
- kõrgus maapinnast 10 m;
- jäite paksus 10 mm.

Tabelid on rakendatavad ka Lääne-Eesti saartel, kus miinimumtemperatuur on -35°C. Liini paiknemisel erinevates tingimustes, näiteks tuulele avatud tammidel, sildadel või erandliku jäitekoormusega piirkondades, tuleb paigaldustabelid arvutada vastavalt projekti erinõuetele.

Juhtmete koormuste tabelis on esitatud **ühele** juhtmele mõjuvad arvutuslikud koormused erinevatel koormusjuhtumitel:

- mehaaniline pinge [N/mm²] – tõmme juhtmes ristlõike millimeetri kohta;
- vertikaalne koormus [N/m] – juhtme omakaalu ja jäite koormus ühe meetri kohta;
- horisontaalne koormus [N/m] – tuulest tulenev külgsuunaline koormus juhtme ühe meetri kohta.

Tabelis esitatud koormused on kasutatavad juhtmetest mastidele mõjuvate koormuste leidmiseks.

Paigaldustabelites on esitatud juhtmete tõmbed ja ripped erinevate taandatud visangu pikkuste jaoks. Lisaks on iga taandatud visangu korral esitatud ripped konkreetsete pikkustega viseerimisvisangute jaoks. Visangupikkuste samm on 10 m, vahepealsete väärtuse korral võib kasutada lineaarset interpoleerimist.

Järgnevas tabelis on toodud paigaldustabelite koostamisel kasutatud juhtmete andmed.

Tabel L1.1. Paigaldustabelite koostamisel kasutatud juhtmete andmed

Juhe	CCST ACSR xx-AL1/ST1A W CCSX ACSR xx-AL1/ST1A W		CCST AAAC xx-AL7 W CCSX AAAC xx-AL7 W		
Metalli ristlõike pindala [mm ²]	62	99	50	70	99
Diameeter [mm]	16,1	18,8	15,2	16,7	18,8
Kaal [kg/km]	309	449	221	279	379
Tõmbetugevus [kN]	19,0	29,8	13,9	18,6	25,3
Elastsusmoodul [MPa]	80000	80000	67000	67000	67000
Montaaži elastsusmoodul [MPa]	59000	59000	65000	65000	65000
Joonpaisumistegur [1/C°]	1,90E-05	1,90E-05	2,30E-05	2,30E-05	2,30E-05

L1.2 Juhtmete CCST AAAC 50-AL7 W ja CCSX AAAC 50-AL7 W koormuste võrdlused ja paigaldustabelid

Tabel L1.1. Juhtmete CCST AAAC 50-AL7 W ja CCSX AAAC 50-AL7 W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Taandatud visang		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Koormusjuhtumid												
Piirtuulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439	0,1439
	Pinge [N/mm ²]	69,38	73,78	77,91	81,75	85,29	88,57	91,57	93,66	95,50	97,13	98,57
	Ripe [m]	0,12	0,18	0,25	0,32	0,41	0,50	0,59	0,70	0,82	0,94	1,08
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	Horisontaalne koormus [N/m]	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86	6,86
Vähim temperatuur -40°C (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434
	Pinge [N/mm ²]	104,86	102,40	99,45	96,06	92,29	88,23	83,98	79,66	75,40	71,34	67,58
	Ripe [m]	0,0827	0,1323	0,1962	0,2765	0,3758	0,4976	0,6454	0,8233	1,0351	1,2840	1,5720
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830	0,1830
	Pinge [N/mm ²]	76,04	81,99	87,53	92,68	97,44	101,85	105,93	109,71	113,22	116,47	119,48
	Ripe [m]	0,48	0,70	0,94	1,21	1,50	1,82	2,16	2,52	2,91	3,32	3,75
	Vertikaalne koormus [N/m]	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus + nimituulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911	0,1911
	Pinge [N/mm ²]	77,39	83,64	89,45	94,85	99,85	104,47	108,76	112,67	116,28	119,63	122,75
	Ripe [m]	0,4730	0,6838	0,9207	1,1818	1,4664	1,7737	2,1034	2,4569	2,8330	3,2316	3,6529
	Vertikaalne koormus [N/m]	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72
Suur tuulekoormus + nimijäitekoormus (informatiivne)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332	0,1332
	Pinge [N/mm ²]	67,53	71,46	75,16	78,61	81,79	84,72	87,41	89,51	91,40	93,10	94,62
	Ripe [m]	0,27	0,40	0,55	0,72	0,90	1,10	1,32	1,56	1,82	2,09	2,39
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61
	Horisontaalne koormus [N/m]	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Aasta keskmine temperatuur +5°C (vt jaotis 4.7)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434
	Pinge [N/mm ²]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Ripe [m]	0,2168	0,3388	0,4878	0,6640	0,8672	1,0976	1,3550	1,6396	1,9512	2,2900	2,6558
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatuur +15°C (vt jaotis 5.6.3.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434
	Pinge [N/mm ²]	29,19	30,50	31,65	32,65	33,51	34,25	34,89	35,45	35,92	36,34	36,69
	Ripe [m]	0,30	0,44	0,62	0,81	1,04	1,28	1,55	1,85	2,17	2,52	2,90
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17

	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suurim ümbritseva keskkonna temperatuur +35°C (vt. jaotis 5.2.1)	Erikoormus [N/mm²xm]	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434
	Pinge [N/mm²]	17,13	19,63	21,78	23,66	25,29	26,72	27,98	29,10	30,08	30,95	31,72
	Ripe [m]	0,5062	0,6903	0,8958	1,1227	1,3716	1,6428	1,9368	2,2540	2,5949	2,9598	3,3491
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juhtme suurim temperatuur +60°C (vt. jaotised 5.6; 5.9)	Erikoormus [N/mm²xm]	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434	0,0434
	Pinge [N/mm²]	11,67	14,00	16,12	18,06	19,81	21,41	22,86	24,18	25,38	26,46	27,45
	Ripe [m]	0,74	0,97	1,21	1,47	1,75	2,05	2,37	2,71	3,08	3,46	3,87
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel L1.2. Juhtmete CCST AAAC 50-AL7 W ja CCSX AAAC 50-AL7 W paigaldustabel

VISANGU PIKKUS m	ÜHE JUHTME MONTEERIMISJÕUD T (daN=kgf), RIPE f ENNE JA RIPE f_i PEALE VENIMIST (m) ÕHUTEMPERatuuril t (°C)											AASTA KESKMINE PINGE N/mm ²
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
40	S, [N/mm ²]	74,85	67,7	60,66	53,79	47,16	40,9	35,14	30,08	25,82	22,38	40,00
	T, [daN]	374,3	338,5	303,3	268,9	235,8	204,5	175,7	150,4	129,1	111,9	
	f , m	0,116	0,128	0,143	0,161	0,184	0,212	0,247	0,288	0,336	0,387	
	f_i , m	0,116	0,129	0,144	0,163	0,187	0,217	0,253	0,297	0,346	0,399	
30	f [m]	,07	,07	,08	,09	,10	,12	,14	,16	,18	,20	
40	f [m]	,12	,13	,15	,16	,19	,21	,24	,28	,31	,35	
50	f [m]	,19	,20	,23	,26	,29	,33	,38	,43	,49	,55	
60	f [m]	,27	,29	,33	,37	,42	,48	,54	,62	,71	,79	
50	S, [N/mm ²]	73,1	66,16	59,38	52,85	46,67	40,94	35,8	31,35	27,61	24,56	40,00
	T, [daN]	365,5	330,8	296,9	264,3	233,3	204,7	179	156,7	138,1	122,8	
	f , m	0,185	0,205	0,228	0,256	0,29	0,331	0,378	0,432	0,491	0,552	
	f_i , m	0,186	0,206	0,231	0,26	0,296	0,339	0,388	0,444	0,504	0,567	
40	f [m]	,12	,13	,15	,16	,19	,21	,24	,28	,31	,35	
50	f [m]	,19	,20	,23	,26	,29	,33	,38	,43	,49	,55	
60	f [m]	,27	,29	,33	,37	,42	,48	,54	,62	,71	,79	
70	f [m]	,36	,40	,45	,50	,57	,65	,74	,85	,96	1,08	
60	S, [N/mm ²]	71,03	64,35	57,91	51,8	46,11	40,95	36,39	32,46	29,16	26,41	40,00
	T, [daN]	355,1	321,7	289,6	259	230,6	204,8	181,9	162,3	145,8	132	
	f , m	0,275	0,303	0,337	0,377	0,423	0,476	0,536	0,601	0,669	0,739	
	f_i , m	0,277	0,306	0,342	0,383	0,432	0,488	0,55	0,617	0,686	0,757	
50	f [m]	,19	,21	,23	,26	,29	,33	,37	,42	,46	,51	
60	f [m]	,27	,30	,34	,38	,42	,48	,54	,60	,67	,74	
70	f [m]	,37	,41	,46	,51	,58	,65	,73	,82	,91	1,01	
80	f [m]	,49	,54	,60	,67	,75	,85	,95	1,07	1,19	1,31	
90	f [m]	,62	,68	,76	,85	,95	1,07	1,21	1,35	1,51	1,66	
70	S, [N/mm ²]	68,7	62,36	56,33	50,7	45,55	40,93	36,9	33,43	30,48	27,99	40,00
	T, [daN]	343,5	311,8	281,7	253,5	227,7	204,7	184,5	167,1	152,4	140	
	f , m	0,387	0,426	0,471	0,524	0,583	0,649	0,72	0,795	0,871	0,949	
	f_i , m	0,39	0,432	0,479	0,534	0,596	0,664	0,737	0,814	0,891	0,97	
50	f [m]	,20	,22	,24	,27	,30	,33	,37	,41	,44	,48	
60	f [m]	,28	,31	,35	,38	,43	,48	,53	,58	,64	,70	
70	f [m]	,39	,43	,47	,52	,58	,65	,72	,79	,87	,95	
80	f [m]	,50	,56	,62	,68	,76	,85	,94	1,04	1,14	1,24	
90	f [m]	,64	,70	,78	,87	,96	1,07	1,19	1,31	1,44	1,57	
100	f [m]	,79	,87	,96	1,07	1,19	1,32	1,47	1,62	1,78	1,94	
80	S, [N/mm ²]	66,22	60,29	54,73	49,61	44,99	40,9	37,33	34,25	31,61	29,35	40,00
	T, [daN]	331,1	301,4	273,6	248	225	204,5	186,6	171,2	158	146,7	
	f , m	0,524	0,575	0,634	0,699	0,771	0,848	0,929	1,013	1,097	1,182	
	f_i , m	0,531	0,584	0,645	0,713	0,788	0,867	0,95	1,035	1,121	1,206	
60	f [m]	,29	,32	,36	,39	,43	,48	,52	,57	,62	,66	
70	f [m]	,40	,44	,49	,54	,59	,65	,71	,78	,84	,90	
80	f [m]	,52	,58	,63	,70	,77	,85	,93	1,01	1,10	1,18	
90	f [m]	,66	,73	,80	,88	,98	1,07	1,18	1,28	1,39	1,50	
100	f [m]	,82	,90	,99	1,09	1,20	1,33	1,45	1,58	1,71	1,85	
110	f [m]	,99	1,09	1,20	1,32	1,46	1,60	1,76	1,91	2,07	2,23	
90	S, [N/mm ²]	63,69	58,22	53,16	48,58	44,47	40,86	37,7	34,95	32,58	30,52	40,00
	T, [daN]	318,4	291,1	265,8	242,9	222,4	204,3	188,5	174,8	162,9	152,6	
	f , m	0,689	0,754	0,826	0,904	0,987	1,075	1,165	1,256	1,348	1,438	
	f_i , m	0,7	0,767	0,842	0,922	1,008	1,098	1,189	1,282	1,374	1,465	
70	f [m]	,42	,46	,50	,55	,60	,65	,70	,76	,82	,87	
80	f [m]	,54	,60	,65	,71	,78	,85	,92	,99	1,06	1,14	
90	f [m]	,69	,75	,83	,90	,99	1,07	1,16	1,26	1,35	1,44	

100	f [m]	,85	,93	1,02	1,12	1,22	1,33	1,44	1,55	1,66	1,78	
110	f [m]	1,03	1,13	1,23	1,35	1,47	1,61	1,74	1,88	2,01	2,15	
120	f [m]	1,23	1,34	1,47	1,61	1,75	1,91	2,07	2,23	2,40	2,56	
130	f [m]	1,44	1,57	1,72	1,89	2,06	2,24	2,43	2,62	2,81	3,00	
140	f [m]	1,67	1,82	2,00	2,19	2,39	2,60	2,82	3,04	3,26	3,48	
100	S , [N/mm ²]	61,2	56,23	51,7	47,63	44	40,81	38,01	35,56	33,41	31,53	40,00
	T , [daN]	306	281,2	258,5	238,1	220	204	190	177,8	167,1	157,7	
	f , m	0,886	0,964	1,048	1,138	1,232	1,328	1,426	1,524	1,622	1,719	
	f_i , m	0,9	0,981	1,069	1,161	1,257	1,355	1,454	1,553	1,652	1,748	
80	f [m]	,57	,62	,67	,73	,79	,85	,91	,98	1,04	1,10	
90	f [m]	,72	,78	,85	,92	1,00	1,08	1,16	1,23	1,31	1,39	
100	f [m]	,89	,96	1,05	1,14	1,23	1,33	1,43	1,52	1,62	1,72	
110	f [m]	1,07	1,17	1,27	1,38	1,49	1,61	1,73	1,84	1,96	2,08	
120	f [m]	1,28	1,39	1,51	1,64	1,77	1,91	2,05	2,20	2,34	2,48	
130	f [m]	1,50	1,63	1,77	1,92	2,08	2,24	2,41	2,58	2,74	2,90	
140	f [m]	1,74	1,89	2,05	2,23	2,41	2,60	2,80	2,99	3,18	3,37	
110	S , [N/mm ²]	58,84	54,39	50,37	46,77	43,58	40,76	38,27	36,07	34,13	32,41	40,00
	T , [daN]	294,2	271,9	251,9	233,9	217,9	203,8	191,3	180,3	170,6	162,1	
	f , m	1,115	1,206	1,302	1,402	1,505	1,609	1,714	1,818	1,922	2,023	
	f_i , m	1,134	1,228	1,327	1,429	1,534	1,64	1,745	1,85	1,954	2,056	
80	f [m]	,59	,64	,69	,74	,80	,85	,91	,96	1,02	1,07	
90	f [m]	,75	,81	,87	,94	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29	1,35	
100	f [m]	,92	1,00	1,08	1,16	1,24	1,33	1,42	1,50	1,59	1,67	
110	f [m]	1,11	1,21	1,30	1,40	1,50	1,61	1,71	1,82	1,92	2,02	
120	f [m]	1,33	1,44	1,55	1,67	1,79	1,92	2,04	2,16	2,29	2,41	
130	f [m]	1,56	1,68	1,82	1,96	2,10	2,25	2,39	2,54	2,68	2,83	
140	f [m]	1,81	1,95	2,11	2,27	2,44	2,61	2,78	2,95	3,11	3,28	
120	S , [N/mm ²]	56,66	52,73	49,18	46,02	43,21	40,7	38,48	36,51	34,75	33,17	40,00
	T , [daN]	283,3	263,6	245,9	230,1	216	203,5	192,4	182,5	173,7	165,9	
	f , m	1,377	1,48	1,587	1,696	1,806	1,917	2,028	2,138	2,246	2,353	
	f_i , m	1,402	1,507	1,616	1,727	1,839	1,951	2,063	2,173	2,281	2,388	
100	f [m]	,96	1,03	1,10	1,18	1,25	1,33	1,41	1,48	1,56	1,63	
110	f [m]	1,16	1,24	1,33	1,43	1,52	1,61	1,70	1,80	1,89	1,98	
120	f [m]	1,38	1,48	1,59	1,70	1,81	1,92	2,03	2,14	2,25	2,35	
130	f [m]	1,62	1,74	1,86	1,99	2,12	2,25	2,38	2,51	2,64	2,76	
140	f [m]	1,87	2,01	2,16	2,31	2,46	2,61	2,76	2,91	3,06	3,20	
130	S , [N/mm ²]	54,71	51,25	48,14	45,36	42,88	40,66	38,67	36,89	35,29	33,84	40,00
	T , [daN]	273,6	256,3	240,7	226,8	214,4	203,3	193,3	184,4	176,4	169,2	
	f , m	1,674	1,787	1,903	2,019	2,136	2,253	2,369	2,483	2,596	2,707	
	f_i , m	1,704	1,819	1,936	2,054	2,172	2,29	2,406	2,521	2,634	2,745	
100	f [m]	,99	1,06	1,13	1,19	1,26	1,33	1,40	1,47	1,54	1,60	
110	f [m]	1,20	1,28	1,36	1,45	1,53	1,61	1,70	1,78	1,86	1,94	
120	f [m]	1,43	1,52	1,62	1,72	1,82	1,92	2,02	2,12	2,21	2,31	
130	f [m]	1,67	1,79	1,90	2,02	2,14	2,25	2,37	2,48	2,60	2,71	
140	f [m]	1,94	2,07	2,21	2,34	2,48	2,61	2,75	2,88	3,01	3,14	
140	S , [N/mm ²]	53	49,97	47,24	44,79	42,59	40,61	38,83	37,21	35,75	34,42	40,00
	T , [daN]	265	249,8	236,2	224	212,9	203,1	194,1	186,1	178,8	172,1	
	f , m	2,004	2,126	2,249	2,372	2,494	2,616	2,736	2,855	2,971	3,086	
	f_i , m	2,039	2,162	2,286	2,41	2,534	2,656	2,776	2,895	3,012	3,126	
110	f [m]	1,24	1,31	1,39	1,46	1,54	1,61	1,69	1,76	1,83	1,91	
120	f [m]	1,47	1,56	1,65	1,74	1,83	1,92	2,01	2,10	2,18	2,27	
130	f [m]	1,73	1,83	1,94	2,05	2,15	2,26	2,36	2,46	2,56	2,66	
140	f [m]	2,00	2,13	2,25	2,37	2,49	2,62	2,74	2,85	2,97	3,09	

L1.3 Juhtmete CCST AAAC 70-AL7 W ja CCSX AAAC 70-AL7 W koormuste võrdlused ja paigaldustabelid

Tabel L1.3. Juhtmete CCST AAAC 70-AL7 W ja CCSX AAAC 70-AL7 W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Taandatud visang		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Koormusjuhtumid												
Piirtuulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146	0,1146
	Pinge [N/mm ²]	65,02	68,35	71,57	74,61	77,45	80,09	82,54	84,24	85,75	87,08	88,26
	Ripe [m]	0,12	0,18	0,25	0,32	0,40	0,49	0,59	0,70	0,82	0,95	1,09
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54
Vähim temperatuur - 40°C (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391
	Pinge [N/mm ²]	105,69	103,67	101,24	98,43	95,28	91,84	88,16	84,33	80,43	76,57	72,83
	Ripe [m]	0,0740	0,1179	0,1738	0,2433	0,3283	0,4311	0,5544	0,7013	0,8750	1,0788	1,3153
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448	0,1448
	Pinge [N/mm ²]	70,16	74,85	79,31	83,48	87,39	91,02	94,40	97,55	100,48	103,20	105,73
	Ripe [m]	0,41	0,60	0,82	1,06	1,33	1,61	1,92	2,24	2,59	2,96	3,35
	Vertikaalne koormus [N/m]	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus + nimituulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511	0,1511
	Pinge [N/mm ²]	71,23	76,18	80,87	85,27	89,38	93,20	96,77	100,02	103,05	105,86	108,48
	Ripe [m]	0,4065	0,5939	0,8057	1,0400	1,2960	1,5729	1,8703	2,1894	2,5291	2,8893	3,2700
	Vertikaalne koormus [N/m]	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79
Suur tuulekoormus + nimijäitekoormus (informatiivne)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071	0,1071
	Pinge [N/mm ²]	63,75	66,73	69,61	72,34	74,89	77,27	79,46	81,19	82,75	84,16	85,44
	Ripe [m]	0,24	0,36	0,49	0,64	0,81	1,00	1,20	1,42	1,66	1,91	2,18
	Vertikaalne koormus [N/m]	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33
	Horisontaalne koormus [N/m]	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94
Aasta keskmine temperatuur +5°C (vt jaotis 4.7)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391
	Pinge [N/mm ²]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Ripe [m]	0,1955	0,3055	0,4399	0,5987	0,7820	0,9897	1,2219	1,4785	1,7595	2,0650	2,3949
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatuur +15°C (vt jaotis 5.6.3.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391
	Pinge [N/mm ²]	28,64	29,88	30,99	31,97	32,84	33,60	34,27	34,85	35,35	35,80	36,19
	Ripe [m]	0,27	0,41	0,57	0,75	0,95	1,18	1,43	1,70	1,99	2,31	2,65
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Suurim ümbritseva keskkonna temperatuur +35°C (vt. jaotis 5.2.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391
	Pinge [N/mm ²]	16,04	18,45	20,55	22,40	24,02	25,47	26,75	27,89	28,91	29,82	30,63
	Ripe [m]	0,4875	0,6623	0,8562	1,0694	1,3020	1,5545	1,8272	2,1205	2,4347	2,7702	3,1272
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juhtme suurim temperatuur +60°C (vt. jaotised 5.6; 5.9)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391	0,0391
	Pingsus [N/mm ²]	10,69	12,88	14,90	16,75	18,45	20,01	21,44	22,75	23,95	25,06	26,07
	Ripe [m]	0,73	0,95	1,18	1,43	1,70	1,98	2,28	2,60	2,94	3,30	3,67
	Vertikaalne koormus [N/m]	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel L1.4. Juhtmete CCST AAAC 70-AL7 W ja CCSX AAAC 70-AL7 W paigaldustabel

VISANGU PIKKUS m	ÜHE JUHTME MONTEERIMISJÕUD T (daN=kgf), RIPE f ENNE JA RIPE f_i PEALE VENIMIST (m) ÕHUTEMPERatuuril t (°C)											AASTA KESKMINNE PINGE N/mm ²
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
40	S , [N/mm ²]	75,33	68,12	61	54,01	47,24	40,78	34,79	29,47	24,98	21,38	40,00
	T , [daN]	527,3	476,8	427	378,1	330,7	285,4	243,5	206,3	174,9	149,7	
	f , m	0,104	0,115	0,128	0,145	0,166	0,192	0,225	0,265	0,313	0,366	
	f_i , m	0,104	0,115	0,129	0,146	0,168	0,195	0,23	0,273	0,323	0,377	
30	f [m]	,06	,07	,07	,08	,09	,11	,12	,14	,16	,19	
40	f [m]	,11	,12	,13	,15	,17	,19	,22	,25	,29	,33	
50	f [m]	,17	,18	,20	,23	,26	,30	,35	,40	,46	,52	
60	f [m]	,24	,26	,29	,33	,38	,43	,50	,57	,66	,75	
50	S , [N/mm ²]	73,88	66,83	59,92	53,22	46,81	40,82	35,4	30,67	26,7	23,48	40,00
	T , [daN]	517,2	467,8	419,4	372,5	327,7	285,8	247,8	214,7	186,9	164,4	
	f , m	0,165	0,183	0,204	0,23	0,261	0,299	0,345	0,398	0,458	0,52	
	f_i , m	0,166	0,184	0,205	0,232	0,265	0,305	0,354	0,409	0,47	0,534	
40	f [m]	,11	,12	,13	,15	,17	,19	,22	,25	,29	,33	
50	f [m]	,17	,18	,20	,23	,26	,30	,35	,40	,46	,52	
60	f [m]	,24	,26	,29	,33	,38	,43	,50	,57	,66	,75	
70	f [m]	,32	,36	,40	,45	,51	,59	,68	,78	,90	1,02	
60	S , [N/mm ²]	72,14	65,3	58,66	52,3	46,32	40,84	35,96	31,75	28,21	25,3	40,00
	T , [daN]	505	457,1	410,6	366,1	324,3	285,9	251,7	222,2	197,5	177,1	
	f , m	0,244	0,269	0,3	0,336	0,38	0,431	0,489	0,554	0,624	0,696	
	f_i , m	0,245	0,271	0,303	0,341	0,387	0,44	0,501	0,568	0,639	0,712	
50	f [m]	,17	,19	,21	,23	,26	,30	,34	,38	,43	,48	
60	f [m]	,24	,27	,30	,34	,38	,43	,49	,55	,62	,70	
70	f [m]	,33	,37	,41	,46	,52	,59	,67	,75	,85	,95	
80	f [m]	,43	,48	,53	,60	,68	,77	,87	,99	1,11	1,24	
90	f [m]	,55	,61	,67	,76	,85	,97	1,10	1,25	1,40	1,56	
70	S , [N/mm ²]	70,17	63,59	57,28	51,32	45,81	40,84	36,46	32,7	29,52	26,87	40,00
	T , [daN]	491,2	445,1	401	359,3	320,7	285,9	255,2	228,9	206,7	188,1	
	f , m	0,341	0,377	0,418	0,467	0,523	0,586	0,657	0,732	0,811	0,891	
	f_i , m	0,343	0,38	0,423	0,474	0,533	0,599	0,671	0,749	0,829	0,91	
50	f [m]	,17	,19	,21	,24	,27	,30	,34	,37	,41	,45	
60	f [m]	,25	,28	,31	,34	,38	,43	,48	,54	,60	,65	
70	f [m]	,34	,38	,42	,47	,52	,59	,66	,73	,81	,89	
80	f [m]	,45	,49	,55	,61	,68	,77	,86	,96	1,06	1,16	
90	f [m]	,56	,62	,69	,77	,86	,97	1,09	1,21	1,34	1,47	
100	f [m]	,70	,77	,85	,95	1,07	1,20	1,34	1,49	1,66	1,82	
80	S , [N/mm ²]	68,02	61,76	55,84	50,33	45,3	40,82	36,9	33,53	30,67	28,24	40,00
	T , [daN]	476,1	432,3	390,9	352,3	317,1	285,7	258,3	234,7	214,7	197,7	
	f , m	0,46	0,506	0,56	0,622	0,691	0,766	0,848	0,933	1,02	1,108	
	f_i , m	0,464	0,512	0,568	0,632	0,704	0,782	0,866	0,952	1,041	1,129	
60	f [m]	,26	,28	,32	,35	,39	,43	,48	,52	,57	,62	
70	f [m]	,35	,39	,43	,48	,53	,59	,65	,71	,78	,85	
80	f [m]	,46	,51	,56	,62	,69	,77	,85	,93	1,02	1,11	
90	f [m]	,58	,64	,71	,79	,87	,97	1,07	1,18	1,29	1,40	
100	f [m]	,72	,79	,88	,97	1,08	1,20	1,32	1,46	1,59	1,73	
110	f [m]	,87	,96	1,06	1,18	1,31	1,45	1,60	1,76	1,93	2,09	
90	S , [N/mm ²]	65,76	59,88	54,39	49,35	44,81	40,79	37,28	34,26	31,66	29,44	40,00
	T , [daN]	460,3	419,2	380,7	345,4	313,6	285,5	261	239,8	221,6	206	
	f , m	0,602	0,661	0,728	0,802	0,884	0,971	1,062	1,156	1,25	1,345	
	f_i , m	0,608	0,67	0,739	0,816	0,9	0,99	1,083	1,178	1,274	1,369	
70	f [m]	,36	,40	,44	,49	,53	,59	,64	,70	,76	,81	
80	f [m]	,48	,52	,58	,63	,70	,77	,84	,91	,99	1,06	

90	f [m]	,60	,66	,73	,80	,88	,97	1,06	1,16	1,25	1,34	
100	f [m]	,74	,82	,90	,99	1,09	1,20	1,31	1,43	1,54	1,66	
110	f [m]	,90	,99	1,09	1,20	1,32	1,45	1,59	1,73	1,87	2,01	
120	f [m]	1,07	1,18	1,29	1,43	1,57	1,73	1,89	2,05	2,22	2,39	
130	f [m]	1,26	1,38	1,52	1,67	1,84	2,03	2,22	2,41	2,61	2,81	
140	f [m]	1,46	1,60	1,76	1,94	2,14	2,35	2,57	2,80	3,03	3,25	
100	S , [N/mm ²]	63,47	58,02	52,99	48,42	44,35	40,75	37,61	34,89	32,53	30,48	40,00
	T , [daN]	444,3	406,1	370,9	339	310,4	285,3	263,3	244,2	227,7	213,4	
	f , m	0,77	0,842	0,922	1,009	1,102	1,199	1,299	1,401	1,503	1,603	
	f_i , m	0,779	0,855	0,937	1,027	1,122	1,222	1,324	1,426	1,529	1,63	
80	f [m]	,49	,54	,59	,65	,71	,77	,83	,90	,96	1,03	
90	f [m]	,62	,68	,75	,82	,89	,97	1,05	1,13	1,22	1,30	
100	f [m]	,77	,84	,92	1,01	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	
110	f [m]	,93	1,02	1,12	1,22	1,33	1,45	1,57	1,70	1,82	1,94	
120	f [m]	1,11	1,21	1,33	1,45	1,59	1,73	1,87	2,02	2,16	2,31	
130	f [m]	1,30	1,42	1,56	1,71	1,86	2,03	2,20	2,37	2,54	2,71	
140	f [m]	1,51	1,65	1,81	1,98	2,16	2,35	2,55	2,75	2,95	3,14	
110	S , [N/mm ²]	61,22	56,23	51,67	47,57	43,92	40,71	37,89	35,43	33,28	31,4	40,00
	T , [daN]	428,5	393,6	361,7	333	307,5	285	265,3	248	233	219,8	
	f , m	0,966	1,052	1,145	1,243	1,346	1,453	1,561	1,669	1,777	1,883	
	f_i , m	0,979	1,068	1,164	1,265	1,37	1,478	1,588	1,697	1,806	1,913	
80	f [m]	,51	,56	,61	,66	,71	,77	,83	,88	,94	1,00	
90	f [m]	,65	,70	,77	,83	,90	,97	1,04	1,12	1,19	1,26	
100	f [m]	,80	,87	,95	1,03	1,11	1,20	1,29	1,38	1,47	1,56	
110	f [m]	,97	1,05	1,14	1,24	1,35	1,45	1,56	1,67	1,78	1,88	
120	f [m]	1,15	1,25	1,36	1,48	1,60	1,73	1,86	1,99	2,11	2,24	
130	f [m]	1,35	1,47	1,60	1,74	1,88	2,03	2,18	2,33	2,48	2,63	
140	f [m]	1,56	1,70	1,85	2,01	2,18	2,35	2,53	2,70	2,88	3,05	
120	S , [N/mm ²]	59,08	54,55	50,46	46,8	43,54	40,67	38,14	35,91	33,94	32,2	40,00
	T , [daN]	413,5	381,9	353,2	327,6	304,8	284,7	267	251,4	237,6	225,4	
	f , m	1,191	1,29	1,395	1,504	1,616	1,731	1,845	1,96	2,073	2,185	
	f_i , m	1,209	1,31	1,418	1,529	1,644	1,759	1,875	1,991	2,105	2,217	
100	f [m]	,83	,90	,97	1,04	1,12	1,20	1,28	1,36	1,44	1,52	
110	f [m]	1,00	1,08	1,17	1,26	1,36	1,45	1,55	1,65	1,74	1,84	
120	f [m]	1,19	1,29	1,39	1,50	1,62	1,73	1,85	1,96	2,07	2,19	
130	f [m]	1,40	1,51	1,64	1,77	1,90	2,03	2,17	2,30	2,43	2,56	
140	f [m]	1,62	1,76	1,90	2,05	2,20	2,36	2,51	2,67	2,82	2,97	
130	S , [N/mm ²]	57,08	53,02	49,37	46,1	43,2	40,63	38,35	36,32	34,52	32,92	40,00
	T , [daN]	399,6	371,2	345,6	322,7	302,4	284,4	268,4	254,3	241,7	230,4	
	f , m	1,447	1,558	1,673	1,792	1,912	2,033	2,154	2,274	2,393	2,509	
	f_i , m	1,469	1,582	1,7	1,821	1,943	2,065	2,187	2,307	2,426	2,543	
100	f [m]	,86	,92	,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,35	1,42	1,48	
110	f [m]	1,04	1,12	1,20	1,28	1,37	1,46	1,54	1,63	1,71	1,80	
120	f [m]	1,23	1,33	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94	2,04	2,14	
130	f [m]	1,45	1,56	1,67	1,79	1,91	2,03	2,15	2,27	2,39	2,51	
140	f [m]	1,68	1,81	1,94	2,08	2,22	2,36	2,50	2,64	2,77	2,91	
140	S , [N/mm ²]	55,27	51,65	48,4	45,49	42,9	40,59	38,53	36,68	35,03	33,54	40,00
	T , [daN]	386,9	361,5	338,8	318,4	300,3	284,1	269,7	256,8	245,2	234,8	
	f , m	1,733	1,855	1,979	2,106	2,233	2,36	2,487	2,611	2,735	2,856	
	f_i , m	1,759	1,883	2,01	2,138	2,267	2,395	2,522	2,647	2,771	2,892	
110	f [m]	1,07	1,15	1,22	1,30	1,38	1,46	1,54	1,61	1,69	1,76	
120	f [m]	1,27	1,36	1,45	1,55	1,64	1,73	1,83	1,92	2,01	2,10	
130	f [m]	1,49	1,60	1,71	1,82	1,93	2,04	2,14	2,25	2,36	2,46	
140	f [m]	1,73	1,85	1,98	2,11	2,23	2,36	2,49	2,61	2,73	2,86	

L1.4 Juhtmete CCST AAAC 99-AL7 W ja CCSX AAAC 99-AL7 W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel**Tabel L1.5. Juhtmete CCST AAAC 99-AL7 W ja CCSX AAAC 99-AL7 W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel**

Taandatud visang		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Koormusjuhtumid												
Piirtoulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936	0,0936
	Pinge [N/mm ²]	61,74	64,13	66,48	68,73	70,85	72,83	74,67	75,91	76,99	77,95	78,78
	Ripe [m]	0,12	0,18	0,25	0,33	0,42	0,52	0,63	0,75	0,88	1,02	1,17
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Vähim temperatuur -40°C (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376
	Pinge [N/mm ²]	105,97	104,10	101,85	99,25	96,31	93,09	89,64	86,01	82,28	78,54	74,88
	Ripe [m]	0,0709	0,1127	0,1659	0,2318	0,3119	0,4085	0,5237	0,6604	0,8216	1,0101	1,2288
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182	0,1182
	Pinge [N/mm ²]	65,85	69,46	72,93	76,22	79,32	82,20	84,89	87,39	89,71	91,87	93,87
	Ripe [m]	0,36	0,53	0,73	0,95	1,19	1,46	1,74	2,05	2,37	2,72	3,08
	Vertikaalne koormus [N/m]	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus + nimituulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1230	0,1230	0,1230	0,1230	0,1230	0,1230	0,1230	0,1229	0,1228	0,1227	0,1226
	Pinge [N/mm ²]	66,68	70,51	74,19	77,67	80,94	84,00	86,84	89,44	91,85	94,08	96,16
	Ripe [m]	0,3544	0,5237	0,7167	0,9318	1,1679	1,4243	1,7008	1,9983	2,3158	2,6532	3,0107
	Vertikaalne koormus [N/m]	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86
Suur tuulekoormus + nimijäitekoormus (informatiivne)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0890	0,0890	0,0890	0,0890	0,0890	0,0890	0,0890	0,0885	0,0881	0,0876	0,0873
	Pinge [N/mm ²]	60,99	63,14	65,26	67,30	69,22	71,02	72,69	73,99	75,16	76,21	77,16
	Ripe [m]	0,22	0,33	0,45	0,60	0,76	0,94	1,13	1,34	1,58	1,82	2,09
	Vertikaalne koormus [N/m]	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51
	Horisontaalne koormus [N/m]	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
Aasta keskmine temperatuur +5°C (vt jaotis 4.7)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376
	Pinge [N/mm ²]	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Ripe [m]	0,1878	0,2934	0,4225	0,5751	0,7511	0,9506	1,1736	1,4201	1,6900	1,9834	2,3003
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatuur +15°C (vt jaotis 5.6.3.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376
	Pinge [N/mm ²]	28,44	29,64	30,74	31,71	32,58	33,34	34,01	34,60	35,12	35,58	35,98

	Ripe [m]	0,26	0,40	0,55	0,73	0,92	1,14	1,38	1,64	1,92	2,23	2,56
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suurim ümbritseva keskkonna temperatuur +35°C (vt. jaotis 5.2.1)	Erikoormus [N/mm²xm]	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376
	Pinge [N/mm²]	15,63	18,00	20,08	21,91	23,53	24,97	26,26	27,41	28,44	29,36	30,19
	Ripe [m]	0,4806	0,6520	0,8418	1,0500	1,2768	1,5226	1,7877	2,0724	2,3770	2,7019	3,0474
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juhtme suurim temperatuur +60°C (vt. jaotised 5.6; 5.9)	Erikoormus [N/mm²xm]	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376	0,0376
	Pinge[N/mm²]	10,33	12,46	14,43	16,25	17,92	19,47	20,89	22,19	23,40	24,50	25,52
	Ripe [m]	0,73	0,94	1,17	1,42	1,68	1,95	2,25	2,56	2,89	3,24	3,61
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel L1.6. Juhtmete CCST AAAC 99-AL7 W ja CCSX AAAC 99-AL7 W paigaldustabel

VISANGU PIKKUS m	ÜHE JUHTME MONTEERIMISJÕUD T (daN=kgf), RIPE f ENNE JA RIPE f_i PEALE VENIMIST (m) ÕHUTEMPERAATUURIL t (°C)											AASTA KESKMINE PINGE N/mm ²
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
40	S , [N/mm ²]	75,43	68,19	61,04	54,02	47,2	40,67	34,61	29,2	24,63	20,97	40,00
	T , [daN]	746,7	675,1	604,3	534,8	467,2	402,6	342,6	289	243,8	207,6	
	f , m	0,1	0,11	0,123	0,139	0,159	0,185	0,217	0,257	0,305	0,358	
	f_i , m	0,099	0,11	0,123	0,14	0,161	0,188	0,222	0,264	0,314	0,368	
30	f [m]	,06	,06	,07	,08	,09	,10	,12	,14	,16	,18	
40	f [m]	,10	,11	,13	,14	,16	,18	,21	,25	,29	,33	
50	f [m]	,16	,18	,20	,22	,25	,29	,33	,39	,45	,51	
60	f [m]	,23	,25	,28	,32	,36	,42	,48	,56	,64	,73	
50	S , [N/mm ²]	74,06	66,97	60,02	53,26	46,78	40,71	35,18	30,36	26,31	23,04	40,00
	T , [daN]	733,2	663	594,2	527,3	463,1	403	348,3	300,5	260,5	228,1	
	f , m	0,158	0,175	0,196	0,22	0,251	0,288	0,334	0,387	0,446	0,509	
	f_i , m	0,158	0,176	0,197	0,222	0,254	0,293	0,341	0,396	0,457	0,522	
40	f [m]	,10	,11	,13	,14	,16	,18	,21	,25	,29	,33	
50	f [m]	,16	,18	,20	,22	,25	,29	,33	,39	,45	,51	
60	f [m]	,23	,25	,28	,32	,36	,42	,48	,56	,64	,73	
70	f [m]	,31	,34	,38	,43	,49	,57	,65	,76	,87	1,00	
60	S , [N/mm ²]	72,42	65,53	58,82	52,39	46,31	40,72	35,73	31,41	27,8	24,83	40,00
	T , [daN]	717	648,7	582,4	518,6	458,5	403,1	353,7	311	275,2	245,8	
	f , m	0,233	0,258	0,287	0,323	0,365	0,415	0,473	0,538	0,608	0,681	
	f_i , m	0,234	0,259	0,289	0,326	0,37	0,422	0,483	0,55	0,621	0,695	
50	f [m]	,16	,18	,20	,22	,25	,29	,33	,37	,42	,47	
60	f [m]	,23	,26	,29	,32	,36	,42	,47	,54	,61	,68	
70	f [m]	,32	,35	,39	,44	,50	,56	,64	,73	,83	,93	
80	f [m]	,41	,46	,51	,57	,65	,74	,84	,96	1,08	1,21	
90	f [m]	,53	,58	,65	,73	,82	,93	1,06	1,21	1,37	1,53	
70	S , [N/mm ²]	70,56	63,91	57,51	51,45	45,82	40,72	36,22	32,36	29,1	26,39	40,00
	T , [daN]	698,6	632,7	569,4	509,3	453,6	403,1	358,6	320,3	288,1	261,3	
	f , m	0,326	0,36	0,4	0,447	0,502	0,565	0,635	0,711	0,79	0,872	
	f_i , m	0,327	0,362	0,404	0,453	0,51	0,575	0,648	0,725	0,806	0,888	
50	f [m]	,17	,18	,20	,23	,26	,29	,32	,36	,40	,44	
60	f [m]	,24	,26	,29	,33	,37	,42	,47	,52	,58	,64	
70	f [m]	,33	,36	,40	,45	,50	,56	,64	,71	,79	,87	
80	f [m]	,43	,47	,52	,58	,66	,74	,83	,93	1,03	1,14	
90	f [m]	,54	,59	,66	,74	,83	,93	1,05	1,18	1,31	1,44	
100	f [m]	,67	,73	,82	,91	1,02	1,15	1,30	1,45	1,61	1,78	
80	S , [N/mm ²]	68,52	62,17	56,13	50,48	45,32	40,7	36,66	33,19	30,24	27,76	40,00
	T , [daN]	678,4	615,5	555,7	499,8	448,7	402,9	362,9	328,6	299,4	274,8	
	f , m	0,438	0,483	0,535	0,595	0,663	0,738	0,82	0,905	0,993	1,082	
	f_i , m	0,441	0,487	0,541	0,603	0,673	0,751	0,835	0,922	1,012	1,101	
60	f [m]	,25	,27	,30	,33	,37	,42	,46	,51	,56	,61	
70	f [m]	,34	,37	,41	,46	,51	,57	,63	,69	,76	,83	
80	f [m]	,44	,48	,54	,60	,66	,74	,82	,91	,99	1,08	
90	f [m]	,55	,61	,68	,75	,84	,93	1,04	1,15	1,26	1,37	
100	f [m]	,69	,76	,84	,93	1,04	1,15	1,28	1,41	1,55	1,69	
110	f [m]	,83	,91	1,01	1,13	1,25	1,40	1,55	1,71	1,88	2,05	
90	S , [N/mm ²]	66,37	60,37	54,73	49,54	44,84	40,68	37,05	33,92	31,24	28,96	40,00
	T , [daN]	657,1	597,6	541,8	490,4	443,9	402,7	366,8	335,8	309,3	286,7	
	f , m	0,573	0,63	0,695	0,768	0,848	0,935	1,026	1,121	1,217	1,313	
	f_i , m	0,577	0,636	0,703	0,778	0,861	0,951	1,044	1,14	1,237	1,334	
70	f [m]	,35	,38	,42	,46	,51	,57	,62	,68	,74	,79	

80	f [m]	,45	,50	,55	,61	,67	,74	,81	,89	,96	1,04	
90	f [m]	,57	,63	,69	,77	,85	,93	1,03	1,12	1,22	1,31	
100	f [m]	,71	,78	,86	,95	1,05	1,15	1,27	1,38	1,50	1,62	
110	f [m]	,86	,94	1,04	1,15	1,27	1,40	1,53	1,67	1,82	1,96	
120	f [m]	1,02	1,12	1,24	1,36	1,51	1,66	1,82	1,99	2,16	2,33	
130	f [m]	1,20	1,31	1,45	1,60	1,77	1,95	2,14	2,34	2,54	2,74	
140	f [m]	1,39	1,52	1,68	1,86	2,05	2,26	2,48	2,71	2,94	3,18	
100	S , [N/mm ²]	64,17	58,56	53,36	48,63	44,39	40,65	37,38	34,56	32,12	30,02	40,00
	T , [daN]	635,3	579,8	528,3	481,4	439,4	402,4	370,1	342,1	318	297,2	
	f , m	0,732	0,802	0,88	0,965	1,058	1,155	1,256	1,358	1,461	1,564	
	f_i , m	0,738	0,81	0,891	0,979	1,074	1,174	1,276	1,38	1,484	1,587	
80	f [m]	,47	,51	,56	,62	,68	,74	,80	,87	,94	1,00	
90	f [m]	,59	,65	,71	,78	,86	,94	1,02	1,10	1,18	1,27	
100	f [m]	,73	,80	,88	,97	1,06	1,15	1,26	1,36	1,46	1,56	
110	f [m]	,89	,97	1,06	1,17	1,28	1,40	1,52	1,64	1,77	1,89	
120	f [m]	1,05	1,15	1,27	1,39	1,52	1,66	1,81	1,96	2,10	2,25	
130	f [m]	1,24	1,35	1,49	1,63	1,79	1,95	2,12	2,30	2,47	2,64	
140	f [m]	1,43	1,57	1,72	1,89	2,07	2,26	2,46	2,66	2,86	3,07	
110	S , [N/mm ²]	61,99	56,81	52,06	47,78	43,97	40,61	37,68	35,12	32,89	30,95	40,00
	T , [daN]	613,7	562,4	515,4	473	435,3	402,1	373	347,7	325,6	306,4	
	f , m	0,916	1	1,091	1,189	1,292	1,399	1,508	1,618	1,727	1,835	
	f_i , m	0,925	1,012	1,105	1,206	1,311	1,42	1,531	1,642	1,752	1,861	
80	f [m]	,48	,53	,58	,63	,68	,74	,80	,86	,91	,97	
90	f [m]	,61	,67	,73	,80	,86	,94	1,01	1,08	1,16	1,23	
100	f [m]	,76	,83	,90	,98	1,07	1,16	1,25	1,34	1,43	1,52	
110	f [m]	,92	1,00	1,09	1,19	1,29	1,40	1,51	1,62	1,73	1,84	
120	f [m]	1,09	1,19	1,30	1,41	1,54	1,66	1,79	1,92	2,06	2,18	
130	f [m]	1,28	1,40	1,52	1,66	1,80	1,95	2,11	2,26	2,41	2,56	
140	f [m]	1,48	1,62	1,77	1,93	2,09	2,27	2,44	2,62	2,80	2,97	
120	S , [N/mm ²]	59,88	55,15	50,86	47,01	43,59	40,58	37,93	35,61	33,57	31,77	40,00
	T , [daN]	592,8	546	503,5	465,4	431,6	401,7	375,5	352,5	332,3	314,5	
	f , m	1,129	1,226	1,329	1,438	1,551	1,666	1,782	1,899	2,014	2,128	
	f_i , m	1,141	1,241	1,347	1,458	1,573	1,69	1,808	1,925	2,041	2,155	
100	f [m]	,78	,85	,92	1,00	1,08	1,16	1,24	1,32	1,40	1,48	
110	f [m]	,95	1,03	1,12	1,21	1,30	1,40	1,50	1,60	1,69	1,79	
120	f [m]	1,13	1,23	1,33	1,44	1,55	1,67	1,78	1,90	2,01	2,13	
130	f [m]	1,32	1,44	1,56	1,69	1,82	1,96	2,09	2,23	2,36	2,50	
140	f [m]	1,54	1,67	1,81	1,96	2,11	2,27	2,43	2,58	2,74	2,90	
130	S , [N/mm ²]	57,9	53,62	49,76	46,31	43,25	40,54	38,15	36,03	34,16	32,5	40,00
	T , [daN]	573,2	530,8	492,6	458,5	428,2	401,4	377,7	356,7	338,2	321,7	
	f , m	1,37	1,48	1,594	1,713	1,834	1,957	2,08	2,202	2,322	2,441	
	f_i , m	1,386	1,498	1,615	1,736	1,859	1,983	2,107	2,23	2,351	2,47	
100	f [m]	,81	,88	,94	1,01	1,09	1,16	1,23	1,30	1,37	1,44	
110	f [m]	,98	1,06	1,14	1,23	1,31	1,40	1,49	1,58	1,66	1,75	
120	f [m]	1,17	1,26	1,36	1,46	1,56	1,67	1,77	1,88	1,98	2,08	
130	f [m]	1,37	1,48	1,59	1,71	1,83	1,96	2,08	2,20	2,32	2,44	
140	f [m]	1,59	1,72	1,85	1,99	2,13	2,27	2,41	2,55	2,69	2,83	
140	S , [N/mm ²]	56,07	52,23	48,78	45,69	42,95	40,51	38,34	36,41	34,69	33,14	40,00
	T , [daN]	555,1	517,1	482,9	452,4	425,2	401	379,6	360,5	343,4	328,1	
	f , m	1,641	1,762	1,886	2,014	2,142	2,271	2,4	2,527	2,653	2,776	
	f_i , m	1,66	1,784	1,911	2,04	2,17	2,3	2,43	2,557	2,683	2,807	
110	f [m]	1,01	1,09	1,16	1,24	1,32	1,40	1,48	1,56	1,64	1,71	
120	f [m]	1,21	1,29	1,39	1,48	1,57	1,67	1,76	1,86	1,95	2,04	
130	f [m]	1,41	1,52	1,63	1,74	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,39	
140	f [m]	1,64	1,76	1,89	2,01	2,14	2,27	2,40	2,53	2,65	2,78	

L1.5 Juhtmete CCST ACSR 62-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 62-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Tabel L1.7. Juhtmete CCST ACSR 62-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 62-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Taandatud visang		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Koormusjuhtumid												
Piirtuulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270	0,1270
	Pinge [N/mm ²]	70,98	74,55	77,92	81,04	83,91	86,52	88,90	90,44	91,76	92,89	93,86
	Ripe [m]	0,14	0,20	0,28	0,37	0,47	0,57	0,69	0,82	0,96	1,11	1,28
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27
Vähim temperatuur - 40°C (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489
	Pinge [N/mm ²]	108,19	105,36	101,99	98,17	93,99	89,57	85,06	80,62	76,40	72,51	69,04
	Ripe [m]	0,0904	0,1450	0,2157	0,3050	0,4161	0,5527	0,7185	0,9172	1,1519	1,4244	1,7350
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655	0,1655
	Pinge [N/mm ²]	77,95	83,28	88,25	92,84	97,06	100,94	104,50	107,76	110,76	113,51	116,04
	Ripe [m]	0,42	0,62	0,84	1,09	1,36	1,66	1,98	2,32	2,69	3,08	3,50
	Vertikaalne koormus [N/m]	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus + nimituulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721	0,1721
	Pinge [N/mm ²]	79,12	84,73	89,94	94,76	99,20	103,27	107,01	110,39	113,48	116,32	118,93
	Ripe [m]	0,4184	0,6106	0,8282	1,0700	1,3350	1,6230	1,9336	2,2682	2,6257	3,0063	3,4102
	Vertikaalne koormus [N/m]	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
Suur tuulekoormus + nimijäitekoormus (informatiivne)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1216	0,1216	0,1216	0,1216	0,1216	0,1216	0,1216	0,1209	0,1203	0,1197	0,1192
	Pinge [N/mm ²]	70,00	73,30	76,42	79,31	81,96	84,39	86,59	88,26	89,74	91,04	92,20
	Ripe [m]	0,26	0,38	0,53	0,69	0,88	1,08	1,30	1,54	1,80	2,08	2,38
	Vertikaalne koormus [N/m]	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
	Horisontaalne koormus [N/m]	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
Aasta keskmine temperatuur +5°C (vt jaotis 4.7)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489
	Pinge [N/mm ²]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
	Ripe [m]	0,2173	0,3395	0,4889	0,6655	0,8692	1,1001	1,3581	1,6433	1,9557	2,2952	2,6619
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatuur +15°C	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489

(vt jaotis 5.6.3.1)	Pinge [N/mm ²]	34,32	35,64	36,81	37,82	38,69	39,43	40,07	40,62	41,09	41,50	41,85
	Ripe [m]	0,28	0,43	0,60	0,79	1,01	1,26	1,53	1,82	2,14	2,49	2,86
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suurim ümbritseva keskkonna temperatuur +35°C	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489
	Pinge [N/mm ²]	21,27	24,04	26,40	28,43	30,19	31,71	33,04	34,20	35,22	36,12	36,91
	Ripe [m]	0,4596	0,6356	0,8334	1,0534	1,2958	1,5611	1,8497	2,1620	2,4985	2,8595	3,2453
(vt. jaotis 5.2.1)	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juhtme suurim temperatuur +60°C	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489	0,0489
	Pinge [N/mm ²]	14,63	17,40	19,87	22,10	24,09	25,88	27,49	28,94	30,24	31,41	32,46
(vt. jaotised 5.6; 5.9)	Ripe [m]	0,67	0,88	1,11	1,36	1,62	1,91	2,22	2,56	2,91	3,29	3,69
	Vertikaalne koormus [N/m]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel L1.8. Juhtmete CCST ACSR 62-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 62-AL1/ST1A W paigaldustabel

VISANGU PIKKUS m	ÜHE JUHTME MONTEERIMISJÕUD T (daN=kgf), RIPE f ENNE JA RIPE f _i PEALE VENIMIST (m) ÕHUTEMPERATUURIL t (°C)											AASTA KESKMINE PINGE N/mm ²
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
40	S, [N/mm ²]	78,85	73,48	68,15	62,9	57,74	52,7	47,82	43,15	38,76	34,7	45,00
	T, [daN]	488,9	455,5	422,5	390	358	326,7	296,5	267,5	240,3	215,2	
	f, m	0,124	0,133	0,143	0,155	0,169	0,186	0,204	0,227	0,252	0,282	
	f _i , m	0,124	0,137	0,151	0,169	0,191	0,217	0,249	0,285	0,326	0,369	
30	f [m]	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,11	,12	,14	,15	
40	f [m]	,12	,13	,14	,16	,17	,18	,20	,22	,24	,27	
50	f [m]	,19	,21	,22	,24	,26	,29	,31	,34	,38	,42	
60	f [m]	,28	,30	,32	,35	,38	,41	,45	,50	,54	,60	
50	S, [N/mm ²]	78,58	73,33	68,15	63,08	58,13	53,34	48,75	44,41	40,37	36,68	45,00
	T, [daN]	487,2	454,6	422,5	391,1	360,4	330,7	302,2	275,4	250,3	227,4	
	f, m	0,194	0,208	0,224	0,242	0,263	0,286	0,313	0,344	0,378	0,417	
	f _i , m	0,2	0,219	0,243	0,27	0,302	0,34	0,382	0,429	0,479	0,531	
40	f [m]	,12	,13	,14	,16	,17	,18	,20	,22	,24	,27	
50	f [m]	,19	,21	,22	,24	,26	,29	,31	,34	,38	,42	
60	f [m]	,28	,30	,32	,35	,38	,41	,45	,50	,54	,60	
70	f [m]	,38	,41	,44	,47	,52	,56	,61	,67	,74	,82	
60	S, [N/mm ²]	77,87	72,77	67,77	62,91	58,2	53,69	49,41	45,4	41,7	38,33	45,00
	T, [daN]	482,8	451,1	420,2	390	360,8	332,9	306,3	281,5	258,5	237,6	
	f, m	0,283	0,302	0,325	0,35	0,378	0,41	0,445	0,485	0,528	0,574	
	f _i , m	0,297	0,326	0,359	0,397	0,441	0,489	0,542	0,598	0,656	0,715	
50	f [m]	,20	,21	,23	,24	,26	,28	,31	,34	,37	,40	
60	f [m]	,28	,30	,32	,35	,38	,41	,45	,48	,53	,57	
70	f [m]	,38	,41	,44	,48	,51	,56	,61	,66	,72	,78	
80	f [m]	,50	,54	,58	,62	,67	,73	,79	,86	,94	1,02	
90	f [m]	,64	,68	,73	,79	,85	,92	1,00	1,09	1,19	1,29	
70	S, [N/mm ²]	76,76	71,84	67,06	62,44	58,01	53,79	49,83	46,15	42,77	39,7	45,00
	T, [daN]	475,9	445,4	415,8	387,1	359,6	333,5	309	286,1	265,2	246,1	
	f, m	0,39	0,417	0,447	0,48	0,516	0,557	0,601	0,649	0,7	0,754	
	f _i , m	0,42	0,459	0,503	0,552	0,607	0,665	0,728	0,792	0,857	0,923	
50	f [m]	,20	,21	,23	,24	,26	,28	,31	,33	,36	,38	
60	f [m]	,29	,31	,33	,35	,38	,41	,44	,48	,51	,55	
70	f [m]	,39	,42	,45	,48	,52	,56	,60	,65	,70	,75	
80	f [m]	,51	,54	,58	,63	,67	,73	,78	,85	,91	,99	
90	f [m]	,64	,69	,74	,79	,85	,92	,99	1,07	1,16	1,25	
100	f [m]	,80	,85	,91	,98	1,05	1,14	1,23	1,32	1,43	1,54	
80	S, [N/mm ²]	75,31	70,62	66,08	61,73	57,6	53,7	50,06	46,69	43,61	40,81	45,00
	T, [daN]	466,9	437,8	409,7	382,7	357,1	332,9	310,4	289,5	270,4	253	
	f, m	0,519	0,554	0,592	0,634	0,679	0,728	0,781	0,838	0,897	0,958	
	f _i , m	0,57	0,62	0,676	0,737	0,801	0,869	0,939	1,011	1,083	1,155	
60	f [m]	,29	,31	,33	,36	,38	,41	,44	,47	,50	,54	
70	f [m]	,40	,42	,45	,49	,52	,56	,60	,64	,69	,73	
80	f [m]	,52	,55	,59	,63	,68	,73	,78	,84	,90	,96	
90	f [m]	,66	,70	,75	,80	,86	,92	,99	1,06	1,14	1,21	
100	f [m]	,81	,87	,92	,99	1,06	1,14	1,22	1,31	1,40	1,50	
110	f [m]	,98	1,05	1,12	1,20	1,28	1,38	1,48	1,58	1,70	1,81	
90	S, [N/mm ²]	73,6	69,16	64,9	60,85	57,03	53,45	50,13	47,07	44,27	41,72	45,00
	T, [daN]	456,3	428,8	402,4	377,3	353,6	331,4	310,8	291,8	274,5	258,7	
	f, m	0,673	0,716	0,763	0,813	0,868	0,926	0,988	1,052	1,118	1,187	
	f _i , m	0,75	0,813	0,879	0,95	1,024	1,1	1,177	1,255	1,333	1,41	
70	f [m]	,41	,43	,46	,49	,53	,56	,60	,64	,68	,72	
80	f [m]	,53	,57	,60	,64	,69	,73	,78	,83	,88	,94	
90	f [m]	,67	,72	,76	,81	,87	,93	,99	1,05	1,12	1,19	
100	f [m]	,83	,88	,94	1,00	1,07	1,14	1,22	1,30	1,38	1,46	
110	f [m]	1,00	1,07	1,14	1,22	1,30	1,38	1,48	1,57	1,67	1,77	
120	f [m]	1,20	1,27	1,36	1,45	1,54	1,65	1,76	1,87	1,99	2,11	
130	f [m]	1,40	1,49	1,59	1,70	1,81	1,93	2,06	2,19	2,33	2,48	
140	f [m]	1,63	1,73	1,85	1,97	2,10	2,24	2,39	2,54	2,71	2,87	
100	S, [N/mm ²]	71,71	67,56	63,6	59,87	56,36	53,1	50,08	47,31	44,77	42,45	45,00
	T, [daN]	444,6	418,8	394,3	371,2	349,4	329,2	310,5	293,3	277,6	263,2	
	f, m	0,852	0,905	0,961	1,021	1,084	1,151	1,22	1,292	1,365	1,44	

	f_i , m	0,963	1,036	1,113	1,193	1,275	1,358	1,442	1,525	1,608	1,69	
80	f [m]	,55	,58	,61	,65	,69	,74	,78	,83	,87	,92	
90	f [m]	,69	,73	,78	,83	,88	,93	,99	1,05	1,11	1,17	
100	f [m]	,85	,90	,96	1,02	1,08	1,15	1,22	1,29	1,37	1,44	
110	f [m]	1,03	1,09	1,16	1,24	1,31	1,39	1,48	1,56	1,65	1,74	
120	f [m]	1,23	1,30	1,38	1,47	1,56	1,66	1,76	1,86	1,97	2,07	
130	f [m]	1,44	1,53	1,62	1,73	1,83	1,95	2,06	2,18	2,31	2,43	
140	f [m]	1,67	1,77	1,88	2,00	2,13	2,26	2,39	2,53	2,68	2,82	
110	S , [N/mm ²]	69,71	65,86	62,23	58,82	55,63	52,68	49,95	47,44	45,14	43,03	45,00
	T , [daN]	432,2	408,3	385,8	364,7	344,9	326,6	309,7	294,1	279,8	266,8	
	f , m	1,061	1,123	1,188	1,257	1,329	1,404	1,481	1,559	1,638	1,719	
	f_i , m	1,209	1,292	1,378	1,466	1,554	1,643	1,732	1,82	1,908	1,994	
80	f [m]	,56	,59	,63	,67	,70	,74	,78	,82	,87	,91	
90	f [m]	,71	,75	,80	,84	,89	,94	,99	1,04	1,10	1,15	
100	f [m]	,88	,93	,98	1,04	1,10	1,16	1,22	1,29	1,35	1,42	
110	f [m]	1,06	1,12	1,19	1,26	1,33	1,40	1,48	1,56	1,64	1,72	
120	f [m]	1,26	1,34	1,41	1,50	1,58	1,67	1,76	1,86	1,95	2,05	
130	f [m]	1,48	1,57	1,66	1,76	1,86	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	
140	f [m]	1,72	1,82	1,92	2,04	2,15	2,27	2,40	2,53	2,65	2,78	
120	S , [N/mm ²]	67,68	64,16	60,85	57,76	54,88	52,22	49,76	47,49	45,41	43,5	45,00
	T , [daN]	419,6	397,8	377,3	358,1	340,3	323,8	308,5	294,5	281,5	269,7	
	f , m	1,3	1,372	1,446	1,524	1,603	1,685	1,769	1,853	1,938	2,023	
	f_i , m	1,488	1,58	1,673	1,767	1,862	1,956	2,049	2,142	2,233	2,323	
100	f [m]	,90	,95	1,00	1,06	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35	1,41	
110	f [m]	1,09	1,15	1,22	1,28	1,35	1,42	1,49	1,56	1,63	1,70	
120	f [m]	1,30	1,37	1,45	1,52	1,60	1,69	1,77	1,85	1,94	2,02	
130	f [m]	1,53	1,61	1,70	1,79	1,88	1,98	2,08	2,17	2,27	2,37	
140	f [m]	1,77	1,87	1,97	2,07	2,18	2,29	2,41	2,52	2,64	2,75	
130	S , [N/mm ²]	65,71	62,51	59,52	56,74	54,15	51,76	49,54	47,49	45,61	43,87	45,00
	T , [daN]	407,4	387,6	369	351,8	335,7	320,9	307,1	294,5	282,8	272	
	f , m	1,572	1,652	1,735	1,82	1,907	1,996	2,085	2,175	2,265	2,354	
	f_i , m	1,8	1,899	1,998	2,098	2,197	2,295	2,393	2,489	2,584	2,677	
100	f [m]	,93	,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,29	1,34	1,39	
110	f [m]	1,13	1,18	1,24	1,30	1,37	1,43	1,49	1,56	1,62	1,69	
120	f [m]	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,70	1,78	1,85	1,93	2,01	
130	f [m]	1,57	1,65	1,74	1,82	1,91	2,00	2,08	2,17	2,26	2,35	
140	f [m]	1,82	1,92	2,01	2,11	2,21	2,31	2,42	2,52	2,63	2,73	
140	S , [N/mm ²]	63,83	60,95	58,27	55,77	53,45	51,3	49,3	47,46	45,75	44,16	45,00
	T , [daN]	395,7	377,9	361,3	345,8	331,4	318	305,7	294,2	283,6	273,8	
	f , m	1,877	1,965	2,056	2,148	2,241	2,335	2,43	2,524	2,618	2,712	
	f_i , m	2,143	2,248	2,353	2,457	2,56	2,662	2,763	2,862	2,96	3,057	
110	f [m]	1,16	1,21	1,27	1,33	1,38	1,44	1,50	1,56	1,62	1,67	
120	f [m]	1,38	1,44	1,51	1,58	1,65	1,72	1,78	1,85	1,92	1,99	
130	f [m]	1,62	1,69	1,77	1,85	1,93	2,01	2,09	2,18	2,26	2,34	
140	f [m]	1,88	1,97	2,06	2,15	2,24	2,34	2,43	2,52	2,62	2,71	

L1.6 Juhtmete CCST ACSR 99-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 99-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Tabel L1.9. Juhtmete CCST ACSR 99-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR 99-AL1/ST1A W koormused ja ripped erinevatel koormusjuhtumitel

Taandatud visang		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Koormusjuhtumid												
Piirtuulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966	0,0966
	Pinge [N/mm ²]	66,31	68,58	70,80	72,91	74,86	76,67	78,32	79,35	80,23	80,97	81,60
	Ripe [m]	0,13	0,20	0,28	0,37	0,48	0,59	0,71	0,85	1,00	1,16	1,34
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Vähim temperatuur - 40°C (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445
	Pinge [N/mm ²]	109,07	106,70	103,87	100,63	97,03	93,16	89,12	85,02	80,97	77,09	73,48
	Ripe [m]	0,0816	0,1303	0,1928	0,2708	0,3668	0,4835	0,6240	0,7915	0,9891	1,2191	1,4834
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251	0,1251
	Pinge [N/mm ²]	71,37	75,15	78,75	82,13	85,27	88,17	90,84	93,29	95,55	97,63	99,54
	Ripe [m]	0,35	0,52	0,71	0,93	1,17	1,44	1,72	2,03	2,36	2,71	3,08
	Vertikaalne koormus [N/m]	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piirjätekoormus + nimituulekoormus (vt tabel 4.13/EE.1)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297	0,1297
	Pinge [N/mm ²]	72,20	76,20	80,01	83,58	86,89	89,95	92,78	95,32	97,67	99,81	101,79
	Ripe [m]	0,3465	0,5130	0,7036	0,9168	1,1518	1,4081	1,6855	1,9849	2,3056	2,6476	3,0111
	Vertikaalne koormus [N/m]	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38
	Horisontaalne koormus [N/m]	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86	8,86
Suur tuulekoormus + nimijäitekoormus (informatiivne)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943	0,0943
	Pinge [N/mm ²]	65,90	68,05	70,15	72,13	73,98	75,69	77,25	78,44	79,49	80,41	81,23
	Ripe [m]	0,22	0,33	0,47	0,62	0,79	0,97	1,18	1,40	1,65	1,91	2,19
	Vertikaalne koormus [N/m]	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
	Horisontaalne koormus [N/m]	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
Aasta keskmine temperatuur +5°C (vt jaotis 4.7)	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445
	Pinge [N/mm ²]	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
	Ripe [m]	0,1977	0,3090	0,4449	0,6056	0,7910	1,0011	1,2359	1,4954	1,7797	2,0886	2,4223
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatuur +15°C	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445

(vt jaotis 5.6.3.1)	Pingsus [N/mm ²]	33,82	35,07	36,20	37,20	38,08	38,84	39,50	40,08	40,58	41,02	41,40
	Ripe [m]	0,26	0,40	0,55	0,73	0,93	1,16	1,41	1,68	1,97	2,29	2,63
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suurim ümbritseva keskkonna temperatuur +35°C	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445
	Pinge [N/mm ²]	20,16	22,85	25,17	27,18	28,95	30,49	31,85	33,05	34,12	35,06	35,90
	Ripe [m]	0,4414	0,6085	0,7955	1,0025	1,2296	1,4774	1,7460	2,0359	2,3475	2,6809	3,0366
	(vt. jaotis 5.2.1)											
Juhtme suurim temperatuur +60°C	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Erikoormus [N/mm ² xm]	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445	0,0445
	Pinge [N/mm ²]	13,56	16,19	18,57	20,72	22,68	24,45	26,05	27,51	28,83	30,03	31,12
(vt. jaotised 5.6; 5.9)	Ripe [m]	0,66	0,86	1,08	1,32	1,57	1,84	2,13	2,45	2,78	3,13	3,50
	Vertikaalne koormus [N/m]	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
	Horisontaalne koormus [N/m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel L1.10. Juhtmete CCST ACSR 99-AL1/ST1A W ja CCSX ACSR99-AL1/ST1A W paigaldustabel

VISANGU PIKKUS m	ÜHE JUHTME MONTEERIMISJÕUD T (daN=kgf), RIPE f ENNE JA RIPE f_i PEALE VENIMIST (m) ÕHUTEMPERATUURIL t (°C)											AASTA KESKMINE PINGE N/mm ²
		-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
40	S , [N/mm ²]	77,61	72,21	66,85	61,56	56,35	51,26	46,32	41,59	37,13	33,02	45,00
	T , [daN]	768,4	714,9	661,8	609,4	557,9	507,5	458,6	411,7	367,6	326,9	
	f , m	0,115	0,123	0,133	0,145	0,158	0,174	0,192	0,214	0,24	0,27	
	f_i , m	0,112	0,123	0,137	0,153	0,173	0,198	0,228	0,263	0,304	0,348	
30	f [m]	,06	,07	,08	,08	,09	,10	,11	,12	,13	,14	
40	f [m]	,12	,12	,13	,14	,16	,17	,19	,21	,23	,26	
50	f [m]	,18	,19	,21	,23	,25	,27	,30	,33	,36	,40	
60	f [m]	,26	,28	,30	,33	,35	,39	,43	,47	,52	,58	
50	S , [N/mm ²]	77,25	71,95	66,73	61,6	56,59	51,73	47,07	42,66	38,55	34,81	45,00
	T , [daN]	764,7	712,3	660,6	609,8	560,2	512,1	466	422,3	381,7	344,6	
	f , m	0,18	0,193	0,208	0,226	0,246	0,269	0,295	0,326	0,361	0,399	
	f_i , m	0,179	0,197	0,218	0,243	0,273	0,309	0,35	0,396	0,447	0,5	
40	f [m]	,12	,12	,13	,14	,16	,17	,19	,21	,23	,26	
50	f [m]	,18	,19	,21	,23	,25	,27	,30	,33	,36	,40	
60	f [m]	,26	,28	,30	,33	,35	,39	,43	,47	,52	,58	
70	f [m]	,35	,38	,41	,44	,48	,53	,58	,64	,71	,78	
60	S , [N/mm ²]	76,55	71,4	66,34	61,4	56,61	52,01	47,65	43,56	39,79	36,37	45,00
	T , [daN]	757,9	706,8	656,7	607,8	560,4	514,9	471,7	431,3	393,9	360	
	f , m	0,262	0,28	0,302	0,326	0,354	0,385	0,42	0,46	0,503	0,551	
	f_i , m	0,265	0,291	0,322	0,357	0,398	0,445	0,497	0,553	0,612	0,673	
50	f [m]	,18	,19	,21	,23	,25	,27	,29	,32	,35	,38	
60	f [m]	,26	,28	,30	,33	,35	,38	,42	,46	,50	,55	
70	f [m]	,36	,38	,41	,44	,48	,52	,57	,63	,68	,75	
80	f [m]	,46	,50	,54	,58	,63	,68	,75	,82	,89	,98	
90	f [m]	,59	,63	,68	,73	,80	,87	,95	1,03	1,13	1,24	
70	S , [N/mm ²]	75,55	70,56	65,69	60,97	56,44	52,13	48,07	44,29	40,84	37,7	45,00
	T , [daN]	748	698,5	650,3	603,7	558,8	516,1	475,9	438,5	404,3	373,3	
	f , m	0,361	0,386	0,415	0,447	0,483	0,523	0,567	0,615	0,667	0,723	
	f_i , m	0,373	0,409	0,449	0,496	0,548	0,606	0,667	0,733	0,8	0,868	
50	f [m]	,18	,20	,21	,23	,25	,27	,29	,31	,34	,37	
60	f [m]	,26	,28	,30	,33	,35	,38	,42	,45	,49	,53	
70	f [m]	,36	,39	,41	,45	,48	,52	,57	,62	,67	,72	
80	f [m]	,47	,50	,54	,58	,63	,68	,74	,80	,87	,94	
90	f [m]	,60	,64	,69	,74	,80	,86	,94	1,02	1,10	1,19	
100	f [m]	,74	,79	,85	,91	,99	1,07	1,16	1,26	1,36	1,48	
80	S , [N/mm ²]	74,29	69,49	64,84	60,37	56,11	52,09	48,34	44,87	41,71	38,84	45,00
	T , [daN]	735,4	687,9	641,9	597,7	555,5	515,7	478,6	444,2	412,9	384,5	
	f , m	0,479	0,512	0,549	0,59	0,634	0,683	0,736	0,793	0,853	0,916	
	f_i , m	0,504	0,551	0,603	0,661	0,724	0,791	0,862	0,935	1,009	1,083	
60	f [m]	,27	,29	,31	,33	,36	,38	,41	,45	,48	,52	
70	f [m]	,37	,39	,42	,45	,49	,52	,56	,61	,65	,70	
80	f [m]	,48	,51	,55	,59	,63	,68	,74	,79	,85	,92	
90	f [m]	,61	,65	,69	,75	,80	,86	,93	1,00	1,08	1,16	
100	f [m]	,75	,80	,86	,92	,99	1,07	1,15	1,24	1,33	1,43	
110	f [m]	,91	,97	1,04	1,11	1,20	1,29	1,39	1,50	1,61	1,73	
90	S , [N/mm ²]	72,8	68,22	63,83	59,63	55,66	51,94	48,49	45,32	42,42	39,8	45,00
	T , [daN]	720,7	675,4	631,9	590,3	551,1	514,2	480,1	448,6	420	394	
	f , m	0,619	0,66	0,706	0,755	0,809	0,867	0,929	0,994	1,062	1,132	
	f_i , m	0,661	0,719	0,783	0,852	0,925	1,001	1,08	1,16	1,24	1,32	

70	f [m]	,37	,40	,43	,46	,49	,52	,56	,60	,64	,68	
80	f [m]	,49	,52	,56	,60	,64	,69	,73	,79	,84	,89	
90	f [m]	,62	,66	,71	,76	,81	,87	,93	,99	1,06	1,13	
100	f [m]	,76	,82	,87	,93	1,00	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40	
110	f [m]	,92	,99	1,05	1,13	1,21	1,30	1,39	1,48	1,59	1,69	
120	f [m]	1,10	1,17	1,25	1,34	1,44	1,54	1,65	1,77	1,89	2,01	
130	f [m]	1,29	1,38	1,47	1,58	1,69	1,81	1,94	2,07	2,22	2,36	
140	f [m]	1,50	1,60	1,71	1,83	1,96	2,10	2,25	2,41	2,57	2,74	
100	S , [N/mm ²]	71,15	66,83	62,7	58,8	55,13	51,71	48,55	45,65	43,01	40,6	45,00
	T , [daN]	704,4	661,6	620,8	582,1	545,8	511,9	480,6	451,9	425,8	402	
	f , m	0,782	0,832	0,887	0,946	1,009	1,076	1,146	1,218	1,293	1,37	
	f_i , m	0,846	0,916	0,991	1,069	1,151	1,236	1,322	1,408	1,494	1,579	
80	f [m]	,50	,53	,57	,61	,65	,69	,73	,78	,83	,88	
90	f [m]	,63	,67	,72	,77	,82	,87	,93	,99	1,05	1,11	
100	f [m]	,78	,83	,89	,95	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29	1,37	
110	f [m]	,95	1,01	1,07	1,14	1,22	1,30	1,39	1,47	1,56	1,66	
120	f [m]	1,13	1,20	1,28	1,36	1,45	1,55	1,65	1,75	1,86	1,97	
130	f [m]	1,32	1,41	1,50	1,60	1,70	1,82	1,94	2,06	2,19	2,31	
140	f [m]	1,53	1,63	1,74	1,85	1,98	2,11	2,25	2,39	2,53	2,68	
110	S , [N/mm ²]	69,39	65,34	61,51	57,9	54,54	51,41	48,53	45,89	43,47	41,28	45,00
	T , [daN]	686,9	646,9	609	573,3	539,9	509	480,4	454,3	430,4	408,6	
	f , m	0,97	1,03	1,094	1,162	1,234	1,309	1,387	1,467	1,548	1,63	
	f_i , m	1,061	1,142	1,226	1,314	1,404	1,495	1,587	1,679	1,77	1,86	
80	f [m]	,51	,54	,58	,61	,65	,69	,73	,78	,82	,86	
90	f [m]	,65	,69	,73	,78	,83	,88	,93	,98	1,04	1,09	
100	f [m]	,80	,85	,90	,96	1,02	1,08	1,15	1,21	1,28	1,35	
110	f [m]	,97	1,03	1,09	1,16	1,23	1,31	1,39	1,47	1,55	1,63	
120	f [m]	1,15	1,23	1,30	1,38	1,47	1,56	1,65	1,75	1,84	1,94	
130	f [m]	1,35	1,44	1,53	1,62	1,72	1,83	1,94	2,05	2,16	2,28	
140	f [m]	1,57	1,67	1,77	1,88	2,00	2,12	2,25	2,38	2,51	2,64	
120	S , [N/mm ²]	67,59	63,84	60,3	57	53,92	51,08	48,46	46,05	43,85	41,84	45,00
	T , [daN]	669,1	632	597	564,3	533,8	505,7	479,7	455,9	434,1	414,2	
	f , m	1,185	1,255	1,328	1,405	1,485	1,568	1,653	1,739	1,826	1,914	
	f_i , m	1,306	1,396	1,49	1,585	1,682	1,78	1,877	1,974	2,069	2,163	
100	f [m]	,82	,87	,92	,98	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	
110	f [m]	1,00	1,05	1,12	1,18	1,25	1,32	1,39	1,46	1,53	1,61	
120	f [m]	1,18	1,25	1,33	1,41	1,49	1,57	1,65	1,74	1,83	1,91	
130	f [m]	1,39	1,47	1,56	1,65	1,74	1,84	1,94	2,04	2,14	2,25	
140	f [m]	1,61	1,71	1,81	1,91	2,02	2,13	2,25	2,37	2,49	2,61	
130	S , [N/mm ²]	65,8	62,35	59,12	56,11	53,31	50,73	48,35	46,16	44,15	42,31	45,00
	T , [daN]	651,4	617,3	585,3	555,5	527,8	502,2	478,7	457	437,1	418,8	
	f , m	1,428	1,507	1,59	1,675	1,763	1,853	1,944	2,036	2,129	2,222	
	f_i , m	1,581	1,68	1,781	1,883	1,986	2,089	2,191	2,291	2,391	2,489	
100	f [m]	,85	,89	,94	,99	1,04	1,10	1,15	1,20	1,26	1,31	
110	f [m]	1,02	1,08	1,14	1,20	1,26	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	
120	f [m]	1,22	1,28	1,35	1,43	1,50	1,58	1,66	1,73	1,81	1,89	
130	f [m]	1,43	1,51	1,59	1,68	1,76	1,85	1,94	2,04	2,13	2,22	
140	f [m]	1,66	1,75	1,84	1,94	2,04	2,15	2,25	2,36	2,47	2,58	
140	S , [N/mm ²]	64,07	60,92	57,99	55,26	52,72	50,38	48,22	46,23	44,39	42,7	45,00
	T , [daN]	634,3	603,1	574,1	547	522	498,8	477,4	457,7	439,5	422,7	
	f , m	1,701	1,789	1,88	1,973	2,067	2,164	2,261	2,358	2,456	2,553	
	f_i , m	1,885	1,992	2,1	2,208	2,315	2,422	2,528	2,633	2,736	2,838	
110	f [m]	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,40	1,46	1,52	1,58	
120	f [m]	1,25	1,31	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,73	1,80	1,88	
130	f [m]	1,47	1,54	1,62	1,70	1,78	1,87	1,95	2,03	2,12	2,20	
140	f [m]	1,70	1,79	1,88	1,97	2,07	2,16	2,26	2,36	2,46	2,55	

LISA 2 20 kV LIINIDE GRAAFILINE OSA

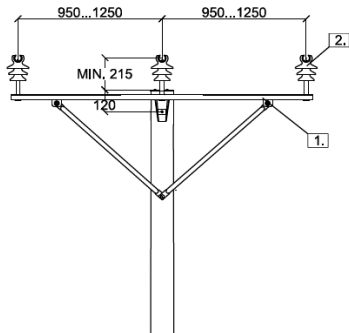
Käesoleva võrgustandardi graafiline osa koosneb 20 joonisest, mida on uuendatud (0,4...20) kV võrgustandard 10421629-JV ST 5-1:2002 jooniste alusel.

Joonistel on kujutatud näidistena võimalikke kasutatavaid mastitüüpe, detaile, tarindeid ja tarvikuid, mis vastavad igati kehtivatele õhuliini standarditele. Mingil juhul ei ole kohustuslik kasutada täpselt joonistel kujutatud detaile ja tarvikuid. Küll aga tuleb juhinduda näidatud paigaldusviisidest, teostusest ning gabariitidest, samuti ka konkreetsetest tootjakataloogidest vastavalt kasutatavale juhtmele.

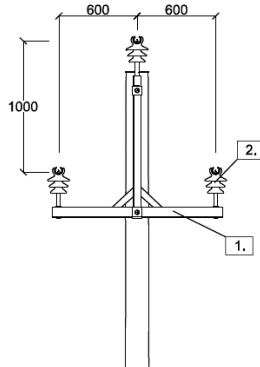
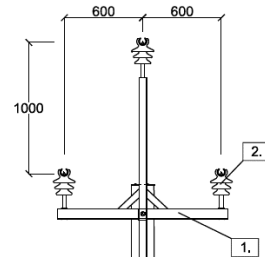
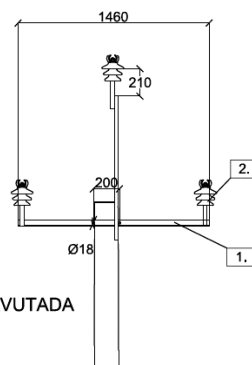
Järgnevas tabelis on toodud jooniste loetelu.

Tabel L2.1. Jooniste loetelu

Jrk	Joonise tähis/fail	Joonise nimetus
1	P339-01	Paljasjuhtme traaversiga kandemast kaetud juhtmetele
2	P339-02	Paljasjuhtme traaversiga ankrumast kaetud juhtmetele
3	P339-03	Paljasjuhtme traaversiga lõpu/ankruportaalmast kaetud juhtmetele
4	P339-04	Paljasjuhtmeliiniga hargnemismast
5	P339-05	Keskpingeliini ja 0,4 kV rippkaabelliini ühispaigaldus
6	P339-06	Kandemast kaetud juhtmetele
7	P339-07	Nurgamast kaetud juhtmetele
8	P339-08	Lõpu- ja ankrumast kaetud juhtmetele
9	P339-09	Lõpu/ankruportaalmast kaetud juhtmetele
10	P339-10	2-ahelaline kandemast kaetud juhtmetele
11	P339-11	2-ahelaline nurgamast kaetud juhtmetele
12	P339-12	2-ahelaline lõpu/ankrumast kaetud juhtmetele
13	P339-13	2-ahelaline lõpu/ankruportaalmast kaetud juhtmetele
14	P339-14	Tõmmitsa kinnitus
15	P339-15	Mastide süvistus ja ankurdus
16	P339-16	Tõmmitsa ankurdus
17	P339-17	Toe kinnitus
18	P339-18	Soomast
19	P339-19	Kaetud juhtmetega õhuliini koridor
20	P339-20	Kaabli ja maandusjuhi paigaldus

RÕHTPAIGUTUS

1. KANDETRAAVERS
2. TUGIISOLAATOR

KOLMNURKPAIGUTUS**VARIANT B
TRAAVERS ALLPOOL
MASTITIPPU****VARIANT A
TRAAVERS
MASTITIPUS****BETOONMAST
KANDETRAAVERSIGA****MASTI KASUTAMINE**

TRAAVERSILE JA MASTILE MÕJUVAD JÕUD ÜLE ARVUTADA

LIININURGA JA JUHTME KINNITUSKÕRGUSTE ERINEVUSTE PUHUL
NAABERMASITDEL TÄPSUSTADA TRAAVERSI KASUTATAVUS TRAAVERSITE
KATALOOGI JUURDE KUULUVA TRAAVERSITE KASUTUSJUHENDI JÄRGI.
JUHTME TUGEVDATUD KINNITUSE VAJADUSEL (VT. TEKSTI p. 5.9.1) ON
SOOVITATAV RÕHTPAIGUTUS

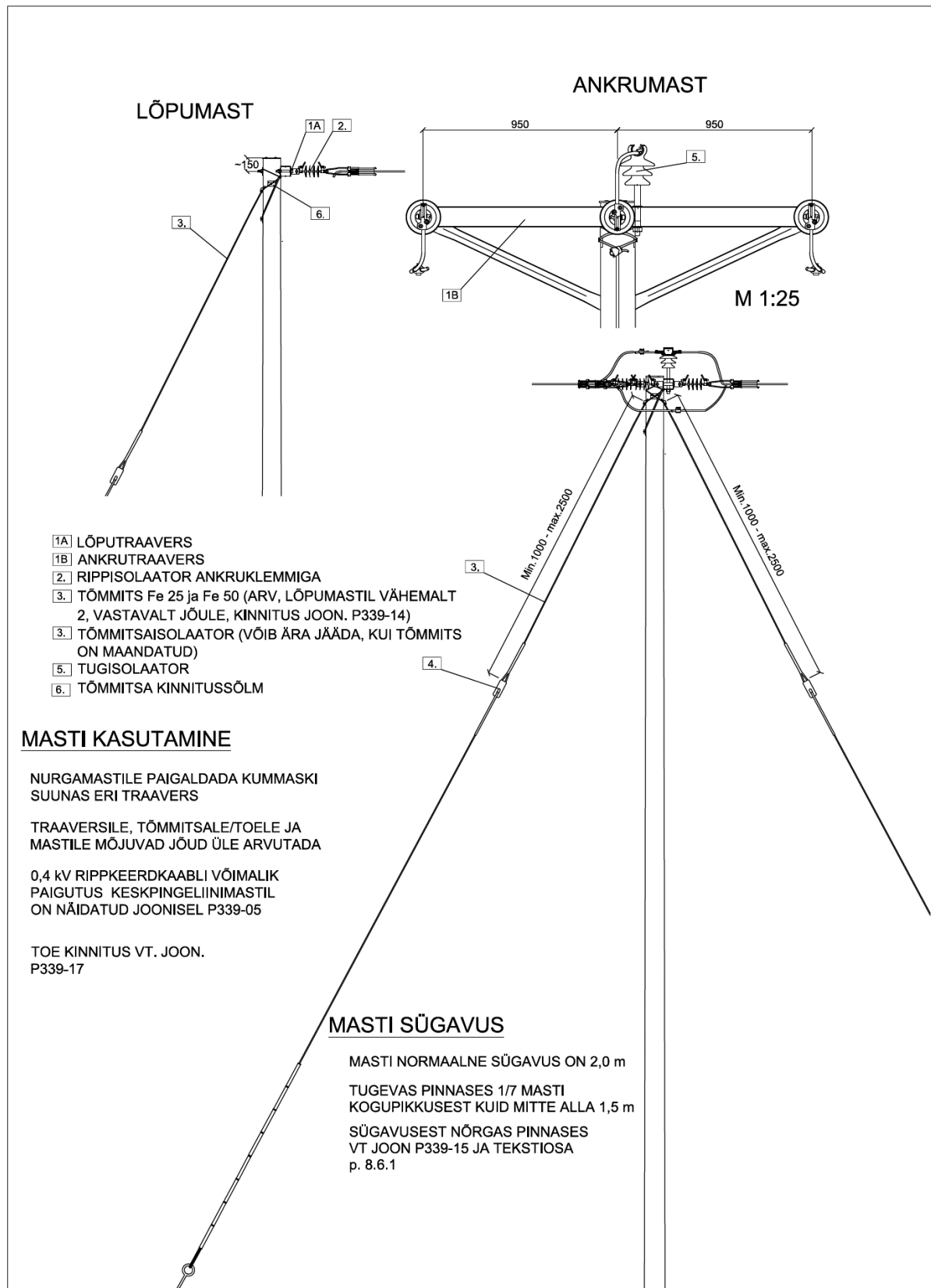
MASTI SÜGAVUS

MASTI NORMAALNE SÜGAVUS ON 2,0 m

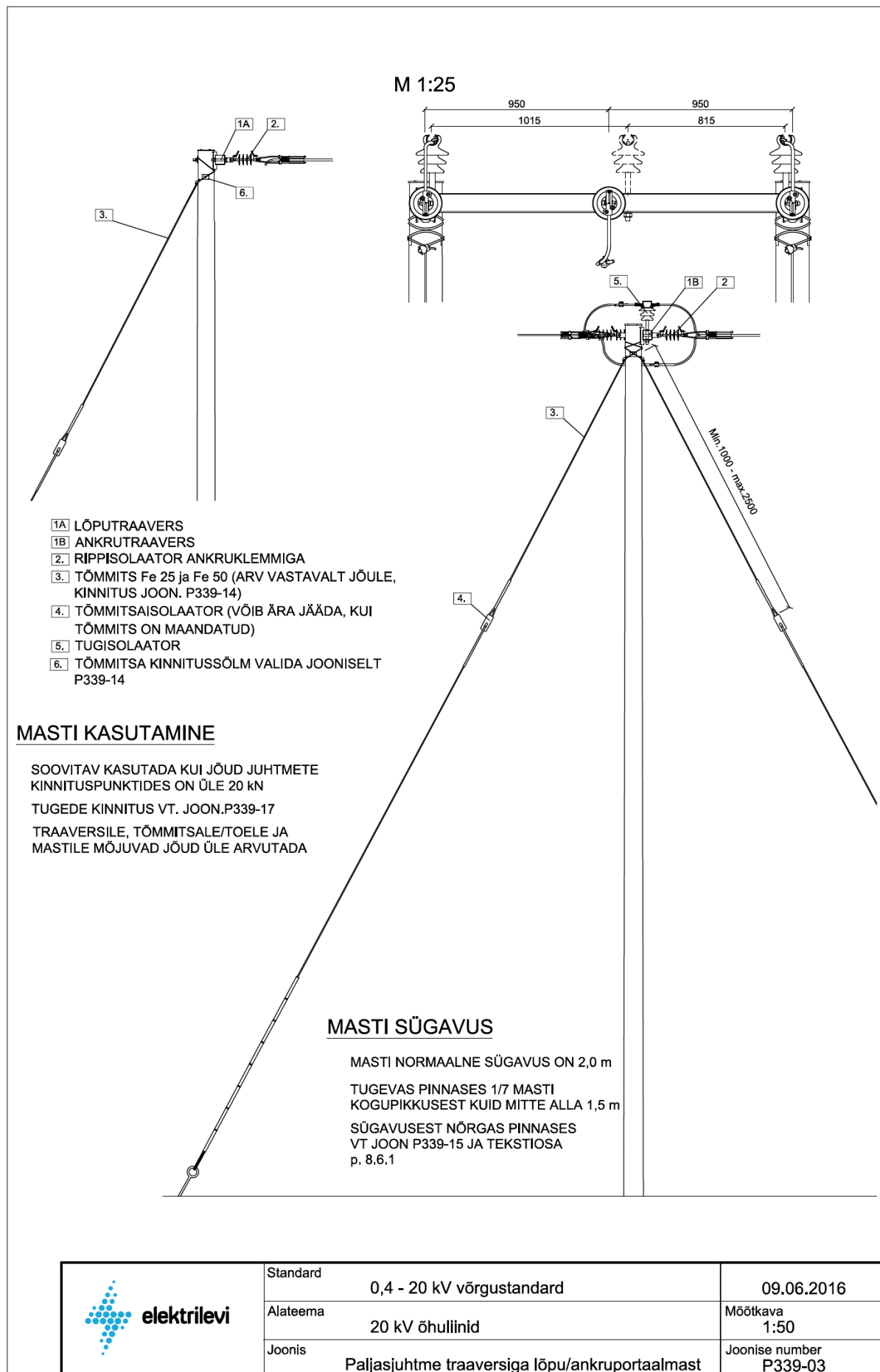
TUGEVAS PINNASES 1/7 MASTI KOGUPIKKUSEST KUID MITTE ALLA 1,5 m

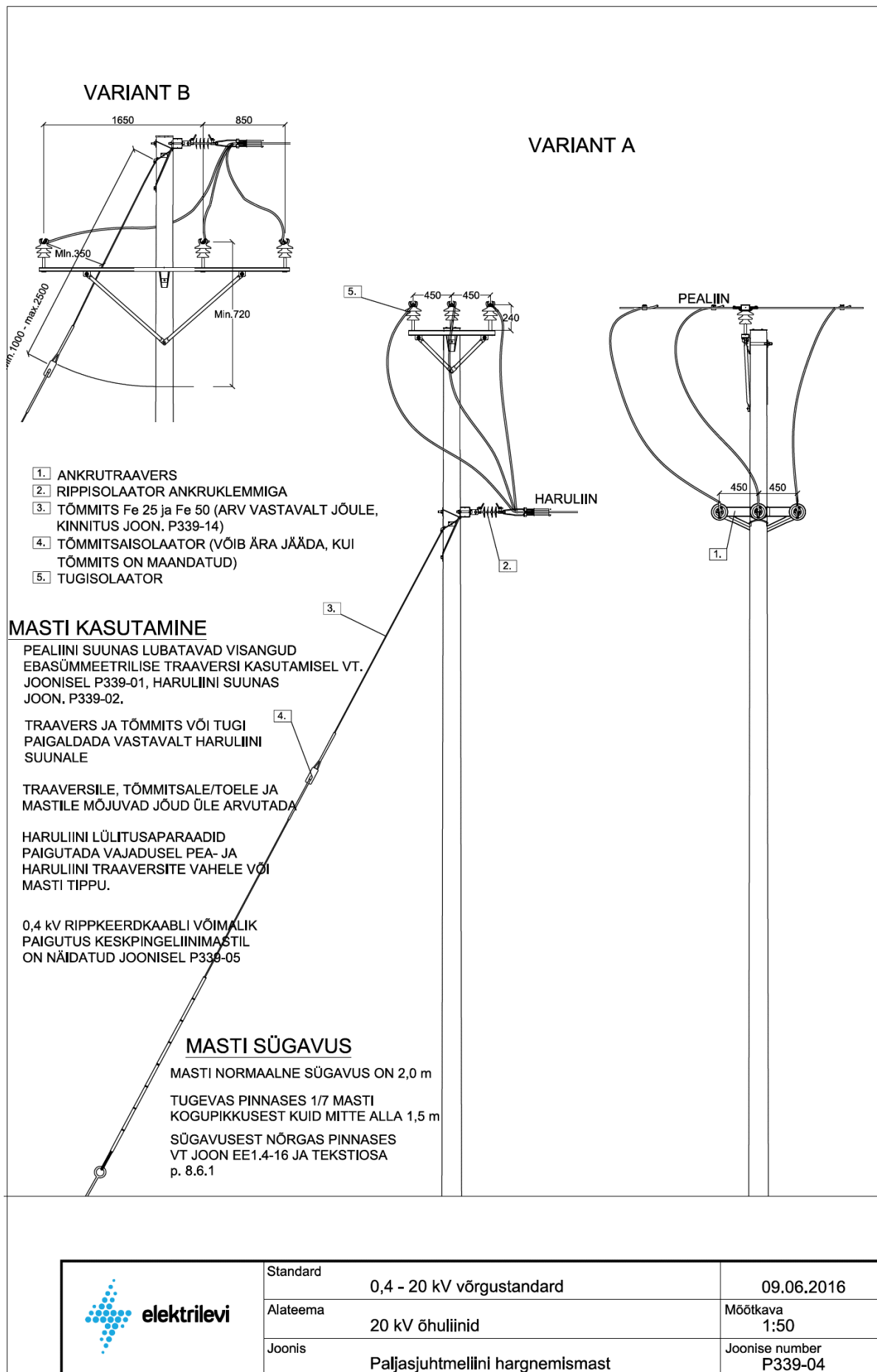
SÜGAVUSEST NÕRGAS PINNASES VT. JOON P339-15 JA TEKSTIS p. 8.6.1

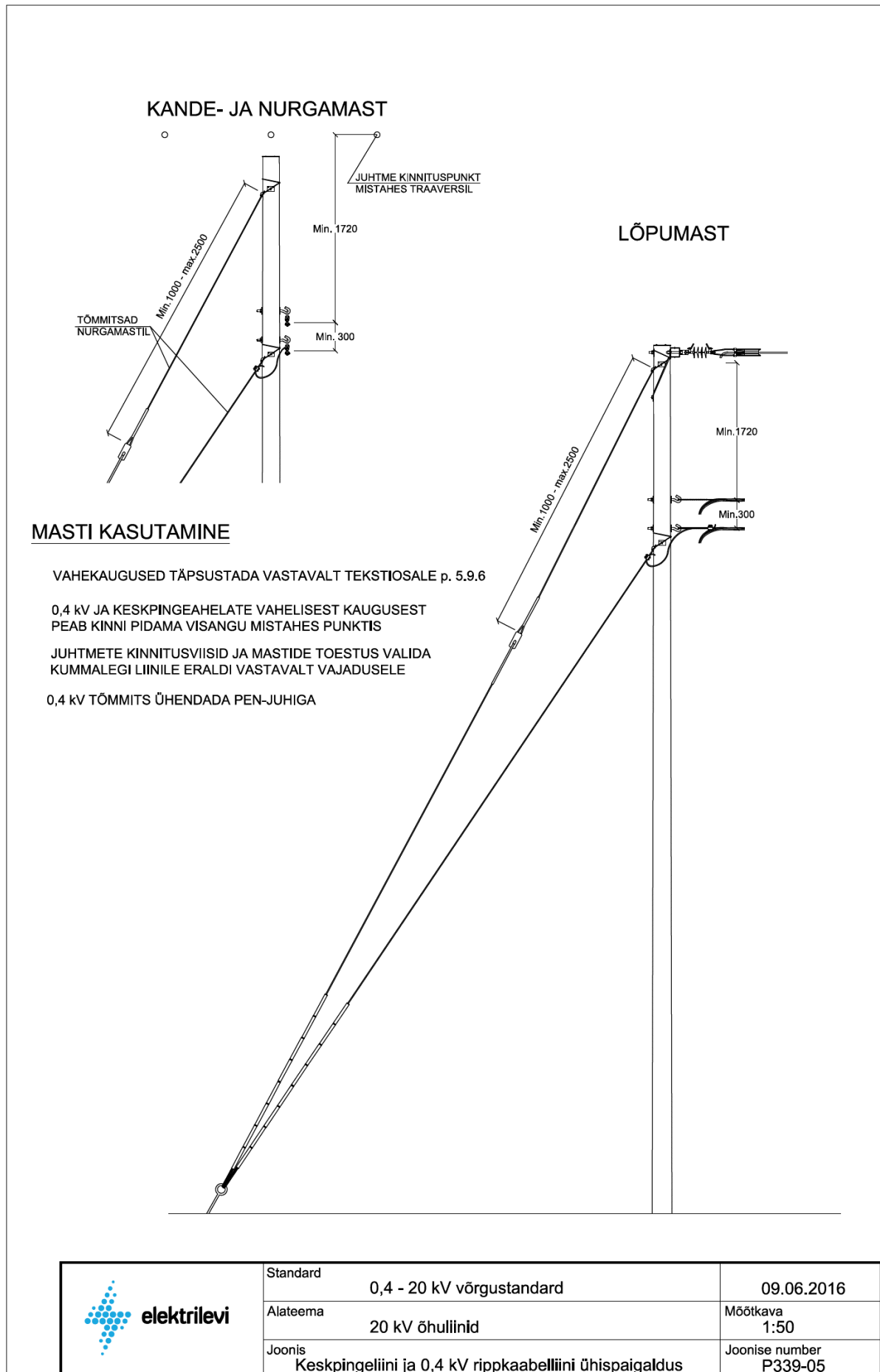
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Paljasjuhtme traaversiga kandemast kaetud juhtmetele	Joonise number P339-01



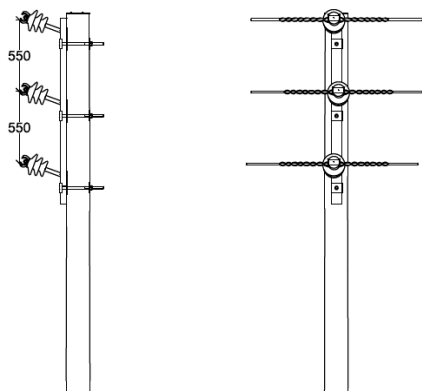
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Paljasjuhtme traaversiga ankrumast kaetud juhtmetele	Joonise number P339-02



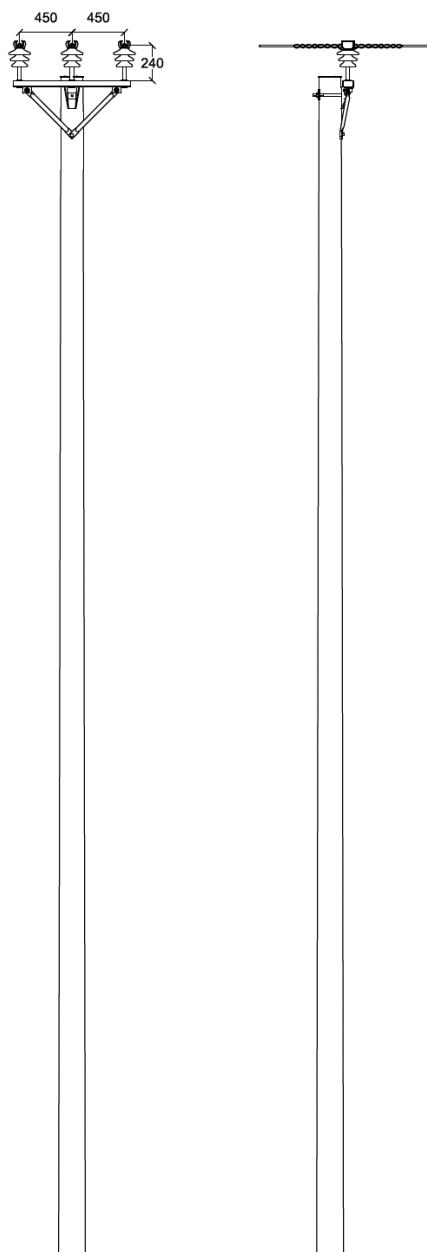




VARIANT B



VARIANT A



TRAVERSILE JA MASTILE MÕJUVAD JÕUD ÜLE ARVUTADA
KASUTAMISEL NURGAMASTINA TOESTADA MAST
VASTAVALT JOONISELE P339-07

VARIANTI B KASUTADA AINULT ERIVAJADUSEL

0,4 kV RIPPKEERDKAABLI ÜHISPAIGALDUS VT. JOON.
P339-05

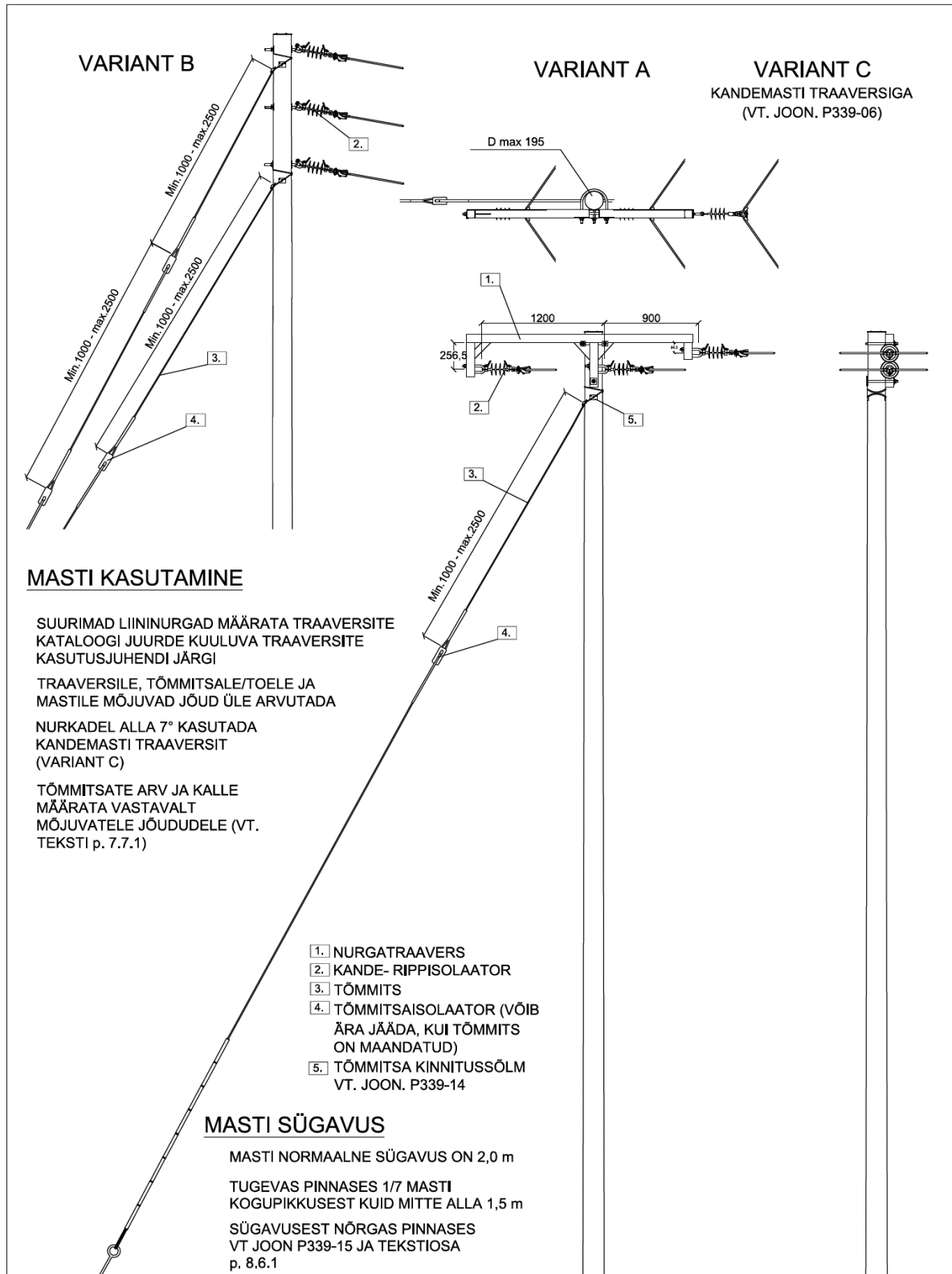
KUI TULEVIKUS ON VAJADUS TEISE AHELA PAIGALDUSEKS,
KASUTADA VARIANTI B

MASTI NORMAALNE SÜGAVUS ON 2,0 m

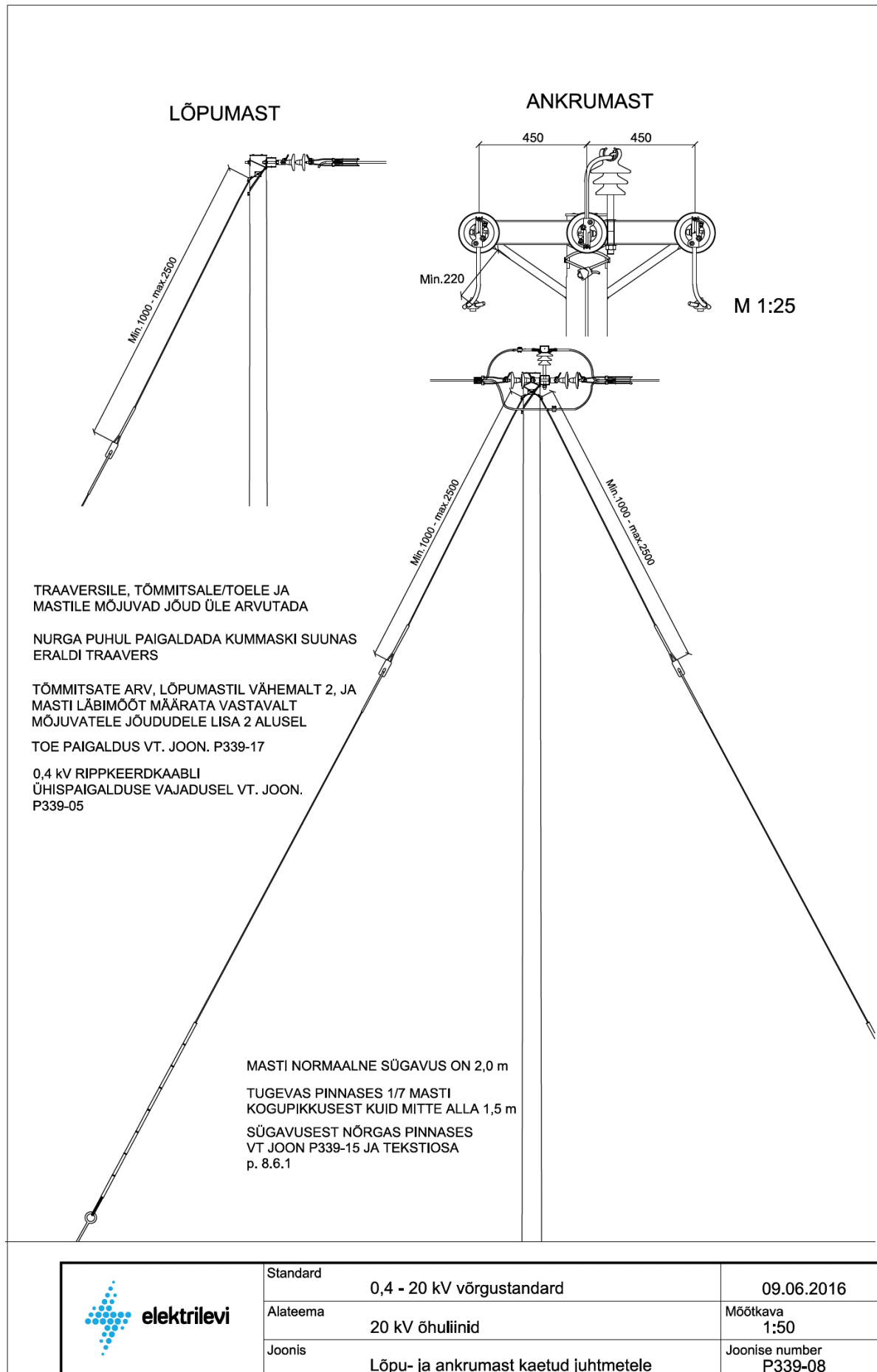
TUGEVAS PINNASES 1/7 MASTI
KOGUPIKKUSEST KUID MITTE ALLA 1,5 m

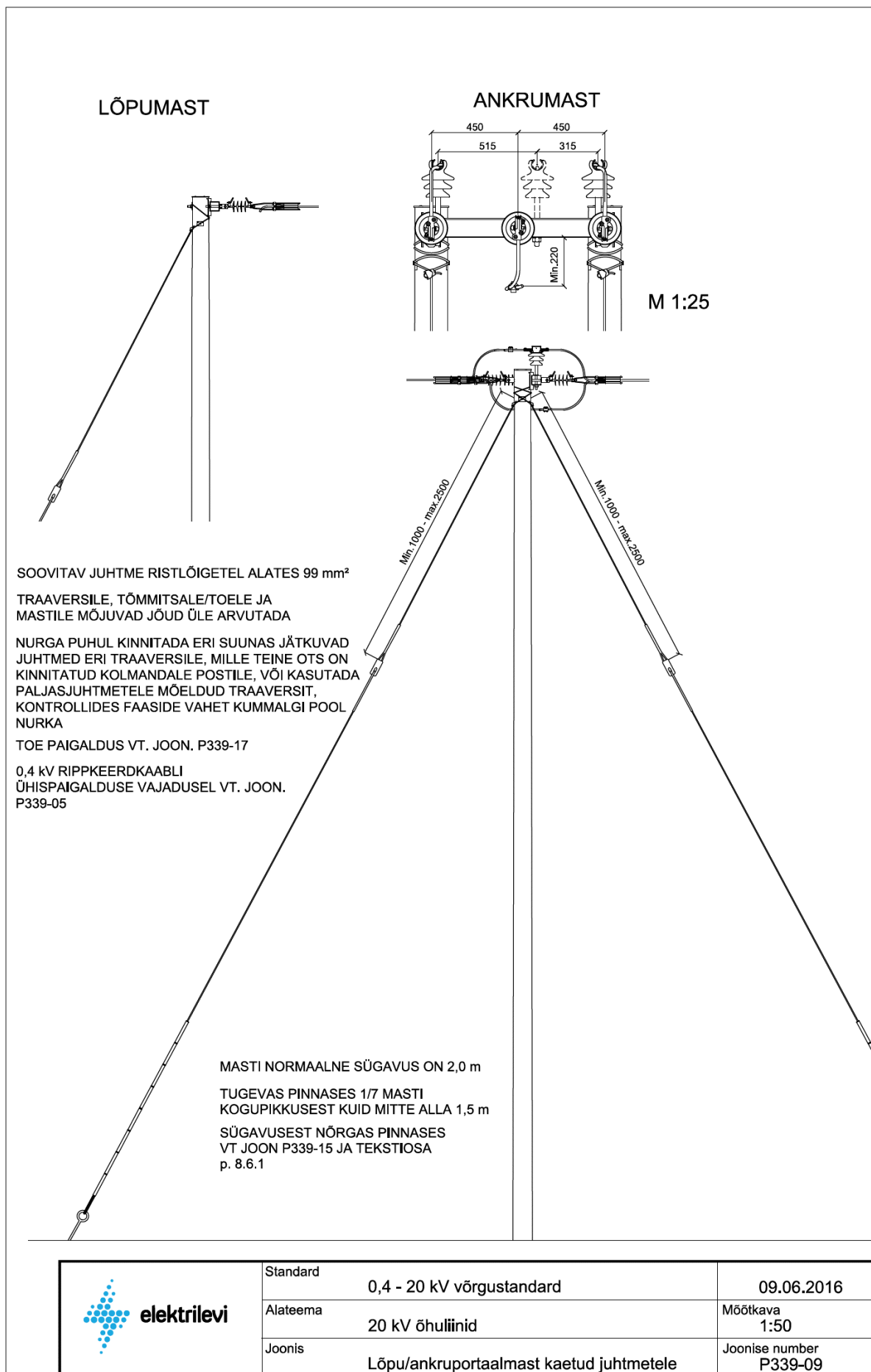
SÜGAVUSEST NÕRGAS PINNASES
VT JOON P339-15 JA TEKSTIOSA
p. 8.6.1

 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Kandemast kaetud juhtmetele	Joonise number P339-06



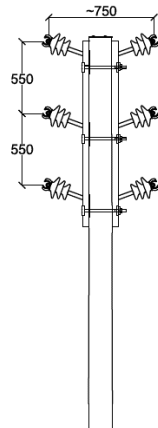
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Nurgamast kaetud juhtmetele	Joonise number P339-07



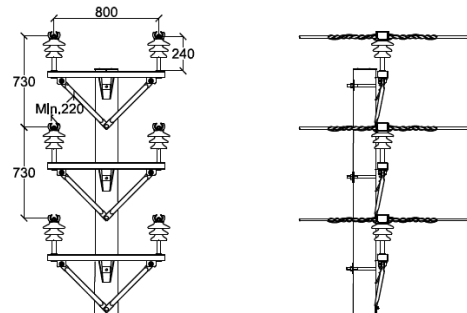


KUI AHELAD RAJATAKSE ERI AEGADEL, SIIS KASUTADA VARIANTI B

VARIANT B



VARIANT A



MASTI KASUTAMINE

NURKADEL JA NAABERMASTIDE KÕRGUSTE ERINEVUSEL TÄPSUSTADA TRAAVERSI KASUTAMINE TRAAVERSI KATALOOGI JUURDE KUULUVA TRAAVERSITE KASUTUSJUHENDE JÄRGI

TRAAVERSILE, TÕMMITSALE/TOELE JA MASTILE MÕJUVAD JÕUD ÜLE ARVUTADA

NURGA PUHUL TOESTADA JOON P339-11 JÄRGI

MASTI VARIANTI B KASUTADA ERIJUHTUDEL

0,4 kV LIINI ÜHISPAIGALDUSE VÕIMALUS VT. P339-05

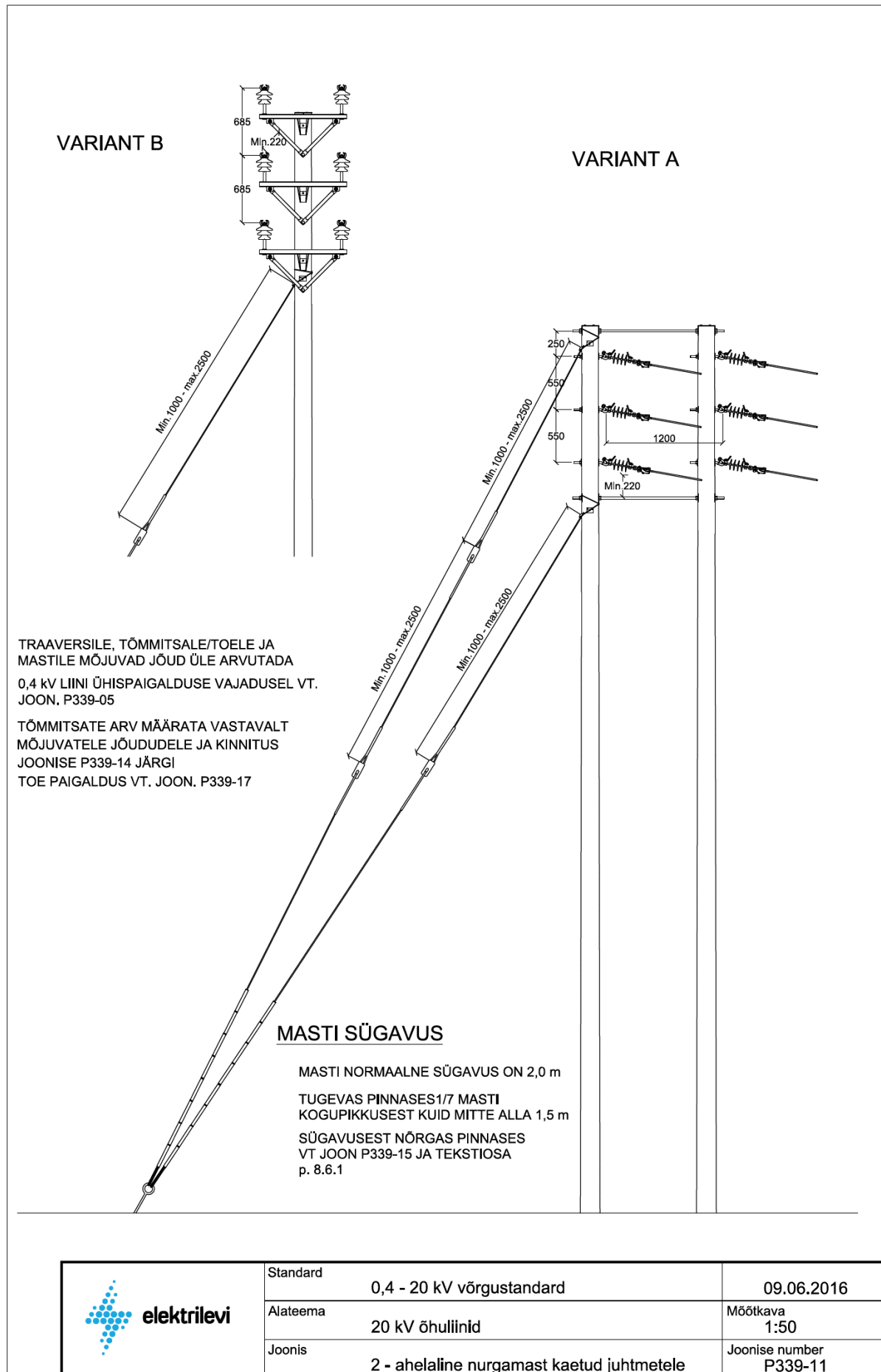
MASTI SÜGAVUS

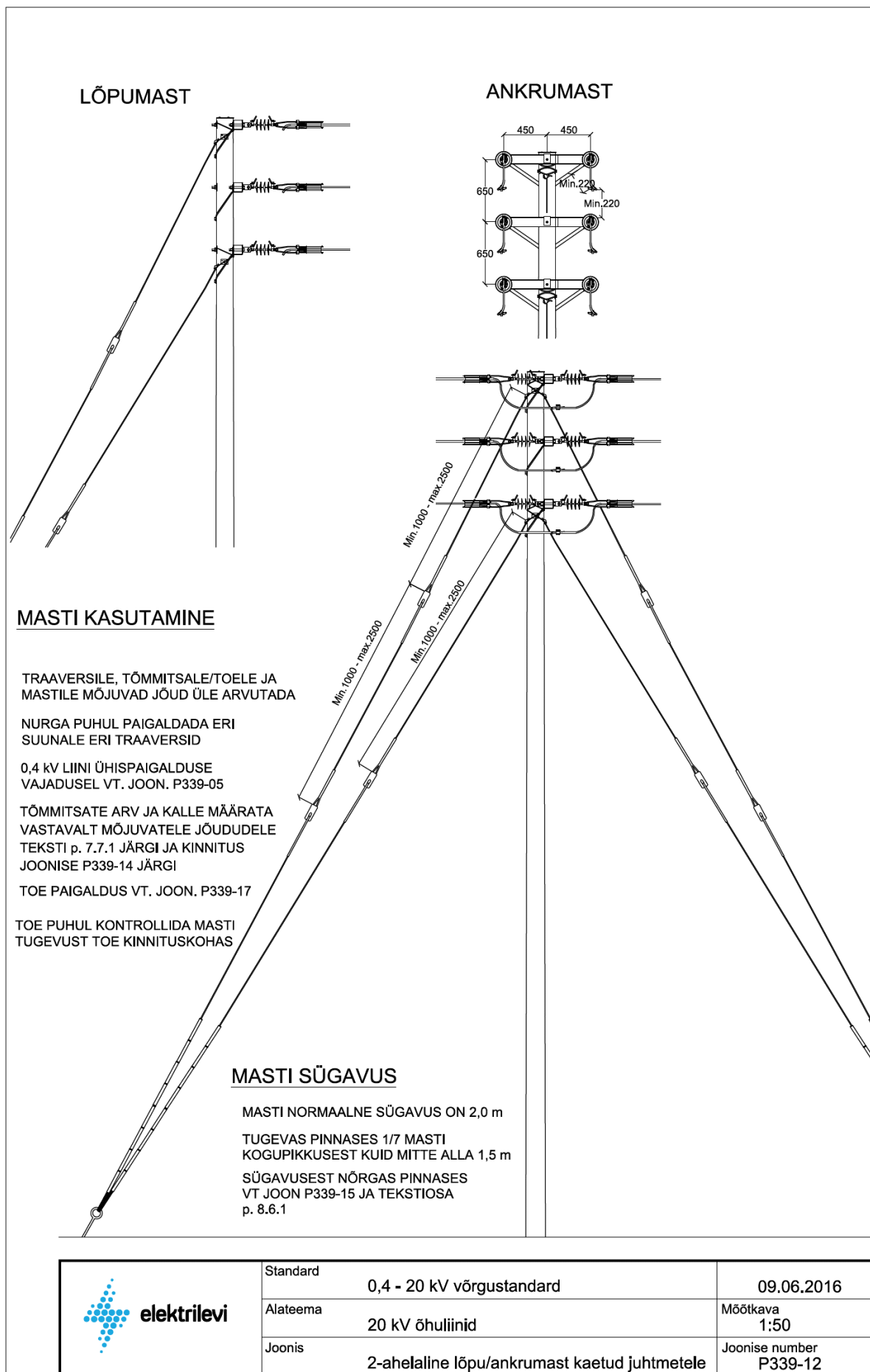
MASTI NORMAALNE SÜGAVUS ON 2,0 m

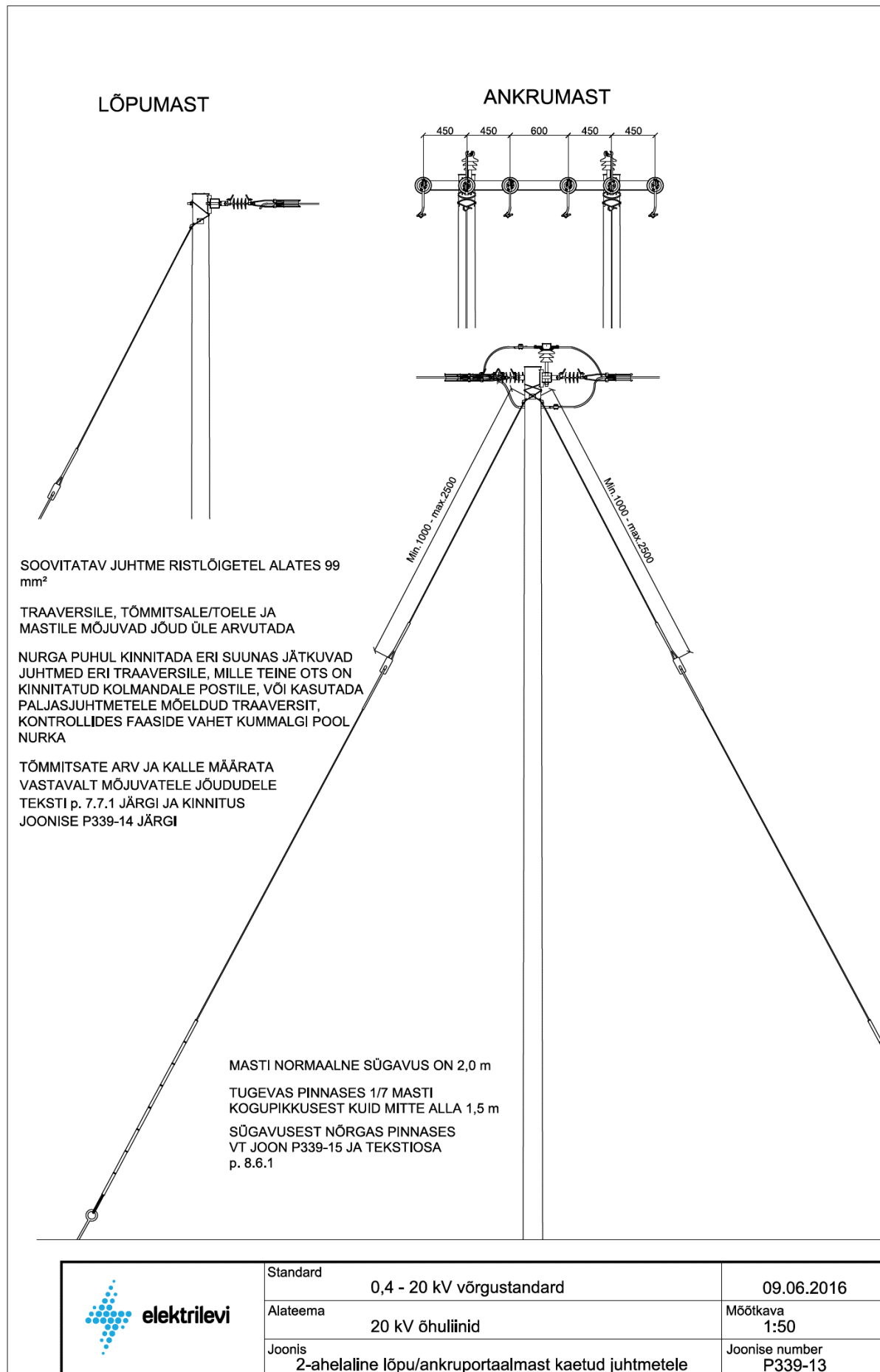
TUGEVAS PINNADES 1/7 MASTI KOGUPIKKUSEST KUID MITTE ALLA 1,5 m

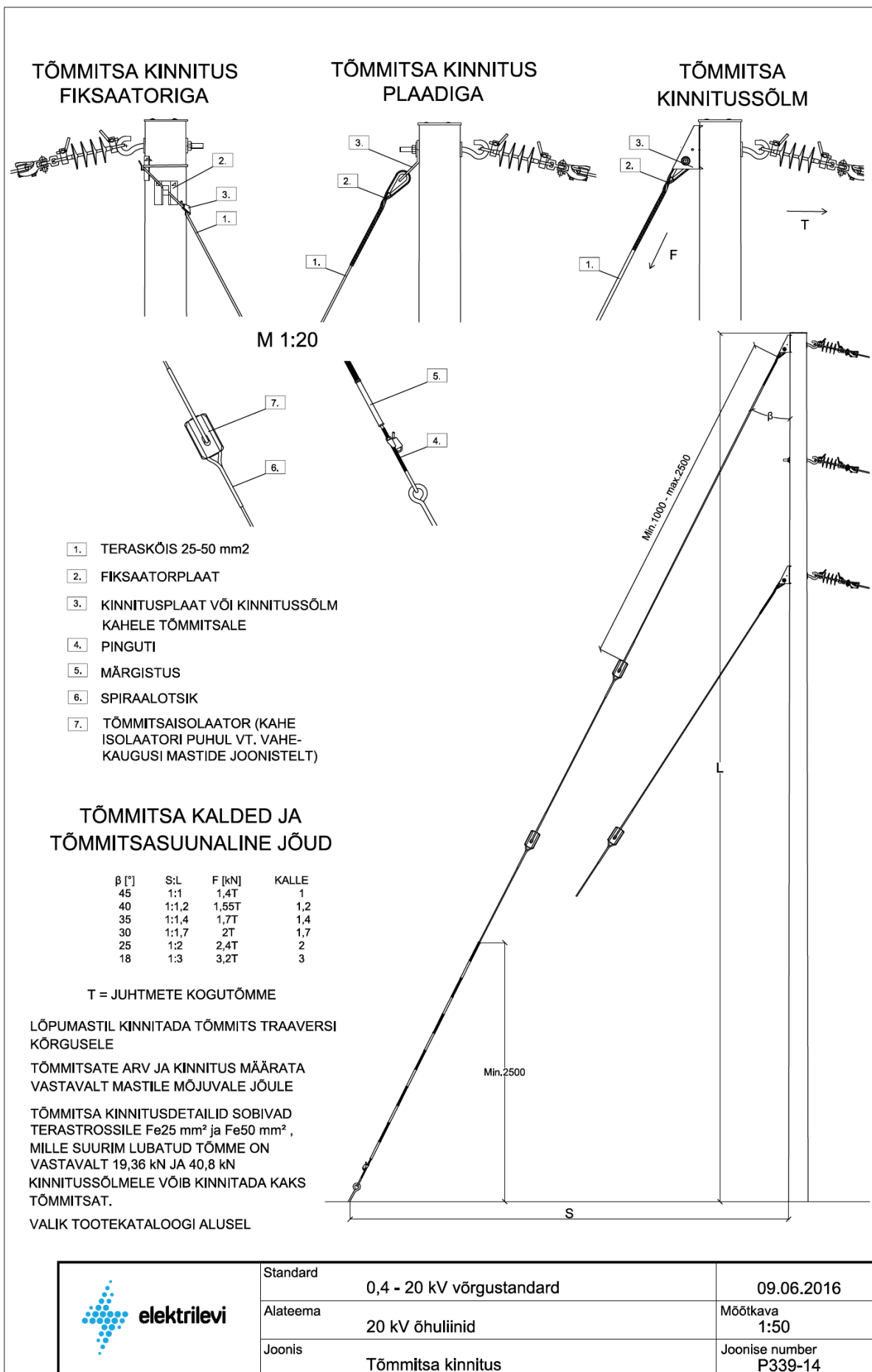
SÜGAVUSEST NÕRGAS PINNADES VT JOON P339-15 JA TEKSTIOSA p. 8.6.1

 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	2-ahelaline kandemast kaetud juhtmete	Joonise number P339-10



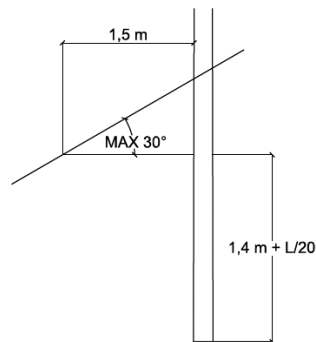






SELGITUSED PAIGALDUSSÜGAVUSE KOHTA VT. p 8.2.3

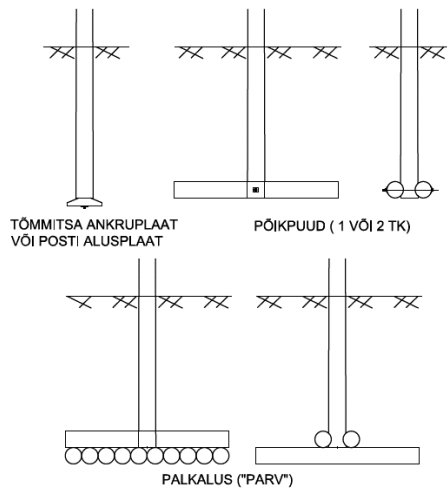
MASTI PAIGALDUSSÜGAVUS NÕLVADEL JA KALLASTEL



ANKURDUSTARINDEID

KASUTATAVAD NII PUITPOSTIDEL KUI TÕMMITSATEL

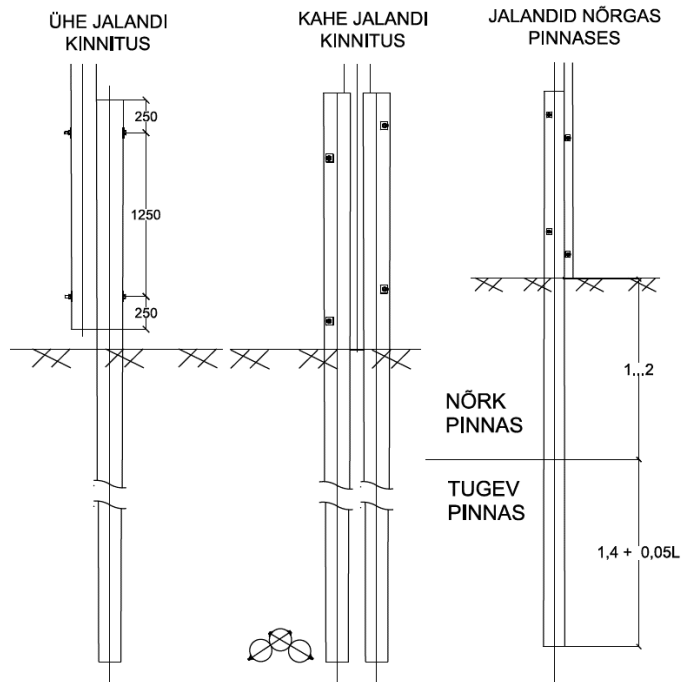
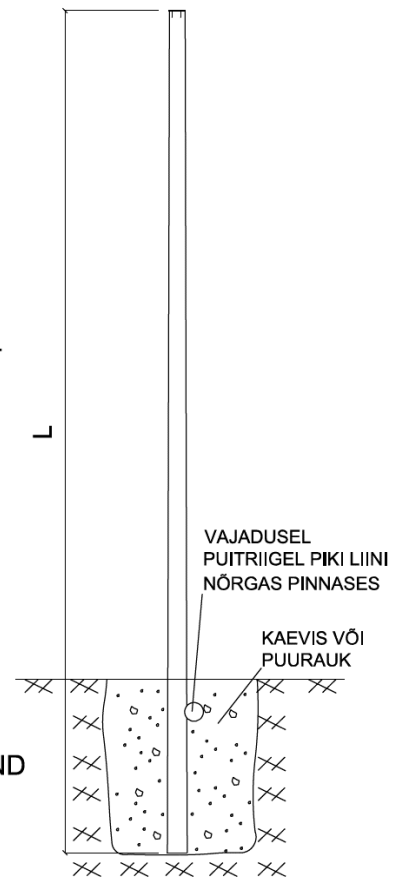
SURVEALUSEL POSTIL VÕIB PAIGALDADA MAAPINNA LÄHEDALE (~0,5 m SÜGAVUSELE)



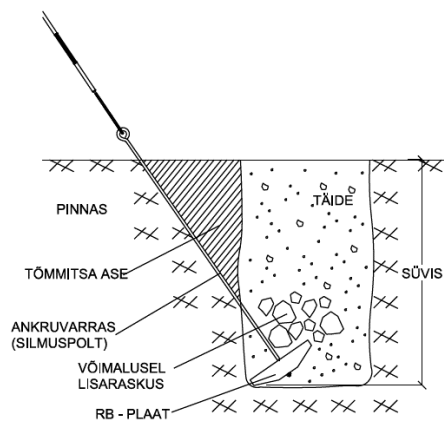
MASTI KINNITUS SOISES PINNAS: VT. JOON. P339-18

PIKENDUSJALAND

JALANDITE ARV MÄÄRATA MÕJUVA JÕU JÄRGI
PAIGALDUSSÜGAVUS NAGU MASTIL



 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava
	Joonis	Mastide süvistus ja ankurdus	Joonise number P339-15



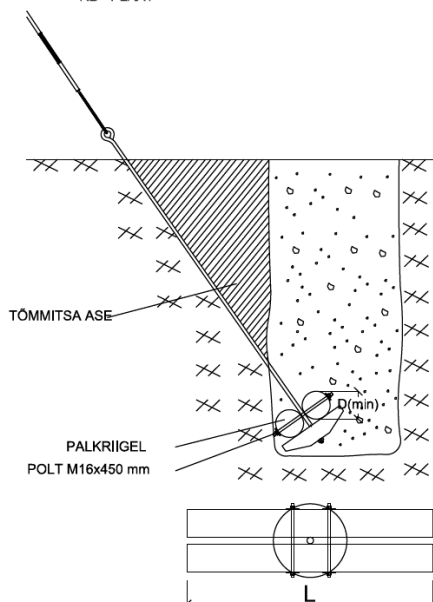
TÕMMITSA PLAATANKURDUS

AUK KAEVATA NII, ET TÕMBE POOLEL
TÕMMITSA ÜMBER SÄILIKS VÕIMALIKULT
LOODUSLIK PINNAS (VT. ESKIISI)

ANKRUPLAADI JA KIVIDE VAHELE
PUISTATA ca 10 cm PAKSUNE
ERALDUSKIHT PEENEMAST PINNASEST

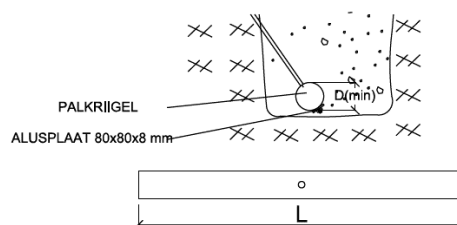
PAIGALDUSSÜGAVUS KÕVAS PINNASES ÜHE
TÕMMITSA > 1,5 m, KAHE TÕMMITSA PUHUL > 2,2
m, PEHMES PINNASES KUNI 3,5 m KOOS LAIEMA
ANKRUGA

PAES VÕIB ANKRU PAIGUTADA
PÜSTASENDIS PUURAUKU



TÕMMITSA PALKANKURDUS

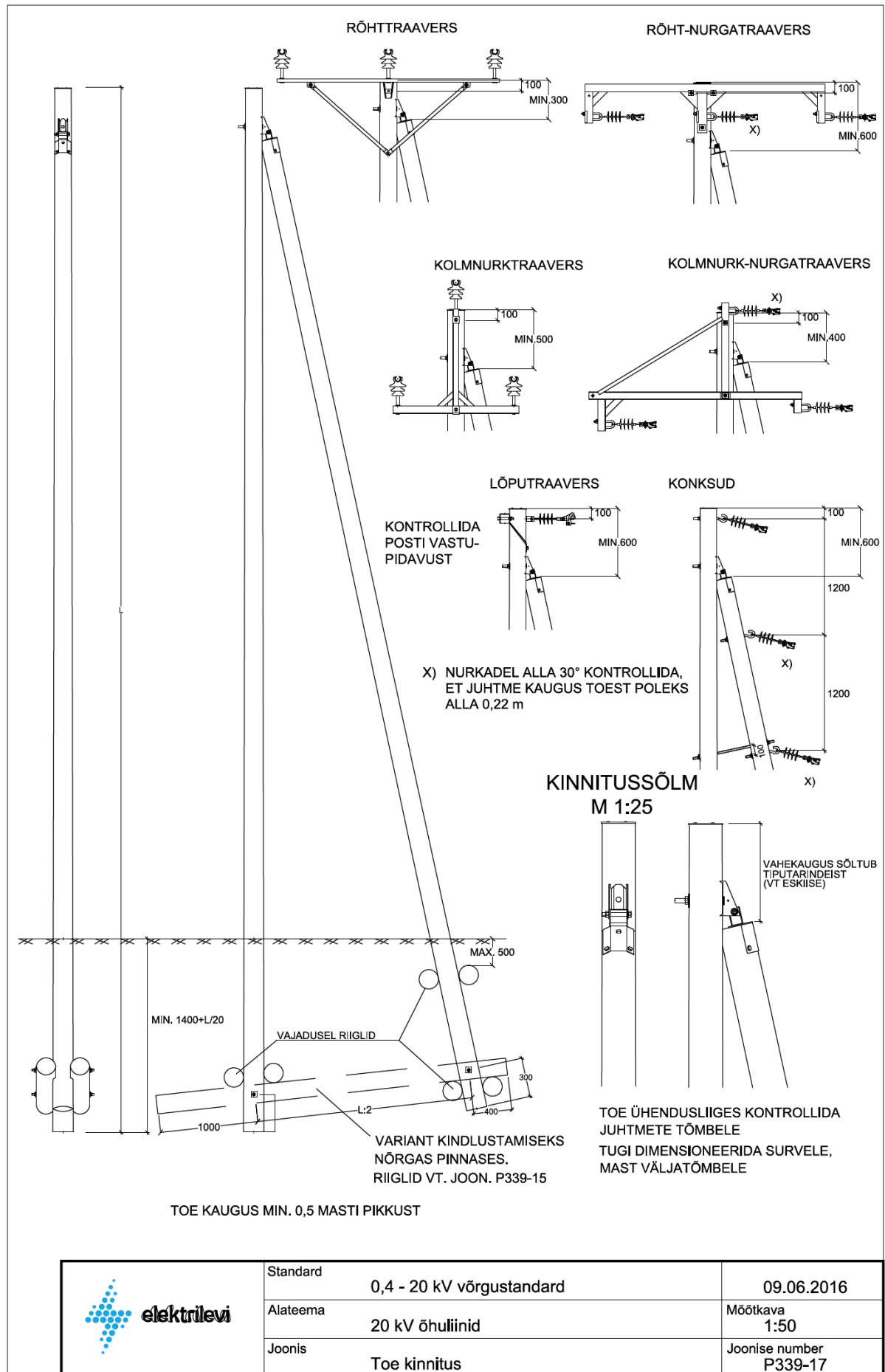
PALKANKRUD TEHA IMMUTATUD PUUST,
ANKRUVARRASTEKS SILMUSPOLDID D=16
VÕI D=20



PALKANKRUTE SOOVITATAVAD MÕÕTMED JA SÜVISED

ANKUR D(min)xL [mm]	PINNAS	TÕMMITSATROSS Fe 25 F _{lub} = 19,36 kN VARRAS: D=16 VÕI D=20		TÕMMITSATROSS Fe 50 F _{lub} = 40,8 kN VARRAS: D=20	
		PÕHJAVEES	KUIVAL	PÕHJAVEES	KUIVAL
200x2000 VÕI 2x170x1500	TUGEV NÕRK	1,0 m 2,1 m	1,0 m 1,6 m	1,4 m -	1,3 m -
220x4000 VÕI 2x200x4000	TUGEV NÕRK	- 1,2 m	- 1,0 m	1,0 m 2,1 m	1,0 m 1,6 m

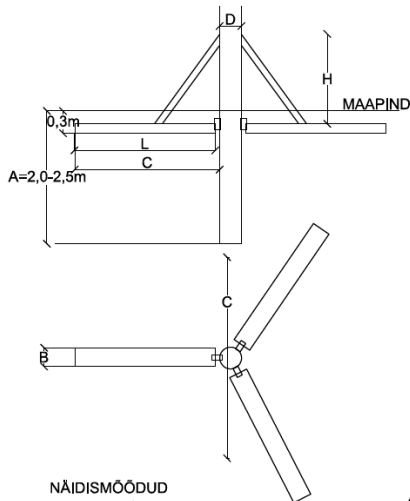
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava
	Joonis	Tõmmitsa ankurdus	Joonise number P339-16



KUI TÕMMITSA KINNITUSKOHT ON
MASTI TIPULE LÄHEMAL VÕI TA
KAUGUS JUHTMEST ON ALLA 0,72 m,
ON VAJA TÕMMITSAISOLAATORIT
(VT. JOON. P399-14)
TUGEDEGA VARIANDI PUHUL VT.
TUGEDE KINNITUST JOON. P339-17

SOOMAST 2 TÕMMITSAGA

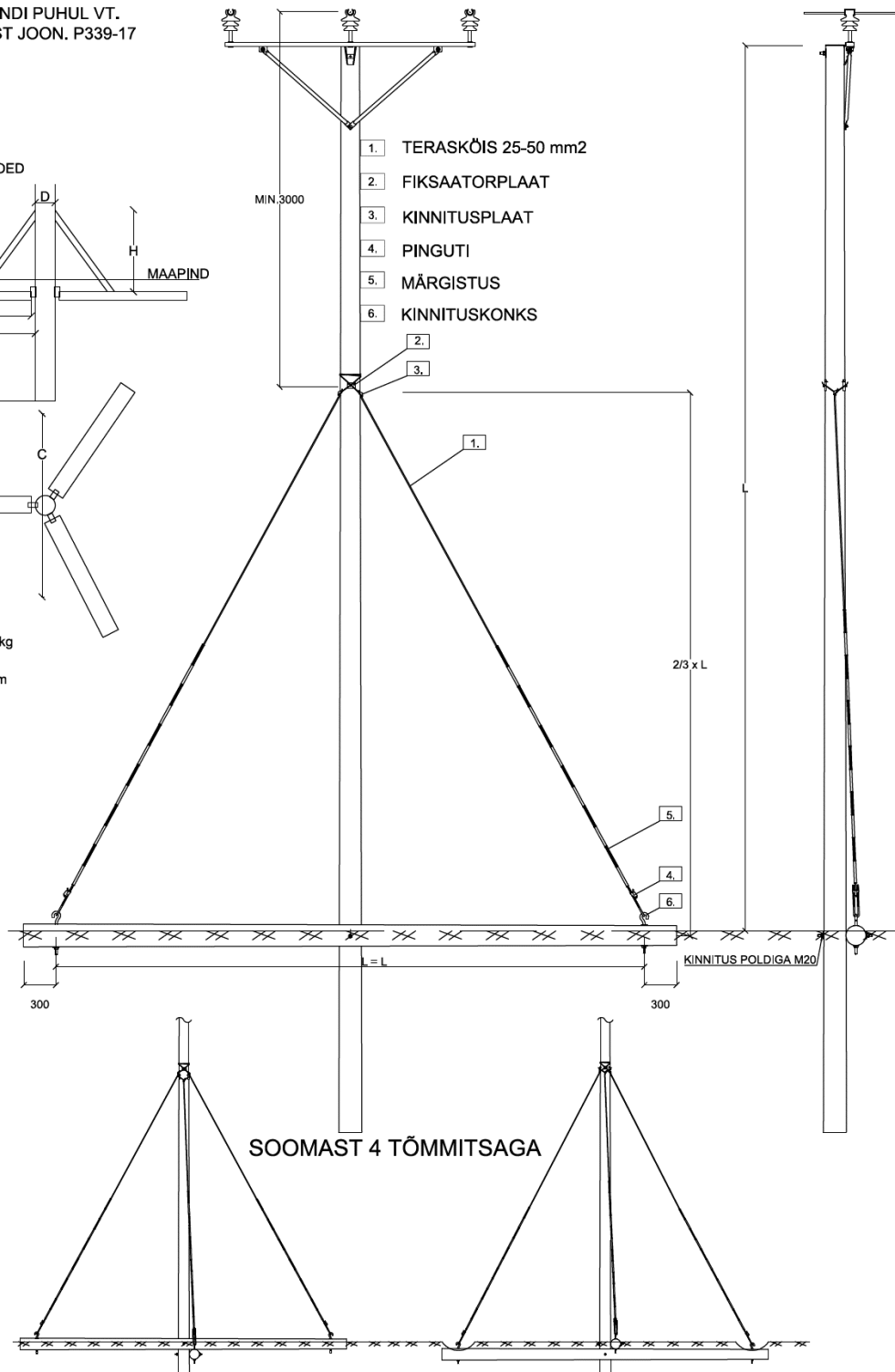
SOOMASTI KALDTOED



NÄIDISMÕÖDUD

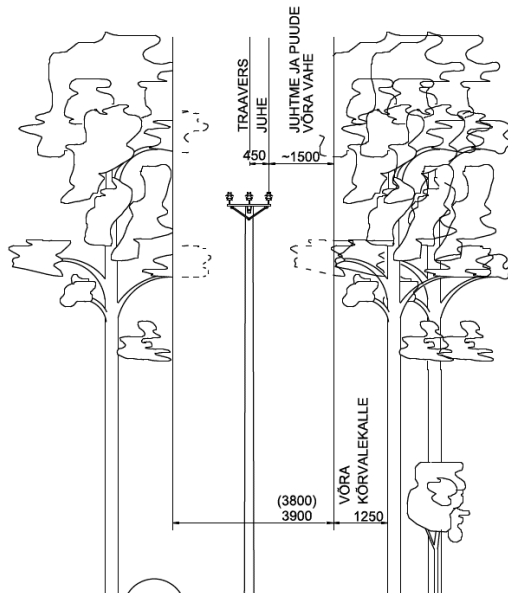
KAAL: 89,5 / 137,0 kg
B: 255 / 340 mm
C: 1733 / 2234 mm
Dmax: 260 / 325 mm
H: 1345 / 1600 mm
L: 1500 / 2000 mm

1. TERASKÕIS 25-50 mm²
2. FIKSAATORPLAAT
3. KINNITUSPLAAT
4. PINGUTI
5. MÄRGISTUS
6. KINNITUSKONKS

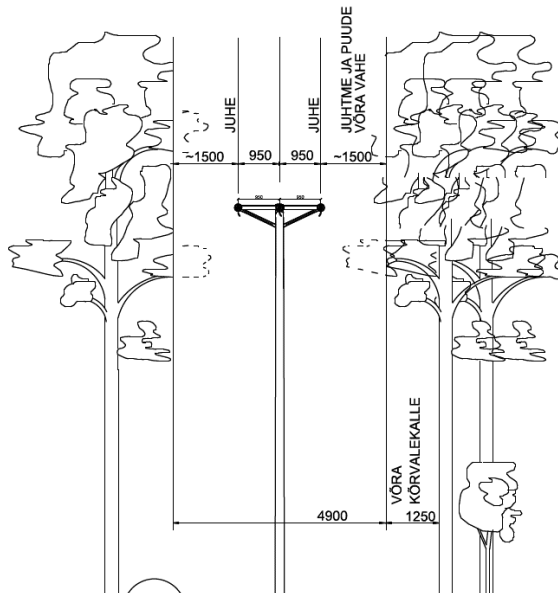


SOOMAST 4 TÕMMITSAGA

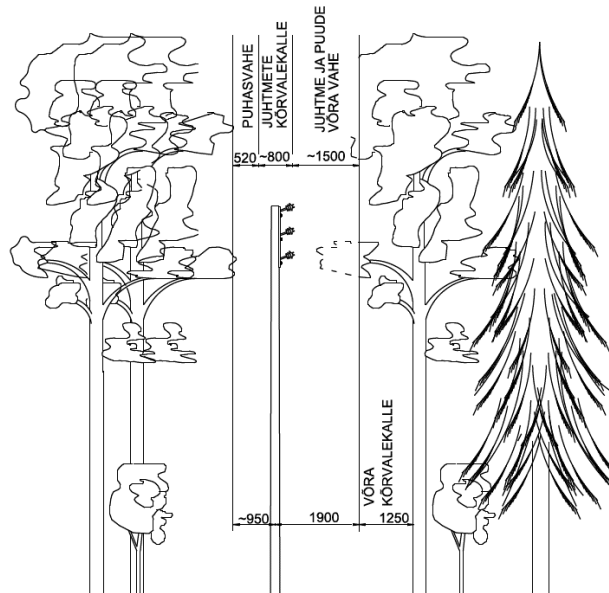
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Soomast	Joonise number P339-18

1- VÕI 2- AHELALISE LIINI
RÕHTPAIGUTUS

LAIEMA TRAAVERSI KORRAL



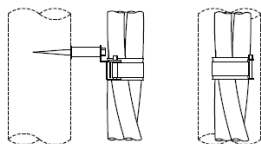
PÜSTPAIGUTUS



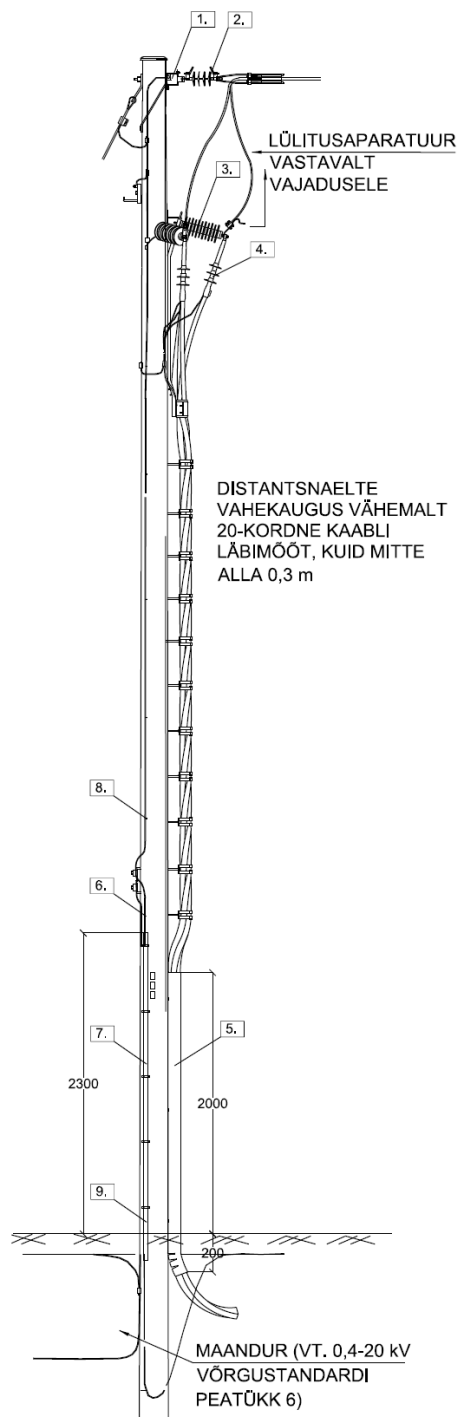
TÜVEDE VAHE TÄPSUSTADA VASTAVALT VÕRALAIUSELE
JUHTMETE KÕRGUSEL JA TRAAVERSI TÜÜBILE

 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:150
	Joonis	Kaetud juhtmetega õhuliini koridor	Joonise number P339-19

KAABLI KINNITUS MASTILE DISTANTSNAELTEGA



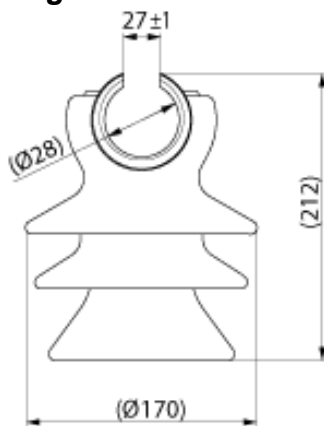
1. LÕPUTRAAVERS
2. TÕMBEISOLAATOR
3. PINGEPIIRIK
4. VÄLISSEADME OTSAMUHV
5. KAABLIKAITSE (KARBIK VÕI TORU)
6. MAANDUSJUHT
7. MAANDUSJUHI KAITSE (VAJADUSEL)
8. KINNITUSKLAMBER
9. ÜHENDUSKLEMM (VAJADUSEL)



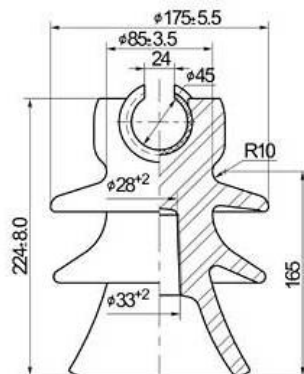
 elektrilevi	Standard	0,4 - 20 kV võrgustandard	09.06.2016
	Alateema	20 kV õhuliinid	Mõõtkava 1:50
	Joonis	Kaabli ja maandusjuhi paigaldus	Joonise number P339-20

LISA 3 NÄITEID 20 kV KAETUD JUHTMETEGA ÕHULIINIDEL KASUTATAVATEST TARVIKUTEST

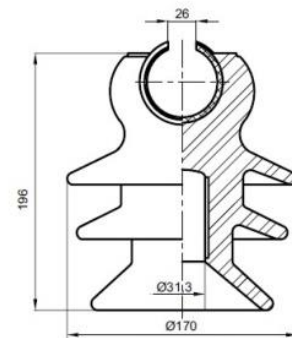
Plasthülsiga tõirisolaatoreid



SDI 37

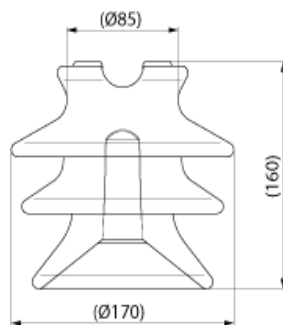


ШФ 20Г1

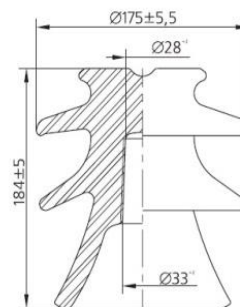


ШФ 20УО

Tõirisolaatoreid abitõiral kasutamiseks

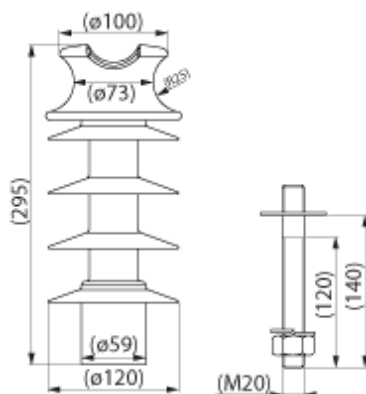


SDI 30

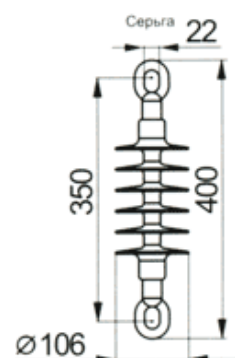


ШФ 20Г

Komposiitisolaatoreid



Komposiitugiisolaator SDI 82



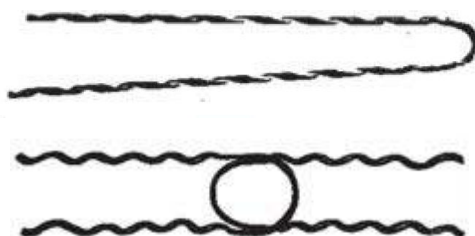
Komposiitvarrasisolaator SDI 80

Tõmmitsaisolaatoreid

Portselan-tõmmitsaisolaator SDI 4.5



Komposiit-tõmmitsaisolaator SDI 70.24

Tõirisolaatorite plasthülssse ja puitpostide tipumütseVene tõirisolaatorite plasthülssse
Mehhaaniliselt parimaks on tüüp K10Komplekt SP erinevatele tipu
läbimõõtudele**Sidemeid ja klemme**

Sidemeid kandekinnitusele CO ja SO



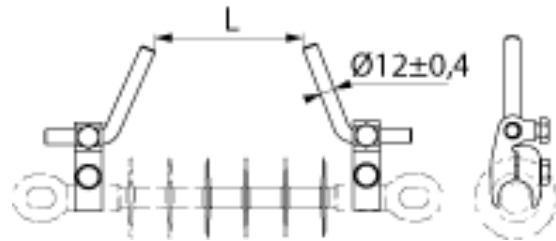
Niiskuskindel ankruklemm SO 256



Ankrukinnitus BLL FEAL 62, 99 DE

Sädemike komplekte

Komplekt SDI 20.3 tõirisolaatorile



Komplekt SDI 10.2 varrasisolaatorile

Kaetud juhtmete jätke

Komplektid CIL 66, 67, 68



Külmkahanevad katted jätkumuhvidele

LISA 4 POSTMASTIDE ARVUTUS

L4.1 Kandemasti arvutus

L4.1.1 Tuule survest tekkiva paindemomendi arvutus

Mastile mõjuv jõud tuulekoormusest mastiga külgnevate visangute juhtmetele jäite puudumisel (jaotis 4.4.1):

$$Q_{Wc} = n q_p G_c C_c d (L_1 + L_2) / 2 = n 448,7 d 10^{-3} (L_1 + L_2) / 2 \quad [\text{N}]$$

kus n juhtmete arv;

q_p suurim tuulesurve juhtmele baaskõrgusel 10 m: $q_p = 641 \text{ N/m}^2$;

G_c juhtmete mehaanilise resonantsi e visangutegur võtta võrdseks $G_c = 0,7$;

C_c juhtme tuuletakistustegur, mille väärtuseks võetakse $C_c = 1,0$;

d juhtme läbimõõt, mm;

L_1, L_2 külgnevate visangute pikkused – nende keskväärtus on nn tuulevisang, m.

Mastile mõjuv jõud nimituulekoormusest mastiga külgnevate visangute juhtmetele jäite olemasolul (jaotis 4.6.6.1):

$$Q_{Wc} = n q_p \Psi_W G_c C_c d (L_1 + L_2) / 2 = n 179,5 (d + 2b) 10^{-3} (L_1 + L_2) / 2 \quad [\text{N}]$$

kus Ψ_W tuulekoormuste kombinatsioonitegur: $\Psi_W = 0,4$;

b jäite paksus: $b = 10 \text{ mm}$.

Kui on välistatud tuul liiniga ristisuunas, võib tuulest juhtmetele mõjuvat jõudu korrutada suurusega $\sin^2 \zeta$, kus ζ on tuulesuuna ja liini vaheline nurk.

Tuule surge postmastile (jaotis 4.4.4)

Postmastidele toimivate tuulejõudude hindamisel võetakse baaskõrguseks üldjuhul 10 m.

Liini suunaga risti olev tuulejõud puitpostmastile endale on avaldatav valemiga

$$Q_{Wpol} = q_p G_{pol} C_{pol} A_{pol} = 576,9 A_{pol} \quad [\text{N}]$$

kus q_p suurim tuulesurve baaskõrgusel 10 m maapinnast vastavalt jaotisele 4.3.4, N/m^2 ;

G_{pol} postmasti mehaanilise resonantsi tegur, mille väärtuseks on 1,0;

C_{pol} postmasti tuuletakistustegur:

- naturaalpuidust postidele $C_{pol} = 0,9$;

- neljakandilistele raudbetoonpostidele $C_{pol} = 1,4$;

A_{pol} postmasti projektsiooni pindala tuule suunaga risti olevale vertikaal-tasapinnale:

$$A_{pol} = 0,5 (d_{ül} + d_{maa}) \cdot 10^{-3} H_{maa} \quad [\text{m}^2]$$

kus $d_{ül}$ masti ladva läbimõõt, mm;

d_{maa} masti läbimõõt maapinna või madalaima arvutatava osa lõikes, mm;

H_{maa} masti arvutatava osa kõrgus (tavaliselt tipust maapinnani), m.

Kuna enamik vene päritolu betoonposte on samade geomeetriliste mõõtmetega, siis betoonmasti puhul võtta: $Q_{Wpol} = 1494,2 \text{ N}$.

Maapinna (või muus arvutatavas) lõikes mastile mõjuv paindemoment määratakse valemiga

$$M = Q_{Wc} H_{maa} + 0,5 Q_{Wpol} H_{maa} \quad [\text{Nm}]$$

Kui liinil on väike nurk ja mast on toestamata, lisada Q_{wc} -le nurgasuunaline tõmme T_n , mis määrata seosest

$$T_n = T \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} \quad [N]$$

kus T tõmme juhtmes, N;

α liini pöördenurk, °.

Kui juhtmed on kinnitatud mitmel kõrgusel, tuleb momendid arvutada iga kõrguse kohta eraldi ja liita.

L4.1.2 Puitpostmasti vajaliku läbimõõdu arvutus

Puitpostmasti tugevustingimus:

$$\sigma_r + \sigma_p \leq f_{md} \quad (L4.2.1)$$

kus f_{md} masti arvutuslik paindekandevõime:

standardsetl töödeldud männipuidul $f_{md} = 20,7 \text{ N/mm}^2$;

σ_r paindepinge ristsuunalistest horisontaaljõududest: $\sigma_r = \frac{M \cdot 10^3}{W}$, N/mm²;

W arvutatava lõike vastupanumoment: $W = 0,1 d_{maa}^3$, mm³;

σ_p paindepinge vertikaaljõududest $\sigma_p = \frac{\omega \cdot Q_G}{A}$, N/mm²;

A ekvivalentne ristlõikepindala $A = \pi r_e^2$, mm²;

r_e ekvivalentne raadius: $r_e = 0,5 d_e$, mm;

d_e ekvivalentne läbimõõt: $d_e = (d_{ül} + 2d_{maa})/3$, mm;

Q_G mastisuunaline jõud [N], mis koosneb juhtmete, tarvikute, masti enese ja montööri kaalust; viimase puhul arvestada, et maksimaalsel tuulekiirusel masti otsa ei ronita;

ω murdumistegur, mis võetakse alljärgnevast tabelist sõltuvalt saledustegurist λ ;

λ saledustegur $\lambda = 2H_{maa} \cdot 10^3 / i$;

i inertsraadius $i = 0,25 d_e$, mm.

Tabel L4.1. Standardsete puitpostide murdumistegur ω sõltuvalt saledustegurist λ

λ	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340
ω	18	19,5	21,2	22,8	24,6	26,5	28,4	30,4	32,4	34,6	36,8	39	41,4	43,8	46,4
λ	350	360	370	380	390	400	410	420	> 420						
ω	48,9	51,6	54,4	57,2	60	63	68	73	$\lambda^2 : 2400$						

Valida tuleb puitpostmast, mille jaoks on täidetud tugevustingimus (L4.2.1).

L4.2 Postmasti püsivuse arvutus

L4.2.1 Tõmmitsaga mast

Masti tõmmitsa kinnituskohas peab olema täidetud tingimus:

$$\frac{T a}{0,95 W_1} + \frac{Q_s}{A_1} \leq f_{md} \quad (L4.2.2)$$

kus T mastile mõjuv liinisuunaline tõmme, N;

0,95 tegur, mis arvestab masti ristlõike nõrgenemist tõmmitsa kinnituspoldi kohal;

a tõmmitsa kinnituskoha kaugus liinisuunalise jõu rakenduspunktist (traaversi kinnituskohast) (ülalpool loetakse negatiivseks), m;

W_1 vastupanumoment tõmmitsa kinnituskohas: $W = 0,1 d_1^3, \text{ mm}^3$;

d_1 masti läbimõõt tõmmitsa kinnituskohas, mm;

A_1 masti ristlõike pindala tõmmitsa kinnituskohas: $A_1 = 0,25\pi d_1^2, \text{ mm}^2$;

Q_s mastile mõjuv surve: $Q_s = Q_G + KT, \text{ N}$;

Kui tõmmitsa kinnituskoha kõrgus erineb tõmbe rakenduspunkti kõrgusest, siis:

$$Q_s = Q_G + \frac{H_{\text{maa}}}{H_{\text{maa}} - a} KT, \text{ N};$$

Q_G vertikaaljõudude summa, vt p. L4.1.2, N;

K tõmmitsa kalle: $K = S/H_{\text{maa}} = 1/\tan \beta$;

S tõmmitsa ankurduspunkti kaugus mastist (vt joon P339-15);

β tõmmitsa ja masti vaheline nurk. Kahe harali paigutatud tõmmitsa puhul arvestada kallet nende maapinnal asuvaid kinnituskohi ühendava sirge ja tõmbe T suuna lõikumispunkti ning tõmmitsate mastil asuva kinnituspunkti vahel;

H_{maa} masti kõrgus maapinnast, m;

T_t tõmmitsale mõjuv tõmme: $T_t = T/\sin \beta, \text{ N}$;

M mastile mõjuv paindemoment: $M \approx 0,6Ta, \text{ Nm}$;

W vastupanumoment: $W = 0,1d_e^3, \text{ mm}^3$;

d_e masti ekvivalentne läbimõõt: $d_e = (d_{\text{ül}} + 2d_{\text{maa}})/3, \text{ mm}$.

Nende suurustega toimub masti kontrollarvutus masti tugevustingimuse järgi, nagu jaotises L4.1.2.

Soovitav on lõpumastidel tõmmits kinnitada traaversi vastasküljele.

L4.2.2 Toega mast

Kuna tugi on üldjuhul kinnitatud juhtmete (traaversi) kinnituskohast lõigu a võrra allapoole, tuleb kontrollida kinnituskoha läbimõõdu d_1 piisavust valemiga (2.2).

Toele mõjuv surve

$$Q_s = Q_t \sin \beta + \frac{H_{\text{maa}}}{H_{\text{maa}} - a} T / \sin \beta \text{ [kN]}$$

kus β toe ja masti vaheline nurk;

H_{maa} masti kõrgus maapinnast, m;

a toe kinnituskoha kaugus liinisuunalise jõu rakenduspunktist (traaversi kinnituskohast), m;

T juhtmete kogutõmme, kN;

Q_t toe kaal, kN.

Lähtudes jõust Q_s tuleb tuge arvutada nagu tõmmitsaga masti p. L4.2.1 kohaselt.

T_m mastile mõjuv tõmme: $T_m = T/\tan \beta - Q_G, \text{ kN}$;

Q_G mastile mõjuvate vertikaaljõudude summa (juhtmete, armatuuri, masti enese ja montööri kaal), kN.

Üldjuhul ei teki tõmbest mastile ohtlikku jõudu, küll aga määrab see tõmme masti kinnituse pinnases sarnaselt tõmmitsale.

L4.2.3 Ankru kinnitus pinnases

Punktis 4.2.2 toodud arvutus eeldab, et masti kinnitus pinnases on jäik. Praktilisi juhiseid masti kinnitamiseks pinnases on toodud joonistel P339-14...P339-17. Järgnevalt on toodud mõned meetodid kinnitusdetailide dimensioneerimiseks olenevalt sellest, kuivõrd piisavalt on andmeid pinnase omaduste kohta.

Tõmmitsa või puittoega masti ankru vajalikku pindala ja paigaldussügavust võib kontrollida valemitega:

- kohevas pinnases $T_t \leq G + k h^2 P \tan \varphi$;
- sitkes pinnases $T_t \leq G + C h P$,
 $0,3P < h < P$,

kus G tõmbe suunas ankruplaadi ja ankrul lasuva pinnase kaal – viimane leitakse pinnase erikaalu γ ja ankru pindalale kujutatava rööptahuka ruumala järgi, kN;

P ankruplaadi ümbermõõt, m;

h ankruplaadi paigaldussügavus mõõdetuna selle aluspinnalt (kaldplaadi puhul ankruplaadi kinnituskohalt), m;

k ja $\tan \varphi$ kohevat pinnast iseloomustavad tegurid;

C sitket pinnast iseloomustav tegur.

Pinnast iseloomustavate tegurite orienteerivad väärtused on toodud järgnevas tabelis.

Tabel L4.2. Pinnast iseloomustavate tegurite orienteerivad väärtused
(Soome allikatel)

Pinnas	Erikaal kuivalt, kN/m ³	Erikaal märjalt (põhjaveega), kN/m ³	$\tan \varphi$	k , kN/m ³	C , kN/m ²	Kriitiline surve, kN/m ²
Pehme savi	15...19	5...11			0...7	0...50...100
Sitke, raskelt vormitav savi	15...19	5...11			7...15 (30)*	100...150...200... (300)*
Peen liiv	17...19	11	0,4...0,8	9...13		100...200...300
Sõre liiv			0,4...0,9	10...15		200...350...500
Kruus			0,5...0,9	11...16		300...750...1000
Moreen	19...21	11...12	0,3...1,2	9...16		500...750...1000

* Eriti tihke savi

L4.2.4 Puitkandemasti püsivus

Puitkandemasti püsivust pinnases võib kontrollida valemiga

$$H \geq \sqrt[3]{\frac{1,27 \gamma M}{Ab}}$$

kus H minimaalne paigaldussügavus, m;

- M maapinna lõikes mastile mõjuv paindemoment, kNm;
- b masti maasisese osa kahekordne keskmine läbimõõt, m;
- A pinnase vastupidavust iseloomustav tegur, arvuliselt ligikaudu võrdne teguriga k [kN/m³] tabelis L4.2 (savises pinnases 7...17); märjas pinnases kasutada väiksemaid väärtusi;
- γ osavarutegur 1.3 arvestab pinnase tugevuse muutumisest sõltuvat kandevõime kaotust.

Et pinnase omadused võivad suuresti kõikuda, on soovitatav arvutada tabelis L4.2. antud vahemike väiksemate väärtustega, eriti märjas või niiskes pinnases. Täppisarvutuseks tuleb teostada pinnase ehitusgeoloogiline uuring.

L4.3 Juhtmete kõrvalekalle tuulega

Juhtme kõrvalekaldenurk ψ arvutatavas visangus leitakse valemiga:

$$\tan \psi = Q_W / Q_G$$

kus Q_W tuule surve juhtmele, N;

Q_G juhtme kaal, N;

q_p suurim tuulesurve juhtmele baaskõrgusel 10 m: $q_p = 641 \text{ N/m}^2$.

Juhtme kõrvalekalle δ kinnituspunkte ühendavast sirgest:

$$\delta = f_{\max} \sin \psi \quad [\text{m}]$$

kus $f_{\max}$ maksimaalse tuulega esinev väljaveninud juhtme ripe, orienteerivalt temperatuuril +20°C.