

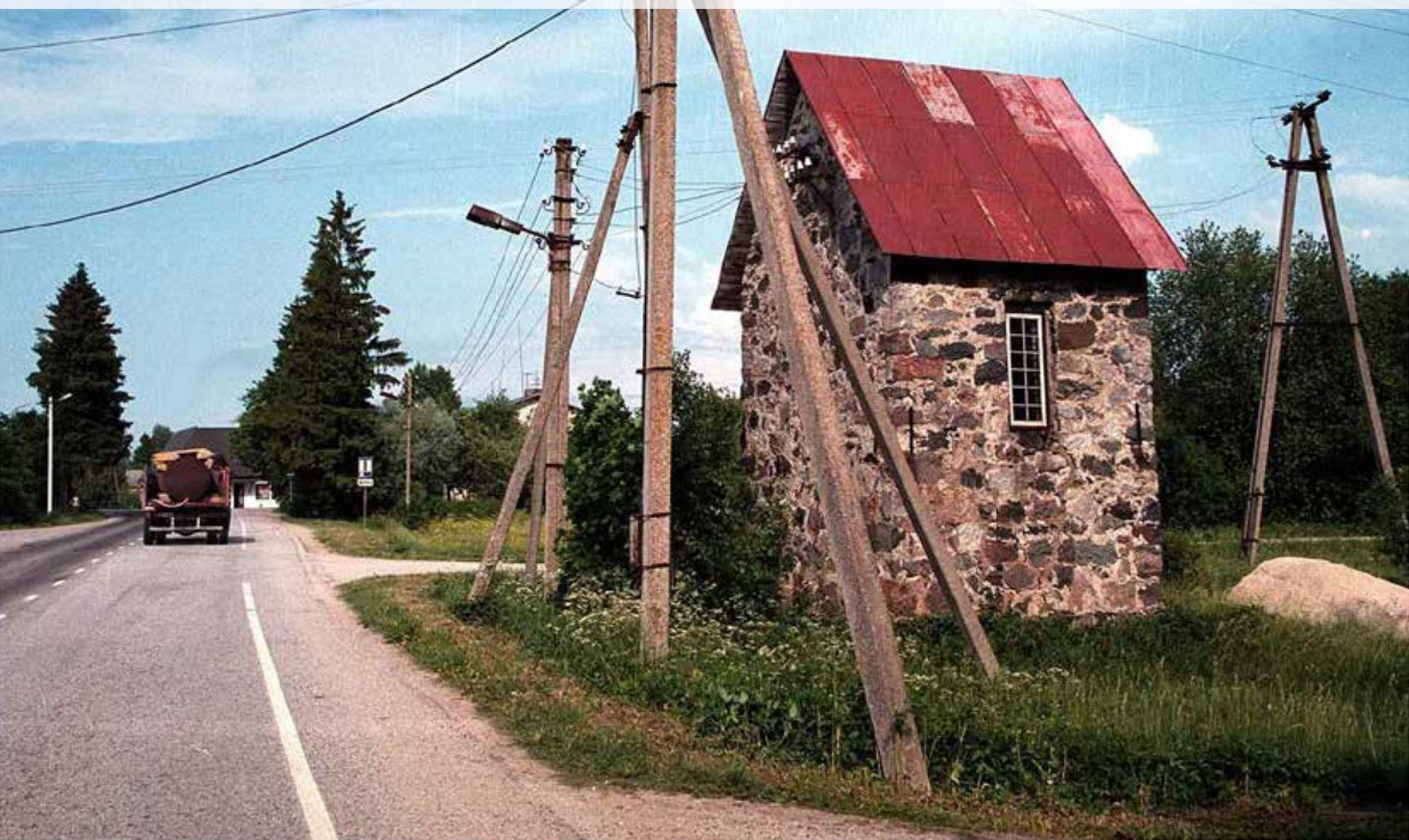


Markku Monni

Käsiraamat professionaalsete elektrijaotusvõrgu elektrikute ettevalmistamiseks

Maakaablivõrgutööd.

Tänavaja teevalgustustööd. Liikluse valgussignaalpaldised.



Originaali pealkiri: Maakaapeliverkostotyöt, tie- ja aluevalaistustyöt, liikennevaloasennukset. Autor Markku Monni.
© Eestikeelse tõlke ainulevitamise õigus kuulub: Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit MTÜ 2014
Tõlkinud: Tallinna Tehnikaülikool: Tõnu Lehtla, Raivo Teemets, Toivo Varjas.
Tõlge valmis EETEL MTÜ ja Euroopa Liidu Leonardo Da Vinci fondi toetusel läbi viidud projekti DC Net raames:



LEONARDO DA VINCI TRANSFER OF INNOVATION PROJECT

Under the Lifelong Learning Programme

DC-NET- New approach to become a qualified multinational network electrician - AGREEMENT n° LLP-LdV-TOI-2012-LT-0118

Esikaane fotod: Are Veski

Ülemine foto: Eesti vanimaid toimivaid alajaamu – Linnamäe alajaam Läänemaal , aastast 1927.

Foto tehtud peale renoveerimist ja 0,4 kV õhuliinide asendamist maakaabelliinidega Fortum Elekter AS poolt 2000 aastal.

Alumine foto: Linnamäe alajaam Läänemaal enne renoveerimist ja õhuliinide asendamist maakaabelliinidega 1999 aastal.

© 2010 Markku Monni ja Adato Energia Oy

Käsiraamat professionaalsete elektriijaotusvõrgu elektrikute ettevalmistamiseks

Maakaablivõrgutööd.

Tänavaja teevalgustustööd. Liikluse valgussignaalkaardid.

ISBN 978-952-9696-46-8

MAAKAABLIVÕRKUDE E HITUSTÖÖD

SISUKORD

1.	Kaablitehnika põhitõed	13
1.1.	Sissejuhatus	13
1.2.	Jõukaablite isoleermaterjalid	13
1.2.1	Immutatud paber	13
1.2.2	Kummid	13
1.2.3	Plastid	13
1.3.	Veekindluse olulisus kaabli ehituses ja varustuses	14
2.	Harilikud maa- ja veekaablid	16
2.1.	Pinnasesse või vette paigaldatavate kaablite ehitus	16
2.1.1.	Üldist	16
2.1.2.	Kaabli ehitus	16
2.1.2.1	Kaabli juhid	16
2.1.2.2	1kV kaablite ehitus	16
2.1.2.3	10 ja 20 kV kaablite ehitus	17
2.2	Juhtide eristamine värvide järgi	17
2.2.1	Madalpingelistes elektripaigaldistes vastab juhtide värvitähistus Soome standardile SFS 6000-5-51.	17
2.2.2	Vanad juhtmevärvid	19
2.2.2.1	Elektriohutuse määruse A1-93 (vana juhise) kohaselt	19
2.2.2.2	Näiteid vanast märgistusest	20
2.3	Lubatud kasutuskohad	21
2.4	Kaablite ehitusjoonised	21
2.4.1	Üldist	21
2.4.2	Kaablite riiklikud tüübitähised	21
2.4.3	Madalpingekaablid	21
2.4.4	Keskpingekaablid, 20kV	24
2.4.5	Kaablikesta (mantli) märgistused	25
3.	0,4 kV maakaablite valik ja elektriline kaitse	28
3.1	Üldist	28
3.2	Kaablite koormatavus	28
3.3	Majanduslikult põhjendatud ristlõikepind	31
3.4	Liigkoormuskaitse	31
3.5	Lühisekaitse	33
3.6	Liitumisjuhi elektriline kaitse	36
4.	20kV maakaablite valik ja elektriline kaitse	40
4.1	Üldist	40
4.2	Kaablite koormatavus	40
4.3	Kaablite lühisetaluvus	41
4.4	Kaablite elektriline kaitse	41
5.	Maakaablivõrgud	42
5.1	0,4kV maakaablivõrk	42
5.1.1	Üldist	42
5.1.2	Kaablijaotuskapid madalpingevõrgus	42
5.2	1kV maakaablivõrk	43
5.3	20kV maakaablivõrk	43

6.	Elektrivõrgustiku kaart -töökaardid -tööjoonised	45
6.1	Üldist	45
6.2	Tööjooniste nimetused	45
6.2.1	Kaart	45
6.2.2	Võrgukaart	45
6.2.3	Asukohakaart	47
6.2.4	Tööjoonised	47
6.3	Töökohtade joonised	47
6.3.1	Ligipääsuteedekaart	47
6.3.2	Töökohtade üldkaart	48
6.3.3	Töökaart	48
6.4	Töökaardi joonestamine	49
6.4.1	Töökaardi aluskaart	49
6.4.2	Töökaardi mõõtkava	49
6.4.3	Töökaartide esitusviise	49
6.4.3.1	Juhtide esitusviise	49
6.4.3.2	Kaablitorustiku esitamine	49
6.4.3.3	Kasutusest väljavõetav juht või võrgukomponent	51
6.4.3.4	Muudetav võrk	52
6.4.3.5	Juhi tüübi tähistamine	52
6.4.3.6	Liitumisjuhtide tähistamine	52
6.4.3.7	Andmesidevõrgu esitamine	52
6.4.3.8	Maandused ja maandussüsteemid	52
6.4.3.9	Kõrvaliste juhtide tähistamine	52
6.4.4	Tähised tööpunktides	52
6.4.4.1	Töökohtade loetelu	52
6.4.4.2	Töökohatähised kaabli paigaldamisel	53
7.	Muud pinnasesse paigaldatavad võrgud	55
7.1	Sidevõrgud	55
7.2	Vee- ja kanalisatsioonitrassid	55
7.3	Kaugkütte- ja gaasitorustikud	55
7.4	Elektrijuhtide ja torustike paigutamine	56
8.	Tööde tellimine ja teostamine	57
8.1	Üldist	57
8.2	Tellimine	57
8.2.1	Pakkumiskutse sisu	57
8.2.2	Tööde kirjeldused	57
8.2.3	Tükiloend (spetsifikatsioon)	58
8.2.4	Tarvikute hankimine	58
8.2.5	Pakkumiste heakskiitmine	58
8.3	Teostamine	59
8.3.1	Üldist	59
8.3.2	Jaotusvõrgu käidutoimingud võrgutööde ajal	59
8.3.3	Jaotusvõrgu ehituse ettevalmistamine	60
8.3.4	Jaotusvõrgu ehitamine	61
8.3.5	Valmis jaotusvõrgu käikuandmine	61
9.	Kaablitööde ettevalmistamine	62
9.1	Kaablitrassi valik	62
9.2	Load ja kokkulepped	62

9.2.1	Üldist	62
9.2.2	Maakaabli paigaldamine omavalitsuse tänavaalale- või muudele üld- kasutatavatele aladele	63
9.2.3	Maakaabli paigaldamine teealale	63
9.2.4	Maakaabli paigaldamine raudteealale	64
9.2.5	Maakaabli paigaldamine veekogudesse	65
9.3	Load ja kuulutused	66
9.3.1	Pinnasesse paigaldatavad kaablid	66
9.3.2	Vettelastavad kaablid	66
9.4	Kaablitrassi tähistamine	67
9.5	Kaablitööde korraldamine ehitusobjektidel	68
9.5.1	Ehitustööde isikukaitsevahendid	68
9.5.2	Veod	68
9.5.2.1	Juhilubade nõuded	68
9.5.2.2	Materjaliveod	69
9.5.3	Kaevetööd	69
9.6	Liikluse korraldamine kaablitööalal	71
9.6.1	Kaablitööd liiklusega hõivatud alal	71
9.6.2	Üldised juhised liikluse korraldamiseks	71
9.6.3	Teealaga seotud tööde ning konstruktsioon- ide ja seadmete paigal- damine teealale (MaantL 43§)	72
9.6.4	Teehalduri vastutus	72
9.6.5	Tööde lubamine tee- või tänavaalal	72
9.6.6	Liikluse korraldamine tööde ajal	73
9.6.7	Muud load ja teavitused	73
9.6.8	Menetlus kiiruspiirangute kehtestamiseks	73
9.6.9	Tööohutus	73
9.6.10	Liikluskorraldus	75
9.6.11	Näiteid liikluse korraldamisest kaablitööde teostamisel	78
10.	Kaablikraavi kaevamine	80
10.1	Kaablikraavi mõõtmed	80
10.1.1	Kaablikraavi sügavus	80
10.1.2	Kraavipõhja laius	81
10.2	Kaablikraavi pinnakihi eemaldamine	81
10.2.1	Kasvumullakiht	81
10.2.2	Muru ja taimed	81
10.2.3	Sillutus- ja plaatimistööd	82
10.2.4	Pealiskihi eemaldamine	82
10.3	Keltsakihi eemaldamine	82
10.3.1	Keltsakihi lõhkumine	82
10.3.2	Keltsakihi sulatamine	82
10.4	Kaablikraavi kaevamine labidaga	83
10.5	Kaablikraavi kaevamine ekskavaatoriga	83
10.6	Kaevetööde tegemine	83
10.6.1	Kaevetrassi tähistamine	83
10.6.2	Pehme pinnase kaevamine	83
10.6.3	Kaevetööd kõvas pinnases	84
10.6.4	Kaevamisel esiletulevad varem paigaldatud kaablid	84
10.7	Liiklustrassi alt läbimine	85
10.7.1	Üldist	85
10.7.2	Allmaatorude paigaldamine	85

10.7.3	Altläbiviikude seadmed	87
10.8	Kaablikraavi ettevalmistamine	89
10.9	Kaablijaotuskappide paigaldamine ja kaabli jätkamine kaablikraavis	89
10.10	Kaablikanalid	90
11.	Kaabli paigaldamine pinnasesse	93
11.1	Maakaabli paigaldamise kutseoskuskõuded	93
11.2	Kaabli laadimine ja vedamine ning tõmbamiseks ettevalmistamine	93
11.2.1	Kaabli laadimine ja transport	93
11.2.2	Veoks valmistumine	94
11.2.3	Paigaldustemperatuur	95
11.2.4	Kaabli paigaldamisel ettenähtud painutusreeglid	96
11.3	Kaabli käsitsi tõmbamine	97
11.3.1	Kaabli mahakerimine kaabliveokilt	97
11.3.2	Kaabli kohaletõmbamine inimtööjõu abil	97
11.4	Kaabli tõmbamine masinatega	97
11.4.1	Kaablitõmbamismasinad	97
11.4.2	Veovõimsus	98
11.4.3	Kaabli kinnitamine veotrossi külge	98
11.4.4	Kaablitõmberullid	99
11.4.5	Kaabli tõmbamine torudesse	100
11.4.6	Kaabli tõmbamine	100
11.5	Kaabli tõmbamisviiside erinevused asutatud ja asustamata piirkondades	101
11.6	Kaabli tähistamine	101
11.7	Kaablite kaardistamine	102
11.7.1	Üldist	102
11.7.2	Kaabltrassi tähistamine	102
11.7.3	Mõõtejoonis	103
11.7.4	Spetsiaalne mõõtejoonis	104
11.7.5	Kaablikaardid	104
11.7.6	Maakaablite kaardistamine	104
12.	Kaabli sisseküündmine	106
12.1	Üldist	106
12.2	Kaabli sisseküündmiseks sobivad kaablid	106
12.3	Kaabltrassi kavandamine maastikul	106
12.4	Jaotuskapid	108
12.5	Kaabli küündmine pinnasesse	109
12.6	Kaabliküündmise järeltööd	109
13.	Kaablite otsa- ja jätkumuhvid	
13.1	Üldist	111
13.1.1	Standardi SFS 6000-5-52 juhised juhtide ühendamise kohta	111
13.1.2	Üldjuhised kaablite ühendamiseks ja jätkamiseks	111
13.1.3	Elektrilised nõuded	112
13.2	Kaablite lõppühendused (otsamuhvid)	112
13.2.1	Üldist	112
13.2.2	1kV välisühendused (muhvid)	113
13.2.3	10 ja 20 kV kaablimuhvid	113
13.2.3.1	Üldist	113
13.2.3.2	Elektrivälja ühtlustamise tähtsus 10 ja 20 kV otsa- ja jätkumuhvide konstruktsioonis	114

	12.2.3.3 1+ ja 20 kV kaablimuhvi ehitus	115
13.3	Kaablite jätkumuhvid	117
13.3.1	Üldist	117
13.3.2	1kV kaablite jätkumuhvid	117
13.3.3	10 ja 20 kV kaablite jätkumuhvid	118
13.4	Otsa- ja jätkumuhvide tegemine	119
13.4.1	Valmistamine otsa- ja jätkumuhvide tegemiseks	119
13.4.2	Otsa- ja jätkumuhvide valik	120
13.4.3	Otsa- ja jätkumuhvide tööetapid	120
13.4.4	Otsa- ja jätkumuhvide tegemise üldised ohutusjuhised	126
14.	Kaablikraavi täitmine	128
14.1	Kaabli kaitsmine	128
14.1.1	Nõuded kaabli kaitsmiseks	128
14.1.2	Kaablikaitse kontrollimine	128
14.1.3	Kaablikaitsete tugevusklassid	128
14.1.4	Kaablikaitse valik ja kaitse paigaldamine	129
14.1.4.1	Üldist	129
14.1.4.2	Kaitse kaablikaitsetorudega	130
14.1.4.3	Kaablite kaitse pööratud rennidega	131
14.1.4.4	Kerge kaitse	131
14.1.4.5	Kaitse plaatidega	131
14.1.4.6	Raske kaablikanal	132
14.1.4.7	Kaabli kaitsmine ristumisel kaugküttetorustikuga	132
14.1.4.8	Kaablijätkumuhvide kaitsmine	132
14.1.4.9	Kaabli kaitsmine jaotuskappide ja trafode juures	132
14.2	Kaablikraavi täitmine	133
14.2.1	Hoiatussiltide paigaldamine	133
14.2.2	Kaablikraavi täitmine	133
14.2.2.1	Kraavi täitmise alustamine	133
14.2.2.2	Pinnase tihendamine	133
14.2.2.3	Järeltööd	134
15.	Maakaabli paigaldamine mastidele	135
15.1	Madalpingekaablite paigaldamine mastidele	135
15.1.1	Kaabli kaitsmine maapinna piiril	135
15.1.2	Paigaldamine mastile	135
15.2	20kV maakaabli paigaldamine mastile	136
15.2.1	Kaabli otsamuhvide muhvide-liinide paigaldamine	136
15.2.2	Kaabli kinnitamine ja mehaaniline kaitse	138
15.2.3	Kaabli otsamuhvide ühendamine õhuliinijuhtidega	139
15.2.4	Kaabli otsamuhvide maandamine	140
15.2.5	Kaabli ülesviikude tähisted	140
16.	Kaablijaotuskapid	141
16.1	Kaablijaotuskappide ehitus ja ühendused	141
16.1.1	Kapp	141
16.1.2	Alus	142
16.1.3	Töövahendid ja ühendamine	143
16.2	Kaablijaotuskapi paigaldamine	144
16.2.1	Vundamendisüvendi kaevamine ja aluse ning maanduselektroodi paigaldamine	144

16.2.2	Kapi paigaldamine alusele või vundamendisüvendisse	144
16.2.3	Kapi ettevalmistamine kaabli paigaldamiseks	144
16.3	Kaabli paigaldamine ja ühendamine kaablijaotuskapis	144
16.3.1	Kaabli paigaldamine	144
16.3.2	Toitekaablite ühendamine	145
16.3.3	Väljundkaabli ühendamine	146
16.3.4	Juhtide suuna tähistamine	146
16.4	Hargnemiskapid	147
16.5	Madalpingeliste jaotuskappide või hargnemiskappide välised tähised	148
17.	Liitumiskaabli paigaldamine	149
17.1	Liitumiskaabel (liitumisjuht)	149
17.2	Liitumisjuhi elektriline kaitsmine	149
17.3	Kaabli trassi valik ja sisestustorustik	149
17.4	Krundi jaotuskeskus	150
17.5	Liitumiskaabli paigaldamine ja ühendamine	150
17.6	Tööjaotus liitumiskaabli paigaldamisel	151
18.	Veealuste kaablite paigaldamine	152
18.1	Kaabli trassi kavandamine	152
18.1.1	Üldist	152
18.1.2	Kaablite randumiskohad	152
18.1.3	Kaabli trassi väljaselgitamine	152
18.1.4	Kaabli pikkuse mõõtmine	152
18.2	Kaabli vettelaskmise viisid	152
18.2.1	Üldist	152
18.2.2	Kaabli vettelaskmine paadist või parvelt	153
18.2.3	Kaabli vettelaskmine ujukite abil	153
18.2.4	Kaabli vettelaskmine jõesse kütud prakku	153
18.2.5	Kaabli vettelaskmine kaablilaevalt	154
18.3	Kaabli kaitsmine	154
18.3.1	Üldist	154
18.3.2	Liiva- või savirand	155
18.3.3	Kaljune rand	155
18.4	Kaabli trassi tähistamine	155
19.	Maakaablivõrgu kasutuselevõttueelne kontroll	158
20.	Vana kaablivõrk	160
20.1	Üldist	160
20.2	Vanad paberisolatsiooniga 0,4kV maakaablid	160
20.3	Vanad 20kV maakaablid	161
20.4	Vanade maakaablite paigaldamise tehnoloogia	162
20.5	Paberisolatsiooniga 0,4kV maakaabli väline otsamuhv	163
20.6	Varasematel aegadel kasutatud 10 ja 20 kV kaablimuhvide ehitus	163
20.7	Valuplastist jätkumuhv plastisolatsiooniga 0,4kV kaablile	165
20.8	Valuplastist jätkumuhv paberisolatsiooniga 0,4kV kaablile	165
20.9	Varasematel aastatel kasutatud 10 ja 20 kV jätkuühendused	166
20.10	Alumiiniummantliga kaabli otsa- ja jätkumuhvide valmistamine	166
20.11	Valuplasti käsitlemisjuhised	167
20.12	Paberisolatsiooniga maakaablite kasutusjuhiseid	167

TEE- JA ÜLDVALGUSTUSTÖÖD

1.	Teevalgustuse projekteerimine	169
1.1	Teevalgustuse projekteerimise põhimõtted	169
1.1.1	Üldist	169
1.1.2	Valgustehnilised põhisuurused	169
1.1.3	Valgustusklassid	170
1.1.4	Valgustusklassi valik	171
1.1.4.1	Autoliikluse valgustusklassid	171
1.1.4.1.1	Teed	171
1.1.4.1.2	Tänavad	172
1.1.4.1.3	Ristmike valgustusklassid	173
1.1.4.2	Kergliiklusteede valgustusklassid	174
2.	Lambid ja valgustid	175
2.1	Lambid	175
2.1.1	Üldist	175
2.1.2	Elavhõbelamp	176
2.1.3	Madalrõhu-naatriumlamp	177
2.1.4	Kõrgrõhu-naatriumlamp	177
2.1.5	Metallhalogeeniidlampid	178
2.1.6	Leedlampid	178
2.1.7	Lampide tunnusmärgid valgustitel	178
2.2	Valgustid	179
2.2.1	Üldist	179
2.2.2	Valgustite valgusjaotus.omadused	179
2.2.3	Valgusti valik	180
2.2.4	Valgustite liiteseadmed	182
2.2.5	Valgustite näiteid	183
3.	Teevalgustuse ehitus	185
3.1	Valgustite paigutus	185
3.2	Valgustite kinnitamine	185
3.3	Valgustusmastide paigutus	186
3.3.1	Mastid	186
3.3.2	Mastide asukoht	186
3.3.3	Järeleandvad (lööke pehmendavad) mastid	187
3.4	Erivalgustuspaigaldised	187
3.4.1	Kõnnitee ja jalgrattatee valgustus	187
3.4.2	Pargivalgustus	188
3.4.3	Väljakuvalgustus	188
3.4.4	Piirete valgustus	188
3.4.5	Tunnelivalgustus	188
3.5	Teevalgustus elektrivõrk	189
3.5.1	Üldist	189
3.5.2	Teevalgustuse elektrivõrgu pinge	190
3.5.3	Teevalgustuse elektrivõrgu rikkevoolukaitse	190
3.5.3.1	Maaühendused	190
3.5.3.2	Valgustuse toitevõrgu maandused	191
3.5.3.3	Nõuded sulavkaitsmete	191
3.6	Valgustusprojektid	191
3.6.1	Üldist	191

3.6.2	Teevalgustusprojekti valgustuse andmed	192
3.6.3	Teevalgustuse ehitusprojekt	192
3.7	Liiklusvalgustuse projekteerimine maastikul	192
4.	Tee ja -välisavalgustuse juhtimine	193
4.1	Üldist	193
4.2	Kohtjuhtimine	193
4.2.1	Üldist	193
4.2.2	Hämaralülit	193
4.2.3	Kohtjuhtimise lülitusskeem	193
4.3	Keskjuhtimine	193
4.3.1	Üldist	193
4.3.2	Juhtahelate juhistikusüsteem	195
4.3.3	Võrgukäskude süsteem	195
4.3.4	Raadiotelefoni- ja mobiiltelefonikäsud	195
4.4	Valgustuse juhtimine pimedal ajal	197
4.4.1	Üldist	197
4.4.2	Valgustuse väljalülitamine öisel ajal	197
4.4.3	Valguse intensiivsuse vähendamine öisel ajal	197
5.	Puitmastidega valgustuspaigaldised	198
5.1	Teevalgustusprojekt	198
5.2	Mastide paigaldamine, trossidega toestamine, toitejuhtide ja maanduste paigaldamine	198
5.2.1	Teevalgustusprojekt	198
5.2.2	Maastikuprojekt	198
5.2.3	Mastide paigaldamine	199
5.2.4	Toiteliini paigaldamine	199
5.2.5	Maanduste paigaldamine	199
5.3	Valgusti paigaldamine	199
5.3.1	Valgusti ühendamine	199
5.3.2	Valgustikonsool	200
5.3.3	Valgusti kinnitamine konsoolile	200
5.3.4	Valgusti paigaldamine mastile	200
5.3.5	Puitmastvalgustuse toimine maakaablivõrgust	201
6.	Metallmastidega valgustuspaigaldised	202
6.1	Valgustusmastid	202
6.2	Aluse paigaldamine, kaablite ühendamine ja maanduse paigaldamine	203
6.2.1	Tänavavalgustuse projekteerimine	203
6.2.2	Jalandi paigaldamine	204
6.2.3	Kaablite ühendamine ja maanduse paigaldamine	205
6.3	Valgustimasti koostamine, püstitamine, juhtmete paigaldamine ja ühendamine	205
6.3.1	Valgustimasti koostamine	205
6.3.2	Valgustimasti püstitamine	206
6.3.3	Juhtmete paigaldus ja ühendamine	207
7.	Liiklusmärkide valgustus	208
8.	Tee- ja välisavalgustuse hooldamine	209
8.1	Üldist	209
8.2	Üksikhooldustööd	209

8.3	Rühmahooldus	209
8.4	Rikke parandamine	210
8.5	Hooldustööde turvalisus ohutus	210
8.5.1	Üldist	210
8.5.2	Personalitõstukite kasutamine	211
8.5.3	Kokkupõrkeohutute puitmastide tuvastamine ja ronimispiirangud	213
8.5.4	Liikluskorraldus teevalgustuse hooldustööde ajal	213
9.	Valgustuse käidukulud	215
10.	Välisvalgustuse regulaarne ülevaatus	216
10.1	Ülevaatus ajakava	216
10.2	Ülevaatus sisu	216
10.3	Ülevaatusega kontrollitavad kohad	216
10.4	Ülevaatus	
 LIIKLUSE VALGUSSIGNAALPAIGALDISED (VALGUSFOORID)		
1.	Valgusfooride paigalduspõhimõtted	218
1.1	Üldsätted	218
1.2	Valgusfooride paigaldamise põhimõtted	218
1.3	Valgusfooride juhtimise vajadus	218
1.4	Liikluskeskkond	218
1.5	Liikluse signaalvalgustuse projekteerimise lähtekohad	219
2.	Valgusfoorid	221
2.1	Üldsätted	221
2.2	Foorisignaalid	221
2.2.1	Foorisignaalide pildid	221
2.2.2	Autoliikluses kasutatavad foorid	221
2.2.3	Jalakäijafoorid	223
2.2.4	Jalgrattafoorid	223
2.2.5	Fooritulede ehitus	223
2.2.5.1	Fooride suurus ja kasutamine	223
2.2.5.2	Fooride lambid ja elektripaigaldised	223
2.3	Foorimastid	224
2.3.1	Foorimastide pikkus ja kasutuskohad	224
2.3.2	Foorimastide paigaldamine	224
2.3.3	Sõidukifooride taustaplaadid	225
2.4	Andurid	225
2.4.1	Üldist	225
2.4.2	Silmusandur	225
2.4.3	Infrapunaandurid ja radarid	227
2.4.4	Surunupp	227
2.5	Juhtseadmed	227
2.5.1	Üldist	227
2.5.2	Seadmekapp	227
2.5.3	Juhtimisseadmed	228
2.5.3.1	Üldist	228
2.5.3.2	Juhtimisviisid	228
2.5.3.3	Kontrollseadmed ja signaallambid	230
2.5.3.4	Andurite talitus	231

2.5.3.5	Iseseisvalt talitlevad juhtseadmed	232
2.5.3.6	Keskjuhtimine	232
3.	Valgusfooride paigaldamine	233
3.1	Joonised	233
3.1.1	Ehitaja poolt koostatavad dokumendid	233
3.1.2	Seadmete tarnija poolt koostatavad tööjoonised	233
3.1.3	Projekтикаardi tingmärgid	233
3.2	Mastide püstitamine ja paigaldamine	234
3.2.1	Mastide püstitamine	234
3.2.2	Masti püstitamine	235
3.3	Juhtkapi jalandi paigaldamine	235
3.4	Kaablite paigaldamine	235
3.4.1	Kaablitele esitatavad nõuded	235
3.4.2	Kaablitrassid	236
3.4.3	Kaablite kaitsmine ja paigaldamine kaablikanalitesse (torudesse)	236
3.4.4	Kaablite paigaldamine trassile	237
3.4.5	Andurisilmuste paigaldamine	238
3.5	Valgusfooride paigaldamine	240
3.6	Nupplülite paigaldamine	241
3.7	Helisignaalide paigaldamine	241
3.8	Juhtkappide paigaldamine	241
3.9	Liikluse juhtimissüsteemi liitumine elektrivõrguga	242
3.10	Signaalvalgustussüsteemi maandamine	242
3.11	Signaalvalgustussüsteemi ühendamine	243
3.11.1	Kaablite tähistamine	243
3.11.1.1	Mastid, signaaltuled ja surunupud	243
3.11.2	Andurisilmuste ühendamine	244
3.11.3	Juhtseadme ühendamine	244

MAAKAABLIVÕRKUDE E HITUSTÕÕD

Selles raamatus käsitletakse maakaablivõrkude ehitust. Raamatu sisu keskendub kaablitehnikale ja sellele kuidas madal- ja kõrgepinge kaabelvõrgud on seotud elektri jaotussüsteemiga, kuidas valitakse kaableid ja kuidas rajatakse kaabelliine maastikul, missuguseid lube on vaja maakaablite paigaldamiseks, kuidas tuleb kaableid paigaldada eri kohtades ja kuidas tehakse õigete töömeetoditega kaablite jätku- ja lõppühendusi vastavalt ja elektripaigaldise standarditele ning elektri ohutuse eeskirjadele. Vanade kaabelvõrkude kaableid ja nende paigaldustehnoloogiat vaadeldakse raamatu 20. peatükis „Vanad maakaablivõrgud“. Maakaablivõrkude hooldustöid ja veaotsingut käsitleb sama autori teine raamat „Jaotusvõrgu käidutööd“.

1. KAABLITEHNIKA PÕHITÕED

1.1. Sissejuhatus

Elektrijuhtide materjalina kasutatakse alumiiniumi ja vaske. Nende mõlema elektrijuhtivus on hea. Alumiiniumjuhte kasutatakse peamiselt jaotusvõrgu kaablites.

Elektrijuhtide takistus suureneb temperatuuri tõustes. See mõjutab oluliselt kaablites tekkivaid kadusid ja kaabli hinnangulist soojenemist.

Tabel 1 Vase ja alumiiniumi füüsikalised omadused.

Omadus	Mõõtühik	Al	Cu
Suhteline elektrijuhtivus γ , +20°C	% I	61,0	100,0
Eritakistus ρ , +20°C	$\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	0,0283	0,0172
Takistuse temperatuuritegur α	1/°C	0,004	0,004
Erikaal, +20°C	kg/dm ³	2,69	8,93
Sulamistemperatuur	°C	658	1083
Erisoojus	kJ/kg°C	0,89	0,39
Soojuspaismistegur	10 ⁻⁶ °C	23,6	16,2

1.2. Jõukaablite isoleermaterjalid

1.2.1 Immutatud paber

Immutatud paber on vanades kaablites laialt levinud isoleermaterjal, mida kasutatakse erinevatel pingetasemetel. Masskaablites kasutatakse immutamiseks vähevoolavat immutusõli ehk õlimassi. Kui kaabli otste kõrguste vahe on väike, siis märkimisväärset õlimassi äravoolu ei esine. Paberisolatsiooni puhul võib kaablit immutada ka täiesti mittevalguva ühendiga. Õlikaablites immutatakse paber vedela õliga, kuna seda tüüpi kaabli tööpõhimõte eeldab, et õli saab voolata vabalt kaabli sisemuses.

1.2.2. Kummid

Kummiisolatsioon sobib liikuvale ja painduvale kaablile. Kõrgematel temperatuuridel kasutatakse silikoonkummi isolatsiooniga kaableid.

1.2.3. Plastid

Polüvinüülkloriid (PVC)

PVC isolatsiooni kasutatakse madalpingekaablites ja 1 kuni 6 kV keskpingekaablites. See on ultraviolettkiirgusele vastupidav, pehme ja hõlpsasti painutatav materjal. PVC sisaldab umbes 25-40% plastifikaatoreid. PVC kaablid taluvad kuni +70°C temperatuuri. Tavakasutuses PVC ei sütti, kuid juhul kui pärast süttimist keskkonna tem-

peratuur tõuseb üle 200°C, siis põlemine jätkub. PVC eraldab põlemisel soolhapet, mis tulekahju korral toimib söövitavalt teraskonstruktsioonidele.

PVC isolatsiooniga juhtmed on kasutuses eri värvilistena. Materjali veeimavus on väike.

PVC on vastupidav orgaanilistele lahustitele, nt õlile, bensiinile, diiselmootorsele, samuti ka hapetele, alustele ja sooladele. PVC isolatsioonile toimivad söövitavalt kloori sisaldavad lahused.

Polüeteen (PE)

Polüeteeni kasutatakse 10 kuni 20 kV ja kõrgematel pingetel. Sellel on paremad elektrilised omadused kui PVC isolatsioonil, sh ka parem pindvoolutaluvus ja väiksem soojuskadu. Dielektriline läbilöögitugevus on samuti suurem. Mehaaniliselt on PE isolatsioon tugevam kui PVC. PE ei talu päikese ultraviolettkiirgust ning päikese käes isolatsioon praguneb. Isolatsioonimaterjalina on kasutusel valge või värvitu PE. PE on süttiv ja põlemist edasikandev materjal.

PE isolatsiooni keemiline vastupidavus on mõõdukas, sest värvilahustid, atsetoon, õlid ja rasv võivad põhjustada isolatsioonis pragusid.

Seotud PE, (PEX)

Seotud, vulkaniseeritud polüeteenist PEX isolatsioon on elektrilistelt omadustelt polüeteeniga sarnane materjal. Selle soojuskindlus on tunduvalt parem. PEX isolatsiooniga kaablite kasutus- ja piirtemperatuurid on palju kõrgemad kui teistel plastkaablitel.

PEX kuulub termoplastiliste plastide hulka, mis temperatuuri tõusmisel muutuvad pehmeks ja võivad üles sulada.

Võrkstruktuuriga PE

Võrkstruktuuri korral saadakse painduv ja sulamatu polüeteenplast, mille kuju saab soojendamise ja jahutamisega muuta.

Võrkstruktuuriga saavutatakse järgmisi eeliseid:

kujumälu, taaskuumutamisel võtab plast tagasi esialgse kuju
sulamatus, võrkstruktuuriga PE muhv ei sula ega valgu laiali
püsiv survejõud, võrkstruktuuriga PE muhv säilitab alati surve, kui seda ei viida täielikult esialgsele kujule.

Termokahanevad plastid

Tuleb märkida, et termokahanevate plastide tehnoloogia on üldjuhul kasutusel aid selleks, et isoleermaterjali saaks kindlalt paigaldada, nt otsa- ja jätkumuhvide korral.

Termokahanevate plastide iseloomulikud omadused on muuhulgas:

head elektrilised isoleerimisomadused,
hea pindvoolutaluvus,
hea elektriline väljaühtlustusvõime,
hea keemiline vastupidavus,
temperatuuritaluvus,
mittepõlemine.

Termokahanevad materjalid on täiesti erilised materjalid, mistõttu on oluline täpselt teada, milleks mingit termokahanevat materjali konkreetselt kasutatakse.

1.3. Veekindluse olulisus kaabliehituses ja varustuses

Madalpingekaablite korral võib kaablisse tunginud vesi jäätumisel rikkuda jätku- või otsamuhvi ja põhjustada sellega rikke jaotusvõrgus.

Kesk- ja kõrgepinge plastkaablite isolatsiooni pääsenud vesi tekitab elektrivälja toimet juhtivaid kanaleid, mida puitehitiste korral nimetatakse „vesipuudeks“. Piisavalt suureks kasvanud „vesipuu“ põhjustab läbilöögi. Halvimal juhul tuleb kaabel „vesipuude“ tõttu juba 5 aasta pärast välja vahetada.

„Vesipuude“ kasvu mõjutavad lisaks veele ja elektriväljale ka isolatsiooni lisandid ja pooljuhtkihtide ebaühtlus.

Juhul, kui kaabel läheb katki või välismantel saab kahjustada ning kui vee levik pole tõkestatud, võib vesi kaablisse pääseda. Vesi võib levida kaabli sees lühikese ajaga väga kaugele. Kuigi kaabel parandatakse, hakkab kaabli struktuuri pääsenud vesi tasapisi isolatsioonis kasvatama nn „vesipuid“.

Vesi pääseb kaablisse ka läbi terve mantli. Läbi plastikihi suudab vesi tungida difusiooni tõttu. PE-plastist läheb vesi läbi aeglasemalt ja PVC-plastist kiiremini.

Vesi võib sattuda kaablisse ka kaabli valmistamise ajal või välislaos seismise ajal juhul, kui kaabli otsad on halvasti suletud.

Vee kahjustavaid toimeid saab vältida kui kaabli konstruktsioon on õige ning selle valmistamiseks kasutatakse õigeid materjale ja õiget tehnoloogiat.

Kui kaabli välismantli all kasutada alumiiniumist laminaadikihti, saab tõkestada vee pääsu kaabli sisestruktuuridesse. Kahjustumise ohu korral tõkestavad laminaadikihi all olevad paisuvad materjalid vee edasitungimise piki kaablit.

Kaabli PEX-isolatsiooni töödeldakse valmistamisprotsessis kuivmenetluse abil, mille korral isolatsiooni ei satu vett.

2. HARILIKUD MAA- JA VEEKAABLID

2.1. Pinnasesse või vette paigaldatavate kaablite ehitus

2.1.1. Üldist

Standard „Madalpinge elektripaigaldised“ SFS 6000-8-814: KAABLITE PAIGALDAMINE PINNASESSE VÕI VETTE, määratleb kaabli ehituse järgmiselt:

”814.2. Pinnasesse paigaldatava kaabli ehitus

Pinnasesse paigaldatavateks kaabliteks loetakse pinnasesse paigaldamiseks ettenähtud, mehaaniliselt piisavalt tugevaid mantelkaableid. Need kaablid on üldjuhul standardile HD 603 vastavad jõukaablid nimipingega 0,6/1 kV. Kaablid võivad olla varustatud maandatava metallist puutekaitsega, nt kontsentrilise juhiga, vt tüübid MCMK, AMCMK (Soome standard SFS 4880), AXCMK (SFS 4880) või ilma maandatava puutekaitseta (metallmantlita kaablid), nt AXMK (SFS 4879) või AXMKE (SFS 5800). Vastavalt valmistaja paigaldusjuhiste võib kasutada ka muid pinnasesse paigaldamiseks ettenähtud kaableid.

Vette paigaldatav kaabel peab lisaks olema ka valmistaja paigaldusjuhiste järgi sobiv vette paigaldamiseks.”

2.1.2. Kaabli ehitus

2.1.2.1 Kaabli juhid

Kaabli või juhtme kasutuseesmärgist sõltuvalt võib selle juhid valmistada ühest või mitmest kiust ja kujundada ümaraks, ovaalseks, kontsentriliseks või sektorikujuliseks. Ümaratest kiududest keerutatud juhi kiudude vahele jäävad märgatavad õhuvahemikud. Need vahemikud saab kõrvaldada juhi tihendamisega. Tihendamine tehakse kaabli valmistamise käigus juhi valtsimisega. Selle tõttu ei arvestata juhi ristlõikepinnana mitte selle geomeetrilist, vaid elektrilist ristlõikepinda, mis määratakse elektrilise takistuse mõõtmisega.

2.1.2.2. 1 kV kaablite ehitus

Elektromehaaniline kaitsekiht

Elektromehaaniline kaitsekiht moodustatakse nii, et kaabli peale on kiududest või lindist moodustatud kontsentriiline juht. Kontsentriiline kiuline ja lintidest juht on paigaldatud kaabli faasijuhtide ümber oleva tugevast plastist veekindla mantli peale. Niisugune kontsentriiline juht ja selle kate moodustavad kaabli elektromehaanilise kaitsekihi. Niisuguse kaabli näiteks on AMCMK.

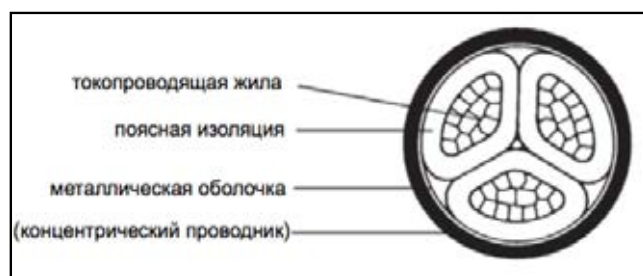
Mehaaniline kaitsekiht

Kaabli mehaaniliseks kaitsekihiks võib olla veekindla mantli peal olev eriline, metallist kaitsekiht, nt teraslindist kiht (kaitsesoomus). Niisuguseks kaabliks on PLKVJ (vt peatükk 20. Vana kaablivõrk).

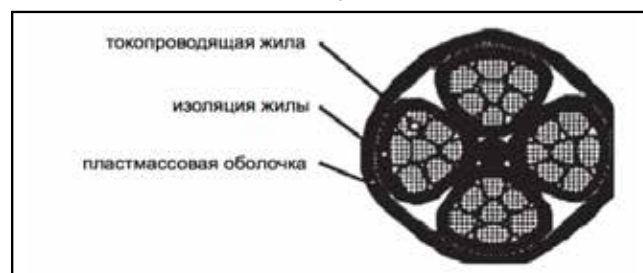
Metallmantlita kaablid

Pinnasesse või vette võib paigaldada ka mehaanilise kaitsekatteta kaableid kui kaabli uputussügavus on piisav ja peetakse hoolt kaabli kaitse eest. Niisuguse kaabli näiteks on AXMK.

Juhul kui ilma metallmantlita kaabel paigaldatakse vette, siis tuleb seda rannaalal sobival viisil kaitsta ka vee all kuni 2 m sügavuseni või kaevata kaabel pinnasesse. Kaabli kaitsmisel võetakse arvesse rannaala kuju, iseloomu ja tõenäolisi



Joonis 1. Võõisolatsiooniga kaabel, nt AMCMK.



Joonis 2. Metallmantlita kaabel, nt AXMK.

mehaanilisi toimeid, nt veeliiklust, jää liikumist ja vee taseme muutumist. Kaabli kaevamisel veekogu põhja kaitstakse seda üldnõuete kohaselt. Vt raamatu tabel 15 ja standardi SFS 6000 tabel 814A.

2.1.2.3. 10 ja 20 kV kaablite ehitus

Koroonakaitse

Kõrgepingekaabli juhi peal on pooljuhtivast materjalist pressitud või pooljuhtivast lindist keerutatud juhikaitse, mille ülesandeks on vähendada juhtmekiudude poolt põhjustatud elektrivälja maksimaalselt tugevust.

Metalllindist, metalliseeritud isoleerlindist, pooljuhtivast lindist keerutatud või pooljuhtivast massist pressitud koroonakaitse ülesandeks on piirata juhi elektrivälja tugevust kahe silinderpinna vahel.

Juhiisolatsioon

Juhiisolatsiooniks nimetatakse juhi või juhikaitse peal olevat ja kuni võimaliku koroonakaitсени ulatuvat isolatsiooni.

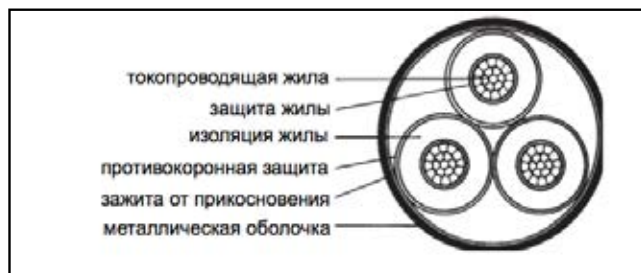
Vööisolatsioon

Vööisolatsiooni all mõeldakse tavaliselt juhi ümber isoleerlindist keritud või isoleermaterjalist pressitud juhi ja maa vahelist üldisolatsiooni.

Niinimetatud koroonakaitsega ehk H-kaitsega kaablites, milles igal juhil on isolatsiooni peal koroonakaitse, reeglina vööisolatsiooni ei kasutata. Seetõttu liigitatakse jõukaablid sageli elektriliste omaduste poolest H-kaitsega ja vööisolatsiooniga kaablite rühma.

Puutekaitse

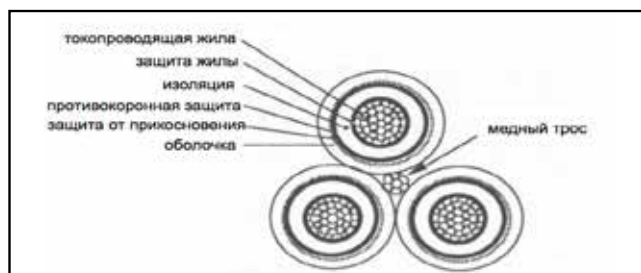
Puutekaitseks võib toimida alumiinium-plastlaminaat, mis samal ajal toimib ka ristsuunalise veetihendina



Joonis 3. Koroonakaitsega kaabel, nt AHXCMKM.



Joonis 4. Mitmemantlilised kaablid, nt AHXAMK-WM.



Joonis 5. Puutekaitsega mitme plastmantliga kaabel, nt AHXAMK-W

2.2. Juhtide eristamine värvide järgi

2.2.1. Madalpingelistes elektripaigaldistes vastab juhtide värvitähistus Soome standardile SFS 6000-5-51.

Uuem tähistusviis on esitatud standardis SFS 6000-5-51:

”514.3 Juhtide tähistamine

514.3.1 Üldist

Kui standardi jaotistes 514.3.1.1 kuni 514.3.1.3 pole öeldud teisiti, tuleb juhtide tähistamisel täita standardi SFS-EN 60446 nõudeid.

514.3.1.1 Neutraal- ja keskuht

Neutraal- ja keskuhti tähistatakse kogu pikkuses sinise tunnusvärviga.

514.3.1.2 Kaitsejuht

Kaitsejuht on eristatav kahevärvilise kollarohelise tähistuse järgi ja niisuguse värvikombinatsiooniga tähistatud juhti ei tohi kasutada mingil muul otstarbel.

514.3.1.3 PEN-juht

Isoleeritud PEN-juhid peaksid kogu pikkuses olema kollarohelised ja lisaks peaks juhi otsad olema tähistatud sinise lisamärgistusega.

HOIATUS. PEN-juhi tähistusviisi võib valida riiklik standardikomitee. Valikuteks võivad olla kollaroheline värv ja juhi otstes sinised lisamärgid või sinine värv ja juhi otstes kollarohelised lisamärgid. Standardi lisas 51 B on esitatud Euroopa riikides kasutuselolev tähistamisviis.

514.3.1.4 Muud juhid

Muid juhte tähistatakse värvide või numbritega, seejuures arvesse võttes standardi jaotiste 514.3.2. ja 514.3.3 nõudeid.

514.3.2 Mitmejuhiliste kaablite soonte tähistamine

Paikselt kohaleasetatud ja teisaldatavate kaablite juhte, milles on 2 kuni 5 juhti, tähistatakse vastavalt dokumendile HD 308, vt lisa 51 C. Äärejuhte tuleb kogu pikkuses tähistada pruuni, musta või halli värviga. Neutraaljuhti tähistatakse sinise värviga ja kaitsejuhti kollarohelise värvikombinatsiooniga.

Kaablite puhul, milles on üle 5 juhi, tähistatakse juhte värvide või numbritega vastavalt standardile SFS-EN 60446. Kui numbritega tähistatavaks juhiks on kaitse- või neutraaljuhina kasutatav juht, tuleb need kõikides ühenduskohtades tähistada vastavalt kas kollarohelise või sinise lisatähisega.

514.3.3 Ühesooneliste kaablite ja isoleeritud juhtide tähistamine

Äärejuhte tähistatakse kogu pikkuses pruuni, musta või halli värviga. Sama värvi lubatakse kasutada ka ahela kõikide äärejuhtide puhul.

Kaitsejuhina, PEN-juhina või neutraaljuhina on teatud tingimustel lubatud kasutada ka asjakohastele standarditele vastavaid mantliga ühejuhilisi kaableid ja isoleeritud juhte, mida pole saadaval kollarohelise või sinise isolatsiooniga (nt enam kui 16 mm² ristlõikepinna korral). Vastavalt:

kaitsejuhina, kui kõikides ühenduskohtades kasutatakse kollarohelist lisatähistust
PEN-juhina, kui kõikides ühenduskohtades kasutatakse kollarohelist ja sinist lisatähistust
neutraaljuhina, kui kõikides ühenduskohtades kasutatakse lisatähistust.

514.3.4 Sinise juhi kasutamine mõnedes rakendustes

Teatud rakendustes ja teatud põhjustel võidakse sinist juhti kasutada äärejuhina ja ka muudel eesmärkidel, kuid seda vaid eeldusel, et pole segimineku võimalust ning et kasutusel pole neutraaljuhti. Sinist juhti ei tohi kasutada kaitsejuhina.

HOIATUS. Niisugune olukord võib tekkida näiteks lüliti ja elektritarviti vahelises ahelas.

514.3.5 Tähistuse ärajätmine

Värvide või märgistuse kasutamist ei nõuta:

kaabli kontsentrilise juhi puhul,

kaabli kaitsejuhina kasutatava metallmantli või kaitsesoomuse puhul,

paljasjuhtide korral, millel ei saa kasutada sama tähistust juhi jätkumisel välisoludes, nt ilmastiku toime või mustumise tõttu,

paigaldiste metallosadel ja muudel juhtivatel osadel, mida kasutatakse kaitsejuhina palja õhuliinijuhi korral.

Värvidega tähistamist ei nõuta teisaldatavate kaablite katteta ühendusjuhtide puhul, või kaablite puhul, mille isoleermaterjali ei saa värviga tähistada, nt mineraalisolatsiooniga kaablid. Nende kaablite juhid, mida kasutatakse kaitse-, PEN- või neutraaljuhina, tuleb ühenduskohas varustada sobiva värvimärgiga (vt 514.3.3 viimane lõik)."

Jaotusvõrgus võib kasutada PEN-juhina kollarohelist juhti ilma helesinise lisatähiseta. Vt standardi SFS 6000-8-801 jaotis 801.514.3.

Kaablijuhtide eristamine standardi SFS 6000-5-51 lisa 51 C (tabelisa) järgi.

Tabel 2 Standardi SFS 6000 tabel 51C-1 „Juhtide värvid kaablites, milles on kollaroheline juht“

Juhtide arv	Juhi ^b värv				
	Kaitsejuht	Pingestatud juhid			
3	kollaroheline	sinine	pruun		
4	kollaroheline	-	pruun	must	hall
4 ^a	kollaroheline	sinine	pruun	must	
5	kollaroheline	sinine	pruun	must	hall

^a Vaid mõnede kasutusalaade korral
^b Selles tabelis ei loeta isoleerimata kontsentrilisi juhte, nagu metallmantlit, kaitsesoomust või elektrilise kattevõrgu kiude juhtideks. Kontsentriiline juht tuntakse ära selle paigutuse järgi ja seda pole vaja tähistada värviga.

Tabel 3 Standardi SFS 6000 tabel 51C-2 „Juhtide värvid kaablites, milles pole kollarohelist juhti“

Juhtide arv	Juhi ^b värv				
2	sinine	pruun			
3	-	pruun	must	hall	
3 ^a	sinine	pruun	must		
4	sinine	pruun	must	hall	
5	sinine	pruun	must	hall	must

^a Vaid mõnede kasutusalaade korral
^b Selles tabelis ei loeta isoleerimata kontsentrilisi juhte, nagu metallmantlit, kaitsesoomust või elektrilist kattevõrgu kiude juhtideks. Kontsentriiline juht tuntakse ära selle paigutuse järgi ja seda pole vaja tähistada värviga.

2.2.2. Vanad juhtmevärvid

2.2.2.1. Elektrihoutusmääruse A1-93 (vana juhis) kohaselt:

Käidus olevates paigaldistes on palju sellele juhisele vastava tunnusvärviga juhte.

Kaablid, milles kasutatakse palju erivärvilisi juhte.

Tabel 4. A1-93 tabel „Kaabli juhtide tunnusvärvid“.

Juhtide arv	Juhtide tunnusvärvid	
2	Helesinine ja must või pruun	
3	Paikne juht:	Teisaldatav juht:
	kollaroheline, helesinine ja must või helesinine, must ja pruun	kollaroheline, helesinine ja pruun või helesinine, must ja pruun
4 või enam	kollaroheline, helesinine, must, pruun ja järgmised juhid mustad või pruunid või helesinine, must, pruun ja järgmised juhid mustad või pruunid või kollaroheline, must, pruun ja järgmised juhid mustad või pruunid	

Isolatsioonipealse kaitsejuhina kasutatakse kollarohelist juhti. Niisugusel juhul ei tohi kaitsejuhina kasutada mõne muu värviga tähistatud juhti.

PEN-juhi isolatsioon peaks olema kollaroheline ja juhi otsad tuleb tähistada helesinise lisatähisega. Tähisena soovitakse teksti ”PEN”.

Kaabel, mis sisaldab mitut samavärvilist juhti

Isolatsioonipealne PEN-juht tuleb juhi otstes varustada isolatsioonile kantud kollarohelise ja helesinise lisamärgiga nii, et mõlemad märgid on nähtaval.

HOIATUS!

On täiesti arusaadav, et kaablivõrgus on kasutusel veel vana märgistussüsteemiga kaableid, mille tõttu kasutuses olevate kaablijuhtide tuvastamine ei saa põhineda ainult värvimärgistusel.

2.2.2.2. Näiteid vanast märgistusest

APAKM-kaabli tunnusvärvid on:

Kolmel sisemisel juhil: must, pruun ja pruun.

Tüüpilised AXCMK ja MCMK sisejuhid on N süsteemis tähistatud musta ja pruuni värviga ja S süsteemis on lisaks helesinine neutraaljuht. Kontsentriiline juht toimib S süsteemis kaitsejuhina, kui see tähistatakse kollarohelise tunnusmärgiga ja N süsteemis neutraaljuhina, kui see tähistatakse helesinise tunnusmärgiga. Kui kontsentriilist juhti kasutatakse PEN-juhina, tuleb see juhi otstes tähistada kollarohelise ja helesinise lisamärgiga.

HOIATUS! Edaspidi kasutatud tähised N ja S on kaablitüüpide lisatähised, mis annavad teada, et S-kaablites on lisaks neutraal- ja faasijuhtidele ka kollaroheline juht, ja et N-kaablites kollarohelist juhti ei ole.

Kaabli AXMK faasijuhid on: must, must ja pruun. Neljas juht (PEN-juht) on kollaroheline ja vajab sinist lisatähistust.

Enam kui 0,6/1 kV kaablite kõik sisejuhid on samavärvilised.

Enne 1974. aastat kasutusel olnud plast- ja kummiisolatsiooniga juhtide tunnusvärvide süsteem.

Tabel 5. SFS 6000-8-802 lisa 802C tabel 802C „Vana märgistussüsteemi kohased juhtide tunnusvärvid“

Juhtide arv	Juhi tunnusvärv
2	hall (valge) ja must
3	hall (valge), must ja punane
4 või enam	hall (valge), must ja punane ning muud suvalise värviga juhid, kuid mitte hallid ega punased

Vanas tunnusvärvide süsteemis tähistati kaitsejuhti punase ja neutraaljuhti halli (valge) värviga. Vt vajadusel täpsemat infot standardist SFS 6000-8-802, lisa 802C.

2.3. Lubatud kasutuskohad

Juhul, kui kaablil on metallist mehaaniline või elektromehhaaniline kaitsekiht võib seda paigaldada kas pinnasesse või vette. AXMK- tai AXMKE -kaableid võib samuti paigaldada pinnasesse või vette, kuigi neil ei ole metallmantlit ega elektromehaanilist kaitsekihti, tingimusel, et nende kaablite mehaaniline kaitse on vastav paigaldussügavusele. Vt raamatu tabel 15, SFS 6000 tabel 814A.

Kui kaabel lastakse sügavale vette või künatakse pinnasesse, toimib selle isolatsioonile ja mantlile märkimisväärne tõmbejõud. Sel juhul tuleb kasutada niisuguseid kaableid, mille ehitus tagab piisava vastupidavuse tõmbejõule. Niisuguse kaabli näiteks on AXCM-W.

2.4. Kaablite ehitusjoonised

2.4.1. Üldist

Kaablite konstruktsiooni arendatakse pidevalt selleks, et kaablitel oleksid aina paremad käidu- ja paigaldusomadused. Elektri jaotusvõrgu kaablite seisukohalt paistab see eriti silma künnavate ja vettelastavate kaablite arengus. Kaabli sobivust kasutuskohale ja ka sobivust kasutatava paigaldusviisiga tuleb alati enne kontrollida kaablivalmistaja spetsifikatsioonidest.

2.4.2. Kaablite riiklikud tüübitähised

Kaabel tähistatakse tüüpimärgistuse põhjal riikliku (Soome) tüübitähisega. Tüübitähised moodustatakse kirjatähtedest ja numbritest. Tüübitähised on välja kujunenud aastakümnete jooksul kogu vastava tegevusala eri arengu- faasides, mistõttu pole need alati täiesti ühemõttelised.

Tüübitähiste selgitamisel võib üldiselt silmas pidada seda, et kirjatähed näitavad juhi otsast lugedes kaabli ehitust ja nende materjale. Kuna juhi materjaliks oli esialgu ainult vask, siis selle tähistamine jäeti ära.

A =	alumiinium, algul = juht	AXMK
	mujal = puutekaitse	AHXAMK-W
C =	kontsentiline neutraaljuht	MCMK
H =	pooljuhtiv või juhtiv kiht	
	isolatsiooniga mõlemal poolel	HXCMK
J =	džuut või polüpropeen	AHXAMKPJ-W
K =	kaabel	AMKCMK
L =	pliiimantel	AHXMLK
M =	plastisolatsioon	AMCMK
	või plastrimantel	AMCMK
		AHXMKM
P =	ümartraadist-kaitseosum	AHXAMKPJ-W
W =	veekindel juht	AHXAMK-W
X =	PEX-isolatsioon (XLPE)	AXMK

Näiteid tähistamise kohta: AHXAMK-W 3x185 12/20 kV

A = alumiiniumjuht, H = juhikaitse ja koroonakaitse, X = PEX-isolatsioon, A = alumiinium-laminaat puutekaitse, M = plastmantel. K = kaabel ja W = veekindel juht.

2.4.3. Madalpingekaablid

MCMK 1 kV

3-, 4- ja 5-juhiline jõukaabel
vaskjuhid, PVC-isolatsioon



Joonis 2. Metallmantlita kaabel, nt AXMK.

Ehitus

Juht	Vask	1,5 - 6 mm ² ühekiuline (RE) 10 ja 16 mm ² mitmekiuline (RM)
Isolatsioon	Pliivaba PVC-plast	
Kaabli ehitus	Isoleeritud faasisjuhid ja isoleeritud neutraaljuht on kokku keerutatud	
Täitekiht	Täiteplast	
PEN-juht	Kiht vaskkiude ja keerutatud vaskjuhtide kiht	
Mantel	Must pliivaba PVC-plast	

AMCMK 1 kV

3½-juhiline jõukaabel

alumiiniumjuhid, PVC-isolatsioon



Joonis 7. 3½-juhiline jõukaabel MCMK 1 kV (Prysmian Group).

Ehitus

Juht	Vask	Tihendatud ja lõõmutatud (AN) hõlpsasti painutatav sektorikujuline vaskjuht. Ristlõikepind 25 - 240 mm ²
Isolatsioon	Pliivaba PVC-plast	
Kaabli ehitus	Kolm isoleeritud faasisjuhti on kokku keerutatud	
PEN-juht	Kiht vaskkiude ja keerutatud vaskjuhtide kiht	
Mantel	Must pliivaba PVC-plast	

AMCMK 1 kV

3½-juhiline jõukaabel

alumiiniumjuhid, PVC-isolatsioon



Joonis 8. 3½-juhiline jõukaabel AMCMK 1 kV (Prysmian Group).

Ehitus

Faasisjuht	Alumiinium	Tihendatud ja lõõmutatud (AN) hõlpsasti painutatav sektorikujuline alumiiniumjuht. Ristlõikepind 25 - 300 mm ²
Isolatsioon	Pliivaba PVC-plast	
Kaabli ehitus	Kolm isoleeritud faasisjuhti kokku keerutatud	
PEN-juht	Kiht vaskkiude ja keerutatud vaskjuhtide kiht	
Mantel	Must pliivaba PVC-plast	

AMCMK-PLUS 1 kV

4½-juhiline jõukaabel

alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



Joonis 9. 4½-juhiline jõukaabel AXCMK-PLUS 1 kV (Prysmian Group)

Ehitus

Faasisjuht	Alumiinium	Tihendatud ja lõõmutatud (AN) hõlpsasti painutatav sektorikujuline alumiiniumjuht. Ristlõikepind 25 - 300 mm ²
Isolatsioon	PEX-plast	
Kaabli ehitus	Kolm isoleeritud faasisjuhti ja isoleeritud neutraaljuht kokku keerutatud	
PEN-juht	Kiht vaskkiude ja keerutatud vaskjuhtide kiht	
Mantel	Must halogeenivaba, tulekindel ja tugevdatud PVC-plast	

Kaabel sobib ka kündmiseks pinnasesse ning paigaldamiseks vette.

AMCMK-W
3½-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



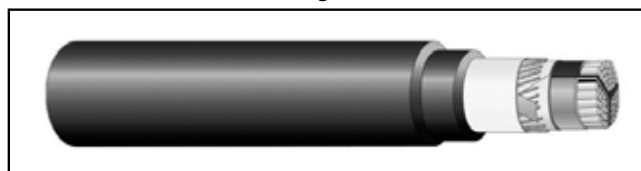
Joonis 10. Küntav alumiinium jõukaabel AMC-MK-W (REKA).

Ehitus

Faasijuht	Alumiinium	Mitmekiuline tihendatud sektorikujuline alumiiniumjuht. Ristlõikepind 50 - 150 mm ²
Isolatsioon	Seotud (vulkaniseeritud) polüeteen (PEX)	
Vahekiht	Must polüeteen (PE)	
Kontsentriline juht	Kiht vaskkiude ja keerutatud vasklindiseos. Vaskkiudude peale on lisatud paisuv pooljuhtiv lint, mis tagab puutekaitse pikki veekindlat tihendit.	
Ristsuunaline veetihendus	Välismantli pinnale tugevalt kinnitatud alumiinium-laminaat	
Välismantel	Must ilmastikukindel polüeteen (PE)	

Kaabel sobib ka kündmiseks niiskes ja märjas pinnases ning vette laskmiseks siseveekogudes.

AMCMK-PE
3½-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



Joonis 11. Küntav alumiinium jõukaabel AMC-MK-PE (REKA).

Ehitus

Faasijuht	Alumiinium	Mitmekiuline tihendatud sektorikujuline alumiiniumjuht. Ristlõikepind 25 - 150 mm ²
Isolatsioon	Pliivaba polüvinüülkloriid (PVC)	
Eralduskiht	Plastlint	
Kontsentriline juht	Kiht lõõmutatud vaskkiude ja vasest sidumislint.	
Vahekiht	Must pliivaba polüvinüülkloriid (PVC)	
Välismantel	Must ilmastikukindel polüeteen (PE)	

Paigaldamiseks otse pinnasesse, kaablitorusse või -kanalisse.
Kaabel sobib sahkamiseks.

AXMK
4-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



Joonis 12. 4-juhiline jõukaabel AXMK 1 kV (Prysmia Group).

Ehitus

Juht	Alumiinium	16 mm ² , tihendatud ümar juht (RM)
		25 - 300 mm ² - tihendatud ja lõõmutatud (AN) hõlpsasti painutatav sektorikujuline juht
Isolatsioon	Must UV-kindel PEX-plast	
Kaabli ehitus	Neli isoleeritud juhti on kokku keerutatud	
Mantel	Must pliivaba PVC-plast	

AXMK-PLUS
4-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus

Juht	Alumiinium	16 mm ² , tihendatud ümarjuht (RM)
		25 - 300 mm ² - tihendatud ja lõõmutatud (AN) hõlpsasti painutatav sektorikujuline juht
Isolatsioon	Must UV-kindel PEX-plast	
Kaabli ehitus	Neli kokku keerutatud isoleeritud juhti	
Mantel	Must halageenivaba tulekindel PE-plast	

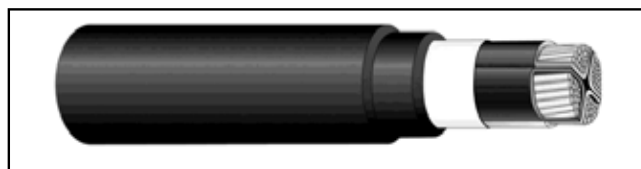


Joonis 13. 4-juhiline jõukaabel AXMK -PLUS 1 kV (Prysmia Group).

AXMK-PE
4-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus

Juht	Alumiinium	Mitmekiuline tihendatud sektorikujuline alumiiniumjuht. 25 mm ² ümar kiud 50 mm ² ja suuremates sektorikujuline tross
Isolatsioon	Võrkstruktuuriga polüeteen (PEX)	
Vahemantel	Must pliivaba polüvinüülkloriid (PVC)	
Välismantel	Must ilmastikukindel polüeteen (PE)	



Joonis 14. Küntav 4-juhiline jõukaabel AXMK-PE (REKA).

Kaablit soovitatakse kündmiseks.

2.4.4. Keskpingeakaablid, 20 kV

AHXCMK 20 kV
1-juhiline jõukaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus

Juht	Tihendatud ümar vaskjuht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast
Puutekaitse	Kiht vaskkiude ja vasest sidumiskiit
Mantel	Must pliivaba PVC-plast



Joonis 15. 1-juhiline jõukaabel HXCMK 20 kV (Prysmian Group).

AHXAMK-W 20 kV
3-juhiline plastmaakaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus



Joonis 16. 3-juhiline maakaabel AHXAMK-W 20 kV (Prysmian Group).

Juht	Veekindel ümaraks pressitud (tihendatud) alumiiniumjuht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast
Veekaitsetihendus	Vee toimetel paisuv pooljuhtiv lint
Puutekaitse	Alumiinium-plastlaminaat. Toimib samas ka ristsuunalise veetihendina
Faasijuhi kate	Ilmastikukindel must PE-plast
Tsentritross	Ümar tihendatud vaskjuht
Kaabli ehitus	Kolm tsentritrossi ümber keeratud kaetud faasijuhti

AHXAMK-WM 20 kV

3-juhiline plastkattega üldkaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus

Juht	Veekindel ümaraks pressitud (tihendatud) alumiiniumjuht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast
Veekaitsetihendus	Vee toimetel paisuv pooljuhtiv lint
Puutekaitse	Alumiinium-plastlaminaat. Toimib samas ka ristsuunalise veetihendina
Faasijuhi kate	Ilmastikukindel must PE-plast
Tsentritross	Polüeteenkihiga kaetud tsingitud terastross
Kaabli ehitus	Kolm tsentritrossi ümber keeratud mantliga faasijuhti



Joonis 17. 3-juhiline üldkaabel AHXAMK-WM 20 kV
(Prysmian Group).

Kasutatakse paigaldamiseks:

- pinnases, sh ka kündmisega
- mastidel
- veekogudes

AXCEL

3-juhiline plastmaakaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



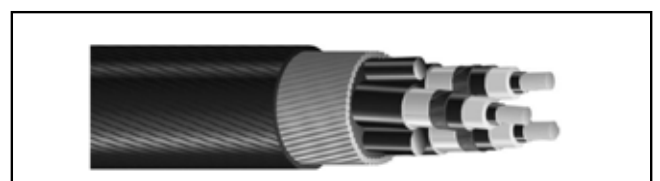
Joonis 18. AXCEL 20 (24) kV Ericsson).

Ehitus

Juht	Alumiinium, Tihendatud ümar juht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv ärarebitav plast
Puutekaitse	Ühtne kontsentriiline (kiht vaskkiude) puutekaitse
Faasijuhi kate	Must PVC-plast
Kaitse	Korrosioonikaitsekiht ja must polüeteenist plastmantel
Välismantel	Must PVC-plast Kaabli ristõikepind on kolmnurgakujuline. Välisläbimõõt tähendab kaabli ümberringjoone läbimõõtu.

AHXAMKPJ-W 20 kV

3-juhiline veekaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon



Joonis 19. 3-juhiline veekaabel AHXAMKPJ-W 20 kV
(Prysmian Group)

Ehitus

Juht	Veekindel ümaraks tihendatud alumiiniumjuht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast
Veekaitsetihendus	Vee toimetel paisuv pooljuhtiv lint
Puutekaitse	Alumiinium-plastlaminaat. Toimib samas ka ristsuunalise veetihendina
Faasijuhi kate	Ilmastikukindel must PE-plast
Kaabli ehitus	Kolm kattega faasijuhti kokkukeeratud
Soomuse polster	Paber, bituumen, džuuat
Kaitsesoomus	Tsingitud keritud teraslint
Väliskaitse	Džuuat, bituumen, polüpropeenilint

Nendele kaablitele, (nt kaablitüübi AHXAMKPJ-W/32F 3x150 20 kV korral), saab andmeedastuseks lisada ka kiudoptilisi kaableid.

AHXCМК-WTC 20 kV

3-juhiline tööstuskaabel

alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Ehitus

Juht	Veetihe ümar tihendatud alumiiniumjuht
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast
Kaabli ehitus	Koroonakaitsega faasijuhid omavahel kokku keeratud ja pealt pooljuhtiva lindiga seotud
Puutekaitse	Kiht vaskkiude ja vasest sidumiskiit
Mantel	Ilmastikukindel must PE-plast



Joonis 20. 3-juhiline tööstuskaabel AHXCМК-WTC 20 kV(Prysmian Group).

2.4.5. Kaablikesta (mantli) märgistused

Kaablikesta märgistus tehakse kaablimasina poolt kaabli tootmise käigus

Kaablikestal on järgmine teave:

- tootja nimi,
- toote nimetus,
- valmistamise aasta,
- valmistamise nädal,
- väliskatte materjal tähis,
- meetrimärgid.

5.2. Maakaabli soovitatav ristlõikepind

Jaotusvõrk ehitamiseks kasutatavate kaablite ristlõiked valitakse vastavalt jaotusvõrguettevõtte vajadustele. Eesmärgiks peaks olema kasutada mõistlikult vähe eri tüüpi kaableid. Sel juhul saadakse muuhulgas ka järgmised eelised:

- 1 Lühenevad kaablite, seadmete ja vahendite tarneajad
- 2 Vähenevad plaanimise, haldamise, ladustamise ja materjalide käitlemise kulud.
- 3 Väheneb vajalike paigaldustööriistade arv
- 4 Lihtsustuvad paigaldustööd ja paigaldajate koolitus

0,4 kV võrgus saab kasutada näiteks AXMK kaableid järgmiste ristlõigetega: 25, 50, 95, 150 mm².

Erijuhtudel võib kasutada lisaks kaableid AXMK 4 x185, 1 x 300, 4 x 300 ja AXCMK 3 x 300+88 ja ka AXMK 4 x 16 AMCMK 3 x16+10 ja MCMK 3 x10+10 mm².

20 kV võrkudes saab kasutada näiteks ristlõikeid Al 95, 150 ja 185 mm².

Erijuhtudel, näiteks suurte koormuste puhul, võib olla vajalik erandliku suurusega kaablite kasutamine.

3. 0,4 kV MAAKAABLITE VALIK JA ELEKTRILINE KAITSE

3.1. Üldist

Maakaablivõrgus kasutatavate kaablite mõõtmed on üldjuhul määratud majandusliku tõhususega. Koormuste kasvamisel on maakaablivõrgus olevate kaablite vahetamine suurema ristlõikepinnaga kaablite vastu kallim kui õhuliinides.

Valitava kaabli mõõtmeid ja ehitust tuleb kontrollida koormatavuse suhtes, võttes seejuures arvesse ka paigaldusolusid.

Jaotusvõrgu rikkekaitse ülesandeks on vältida kaabli liigkoormust ja liigkuumenemist. Rikkekaitse peab vastama nõuetele, mis esitatakse toite automaatsele väljalülitamisele (vt SFS 6000-80-411).

3.2. Kaablite koormatavus

Kaablite koormatavuse määramisel püütakse hoida kaabli normaalset vananemiskiirust. Kasutuses kaabli isolatsioon vananeb ja kui vananemine on liiga kiire, võib kaabel enneaegselt hävida.

Kaabli vananemiskiirus sõltub otseselt kaabli talitlustemperatuurist. Kui talitlustemperatuur on normaalne, on ka vananemiskiirus normaalne.

Kaabli koormatavuse arvutamisel on arvutuste aluseks kasutatavale juhiisolatsioonile lubatavad normaalsed juhitemperatuurid.

Tabel 6. Erineva kaabliisolatsiooniga juhtide temperatuurid tavatalitluses

Isoleermaterjal	Tüübitähis	Juhi temperatuur tavatalitluses
PVC	(A)MCMK, (A)MMK	70°C
Paber	APAKM, PLKVJ	80°C
PEX	AXCMK, AXMK	90°C (õhus) 65°C (pinnases)

Tavatalitlusolud:

õhu temperatuur 25°C,

pinnase temperatuur 15°C,

paigaldussügavus pinnases 0,7 m,

pinnase soojustakistus 1 K m/W

Eespool toodud arvväärtuste põhjal on arvutatud järgmises tabelis esitatud lubatavad kestevkoormusvoolud.

Tabel 7. Juhtide koormatavused amprites paigaldusviiside C ja D korral. PVC-isolatsiooniga vask- ja alumiiniumjuhid (AMMK, AMCMK, MCMK), kolm koormatavat juhti: (Standardi SFS 6000-5-52 tabel A.52- 2). Juhi temperatuur on 70 °C. Ümbrustemperatuur on 25 °C õhus ja 15 °C pinnases.

Juhi nimiristlõige mm ²	Tabelile A.52-1 vastav näidispaigaldusviis	
	C	D
	Kolm koormatud juhti	Kolm koormatud juhti
1	6	8
Alumiinium		
16	62	78
25	77	100
35	95	125
50	117	150
70	148	185
95	180	220
120	209	255
150	240	290
185	274	330
240	323	375
300	372	430
Vask		
1,5	18,5	26
2,5	25	35
4	34	46
6	43	57
10	60	77
16	80	100
25	102	130
35	126	160
50	153	190
70	295	240
95	236	285
120	274	325
150	317	370
185	361	420
240	427	480
300	492	550

Paigaldusviis C:

kaabel on paigaldatud puitseinale

kaabel on kinnitatud kiviseinale või süvistatud selle sisse (tellised, betoon, kips ja vastavad muud materjalid (kuid mitte soojust isoleerivad materjalid).

Paigaldusviis D:

kaabel on paigaldatud otse pinnasesse

või plastist, keraamilisse või metallist torusse, mis on otseses kokkupuutes pinnasega.

Tabel 8. Juhtide koormatavused amprites paigaldusviiside C ja D korral. PEX või EPR-isolatsiooniga vask- ja alumiiniumjuhid (AXMK, AXCMK), kolm koormatud juhti: (Osa SFS 6000-5-52 tabel A.52- 3). Juhi temperatuur õhus on 90 °C, ja pinnases 65 °C. Ümbrustemperatuur on 25 °C õhus ja 15 °C pinnases.

Juhi nimiristlõige mm ²	Tabelile A.52-1 vastav näidispaigaldusviis	
	C	D
	Kolm koormatud juhti	Kolm koormatud juhti
1	4	5
Alumiinium		
16	79	78
25	94	100
35	116	125
50	141	150
70	181	185
95	219	220
120	255	255
150	294	290
185	336	330
240	397	375
300	454	430
Vask		
1,5	23	26
2,5	31	35
4	42	46
6	52	57
10	71	77
16	100	100
25	124	130
35	153	160
50	186	190
70	238	240
95	289	285
120	335	325
150	386	370
185	441	420
240	520	480
300	599	550

Paigaldusviis C:

kaabel on paigaldatud puitseinale

kaabel on kinnitatud kiviseinale või süvistatud selle sisse (tellised, betoon, kips ja vastavad muud materjalid (kuid mitte soojust isoleerivad materjalid)).

Paigaldusviis D:

kaabel on paigaldatud otse pinnasesse

või plastist, keraamilisse või metallist torusse, mis on otseses kokkupuutes pinnasega.

Paigaldusviis mõjutab kaabli koormatavust.

3.3. Majanduslikult põhjendatud ristlõikepind

Ehitatava elektriliini majandusarvutustes on konkureerivateks suurusteks juhi hind ja juhis tekkivate elektrikadude hind. Juhi hinna hulka tuleb lisaks kaabli hinnale arvestada ka elektriliini ehitus- ja hoolduskulud. Mida väiksema ristlõikepinnaga valitakse kaabel, seda väiksem on ka selle hind, kuid seda suuremad on selles tekkivad elektrikaod.

Kui valitakse suure ristlõikepinnaga kaabel, on juhi hind suur, kuid kulutused elektrikadudele on väikesed.

Liitumiskaabli valiku majanduslikus põhjenduses loetakse kaabli koormatavuse piirväärtuseks juhi liigkoormuskaitsena kasutatava, ja kaabli paigaldusviisile vastava, sulavkaitse nimivoolule vastavat koormust (vt raamatu tabelid 7 ja 8).

Kaabli majanduslikult põhjendatud ristlõikepind on arusaadavalt see ristlõikepind, mille korral aastased kogukulutused on minimaalsed. Kaabli majanduslikult põhjendatud ristlõikepinna väljaselgitamiseks tuleb arvesse võtta aastakulutuste suurust mõjutavad asjaolud, nagu nt:

arvutuslikku intressimäära,

kaabli kasutusaega (käiduaega) aastast (ehk seda, kui palju aastaid on kaabel eeldatavalt elektrijaotuseks kasutusel),

kaabliehituse alltöövõtuhinda (materjali- ja paigalduskulud),

kaabli koormust ja selle muutumist,

elektrienergia hinda.

Eespool nimetatud asjaolude arvessevõtmine arvutustes on keeruline ülesanne. Selle jaoks on kasutusel valmis arvutusdiagrammid ja arvustuseeskirjad, millega saab valida majanduslikult põhjendatud ristlõikepinna.

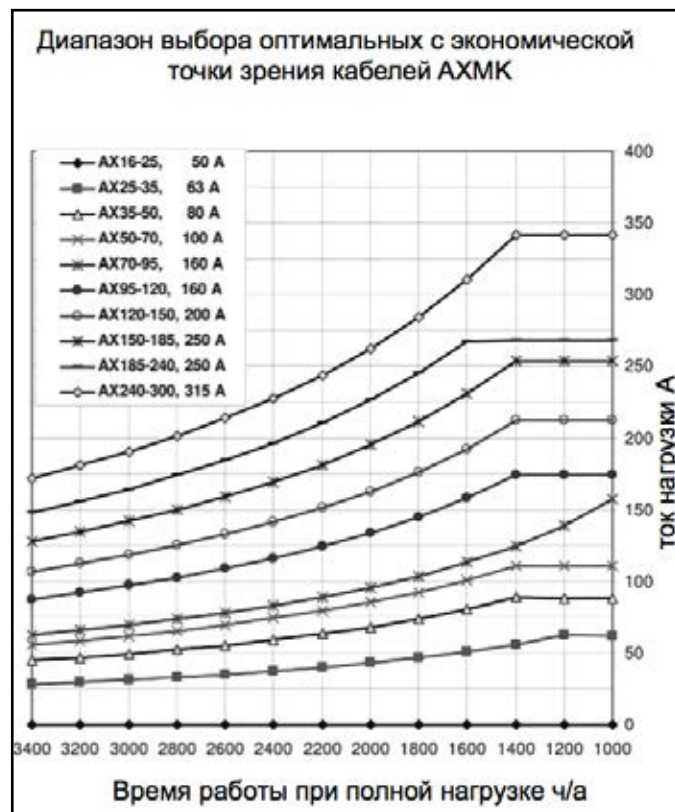
Raamatu joonisel 21 näidatud diagrammilt (SA 4:09 joonis 4.1) leitakse suurima võimsuse keskväärtusele vastava koormusvoolu ja koormuse suurima rakendusaja järgi liitumiskaabli majanduslikult põhjendatud ristlõikepind. Jooniselt on näha, et maksimaalne koormatavus piirab väiksema kasutusaja korral kaabli majanduslikult põhjendatud valikut. Ehitusega seotud kulutuste (alltöövõtuhinna) tõttu pole AXMK 4x16 S kaablil majanduslikult põhjendatud

kasutust. Majanduslikult põhjendatud piirvoolude kõverad on esitatud kaablipaaride (nt AX25-35, 63 A) kohta. Kaablipaaride tunnusjooned arvestavad ka peenema kaabli suurima liigkoormuskaitse voolu väärtust näidispai-galdusviisi korral, mis on olnud aluseks eri kaablitüüpide koormatavusele (vt raamatu tabelid 7 ja 8).

3.4. Liigkoormuskaitse

Üldised nõuded

Juhi liigvoolukaitse lülitab üldjuhul automaatselt juhi (juhtide) voolu välja, kui juhis tekib liigkoormus või lühis. Sama kaitse (nt sulavkaitse) võib toimida nii lühis- kui ka liigkoormuskaitse, kuid kaitseid võivad olla ka erinevad. Lühis- ja liigkoormuskaitse on üldjuhul kasutusel juhi alguses, seega juhi selles otsas, millest energia siirdub juhti. Juhi hargnemiskohtades või kui piki juhti energiavoo suunas muutub mõnel muul põhjusel juhi ristlõike-



Joonis 21. Ühenduskaabli majanduslikult põhjendatud ristlõikepindala: Võrgueeskiri SA 4:09 joonis 4.1. Intressi määr on 8 %, kasutusiga 40 a ja juhi temperatuur +40°C. Kaabli paigaldamise hinnaks on võetud on EMV võrguettevõtete hinnakirjas olev alltöövõtu hind aastal 2009.

pind, juhi metall või juhi koormatavus, tuleb juhiharu või uus juhitüüp vms alates selle algusest varustada oma kaitsega, kuna ei saa eeldada, et eelmise juhi kaitse suudaks kaitsta ka jätkuvat juhti (Vt SFS6000-4-43 punkt 433.2)

Standardi SFS 6000-1 " 826-11-15 MÄÄRATLUS liigkoormusvool

Elektriahelas esinev liigvool, mis pole lühis- ega maaühendusvool

826-14-14 liigvoolukaitse aparaat

Seade, mida kasutatakse ahela väljalülitamiseks juhul kui ahela juhi vool ületab etteantud aja kestel eelnevalt määratud väärtuse."

Maakaablivõrgu elektriline kaitse teostatakse üldjuhul sulavkaitsmete abil. Sel juhul toimib sulavkaitse nii juhi liigkoormus- kui ka lühisekaitseks. Juhti kaitsva sulavkaitsme suurim lubatav nimivool määratakse standardi SFS 6000-5-52 tabeli B.52-1 järgi.

Tabel 9. SFS 6000-5-52 tabel B.52-1 „Juhtide koormatavuse minimaalväärtused sulavkaitsme nimivoolu juures“.

gG tüüpi sulavkaitsme nimivool A	Juhi koormatavuse minimaalväärtus A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883

Standardiga püütakse piirata juhtide koormusest tingitud liigset soojenemist. Jaotusvõrgu poolt hallatava maakaablivõrgu kaablid on väga paljudele paigaldistele tulekindlaks liitumisjuhiks, mille kuumenemine ei tekita tuleohtu. Varasemad elektriohutusemäärused ega ka nüüdisaegsed standardid ei nõua antud juhul juhi liigkoormuskaitset.

Liigkoormuskaitse valik vastavalt standardile SFS 6000-8-801: 801.433.1 „Liigkoormuskaitse“.

Maakaablitega (vt jaotise 433.3 alapunkt d) ja paljasjuhtidega või isekustuva isolatsiooniga varustatud jaotusvõrgu õhuliinipaigaldistes võib juhtide liigkoormuskaitse ära jätta. Juhtide osad, mis pole tulekindlalt paigaldatud, tuleb paigutada nii, et need poleks põlevate ainete lähedal. Õhuliinide paigaldamisel tuleb järgida õhuliine käsitlevates standardites ja määrustes esitatud nõudeid vahekauguste ja kõrguste kohta.

Keerutatud rippkaabel (AMKA) tuleb varustada

liigkoormuskaitsega.

Liigkoormuskaitse võib paigaldada ka juhi lõppu. Liigkoormuskaitseks võivad toimida ühe või mitme klemmiga peasulavkaitsmed, mille nimivoolude summa on väiksem või võrdne juhi koormatavusega."

Varem kasutusel olnud liigvoolukaitse määratlus:

Elektriohutusemääruse A1-93, 25 § 2 A järgi: "...Juhtide liigkoormuskaitset ja kuni 1000 V pingega võrkudes ka lühisekaitset (vt ka 8 § 2) ei nõuta järgmistel juhtudel a...f eeldusel, et 9 § 5...7 vastavate kaitseviiside kasutamisel, liigvoolukaitse puudumine ei ohusta nende kaitseviiside tõhusat toimimist:

a. Juhtide paigaldus on tulekindel. Pinnasesse või vette paigaldatud juht on tavaliselt tulekindlalt paigaldatud. Väljas olevale mastile kinnitatud juhti vaadeldakse samuti tulekindlana. Tulekindlaks loetakse ka puitmasti või muu puitehitise vahetus läheduses olevat juhti, kui see on nii kinnitatud, et selle läheduses pole kergestisüttivaid aineid."

Eespool esitatud asjaolude tõttu maakaablivõrgus üldjuhul liigkoormuskaitset ei kasutata. Rakendatakse üksnes lühisekaitse põhimõttel toimivat kaitset sulavkaitsmetega, mida arvestatakse maandamisnõuetes (StM 9 § 5) ja nüüdisaegsetes toite automaatse väljalülitamise nõuetes standardi SFS 6000 jaotise 801 järgi.

3.5. Lühisekaitse

Standardi SFS 6000-1 MÄÄRATLUSED:

826-14-10 lühis

Juhuslikult toimunud või tahtlikult tekitatud ühendus ühe või mitme juhtivosa vahel, mis muudab potentsiaalide vahe nende osade vahel nulliks või peaaegu nulliks.

826-14-11 faasi ja maa vaheline lühis

äärejuhi ja maa vaheline või maandustakistuse kaudu maandussüsteemis tekkiv lühis

HOIATUS. Faasi ja maa vaheline lühis võib tekkida nt maandusjuhi või maanduselektroodi kaudu.

826-14-12 faasidevaheline lühis

Kahe või enama äärejuhi vaheline lühis, millega võib samas kohas kaasneda äärejuhi ja maa vaheline lühis.”

Lühis on ühefaasiline (ühepooluseline), kui isolatsiooni rike tekib ühe äärejuhi ja neutraaljuhi vahel või neutraaljuhiga ühildatud kaitsejuhi või metalliosa vahel, ning kahe- või kolmefaasiline (-pooluseline), kui isolatsiooni rike tekib kahe või kolme äärejuhi vahel (tõenäoliselt neutraaljuhi või kaitsejuhi kaudu).

Lühiseolukord kestab eeldatavalt lühikest aega ning selles tekkiv soojus oluliselt ei vananda isolatsiooni. Standard SFS 6000-4-43 sätestab, et ahela suvalises osas esinevad lühisvoolud peavad olema välja lülitatud enne seda, kui juhid saavutavad oma suurima lubatud piirtemperatuuri (vt SFS 6000-4-43 jaotis 434.5.2).



Joonis 22. Ühefaasiline ja mitmefaasiline lühis.

Uute paigaldiste ehitamisel aluseks olevas madalpinge-standardis SFS 6000, jaotis 801: „Jaotusvõrgud“, määratakse lühisekaitse järgmiselt:

”801.434 Lühisekaitse

Jaotusvõrgu lühisekaitsel võidakse kasutada võrgu haldaja äranägemisel tabelile 801A vastavaid liigvoolukaitseid, mille korral lühise väljalülitamise aeg võib olla suurem kui 5 s.

HOIATUS 1. Kaabli valmistajad määravad kaablite lühisvoolutaluvuse üldjuhul vaid maksimaalselt 5 sekundit kestva lühise korral. Kui lühis kestab kauem, siis võib selle tulemusena kaabel kahjustuda.”

Tabel 10. Standardi SFS 6000-8-801, tabel 801A „Väikseim lühisvool, mille korral jaotusvõrgu rikkekaitse võib rakendada liigvoolukaitset“

Liigvoolukaitse	Väikseim ühefaasiline lühisvool jaotusvõrgus
gG tüüpi sulavkaitse $I_N \leq 63 \text{ A}$	$2,5 \times I_N$
gG tüüpi sulavkaitse $I_N > 63 \text{ A}$	$3,0 \times I_N$

Tabeli täienduseks: SFS 6000, 801.411.3.2: - - - ”Kui liigvoolukaitseks kasutatakse kaitselüliteid, mis rakenduvad kiiresti ka väikeste liigvoolude korral, võib kaitselüliti valida ja reguleerida nii, et selle rakendumisaeg poleks mitte üle 5 s. Jaotusvõrgu töökindluse huvides peab kaitse olema selektiivne.

Juhul kui jaotusvõrgu lühist ei lülitata välja vastavalt tabelile 801A, tuleb jaotusvõrk ehitada nii, et pinge lühise ajal

ei põhjusta ohtu. Selle võib saavutada kas lisapotentsiaaliühtlustuse abil või jaotusvõrgu PEN-juhi valikuga nii, et pinge maa suhtes poleks ühefaasilise lühise korral suurem kui 75 V (NB Eestis 50 V). Lisapotentsiaaliühtlustust soovitatakse kohaldada ainult trafoalajaamade peajaotuskilpides ja muudes taolistes kohtades”.

Järgmises tabelis 11 on esitatud näitena andmed mõnede kõige levinumate 0,4 kV maakaablite suurimate lubatavate ja soovitatavate liigvoolukaitsete kohta.

Tabel 11. Võrgueeskiri SA 2:08 tabel 9: „Madalpingekaablite (0,4 kV) suurimad lubatavad või soovitatavad liigvoolukaitsed“ ¹⁾ (osa).

Kaabli tüüp		Liigkoormus- kaitse	Lühisekaitse		
		Liitumisjuhile	Liitumisjuhile		Magistraal- juhile
		Tarbija peakaitse (I _N) ²⁾	Jaotuskapis/ MMO (I _N) ³⁾	Magistraal- juhile (I _N) ⁴⁾	(I _N) ⁵⁾
AXMK,	AXCMK 300 mm ²	315(400)	500	-	500
AXMK,	240 mm ²	135	400	-	400
AXMK,	AXCMK 185 mm ²	250	315	-	315
AXMK, AURA,	150 mm ²	250	315	-	315
AXMK,	AXCMK 120 mm ²	200	250	400(500)	250
AXMK, AURA	95 mm ²	160	200	315(400)	200
AXMK,	AXCMK 70 mm ²	160	200	250(315)	200
AXMK, AURA	50 mm ²	100(125)	125(160)	200(250)	125(160)
AXMK,	AXCMK 35 mm ²	80(100)	100(125)	160(200)	-
AXMK,	AXCMK 25 mm ²	63(80)	80(100)	125(160)	-
AXMK,	AXCMK 16 mm ²	50(63)	63(80)	100(125)	-
AMCMK 3 x 300 + 88		315	400	-	400
AMCMK 3 x 240 + 72		250	315	-	315
AMCMK 3 x 185 + 57		200	250	-	250
AMCMK 3 x 150 + 41		200	250	-	250
AMCMK 3 x 120 + 41		160	200	400(500)	200
AMCMK 3 x 95 + 29		160	200	315(400)	200
AMCMK 3 x 70 + 21		125	160	250(315)	160
AMCMK 3 x 50 + 16 (15) ⁶⁾		80(100)	100(125)	200(250)	100(125)
AMCMK 3 x 35 + 16 (10) ⁶⁾		63(80)	80(100)	160(200)	-
AMCMK 3 x 25 + 16 (10) ⁶⁾		50(63)	63(80)	125(160)	-
AMCMK 3 x 16 + 10		35(50)	50(63)	100(125)	-
		800			
MCMK 3 x 300 + 150		400	500	-	500
MCMK 3 x 240 + 120		315	400	-	400
MCMK 3 x 185 + 95		315	400	-	400
MCMK 3 x 150 + 70		250	315	-	315
MCMK 3 x 120 + 70		200	250	-	250
MCMK 3 x 95 + 50		200	250	400(500)	250
MCMK 3 x 70 + 35		160	200	315(400)	200
MCMK 3 x 50 + 25		125	160	250(315)	160
MCMK 3 x 35 + 16		80(100)	100(125)	200(250)	100(125)
MCMK 3 x 25 + 16		63(80)	80(100)	160(200)	-
MCMK 3 x 16 + 16		50(63)	63(80)	125(160)	-
MCMK 3 x 10 + 10		35(50)	50(63)	100(125)	-
MCMK 3 x 6 + 6		25(35)	35(50)	-	-

Tabeli märkused:

- 1) Sulavkaitsmetena kasutatakse standardile SFS-EN 60269 vastavaid gG-tüüpi kaitsmeid.
- 2) Peasulavkaitsmete tehnilised andmed valitakse eeltoodud tabelis 7 (vt käesoleva raamatu tabel 8) esitatud koormatavuse andmete järgi. Kasutada võib ka sulgudes esitatud andmetega suuremaid kaitsmeid kui on kindel, et paigaldusolud lubavad ühendusjuhi suuremat koormamist.
- 3) Jaotuskapis või trafoalajaamas ühendusjuhi lühisekaitseks soovitatavate sulavkaitsmete tehnilised andmed.

- 4) Liitumisjuhile lubatavate suurimate sulavkaitsmete tehnilised andmed. SFS 6000-801 tabel 801B. Suurim sulavkaitse on lubatud juhul, kui see lülitab lühise välja vähemalt 5 sekundi kestel või kui tegemist on vana võrguga ja 15 s rakendumisajaga sulavkaitsmetega. Vanade võrkude kohta vt standard SFS 6000-801 ja -802.
- 5) Magistraaljuhtidele sobivad lühisvoolu sulavkaitsmete tehnilised andmed trafoalajaamades ja jaotuskappides.
- 6) Sulgudes on PEN-juhi ristlõikepind, mida nõuti varem, enne aastat 2000.

Kaablivõrgus esineva vähima ühefaasilise lühisvoolu määramiseks on vaja leida lühisvooluahela näivtakistus, mis arvestab lisaks juhi näivtakistusele ka toitetrafo näivtakistust. Vähim lühisvool arvutatakse valemiga

$$I_k = C \times U_v / Z$$

kus:

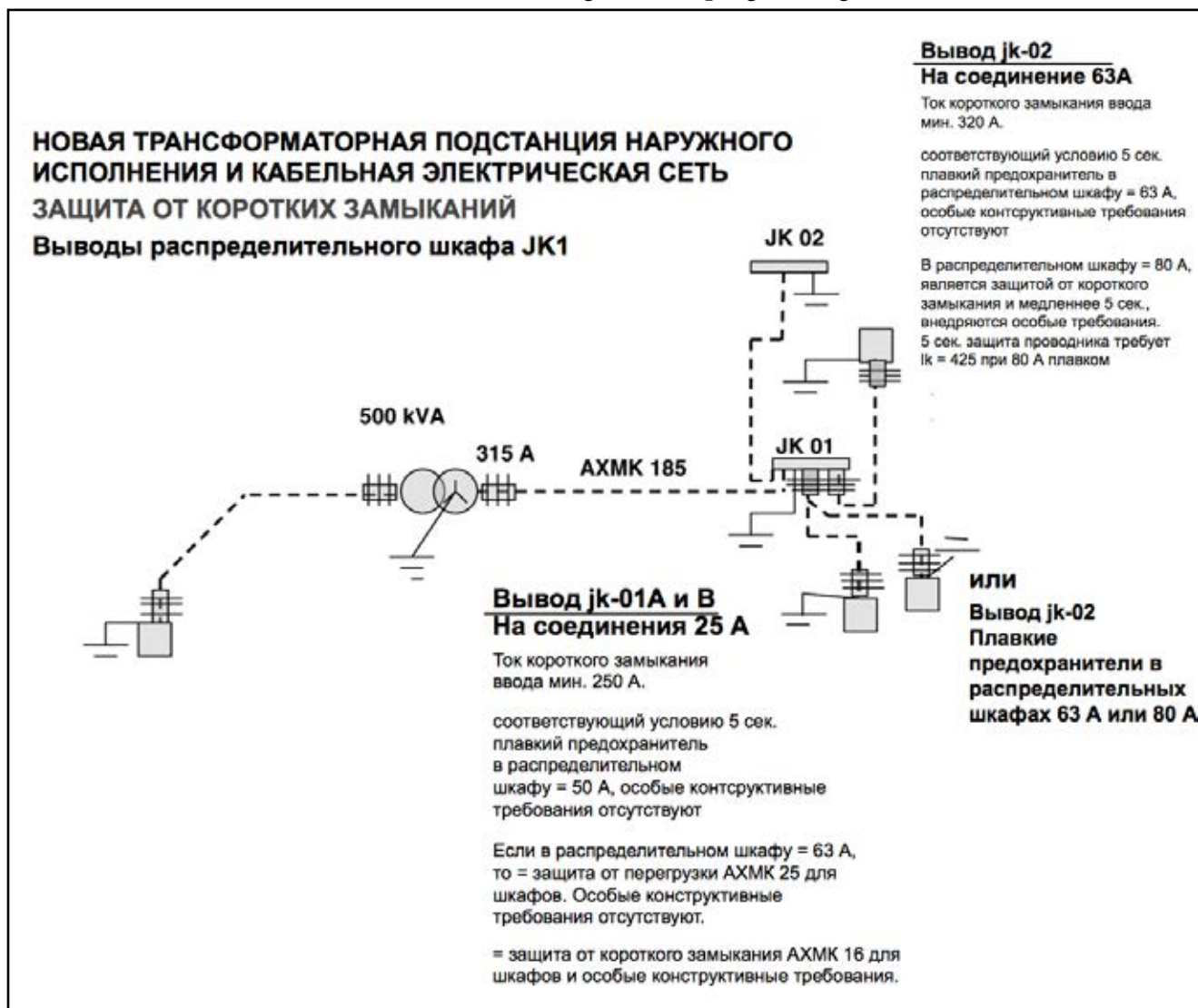
I_k = lühisvool

U_v = faasipinge

Z = lühisahela näivtakistus

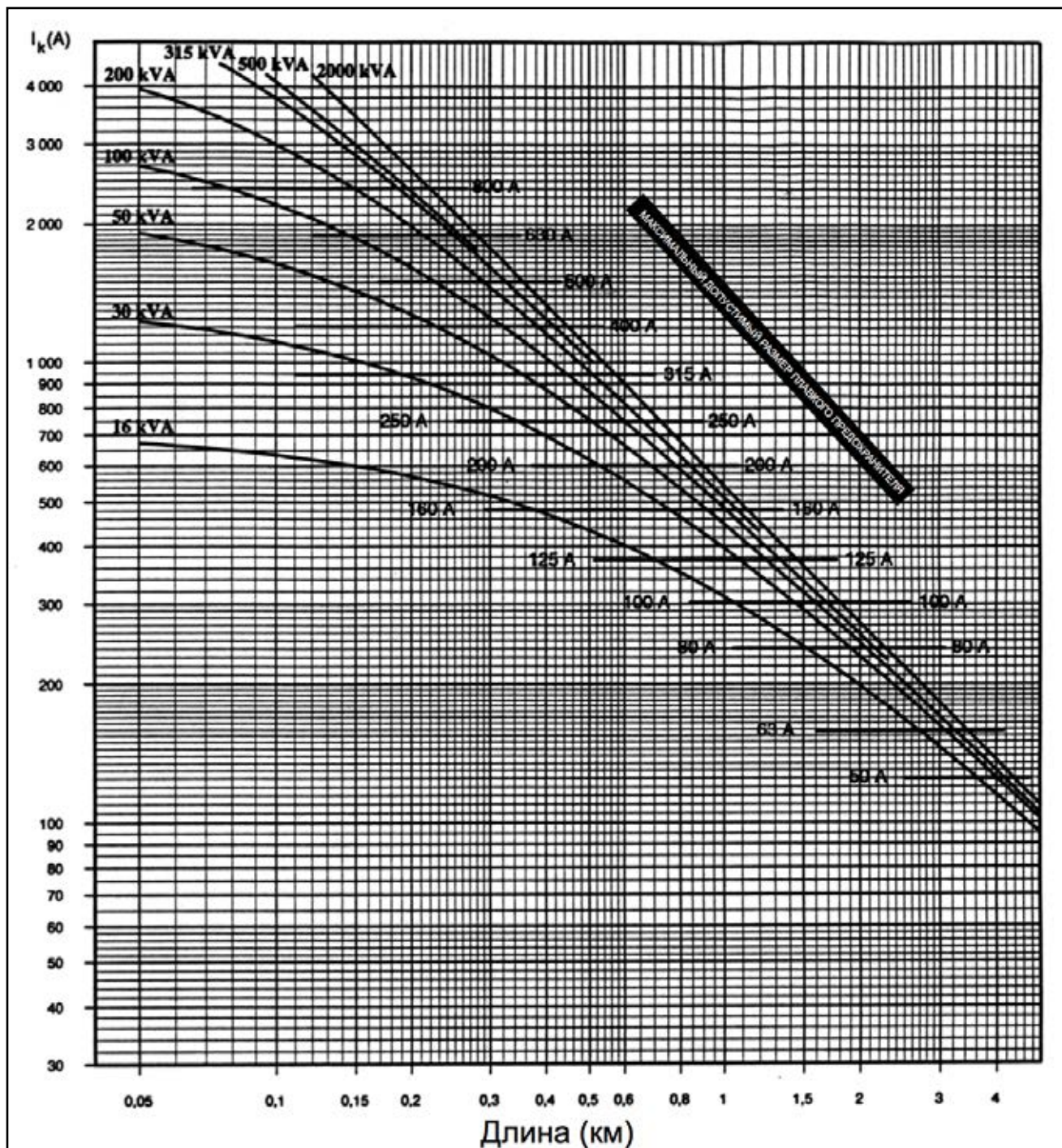
C = teguri C väärtus 230/400 V võrgus on 0,95

Praktikas määratakse vähim ühefaasiline lühisvool võrgu arvutusprogrammiga.



Joonis 23. Näide maakaablivõrgu valikust (SA 2:08 lk 24: Uus trafoalajaam ja maakaablivõrk).

Näitena võib uurida Energiaettevõtte võrgueeskirjade SA 2:09 diagrammi juhi ühefaasilise lühivoolu ja kaitseks kasutatava sulavkaitsme määramiseks.



Joonis 24. Võrgueeskirjad SA 2:08, Lisa 5. Ühefaasiline lühisvool sõltuvalt juhi pikkusest ja jaotusvõrgu rikkekaitse poolt lubatavast suurimast sulavkaitsemest (SFS 6000-8-801, tabel 801A). Parameetrik on trafo võimsus kVA. Juhiks on AXMK 4x185 kaabel.

Näide diagrammi kasutamisest: Kui suur on suurim rikkekaitse poolt lubatav sulavkaitse, kui juhi pikkus on 400 m ja trafo võimsus on 100 kVA?

Vastus: Lühisvool on u 1000 A, sulavkaitse 315 A

3.6. Liitumisjuhi elektriline kaitse

Standardi SFS-6000-8-801 jaotis 801.434 „Lühisekaitse“

Liitumisjuhi kaitse

”Liitumisjuhi all mõeldakse jaotusvõrgu ja sellega ühendatava peajaotuskeskuse vahelist ühendusjuhti. Liitumisjuht toidab liituvat üksust jaotusvõrgu magistraaljuhist, ning sellel ei tohi olla hargnemisi.

Kui liitumisjuht on varustatud juhi algusesse paigaldatud liigkoormuskaitsega, tuleb järgida tavapäraseid standardeid jaotisele 4-43 vastavaid nõudeid.

Juhul kui liitumisjuht on varustatud oma lõpul oleva otsamuhvi juurde paigaldatud liigkoormuskaitsega ja algusesse paigaldatud lühisekaitsega, mille rakendumisaeg liitumisjuhi lõpus toimuva ühefaasilise lühise korral on mitte rohkem kui 5 s, järgitakse tavapäraseid jaotise 4-43 nõudeid. Niisuguse lühisekaitsena võivad jaotusvõrgus toimida olemasolevad liigvoolukaitsed, mis vastavad üldjuhul tabeli 801B veerule 4 ja ka kaabli lõppu paigaldatud liigkoormuskaitse koos peasulavkaitsmetega.

Jaotusvõrgu liigvoolukaitse valik vastavalt tabelile 801A võib lähtuda sellest, et lühise väljalülitamisaeg on üle 5 s. Nendes oludes võib, liitumisjuhi projekteerija ja ehitaja äranägemisel, liitumisjuhi paigaldamisel ja kaitsmisel juhinduda järgmistest kogemuspõhistest nõuetest:

Liitliitumiskaabli ristlõikepind peab vaskjuhi korral olema vähemalt 10 mm² või alumiiniumjuhi korral 16 mm² ning juhi lõpus on liitumisjuhti liigkoormuse eest kaitsvad kaitseseadmed, nt peasulavkaitsmed.

Seina või vundamendi läbiviik tehakse vähemalt 4 tugevusklassiga paigaldustoru abil, kus sein või vundamendi ehitus peab vastama tuleohutusnõuetele ja mehaanilisele tugevusele esitatavatele nõuetele (näiteks tellised või betoon). Liitumisjuhi läbiviik paigaldatakse nii, et see oleks kontrollitav ehituskonstruksioone lahti võtmata. Läbiviiku saab sein pinnal siiski katta jaotuskapiga. Liitumiskaablit kaitstakse mehaaniliste toimete eest nt kaabli paigaldamisega jaotuskeskuse ruumi või kappi, kaitses seda vähemalt 4. tugevusklassi toruga või muul vastaval viisil.

Liitumiskaabli paigaldamine ehitise sees tehakse nii, et sellest ei tekiks tule- ega lühiseohtu. Sobiv paigaldusviis on paigaldamine betooni või vastava kivistruktuuri sisse või paigaldamine vastava mittepõleva materjali pinnale nii, et lähedal ei oleks muid kaableid ega põlevaid aineid. Liitumiskaabel paigaldatakse nii, et see üheski kohas ei puutuks kokku teiste kaablitega. Kui paigalduspind ei ole mittepõlevast materjalist, tuleb kaabli paigaldusalust kaitsta mittepõleva materjaliga nagu nt mineraalplaadiga. AMKA-rippkeerdkaabli saab sisestada otse läbi ehitise sein või trafoalajaamades ning niisugustes ehitistes, mille elektrivarustus maakaabliga pole võimalik, nt kalju-pinnase tõttu.

Liitumiskaabli pikkus ehitise sisemuses ja välisseinal peaks olema võimalikult väike.

Projekteerija ja ehitaja äranägemisel võib tabeli 801A järgi määratud liitumisjuhi lühisekaitseks kasutada juhi algusesse paigaldatud ja tabeli 801 B 3. veerus määratud, suurimat võimalikku sulavkaitsed.

Juhul kui eespool kirjeldatud viisil kaitstud liitumisjuhis toimub lühis, tuleb liitumisjuhi korrasolekut kontrollida visuaalse ülevaatusena ning isolatsioonitakistuse mõõtmisega maakaabli osalt enne kui see võetakse uuesti kasutusse. Liitumisjuht tuleb välja vahetada, kui sellel on leitud kahjustusi.”

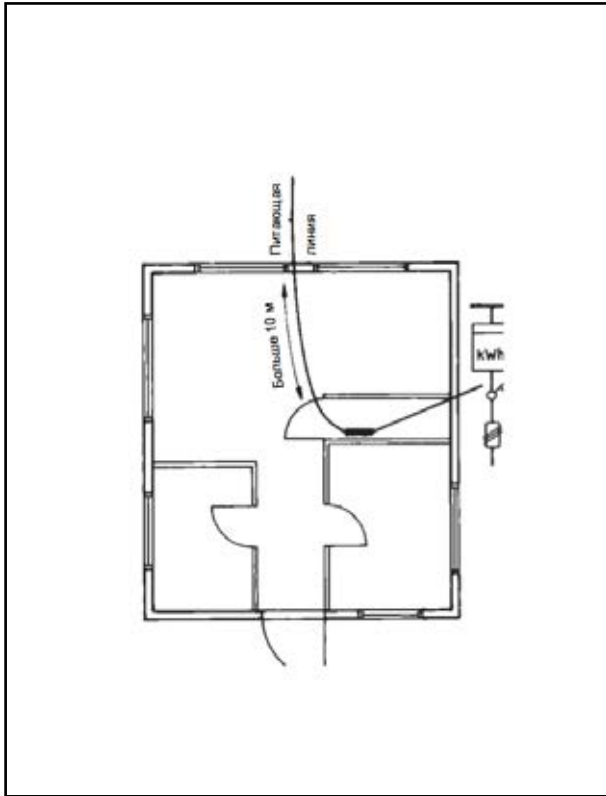
Tabel 12. SFS 6000-8-801, tabel 801B Liitumisjuhi lühiskaitset käsitleva standardi SFS-EN 60269 kohane sulavkaitsme suurim lubatav vool arvutuslik vool jaotusvõrgu niisugustes osades, kus sulavkaitse on määratud tabeli 801A järgi (veerg 3) või jaotises 4-43 esitatud kaitseseadme 5 s rakendumisaja järgi (veerg 4).

Kaabli juhi ristlõige mm ²		gG-tüüpi sulavkaitsme suurim lubatav arvutuslik vool, kui 5 s väljalülitumisaeg pole tagatud A	gG-tüüpi sulavkaitsme suurim lubatav arvutuslik vool, kui on tagatud 5 s väljalülitumisaeg A
Vask	Alumiinium		
1	2	3	4
10	16	100	125
16	25	125	160
25	35	160	200
35	50	200	250
50	70	250	315
70	95	315	400
95	120	400	500

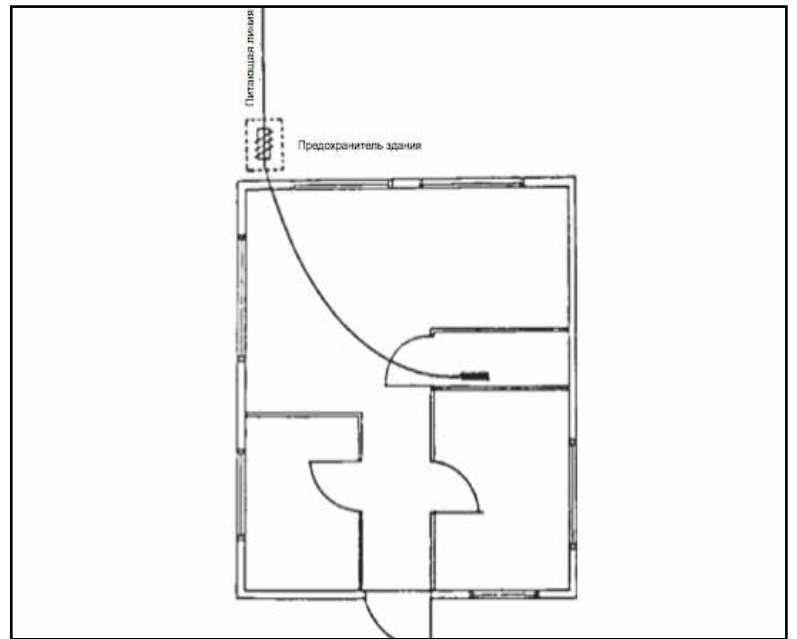
Varem (enne 2007. aasta standardi SFS 6000 jõustumist) ehitatud võrkudes võis liitumisjuhti kaitsta sulavkaitsmetega, mille rakendumisaeg oli 15 sekundit. Niisugust kaitseviisi tohib praegu kasutada vaid varem ehitatud jaotusvõrkudes. Kaitsele esitatud nõuded on standardi lisas 801 A.



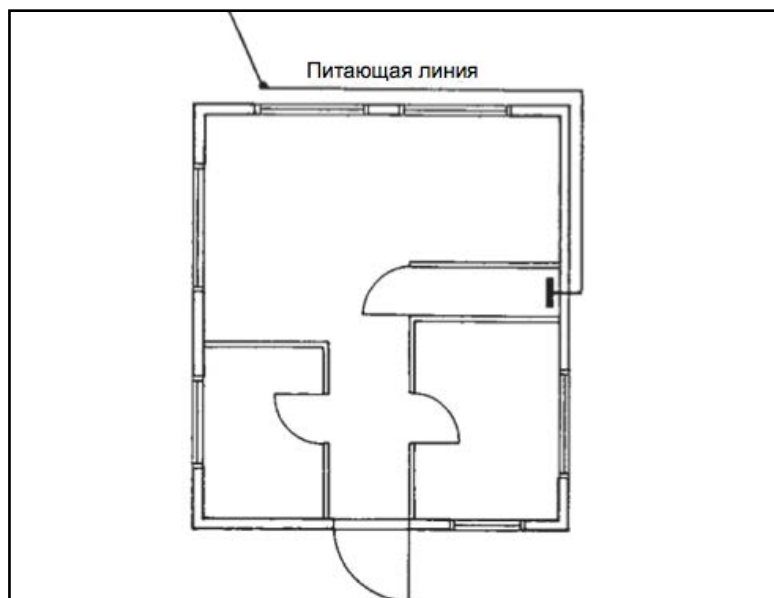
Joonis 25. Näidisjoonis madalpinge maakaablivõrgu lühisvoolukaitsest (Võrgueeskiri SA 2:08 lk 24 Trafost väljuvad liinid 1 ja 2).



Joonis 26. Tulekindlalt paigaldatud liitumisjuht.



Joonis 27. Ehitise välisseinale paigaldatud osa pikkus peaks olema võimalikult väike.



Joonis 28. Niisugusel juhul liitumisjuhi läbiviigu eeskirja ei kohaldata. Kui maja peakaitse paigaldakse ehitise sisse, tuleb läbiviik teha vastupidava paigaldustoru abil.

4. 20 kV MAAKAABLITE VALIK JA ELEKTRILINE KAITSE

4.1. Üldist

Kõrgepinge maakaablite valikul on valikute tegemisel määravaks kaabli koormatavus ja lühisvoolutaluvus. Elektrilise kaitse ülesandeks on rikkis kaabel elektrivõrgust välja lülitada ja takistada sellega ohuolukorra ja rikke levikut.

4.2. Kaablite koormatavus

Nagu madalpingekaablite korral, nii ka kõrgepingekaablite puhul määratakse koormatavus lähtudes kaabli temperatuurist. Kaabli talitlustemperatuur ei tohi olla teatud väärtusest suurem, mis koos ümbrusoludega määravad kõikidele kaablitele maksimaalse koormusvoolu kestevtalitluses.

Koormatavuse lähteandmed (Prysmian 2009)

1. Juhi suurim kestvalt lubatav talitlustemperatuur

- PVC, PE ja PEX-isolatsiooniga 1 kV kaablid 70 °C
- PEX-isolatsiooniga kaablid üle 1 kV ja 1 kV kaablid erioludes 90 °C

2. Ühejuhiliste kaablite mantlite vahekaugus

- tasapinnal: kaabli välisläbimõõt
- kolmnurgas kaablid puutuvad üksteisega kokku

3 Puutekaitse

- avatud: kaablite puutekaitsed on üksteisega koos ja maandatud vaid teises otsas
- suletud: kaablite puutekaitsed on mõlemas otsas üksteisega koos ja maandatud vähemalt ühes otsas

4. Õhuliinipaigaldis

- ümbritseva õhu temperatuur +25 °C

5. Maakaablipaigaldis

- pinnase temperatuur +15 °C
- paigaldussügavus: 0,7 m (alla 110 kV kaablid)
1,0 m (110 kV kaablid)
- pinnase soojustakistus 1,0 K m/W

PEX-kaablite paigaldamisel pinnasesse tuleb arvestada, et juhi kestev temperatuur +90 °C pinnases kuivatab kaablit ümbritseva pinnase ja selle kaudu mõjutab ka kaabli liigkoormustaluvust. Seepärast ei soovitata kasutada PEX-isolatsiooniga juhte pinnases enam kui +60 °C kestva temperatuuriga.

Valmistaja kaabliloetus on iga kaablitüübi korral selgitatud, et juhile lubatava temperatuuri järgi on arvutatud kaabli koormatavus.

Tabel 13. Näiteid PEX-isolatsiooniga kolmejuhiliste 20 kV kaablite koormatavusest (Prysmian 2009).

Juhi ristlõige mm ²	Õhus Juhi temperatuur 90 °C			Pinnases Juhi temperatuur 65 °C		
	AHXAMK- W	AHXAMK- WM	AHXCMK- WTC	AHXCMK- W	AHXAMK- WM	AHXCMK- WTC
50	195	195	160	155	155	145
70	235			200		
95	280	280	230	235	235	205
120	325	325		265	265	
150	370	370	305	300	300	260
185	425	425		330	330	
240	510		400	385		340
300	565			435		

Paigaldusolud mõjutavad kõrgepingekaablite koormatavust. Lõpliku lubatava koormusvoolu arvutamiseks kasutatakse paigaldusolusid arvessevõtvaid parandustegureid. Koormustegurid on leitavad valmistajate kaabliloetelu tehnilistest andmetest.

4.3. Kaablite lühisetaluvus

Kaablipaigaldisele lubatavat lühivoolu mõjutavad asjaolud on muuhulgas:

1. juhi isolatsioon ja võimalik metallkatete soojenemine,
2. elektrodünaamiliste jõudude toime,
3. soojuspaisumise toime,
4. kaabli ümbrusoludega seotud piirangud,
5. kiir- ja korduvlülituste toimed.

Termiline lühisetaluvus

Juhtide temperatuur lühise ajal ei tohi tõusta nii kõrgele, et isolatsioon kaotaks oluliselt oma mehaanilist ja dielektrilisi tugevust.

Kaabli termiline lühisvoolutaluvus on esitatud kaablitootja kaablite tehnilistes andmetes.

Dünaamiline lühisetaluvus

Lisaks soojenemisele peavad kaabel ja selle koostisosad (otsa- ja jätkumuhvid), olema vastupidavad lühisvoolu poolt tekitatud jõududele ja mehaanilistele toimetele.

4.4. Kaablite elektriline kaitse

Lühisekaitse

Lühisekaitsega välditakse antud juhul kaabli kahjustusi ja võimalikku ohtu kasutajale, kui nt rikkeolukorras võib tekkida elektrikaar.

Lühisekaitsena kasutatakse fikseeritud rakendumisajaga liigvoolureleesid. Fikseeritud rakendumisajaga liigvoolurelee toimib nii, et juhul kui vool ületab eelnevalt sätitud piirväärtuse, annab relee rakendumiskäsu võimsuslülile (kõrgepinge) või kaitselülile (madalpinge), mis lahutab rikkis kaabli jaotusvõrgust.

Maaühenduskaits

Maaühendus tekib juhul kui rikkevool pääseb elektrikaare või muu ühenduse kaudu pingestatud osalt maandatud osale. Voolu kulgemistena toimib maast eraldatud võrgus juhi ja maa vaheline mahtuvus.

Maaühenduse kaitsereleede talitus põhineb maaühenduse poolt tekitatud voolu mittesümmeerial ja tähtpunktipingi suurenemisel. Sageli mõõdetakse tähtpunktipinget pingetrafode avatud kolmnurklülituses. Maaühenduse kaitsereleede on suunarelee, mis tuvastab juhis maaühendusrikke suuna.

5. MAAKAABLIVÕRGUD

5.1. 0,4 kV maakaablivõrk

5.1.1. Üldist

0,4 kV maakaablivõrk moodustub järgmistest osadest:

- jaotuskaableist, mis on trafoalajaama madalpinge jaotuskeskuse ja kaablijaotuskappide vahelised toitekaablid. Jaotuskaablid on ahelas kaablijaotuskappides nii, et neid saab kasutada madalpinge ühenduskaablina trafode vahel.
- liitumisjuhtidest, mis paigaldatakse alates jaotuskapist või trafoalajaama madalpinge jaotuskeskusest kuni elektritarbija peajaotuskeskuseni.
- välisvalgustuskaableist, millega toidetakse välisvalgustuspaigaldisi.

Näidisjoonis üksiku jaotusvõrguhaldaja madalpinge maakaablivõrgust, mis on joonestatud elektriettevotte esitatud tingmärkidega.

5.1.2. Kaablijaotuskapid madalpingevõrgus

Kaablijaotuskapid on madalpinge kaablivõrgu jaotuspunktid. Jaotusvõrgu toitekaablid ühendatakse jaotuskapis. Jaotuskapis tehakse maakaabli jaotusvõrgu hargnemised liitumis- ja hargnemisjuhtidega. Liitumis- ja hargnemis-

juhtidele on jaotuskapis sulavkaitsmed, millega tagatakse madalpinge maakaablivõrgu selektiivne kaitse.

Kaablijaotuskapp on maakaablivõrgu hargnemiskoht, milles tehakse uued vajalikud hargnevad liitumisühendused.



N:o	Piirrosmerkki	Merkitys	Huom.
1	1234 35 AP	Liittymis- johto	Liittymisjohdon N:o 1234. Vahvuus 3x35+35, laji AP.
2	2345 25	Liittymis- johto	Liittymisjohto N:o 2345 ja käytöstä poistettu liittymisjohto N:o 3456.
3	5678 10 R 6789 3x10 G	Kioskien liit- tymisjohto	N:o 5678 on kiinteä kioski, josta on ketjutettu lj. N:o 6789 siirrettävälle kioskille.
4	4567 25	Ulkova- kaapin liitt- misjohto	Muuntamon sisällä olevaa liittymisjohtoa ei piirretä näkyviin, ainoastaan kaapin karttamerkki liittymisjohtonumeroineen.
5	234	Liittymis- johtokaappi	
6	123 16 AR	Ilmaliitt- misjohto	Número ja poikkipinta merkitään aina.
7	7890 50	Liitt.johto	Liittymisjohdon poikkipinta merkitään aina.
8	70 AR, 35 / 16	Ilmajohdon poikkipinta	Poikkipinta merkitään aina. Poikkipinnan vaihtuminen jännitevälillä merkitään poikkiviivalla.
9	234 2x10 R	Ilmaliitt- to pylväällä	Liittymisjohtoa ei piirretä.
10	60	Pylväsvaroke	Sulake 60A. Tyyppiä ei merkitä.
11	150	Jakokaapelin poikkipinta	Jakokaapelin poikkipinta merkitään näkyviin vain silloin, kun vaihejohtimet ovat muuta vahvuutta kuin 120 (kuparia) tai 185 (alumiinia).
12	1	Kaapelien järj. n:o:t	Lyijymerkin mukaan.
13	123	Jakokaappi	8 liittämismahdollisuutta 6 liittämismahdollisuutta
14	30	Sähköläm- misteho	30 = 30 kW varaava lämmitysteho 12 = 12 kW suora lämmitysteho

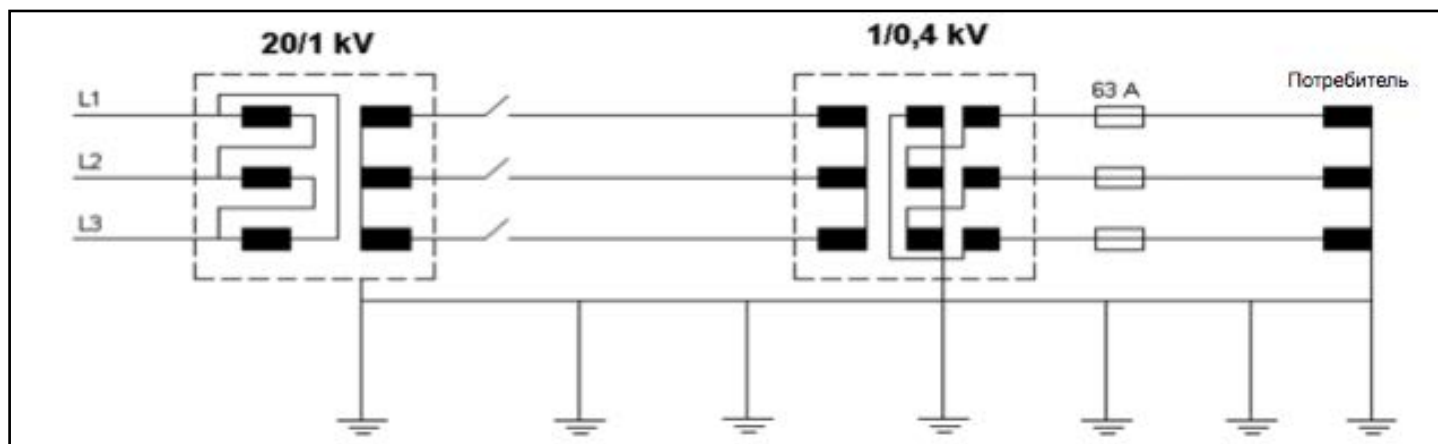
Joonis 29. 0,4 kV maakaablivõrgu näide.



Joonis 30. Kaablijaotuskapp (Ensto).

5.2. 1 kV maakaablivõrk

1000 V jaotussüsteemi korral on 20 kV ja 0,4 kV vahele tavaliselt lisatud kolmas pingeaste. 1000 V süsteemis asendatakse rikketundlik 20 kV õhuliinivõrk ja tehakse võimalikuks niisuguste kohtade varustamine elektriga, mida varem ei ole olnud majanduslikel põhjustel otstarbekas elektrivõrguga ühendada. Niisugusteks kohtadeks on eriti saared. 1 kV võrk võidakse ehitada samale madalpingele kontrollitud maakaablitega ja AMKA-juhtidega kui 0,4 kV võrk.



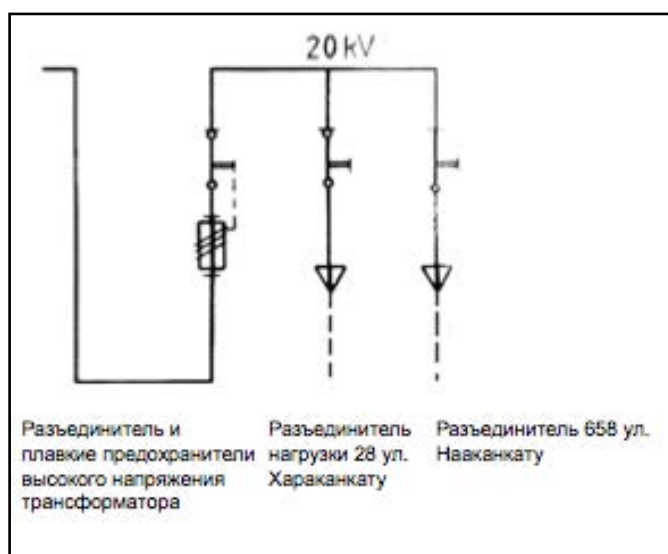
Joonis 31. 1 kV süsteemi põhimõttejoonis (Suur-Savon Sähkötyö).

1000 V jaotusvõrgu maakaableid kaitsevad 1000 V kaitselülitid ja lisaks kasutatakse 1000/400 V jaotusvõrgu trafot.

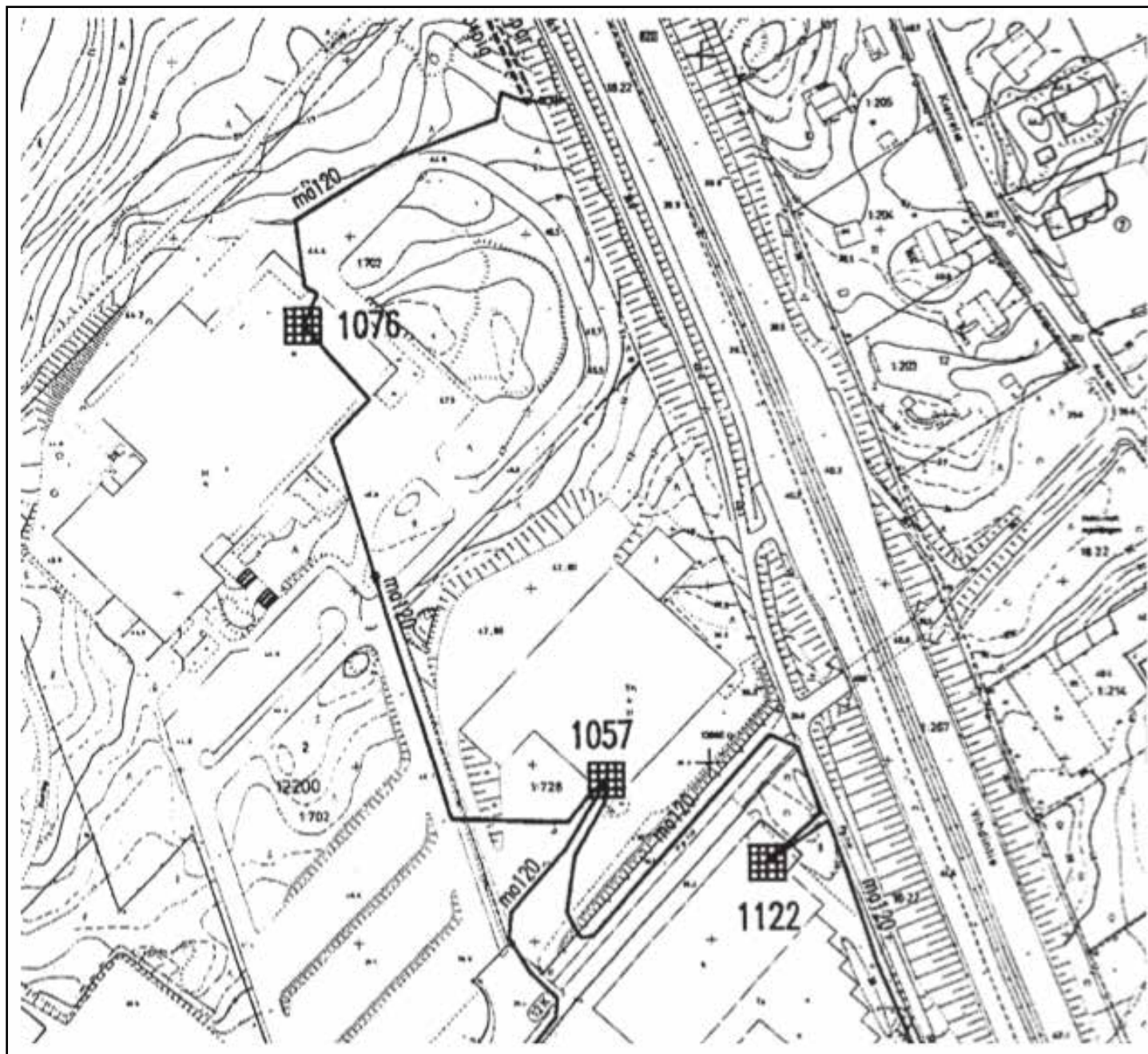
5.3. 20 kV maakaablivõrk

Kõrgepingeline maakaablivõrk koosneb 30...110 kV edastusvõrgust ja 10 ning 20 kV keskpinge jaotusvõrgust. Keskpinge jaotusvõrk on alajaamade ja trafode vaheline kaablivõrk, mis trafoalajaamade vahel on ahelaase lülitatud nii, et alajaama trafot saab toita mitmest suunast.

Keskpinge jaotusvõrgu hargnemiskohtadeks on trafoalajaamade kõrgepingelahtrid.



Joonis 32. 20 kV maakaabli hargnemine trafoalajaamas.



Joonis 33. Keskpinge jaotusvõrk (Ühe elektriettevõtte esitusviis).

6. ELEKTRIVÕRGUSTIKU KAART - TÖÖKAARDID - TÖÖJOONISED

6.1. Üldist

Elektri jaotusvõrgu ehitamiseks vajatakse töökaarte ja muid projektijooniseid juba siis, kui võrgu ehitamiseks soovitakse saada pakkumisi töövõtjatelt. Sel põhjusel on eriti oluline, et töökaart oleks selge ja üheselt mõistetav. Kaardi koostamiseks tuleks kasutada võrkude planeerimisülesannete lahendamiseks ettenähtud joonestus-programme, mis põhinevad sidusandmesüsteemidel või muudel CAD süsteemidel. Töökaarte koostatakse üha enam sidusandmesüsteemide abil. Seejuures põhineb ka jaotusvõrgu elektriliste parameetrite määratlemine samadel süsteemidel. See meetod lihtsustab töökaardi ülekandmist võrgustikukaardile ning aitab vältida korduvaid digitaliseerimisi. Samal ajal koostatakse ka töökaartide spetsifikatsioonid ehk tükiloendid. Tükiloendid lihtsustavad ka hilisemat rajatiste hooldamist. Töökaarte koostatakse ka käsitsi joonistamisega. Isegi sel juhul tuleks püüda järgida ühtseid joonistamise põhimõtteid ja tingmärke. Täpsemalt on töökaartidest kirjutatud võrgustiku soovituslikus dokumendis RU-B2-1:05. Selles kontekstis vaadeldakse töökaarte lähima maakaablivõrgu osana.

6.2. Tööjooniste nimetused

6.2.1. Kaart

Võrgukaartide alusena kasutatakse Maa-ameti (vt Maa-ameti geoportaal) ja valdade poolt koostatud kaarte. Võrgustikukaardi lehtede arv ja mõõtkava on sel juhul määratud aluskaardiga. Elektrivõrgustiku tihedus, mis sageli sõltub konkreetsest asutusest, seab mõõtkavale omad nõuded nii, et tiheda võrgu korral on vaja kasutada suuremat mõõtkava.

Kaartide mõõtkavad hajaasustusaladel ja asulates on erinevad. Lisaks on vaja kasutada ka mõlema ala ühiskaarte.

6.2.2. Võrgukaart

Jaotusvõrgu kaartidel näidatakse võrguettevõtte kõrgepingevõrk koos sinna ühendatud trafoalajaamade ja madalpingevõrguga ning ka võimalik välisvalgustusvõrk.

Kaartide selguse ning kasutusmugavuse tõttu on asjakohased võrgujoonised kõrgepingevõrk, madalpingevõrk ja välisvalgustusvõrk eri kaartidel.

Võrkude mõõtkavas joonestatud kaardid on näiteks:

- edastusvõrgu kaart (30 – 110 kV),
- keskpinge võrgu kaart (10 – 20 kV),
- madalpinge võrgu kaart (0,4 – 1,0 kV),
- andmeside võrgu kaart (võrguhalduse kaugjuhtimine ja -mõõtmine),
- välisvalgustus võrgu kaart (välisvalgustus; tee- ja tänavavalgustus, pargivalgustus, liiklusrajad).

Võrgukaartide tingmärgid on standarditud ja esitatud standardites SFS 2046...2060. (Võrgueeskiri YA 3:93). Sellele lisaks kasutatakse võrgustike joonistel võrguettevõtte asjakohaseid tähiseid.

Trafoalajaama toitepiirkondi näitaval võrgukaardil võidakse esitada ka oluline teave lühisvoolutingimuste kohta.

Trafoalajaama toitepiirkonna teave on salvestatud võrguettevõttes arvutite mällu võrguandmesüsteemi või eraldi nimekirja. Seda teavet kasutatakse trafoalajaama toitepiirkonnakaardi asemel või selle toeks.

6.2.3. Asukohakaart

Asukohakaardil näidatakse maakaablite geograafiline asukoht. Asukohakaart koostatakse geodeetiliste mõõteriistade tahhümeetrite (ingl. tacheometer) või täpse GPS-seadme abil.

6.2.4. Tööjoonised

Töökaardi eriline osa on paigaldise elektrijoonisele vastav tööjoonis, millel põhineb elektrivõrgu ehitamine.

Lisaks elektrivõrgu ehitusjoonistele võivad olla vajalikud:

- põhimõtteskeem, nt 110/20 kV alajaama või kioskalajaama põhimõtteskeem,
- lülitusskeemid,
- maandusskeemid, nt trafoalajaama maandusskeem,
- juhtmete ühendusjoonised,
- seadmete koostejoonised,
- ehitusjoonised,
- konstruktsioonijoonised.

6.3. Töökohtade joonised

6.3.1. Ligipääsuteedekaart

Ligipääsuteedekaardiks on maantee kaard, näiteks teede või teosakaart, millele on märgitud ehitatava elektrivõrgu paigutus.

Ligipääsuteedekaart on lisatud iga võrgutöövõtu hankesse ja on loomulikult edaspidi ka selle koha tööjooniste pakettis.



Joonis 36. Ligipääsuteedekaardi näide (RU B2-1:05, joonis 3a).

6.3.2. Töökohtade üldkaart

Töökohtade üldkaart on vajalik suurematel tööaladel. Üldkaart võib olla kuni A3 lehe suuruses.

Üldkaardil näidatakse:

- erinevate töökaartide alad,
- töökaartide numbrid,
- juhtide trassid, kui need ulatuvad mitme töökaardi alale.

Üldkaardiks võib olla ka väiksemate töökaartide liitmisel saadud koondkaart, millelt selgub tööde maht. Üksikasjad selgitatakse välja töökaartidelt. Projekteerija käsitleb mitmeid hankeid ühe tervikuna üldkaardil, mille alusel tuletatakse erinevad töökaardid nii, et need haakuvad omavahel hästi kokku. Töökaartide ja tööpunktide numbrid viivad vastavusse tehtavad tööd ja nende asukoha kaardil.

6.3.3. Töökaart

Töökaart on maanteekaardi alusele joonistatud skeem ehitatavast või rekonstrueeritavast elektrivõrgust.

Töökaartidel näidatakse üldlevinud või leppeliste tingmärkide, tähiste ja ehitiste kujutistega üksikasjalikult ära ehitatav või muudetav võrk. Võimalikult laialt näidatakse püsiehitisi ja nende tingmärke või näidatakse ehitisi muudel üldiselt kokkulepitud viisil.

Töökaardil tuleb esitada ka olemasolev võrk, millel on selgesti eristatav ehitatav või muudetav võrk. Sageli koostatakse töökaardid iga spetsiifilise võrgu kohta eraldi.

Levinumad töökaardid on:

- keskpinge võrgu töökaart,
- madalpinge võrgu töökaart,
- juhi profiilikaart, mis võib toimida töökaardina,
- kaablikraavikaart, millel näidatakse täpselt kuidas kaablikraavid kaevatakse,
- maandusvõrgu ja -elektroodide töökaart,
- andmesidevõrgu töökaart,
- välisvalgustusvõrgu töökaart,
- lammutustöökaart,
- muud erinevad kombinatsioonid eelpool loetletud kaartidest.

Töökaardilt peab kiiresti ja üheselt selguma: mida ehitatakse, mida lammutatakse, mida muudetakse ja missugune ehituspaik liitub olemasoleva võrguga.

Töökaartidel tuleb näidata vähemalt järgmised objektid ja andmed:

- nüüdisaegsed, ehitatavad, mahavõetavad ja muudetavad juhitrassid
- tööpunktide numbrid. Tööpunktiks võib olla mast, kaablijaotuskapp, kaabli jätkumuhv või muu vastav koht, kus tehakse võrguehitustöid ja millele spetsifikatsioonis antakse tarvikud ja tehnilised omadused.
- ehituse tingmärgid või tähised. Võimalikult palju näidatakse püsiehitisi.
- mastide vahekaugused, mis võivad olla ka esitatud ka loetelus.
- maakaablite pikkused eraldi kaablite kaupa. Ehitaja lisab võimaliku ühendamisvaru.
- maanduselektroodide pikkused ja süvamaanduste arv ja sügavused.
- klemmide tuvastustähised. Näiteks, toitekatkestuste teadete jaoks kasutatakse klientide tunnuseid.
- liitumispunktidesse viidavate harujuhtide andmed, kus võrguehitaja peaks käikulaskmisel liitumispunkti andmeid kontrollima.

6.4. Töökaardi joonestamine

6.4.1. Töökaardi aluskaart

Töökaardi aluskaart saadakse üldjuhul võrguandmete süsteemist, kus hoitakse mälus jaotusvõrgu ala aluskaardistikku. Aluskaart peaks olema võimalikult uus ja sellel peaks olema kaasas projekteerimisala suurendatud asendi- ja/või ehitusjoonised.

Eelistatakse täisdigitaalseid aluskaarte, mis teevad võimalikuks ajaga kaasaskäiva aluskaardi saamise.

Aluskaardid on sageli must-valged või neist saab teha must-valge aluskaardi, mis sobib kõige paremini elektrivõrgu töökaardi aluseks.

6.4.2. Töökaardi mõõtkava

Kaablivõrkude töökaartidel kasutatakse mõõtkavu 1:500, 1:1000 ja 1:2000.

Õhuliinivõrgu töökaartidel kasutatakse mõõtkavu 1:2000, 1:2500, 1:5000 ja 1:10000.

Töökaart peab mahtuma kas A4 või A3 mõõdus paberilehele.

6.4.3. Töökaartide esitusviise

6.4.3.1. Juhtide esitusviise

Olemasolevad juhid või ehitised, millega edasisi toiminguid ei tehta, näidatakse peene pidevjoonega. Soovituslik joone paksus on 0,3 mm. Ka olemasolevate ehitiste tähised näidatakse peene joonega. Aluskaardi jooned peaks olema vaid 0,10 – 0,15 mm paksused, kusjuures olemasolev elektrivõrk peaks selgelt eristuma mustvalgelt aluskaardilt.

Õhuliine näidatakse pidevjoonega. Uue ehitatava liini joonepaksus on 1,0 mm, millega see selgelt eristub olemasoleva liini joonest 0,3 mm. Õhuliinid on alati paigaldatud mastilt mastile, mis eristab neid muudest peene joonega näidatud liinidest.

Maakaabel näidatakse kriips-punktjoonega, kusjuures kriipsu osa on kolme ühiku ja punkti osa ühe ühiku pikkune. Nii joonestatud maakaablit on ka suure hulga kaablite korral hea tuvastada.

Suurtes asunduste kaartidel, millel on palju liine ja nendeks on ainult maakaabliliinid, kasutatakse kaablite näitamiseks sageli pidevjoont.

(HOIATUS. Kõik võrguandmesüsteemid ei anna eespoolt esitatud näidisjoonisele vastavat joonist.)

6.4.3.2. Kaablitorustiku esitamine

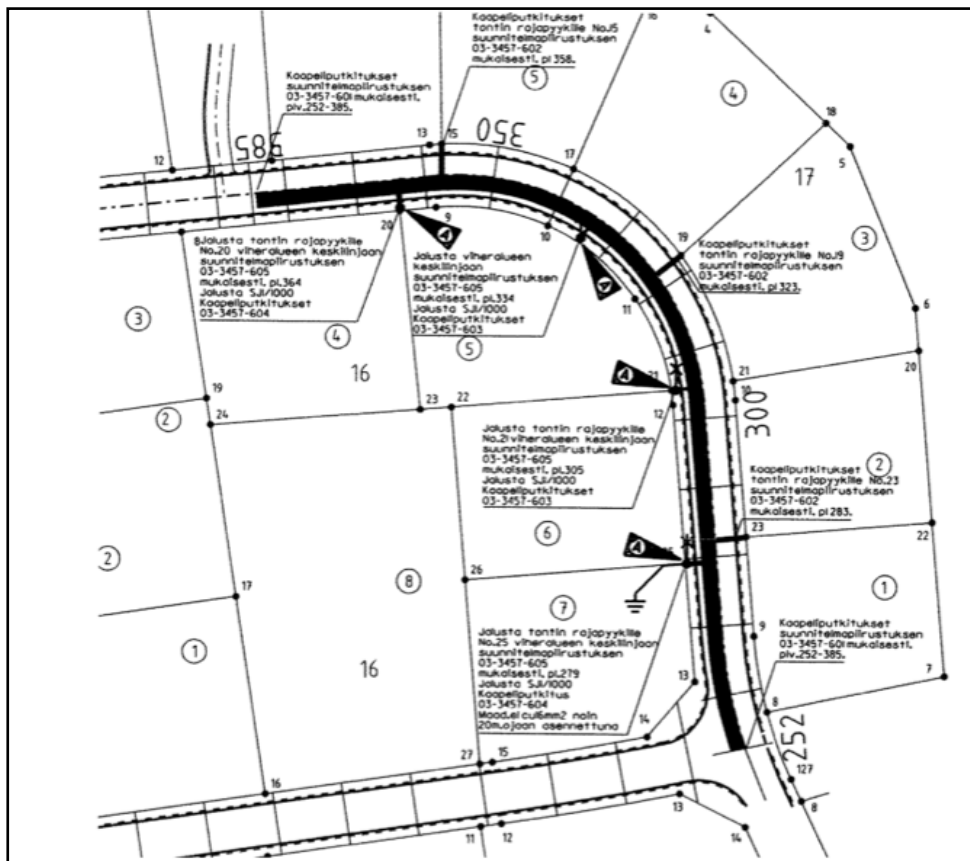
Kohalike omavalitsuste üldkasutatavad alad

Kohalike omavalitsuste liiklusteedel ja muudel üldkasutatavatel aladel tuleb torustiku- ja kaablitöödel arvesse võtta Omavalitsuste liidu juhiseid "Omavalitsustes tehtavate tehniliste tööde üldine loetelu 2002" ja Ehitusteave Oy: InfraRYL 2006, „Taristuehituse üldised kvaliteedinõuded“, osa 1 „Trassid ja alad“.

Kui ehitatakse näiteks uut tööstus- või elamuala on mõistlik ehitada kaablikanalid (torustikud) koos tänavatega. Sel juhul koostatakse kõikide torustike (elektri-, tele-, antenni-, valgustus-, kaugkütte- ja gaasivõrgud) ühine torustikuprojekt. Kõik, kes vajavad torusid, annavad sellest teada kohalikule omavalitsusele.

1,0 mm	—	Новая воздушная линия электропередачи
0,3 mm	—	Существующая воздушная линия электропередачи
1,0 mm	—	Новый кабель
0,3 mm	—	Существующий кабель
1,0 mm	—	Новый городской кабель
0,3 mm	—	Существующий городской кабель
1,0 mm	—	Демонтируемый кабель
0,3 mm	—	Демонтируемые линия или сооружение
1,0 mm	—	Новое заземление
0,3 mm	—	Существующее заземление

Joonis 37. Töökaardi juhtide esitusviise (Ru-B2-1:05, punkt 4.)

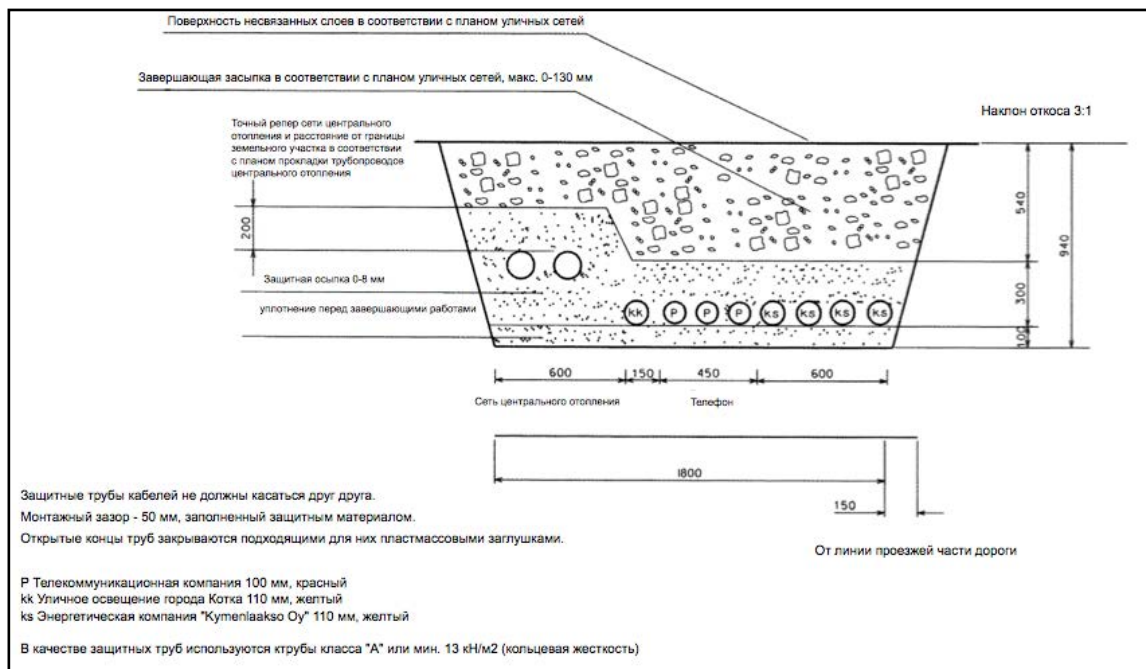


Joonis 38. Torustikutööde töökaardinäidis (RU-B2-1:05, joonis 03-3457-101a).

Joonisel 38 on näide torustikuprojektist uuel asustusel.

Torustikutööde töökaart joonestatakse üldjuhul CAD-programmiga kasutades aluskaardina tänavate projekti. Programm peaks kokku sobima omaavalitsuses kasutatava programmiga. Torustikukaardil näidatakse torustiku paiknemine. Torustikule märgitakse viitejoontega ka trassi vajalike ristlõikejooniste numbrid.

Igast ühetaolisest torustikust joonestatakse ristlõige, millelt on näha torude arv, torude omanikud, torude vahekaugused, torude värvid, torude tüübid ja pinnasetööde teostamine (liivakihid torude aluseks, kaitseks, ja lõplikuks täiteks). Ristlõiked seotakse mõõtkavas tänavaprojektiga.



Joonis 39. Torustikutrassi ristlõike näidisjoonis (RU-B2-1:05, joonis 03-3457-601).

Samalaadset projekti on sageli kasulik koostada ka kaablite kohta, kui ala kaabeldatakse suuremalt jaolt ilma kaablikanaliteta (torustiketa). Sel juhul selgub projektist eri omanikele kuuluvate kaablite järjestus üksteise suhtes, kraavide täpne asukoht ning nõuded pinnasehitusele.

Ühisorustiku (ühiskaabelduse) projekti eelised on järgmised:

- pinnaserajatiste ehitaja näeb ühes selges projektis kõikide osapoolt torustikke (kaableid), eri projektide tõlgitsemine ei põhjusta töö tegemisel arusaamatusi
- paigaldusload taotletakse koos projekteerimisega, millega väheneb ettevalmistustööde maht
- pinnaserajatiste ehitaja kulutuste jagunemine on selge
- projekti võib sisse kirjutada kaevetööde olulisemad kvaliteedinõuded (nt täitematerjali kvaliteet ja tihendamine), mida pinnaserajatiste ehitaja peab arvestama.

Maanteed

Liiklusameti juhised 4/2011, Elektriliinid ja maanteed 7.3.2011 annavad juhiseid kaablikanalite paigutamisest teedalale. Seda teemat käsitletakse raamatu 9. peatükis „Kaablitööde ettevalmistamine“.

Raudteelad

Liiklusameti raudteesosakonnal on omad juhised kaablikanalite esitamiseks ja paigaldamiseks. Seda teemat käsitletakse raamatu 9. peatükis „Kaablitööde ettevalmistamine“.

Maagaasitorude lähedus

Maagaasitorude läheduses töötamisel tuleb arvestada gaasiettevõtte torustikku ja paigaldusjuhiseid. Seda teemat käsitletakse raamatu 9. peatükis „Kaablitööde ettevalmistamine“.

6.4.3.3. Kasutusest väljavõetav juht või võrgukomponent

Kasutusest väljavõetav juht näidatakse punktiirjoonega või ristidega olemasoleva juhi peal. Ristimärke kasutatakse näiteks käsitsi joonestamisel.

Mastide, trafoalajaamade, jaotuskappide vms. eemaldamist näidatakse ristidega. Vajaduse korral kasutatakse lisatekste. Nurksulgudes oleva tekstiga saab viidata ka juhtidele.

6.4.3.4. Muudetav võrk

Uus võrguosa näidatakse jämeda joonega. Muudetavat võrguosa tähistatakse vajaduse korral viitejoonega ja tehtavaid muudatusi sobiva tekstiga.

Juhi vahetamisel võidakse eemaldatavat juhti näidata jämeda punktiirjoonega ja uut juhti jämeda pidevjoonega. Nii toetavad need tähised tehtavaid töid.

6.4.3.5. Juhi tüübi tähistamine

Juhi tüüp tähistatakse võrgueeskirjale YA 6:04 vastavate juhtide tüübitähistega. Juhul, kui soovitusel pole juhi tüübile vastet, kasutatakse tähisena müüginimekirjale vastavaid tähiseid.

Kui töökaardi aluseks on elektrivõrgu kaart, on sellel olemas ka kõik olemasolevad juhid ja juhtide tüübitähised.

6.4.3.6. Liitumisjuhtide tähistamine

Liitumisjuht eraldatakse vajadusel jaotusvõrgust vastavalt võrgutähistele lühikese rõhtjoonega. Selle rõhtjoone tarbijapoolle märgitakse lisaks täht L (kasutatakse ka *märke). Tingmärgi kasutamine on soovitatav, kuna sellega näidatakse ära ka elektrivõrgu piir. Liitumisjuhid joonestatakse samuti nagu jaotusvõrgu juhid.

6.4.3.7. Andmesidevõrgu esitamine

Võrguhaldaja poolt kaugjuhtimiseks ja -talitlusjärelvalveks kasutatav andmesidevõrk näidatakse omaette andmesidevõrgu kaardil.

Andmesidevõrgu maakaablite või õhuliinijuhtide tähistena kasutatakse toote-standardile vastavaid tähiseid.

6.4.3.8. Maandused ja maandussüsteemid

Töökaardile märgitakse ehitatavad maanduselektroodid ja maandusjuhid jämeda punktiirjoonega ja olemasoleva võrgu maandused peene punktiirjoonega.

Töökaardile märgitakse ehitatava rõhtsa maanduselektroodi pikkus ja süvamaanduselektroodi asukoht ning uputussügavus.

6.4.3.9. Kõrvaliste juhtide tähistamine

Kõrvalisi juhte tähistatakse töökaardil vaid siis, kui nendega tuleb tegeleda või need mõjutavad projekteerimistöö tegemist.

Kõrvaliste juhtide nagu liituvate elektrikaablite või kaugsideettevõtete sidekaablite ja antennikaablite näitamiseks kasutatakse peeni, nt 0,25 mm punktiirjoont ja erilist viitetähist.

6.4.4. Tähised tööpunktides

6.4.4.1. Töökohtade loetelu

Töökoha number märgitakse nähtavalt silmatorkavalt järjendnumbriga 1., 2., 3. jne. Siinkohal eeldatakse, et töökaardid on koostatud eri võrkude jaoks eraldi. Juhul, kui töökaardil näidatakse mitut võrku, tuleb vajadusel kasutada keskpinge, madalpinge, välisvalgustus jne tähistega eristada pinge taset ka tüükiloendis või kõikides tarvikute loendites.

Vastavalt töökohale näidatakse tarvikud täpses tükiloeendis (spetsifikatsioonis), mis tuleb koostada iga projekti jaoks. Püsiehitised peavad joonisel olema üldiselt tuntud või need määratakse üldise töökirjelduses või töökoha kirjelduses.

Töökohtade numereerimise eesmärgiks on, et masinatöid saaks teha töökaardi järgi.

Töökohtade numereerimine on vajalik ka tarvikute õigeks jaotamiseks ja paigutamiseks. Mahapaneku kohta märgitakse nende töökohtade numbrid, mille tarvikud antud kohta veetakse.

6.4.4.2. Töökohatähised kaabli paigaldamisel

Kaabli paigaldamisel märgitakse:

- kaabel märgitakse juhi tüübitähisega YA 6:04 järgi. Igale paigaldatavale kaablile märgitakse pikkus. Pikkust arvestatakse nii, et kaablit jätkuks ka selle ühendamiseks mõlemas otsas. Kaabli pikkusesse tuleb sisse arvestada ka nt kaabli pikkused mastis, jaotuskapis ning trafoalajaama madalpinge keskuses. Töövõtja lisab töötlusvaru ühendustele ja võimalikele jätkudele.
- kaablikraavi pikkus märgitakse tööde tükiloeendis (spetsifikatsioonis). See tuleb ära märkida ka töökaardil.
- kaablijätkumuhv märgitakse tarnija tähisega või standardtähisega. Kaablijätkumuhvi võib märkida ka töökoha tunnusele, mille tükiloeendist on näha jätkumuhvide tähised. Tööde tegemiseks vajalikud kaablite jätkumuhvid märgitakse ja paigaldatakse valmistaja või tellija juhiste järgi.
- kaablijaotuskappi ja selle alust tähistatakse valmistaja või standardseadme tähisega. Kaablijaotuskapi kohta peab olema ühendusskeem, kas töökaardil või eri joonisel.
- trafoalajaam tähistatakse valmistaja tähisega. Trafoalajaama kohta tuleb projekteerida kõrgepingejaotla põhimõtteskeem, maandusskeem ja madalpinge keskuse ühendusskeem.
- viitetekstis kirjeldatakse nt töökohaga seotud erijoonist või ehitusviisi juhust.
- pinnases olev torustik tähistatakse nt 2xMP110B.
- tellitud torustik tähistatakse nt "tellitud 2xMP110B". Torustik on nii esitatud ala torustikuprojekti. Alati, kui töökohal on või töökohale on tellitud torustik, tuleb projekteerimisel kaablikaardid ja torustikujoonised omavahel kokku liita, millest selgub torustike paigutus.
- töökaardi järgi võib paigaldatava toru tähistada nt "paigaldatakse 2xMP110A" jne. Paigaldatavate kaablikanalite (torude) jaoks tuleb näidata torude tugevusklass A või B.

Условные обозначения рабочей карты

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ

КАБЕЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ШКАФЫ



Кабельный распределительный шкаф
I = 6 мм/ 1:1000, соотношение боковин 1:2



Распределительный шкаф
ответвлений Боковина 3 мм/ 1:1000

ПРИСОЕДИНЕНИЕ



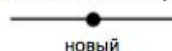
Присоединение:
(допускается использование обоих символов)
Прямоугольник 3 мм x 1,5 мм / 1:1000



Граница владения линий сетевого оператора и клиента.

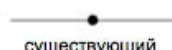
В символе - буква L, траверз и центровка с питающей линией.

СОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЯ, ТРОЙНИК И КОНЦЕВАЯ МУФТА



новый

Соединение кабеля (новое), цвета линии.
Используемое в рабочей карте условное обозначение, диаметр 2,5 мм / 1:1000



существующий

Соединение кабеля (существующее), цвета линии.
Используемое в рабочей карте условное обозначение, диаметр 1,75 мм / 1:1000



Соединение кабеля, альтернатива указанному выше.
Условное обозначение, используемое на схеме и рабочих картах.
Высота обозначения 4 мм (новое), 2,5 мм существующее / 1:1000

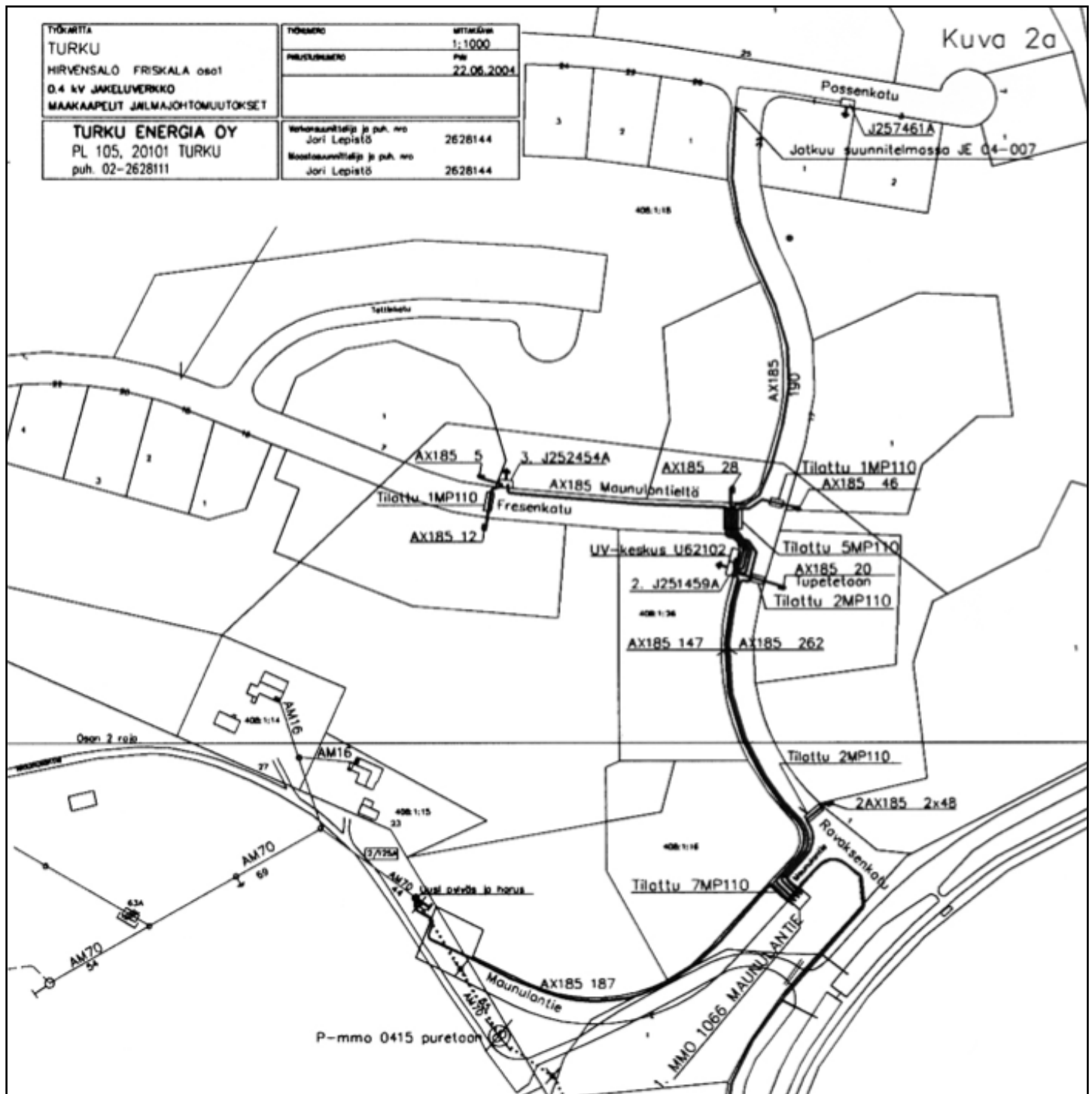


T-образное соединение кабеля, используется в рабочих картах и схемах в качестве символа T-образного соединения кабелей.
Высота обозначения 4 мм (новое), 2,5 мм существующее / 1:1000



Концевая муфта кабеля, общее условное обозначение.
При необходимости указывается количество линий.

Joonis 40. Maakaablivõrgu töökaardi tingmärgid (RU-B2-1:05 (4)).



Joonis 41. Töökaardi (RU B2-1:05 joonis 2a) näide.

7. MUUD PINNASESSE PAIGALDATAVAD VÕRGUD

Peale elektriijaotuseks ja -edastuseks kasutatavate maakaablivõrkude on pinnasesse paigaldatud, eriti linnades, palju muid kaabelvõrke, mille asukoha tundmine on elektrivõrgu ehitamise ja kasutamise seisukohalt vältimatu.

Eriti oluline on pinnasesse paigaldatavate kaabelvõrkude ehitamisel koostöö nende võrkude haldajate vahel.

7.1. Sidevõrgud

Sidevõrkude osatähtsus kasvab koos telefoni-, andmeedastus-, kollektiivantenni-, kaabeltelevisiooni- jne. võrkude lisandumisega.

Sidevõrkude omanikud on:
kohalikud ja riiklikud sideettevõtted,
kaitsevägi,
kaabeltelevisiooni ettevõtted,
suured kollektiivantenniühistud,
elektriettevõtted.

7.2. Vee- ja kanalisatsioonitrassid

Vee- ja kanalisatsioonitrassid kuuluvad kõikide asunduste maa-aluste võrkude hulka. Vanade torustike uuendamiseks kaasnevad kaevetööd, mis mõjutavad ka elektrivõrgu ehitamist.

Vee- ja kanalisatsioonitrasside omanikeks on kohalik omavalitsus või kohalik vee-ettevõtte.

7.3. Kaugkütte- ja gaasitorustikud

Kaugkütte kasutamise osatähtsus asundustes on suurenenud ja küttevõrgustikku laiendatakse pidevalt. Sellega seoses tehakse ka palju elektrivõrke mõjutavaid kaevetöid. Kaugküttetrassidest eralduv soojus seab piiranguid ka elektriakaablite paigutusele.



Joonis 42. Sidevõrgu maastikumärk.



Joonis 43. Vee- ja kanalisatsioonitrasside maastikumärgid.



Joonis 44. Kaugküttetrasside maastikumärgid.

Ühelt poolt on vanade linnasiseste gaasivõrkudes ja gaasijaotustorustike kasutamine vähenenud ja teiselt poolt on maagaasi kasutamine kasvanud kohtades, kus see on võimalik.

Kaugkütte- ja gaastrasside omanikuks on tavaliselt kohalik energiaettevõtte (elektriettevõtte). Maagaasivõrgustiku omanik on Gasum Oy.

7.4. Elektrijuhtide ja torustike paigutamine

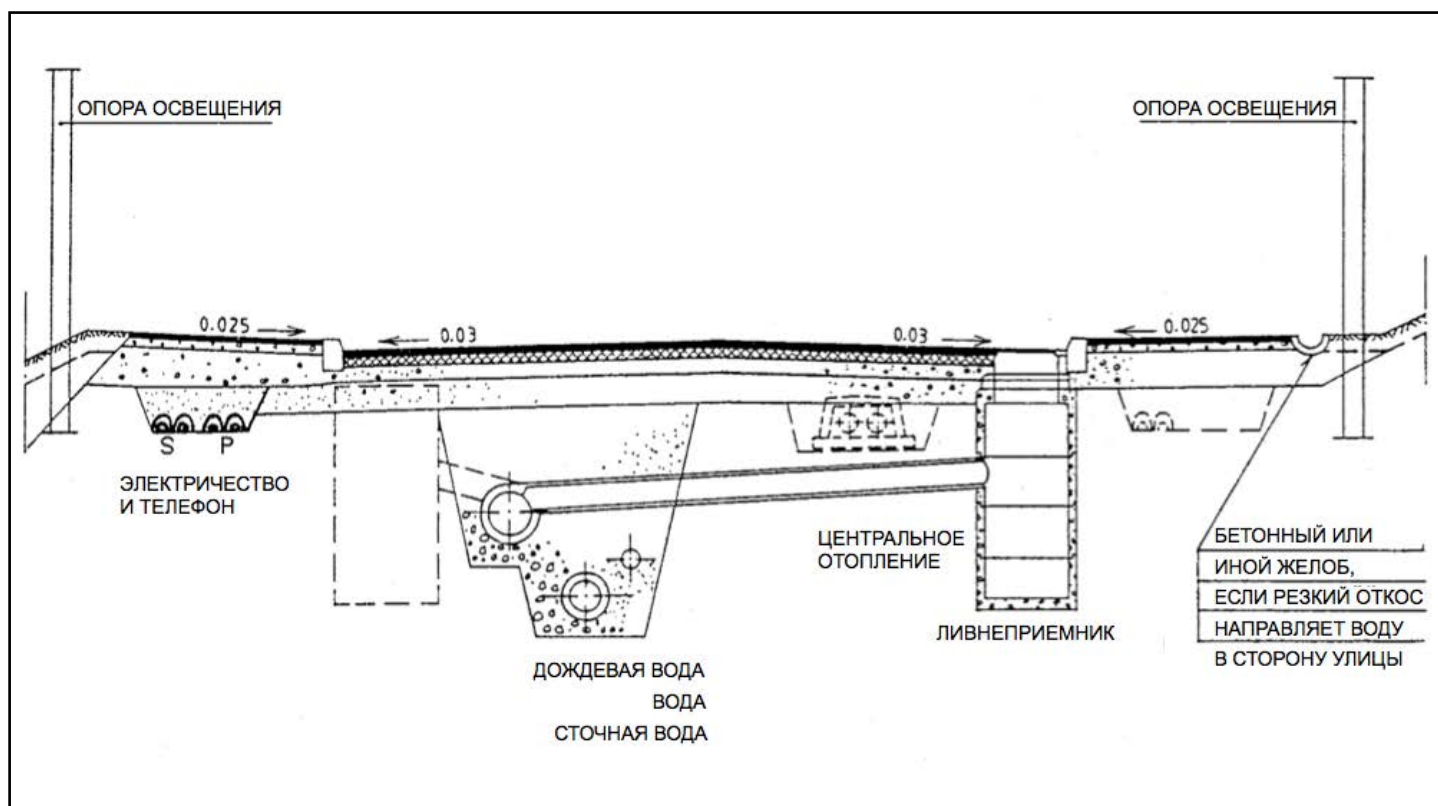
Trasside ja torustike otstarbeka paigutamise huvides on pinnasesse asetatavoid võrgustikke omavate asutuste koostöö vältimatu.

Kaablivõrkudega on seotud ka paljude muude ametkondade ja asutuste töö. Näiteks on asendiplaani muutused, uued asendiplaanid, linna elamuehitustööd, kanalisatsiooni ja veevarustuse, kaugküttetrasside ehitus jne, mille kõigi kohta peaks võimalikult vara olema piisavalt teavet. Teabe saamiseks peab eri asutuste vaheline suhtlus olema hea. Teabe vahetamine projekteerimise kohta eri asutuste vahel peaks olema automaatne.

Elektriettevõtted peaksid korraldama asjakohase koostöö samas piirkonnas tegutsevate sideettevõtetega. Elektriettevõttel oleks hea sõlmida kõigi eespool mainitud maa-aluseid juhistikke omavate ettevõtetega alalised lepped elektri- kaablite kulgemisest ja paigutusest muudesse süsteemidesse kuuluvate juhtide ja seadmete suhtes ning kaablite käsitlemisest ettevõtete koostöös.



Joonis 45. Maagaasitorude maastikumärgid.



Joonis 46. Näide elektri- ja muude juhtide paigaldamisest tänava alla (RK 1:93, joonis 1.).

Elektri- ja sideettevõtted võivad omavahel kokku leppida nt selles, et elektri- ja telefonikaablid paigaldatakse eelkõige põhja ja lääne poole ning telefonikaablid ida ja lõuna poole kõnniteid.

8. TÖÖDE TELLIMINE JA TEOSTAMINE

8.1. Üldist

Jaotusvõrgu haldaja teeb üldjuhul võrgutöid erinevate võrgutööettevõtete kaasabil. Tööde tellimiseks ja teostamiseks on vaja teatud eeskirju, mille alusel töid saab tellida, hinnata ja teostada. Energiatööstuse Liidu võrgutöödehankeid puudutavates võrgueeskirjades on määratud reeglid, mille järgi võrgutööhanke võib läbi viia.

Nendes dokumendimallides kasutatakse võrguettevõtete kohta nimetust töövõtja ja ehitaja kohta nimetust tööde tellija. Üldise töökirjelduse kohaselt sisaldavad projekteerimisdokumendid muuhulgas töökohtade jooniseid, tükiloendeid, tööde kirjeldusi vms töö teostamist juhendavaid selgitusi.

8.2. Tellimine

8.2.1. Pakkumiskutse sisu

Tellija koostab kirjamallil pakkumiskutse, milles kutsutakse esitama pakkumisi ehitustööde tegemiseks näiteks kogutöövõtu ühikuhinnaga. Kutsele lisatakse hankedokumendid ja pakkumise vorm.

Pakkumiskutse dokumendid:

- Pakkumiskutse,
- töövõtjuhised ja ohutuseeskirjad,
- tellija juhised "kasutusmeetmed",
- tööde kirjeldus,
- jooniselt vastavalt jooniste loetelule,
- tööde mahtude ja ühikuhindade loetelud,
- üldine tööde selgitus võrgueeskirjas RU B3:08.

8.2.2. Tööde kirjeldused

Tööde kirjeldamise juhised on antud võrgueeskirjas RU B1:01. Tööde kirjeldustes käsitletakse vaid antud tööga seotud asjaolusid. Neid võib täiendada üldise töökirjeldusega.

Kirjeldustes esitatakse ka töökohta võimalik eriplaneering ja projekteerija nimi ning kontaktandmed.

20 kV maakaablipaigaldiste kohta on öeldud nt järgmist: (vt RU B3:02, jaotis 14.1.1):

- Kaevetöödel järgitakse "Omavalitsuse tehniliste tööde üldises kirjelduses KT02" antud juhiseid ja töökohal omavalitsuse poolt kehtestatud kaevetööde juhiseid ning kaabli pinnasesse paigaldamisel võrgueeskirja RK 1.
- Kaabel peab vastama standardi SFS 5636 nõuetele ja veealune kaabel standardi IEC 60502-2 nõuetele.
- Kaableid kaitstakse vastavalt standardi SFS 5608 nõuetele kaablikaitsetorude, -rennide või -plaatidega.
- Kaablite paigaldussügavus peab vastama võrgueeskirja RK 1 tabelile 2. Teealuste kaablite korral tuleb arvestada Liiklusameti juhiseid 4/2011.
- Keskpingekaablid tuleb üldjuhul välisseinal kanaliseerida jaotuskapi lülitusaparaatide all olevasse ruumi ja nende paigaldus peab ehitises olema tulekindel.
- Juhul, kui kaableid tuleb jätkata olemasoleva kaabli soonte kaupa, näidatakse tüüpiline jätkumuhv projekteerimisdokumentides.
- Kaabli jätkamine sama tüüpi kaabliga tehakse vajalikus kohas paigaldustöö käigus ja neid jätkumuhve projekteerimisdokumentides ei näidata. Jätkumuhvidena kasutatakse tellija poolt nimetatud, või kui tellija neid ei nimeta, siis kaablivalmistaja poolt soovitatud jätkumuhve.
- Jätkumuhvide paigaldamisel tuleb olla eriti hoolikas, seda eriti kaabli soonte jätkumuhvide korral.
- Kaablite otsamuhvid tehakse vastavalt paigaldusjuhiste
- Kaablite välismuhvid tehakse vastavalt paigaldusjuhiste ja paigaldatakse terminaliraamiga (kinnitus-

tarindiga) mastile. Terminaliraamile paigaldatakse liigpingekaitsed, millega ühendatakse kaablimuhvid. Liini lõpumastile paigaldatakse maanduselektrood ja maandusjuht, millega ühendatakse terminaliraam ja faasijuhtide metallmantlid ning AHXAMK-W kaabli tsentritross.

- Madalpingeliste maakaablipaigaldiste kohta öeldakse näiteks (RU B3:03, jaotis 14.1.5), et:
- Madalpingeliste maakaablitena kasutatakse standardile SFS 4879 vastavaid AXMK maakaableid, kui projekteerimisdokumentides pole muud mainitud.
- Kaablikraavi kaevetööd ja kaabli paigaldamine viiakse läbi vastavalt omavalitsuste liidu üldisele töökirjeldusele ja võrgueeskirjale RK 1.
- Kaablite paigaldamisel kanalitesse (torudesse) tuleb arvestada, et toru servad võivad olla teravad ning need ei tohi kahjustada kaableid.
- Kaablite liitumisel paigaldab otsamuhvid liitumiskeskuses liitumist teostav elektritööde ettevõtja. Kaabli-jaotuskappides ja trafoalajaamades kasutatavad muhvid määrab tellija.
- Jaotuskaabli maandused tehakse vastavalt projektijoonisele.
- Juhul, kui kaablid paigaldatakse läbi ruumide, mille temperatuur on tavalisest kõrgem, peab töövõtja sellest teavitama tellijat.

8.2.3. Tükiloend (spetsifikatsioon)

Tükiloend on võrguettevõtja dokument, mille tellija koostab projekteerimisetapil koos tööde seletuskirjaga. Tükiloend sisaldab peale tarvikute loendi ka tööde ja nende mahtude loetelu nagu kaablikraavide kaevepikkusi, juhtide läbipääsude andmeid vms.

Pakkumiskutsele lisatud түкiloend on kohustuslik.

Tүкiloendi koostamisel arvestatakse järgmisi põhimõtteid (lühendatud võrgueeskirja RU A6a:01 kohaselt):

- Kaablite- ja juhtide pikkused, kaablikraavide pikkused ja muud tarvikud või tööd, mida ei loeta standardehituse hulka, lisatakse түкiloendisse.
- Kaabli- ja juhtide pikkused, näidatakse rõhtsuunaliste pikkustena. Tööettevõtjal tuleb lisaks arvestada mastiosadel olevate kaabliosade pikkusi, kaablite ripetest ja maapinna ebatasasusest tingitud lisapikkusi, trafoga ühendamiseks vajaliku ühendusvaru ning õhuliinide paigaldamisel töömenetlusele vastavad lisapikkusi.

8.2.4. Tarvikute hankimine

Tellija määrab tarvikute hankija ja see tuleb түкiloendiga ära näidata. Võrgutöid käsitlevas võrgueeskirjas on üldpõhimõtteks, et tööettevõtja hangib tarvikud.

Tarvikud võib hankida ka tellija:

- Tellija võib hankida põhikomponendid, nagu näiteks trafoalajaama ja trafo ning üldaparatuuri, millel on pikk tarbeaeg.
- Tellija võib hankida ka kõik tarvikud.

Tүкiloetusel puuduvad väiketarvikud tuleb selgelt määratleda näiteks märkusega, et loendist puuduvad õhuliinijuhtide klemmid, kaablite kinnitustarvikud ning kõik puidu- ja katete kruvid ning juhtmeklambrid.

8.2.5. Pakkumiste heakskiitmine

Pakkumiste võrdlus tehakse tellija poolt antud түкiloendis ja tööettevõtja pakkumises antud ühikuhindade põhjal.

Valik võidakse teha kas majandusliku terviktasuvuse või odavama hinna põhimõttel.

Töövõtuleping hakkab kehtima siis, kui tellija ja tööettevõtja allkirjastavad töövõtulepingu dokumendi.

8.3. Teostamine

8.3.1. Üldist

Võrgutöövõtu teostamine toimub vastavalt üldistele lepingutingimustele YSE 1998 (RT 16-10660). Tööettevõtja on kohustatud järgima tellija poolt esitatud projekti dokumente ja muid juhiseid.

Tellija annab tööde teostamiseks tööettevõtja kasutusse kaks eksemplari projekti dokumente ja kontrolljooniste tegemiseks veel ühe eksemplari.

Tööettevõtjal tuleb arvestada elektriohutusseaduse 410/1996 ja elektriohutuseaduse määruse 498/1996 nõudeid ning nende alusel Kaubandus- ja Tööstusministeeriumi (KTM) poolt väljaantud otsuseid ja võimalik, et ka tellija tööde kirjelduses esitatud keskkonnajuhiseid.

Töövõtja peab arvesse võtma järgmisi standardeid:

- SFS 6000 „Madalpingelised elektripaigaldised“,
- SFS 6001 „Kõrgepingelised elektripaigaldised“,
- SFS 6002 „Elektriohutus“,
- SFS 6003 „Madalpingelised õhuliinid“,
- SFS-EN 50341-1 „Vahelduvvoolu õhuliinid üle 45 kV“,
- SFS-EN 50423-1 „Vahelduvvoolu õhuliinid üle 1 kV ja kuni 45 kV“,
- SFS-EN 50341-3-7 „Enam kui 45 kV vahelduvvoolu õhuliinide riiklikult siduv määratlus“.

Standardid võimaldavad arvesse võtta lubatavad ülemineku perioode, mille kestel võib kasutada kõiki kehtivaid määruseid ja standardeid.

Turvatehnika keskus teavitab oma juhistes TUKES S 10 hetkel kehtivatest elektri-seadmete ohutust ja elektriohutust käsitlevatest standarditest ja määrustest.

Töövõtjad peavad arvestama ka:

- Energiatööstuse Liidu võrgueeskirju,
- tellija poolt esitatud muid standardeid ja juhiseid,
- tarvikute valmistajate juhiseid.

Töövõtjad peavad töövõtu teostamiseks kasutama oskustööjõudu.

Töövõtt peab vastama töövõtu- ja projektidokumentide nõuetele, töö tulemus peab olema kasutuskõlbulik ja tööd teostatud hea paigaldusviisi tavade kohaselt isegi juhul, kui kõiki üksikasju pole projektidokumentides mainitud.

8.3.2. Jaotusvõrgu käidutoimingud võrgutööde ajal

Võrgueeskirja RU B1 käit:01 põhjal koostab tellija võrguettevõtte käidutoiminguid käsitleva dokumendi ”Käidutoimingud”, mis liidetakse kõikide võrgutöövõtu käsitlevate dokumentide juurde.

Käidutoiminguid teostatakse kõikides olukordades turvaliselt ja nii, et elektritarbijate elektrikatkestused oleksid võimalikult väikese ulatuse ja kestusega.

Erandlikus rikke- ja käiduolukorras saab käidutoimingutega peatada kõik muud võrgutöövõtus tehtavad töid. Käidutoimingutega ettevõtjale tekitatud võimalikku kahju ja kulutusi arutatakse eraldi.

Võrguhaldaja esitab tööettevõtjale ehituskoha käidujuhi kontaktisiku nime ja kontaktandmed.

Töövõtu teostamise ajal vajalikud lülitused võrgus kavandab tellija koos töövõtjaga. Kõrgepingelülituste kohta tehakse kirjalik lülitusplaan, mille käidujuht ja töövõtja elektritööde juht või nende poolt volitatud isikud kiidavad allkirjadega heaks.

Lülitused teostatakse järgmiselt:

- Kõrgepingevõrgu lülitused teeb võrguhalduri käidujuht või tema poolt määratud isik.
- Madalpingevõrgu lülitused teeb töövõtja, kes enne lülituse tegemist lepib selles kokku käidujuhiga.
- Leppepiirkonnas teeb lülitused töövõtja, kui need lülitused pole seotud elektrijaotusega. Neist lülitustest tuleb võimalike käidus esinevate eriolukordade puhuks teavitada käidujuhti.
- Käidujuht peab teavitama töövõtjat, kui tööpiirkonnas kavatakse muuta või on muudetud lülitusi.

Töövõtt tuleb teostada nii, et elektrijaotuse katkestusi oleks võimalikult vähe. Kõigist vajalikest elektrikatkestustes lepib töövõtja kokku tellija käidujuhiga. Vajadusel tuleb elektrikatkestused läbi arutada juba töövõtu läbirääkimiste käigus. Katkestuste tellimiseks tuleb varuda piisavalt aega, seda eriti elektritarbijate õigeaegse teavitamise tõttu.

Sellega seoses tuleb aru saada, et pinge all tehtavate lülitustega saab võrgutööde tegemisel oluliselt vähendada elektrikatkestuste vajadust.

Elektrivõrgu ettevõtja ülesanded on eriti olulised, sest elektritarbija ei tea, mis toimub maastikul ja elektrijuhtidega ning kes seal teeb tööd. Kõiki elektrijuhtidega töötavaid isikuid peetakse üldiselt elektriettevõtja tööjõuks, kes:

- Töövõtja ja tellija töötajatena omavad tööandja tunnustega varustatud isikutunnistust. Vajadusel tuleb neil isikutunnistus ette näidata, eriti siis kui liigutakse teise omaniku maa-alal või ehitistes. Töökohal eristab neid ettevõtte selge tunnus, mis aitab töötajat ära tunda.
- Töövõtja või tellija esindajana esitlevad nad ennast vahetult enne ehitusele või ehitusalale minemist, ning selgitavad, mis asjaoludel nad seal liiguvad.
- Elektritöövõtjad ja -teostajad kohtlevad ja teenindavad asjakohaselt elektritarbijaid ja muid tööajal töö kohal viibivaid isikuid.
- Elektritöövõtjad ja -teostajad annavad piisavat teavet elektrivarustuse ja -tarbimisega seotud asjaoludest ja viiteid võimaliku lisateave hankimise kohta.

8.3.3. Jaotusvõrgu ehituse ettevalmistamine

Ehitatav elektrivõrk kavandatakse ja esitatakse projektidokumentides, mis põhinevad Energiatööstuse Liidu võrgueeskirjal ja tellijapoolsel võrgu ehitusjuhistel. Lepinguga kaasnevates projektidokumentides, nagu ka tööde kirjeldustes, joonistel ja tükiplaanides, antakse töövõtust vajalik teave.

Töövõtja hangib enne pakkumise tegemist piisavalt teavet ehituspaigast ja selle oludest.

Lepinguga kaasnevates töövõtudokumentides esitatakse antud töövõttu käsitlev teave ja eritingimused, nt kaablivõrgu ehitamisel:

- ühiste kaevetööde osad,
- ühistel kaevetöödel osalejate ja kontaktisikute nimed ning telefoninumbrid,
- kirjeldatakse, mida on kokku lepitud kaeve- ja katmistööde, kaablite paigaldamise ja kaablite kaitsmise ning selle kohta, kas pinnas tuleb tööalalt eemaldada.

Töövõtuala kaardid, load ja fotod.

Tellija annab töövõtjale:

- Projekteerimisetapil hangitud asukohateabe tööalal olevate maa-aluste trasside ja seadmete kohta.
- Töövõtja nõudmisel ka hallatavate trasside kaasajastatud asendikaardi.

Töövõtja:

- Hangib maaomanikult load vajaliku töö- ja ladustamisala kasutamiseks.
- Hangib omavalitsuse või mõne muu teehaldaja poolt nõutavad tööload.
- Teavitav vajalikest liikluskatkestustest ja liikluspiirangutest.

8.3.4. Jaotusvõrgu ehitamine

Töövõtja võtab trassilt maha puud, teeb vajalikud puhastustööd ja teisaldab puhastusjäätmekonteinerid tellija poolt näidatud paika. Puude käitlemist ja puhastatava trassi eritingimusi selgitatakse tööde kirjeldustes. Puhastustööde ulatus esitatakse tükiloendis.

Ehitamisel kasutatav materjal toimetatakse töövõtja ja tellija poolt lepitud kohta. Mahavõetud materjali taaskasutus on esitatud projektidokumentides.

Tarvikute pakendid ja muud töödega kaasnevad jäätmekonteinerid tuleb sorteerida vastavalt üldistele kohalikele jäätmekäitlusjuhistele ja tööalalt eemaldada.

20 kV maakaablipaigaldised

Paigaldatavad maakaablid:

- keskpinge-kaablite paigaldamisel vastavalt joonistele võetakse arvesse, et liitumisel paigaldatavaid AHX-AMK kaableid ja olemasolevaid paberisolatsiooniga kaableid tuleb jätkata HJTW11 üleminekumuhvidega.

8.3.5. Valmis jaotusvõrgu käikuandmine

Töövõtja teavitab tellijat, kui paigaldis on käikuandmiseks valmis. Töövõtja ja tellija lepivad kokku käikuandmise korra suhtes.

Töövõtja viib läbi standardile SFS 6000 ja SFS 6001 vastavad maandustakistuste mõõtmised ja annab mõõtetulemuste aruande tellijale.

Keskpinge-kaablis kontrollitakse faasijärjestust alati enne paigaldamist ja seda tulemust kontrollitakse veelkord enne uue kaabli ühendamist olemasolevasse süsteemi, nt pingesondi abil pingeteimiga.

Madalpinge liitumispunktis, -keskuses ja 3-faasilistes pistikupesades kontrollitakse enne kaabli käikulaskmist faasijärjestust / mootorite pöörlemis-suunda.

Töövõtja peab teostama igale käikulastavale töövõtule või selle osale käikulaskmise katse vastavalt dokumendile KTMp 517/96. Katsetuse aruanne antakse tellijale enne tööde vastuvõttu või tööde jätkumisel.

9. KAABLITÖÖDE ETTEVALMISTAMINE

9.1. Kaablitrassi valik

Kaablitrassi valiku eesmärgiks on tööde tegemiseks sobiva trassi leidmine, kusjuures arvestada tuleb trassil olevaid muid kaableid, muid maaaluseid ühendustrasse ja ehitisi ning ka pinnase iseloomu. Tuleb tähelepanu pöörata ka pinnase kaevatavusele kaablikraavide tegemisel, masinate kasutamisevõimalusele kaevamisel ning liikluse korraldusele kaevetööde ajal. Lisaks tuleb arvestada ka kaabli trassile tõmbamise ja kraavi asetamise meetodeid.

Juhul, kui mitu kaablit tuleb tõmmata samas suunas või kui kaableid tõmmatakse juba pinnases olevate kaablitega samas suunas, siis paigaldatakse need nn kaablimatina samasse kraavi. Kaablitevahelisi ristumisi tuleb vältida niipalju, kui see on võimalik.

Juhul, kui kaablite ristumine on vältimatu, peab ristumiskoht olema projektis ette nähtud ja välja ehitatud nii, et kaablite hooldamine poleks raskendatud ja nende elektriline koormatavus ei väheneks.

Trassi projekteerimisel tuleb arvestada tööde võimalikke takistusi ja vältida trassi keerulisi kulgemisteid, mis võivad raskendada kaabli tõmbamist trassile. Juhul kui kaablit on vaja tõmmata pikalt kaablikanalisse (torusse), tuleb kaablitrassi valikul arvesse võtta kaabli tõmbamise võimalust ja vastavate masinate paigutamist kaablikanalile lähedale. Isegi kui kaevetööd on hoolikalt kavandatud võivad tööde teostamisel ette tulla raskused, mida pole võimalik ette näha. Vajalikud trassi muudatused nendes kohtades tehakse tööde ajal.

Sageli on trassi valikuks mitu võimalust. Kui olemasolevate andmete põhjal pole võimalik parimat trassi valida, siis tehakse mitme alternatiivse trassi maastikuuuring. Seejuures võetakse arvesse muuhulgas järgmisi asjaolusid:

- pinnase kaevatavust,
- masinate kasutusvõimalusi,
- liikluskorralduse valikuid,
- kaablite erinevate paigaldusmeetodite kasutamist.

Kaablitrasside läbiviigud tänavate, teede ja raudteede alt lahendatakse eraldi. Sel juhul püütakse võimalusel kasutada juba olemasolevaid läbiviigutorustikke, mille kohta tavaliselt on olemas ka täpsed andmed.

Kaablite koormatavuse poolest on kasulik, kui samasuunaliste juhtide vahekaugus on vähemalt võrdne külgnevate juhtide või külgnevate torude läbimõõtude summaga.

Kaablitrasside kavandamisel tuleb uurida ka alternatiivset võimalust kaabli paigaldamiseks kaablisahaga kündmise (vt peatükk 12. „Kaablikündmine“) abil või veealuse kaablina (vt peatükk 18. Vealuste kaablite paigaldus).

9.2. Load ja kokkulepped

9.2.1. Üldist

Maakaablite paigaldamisel raudteede, maanteede või tänavatega risti või nende paigaldamisel raudtee-, maantee- või tänavaga külgnevale alale tuleb selleks kokku leppida asjakohase teehaldusasutusega. Kui kaabel paigaldatakse liigeldava veete põhja, tuleb selle kulgemistee asjus konsulteerida Veeteede ametiga. Veeseadus näeb lisaks ette, et trasside rajamisel üldkasutatavale veeliiklus- või veetranspordialale on vaja veekasutusõiguse luba.

Elektrijuhtide ehitamist liiklustrasside lähedale reguleerib ja valvab Liiklusamet.

Maanteede osas reguleerib elektrijuhtide ehitamist Liiklusameti juhul „Elektrijuhid ja maanteed 7.3.2011“.

Raudteede osas reguleerib ehitamist dokument: "Üldjuhised juhtmete ja kaablite kohta raudteede halduskeskuse alal". Veeliiklusaladel reguleerib paigaldamist dokument "Liiklusameti juhised õhuliinide, kaablite ja muude juhtide paigaldamisest ja tähistamisest".

Üldjuhul on elektriettevõtted püüdnud saavutada püsivaid, jätkuvalt kehtivaid leppeid kaablite paigaldamise kohta üldkasutatavatel aladel ja vaid erijuhtumitel on vaja pidada kaablitrasside kohta läbirääkimisi. Käesoleval ajal on vaja maakaablite paigaldamisel linna maadele teha kohalikke kokkuleppeid ka linnadega. Mõnikord on vaja teha trasse pikki eraisikutele kuuluvaid maid. Sel juhul tuleb lubade saamiseks ja lepete sõlmimiseks varuda piisavalt aega.

Kaablitrassi kulgemisel eramaadel tuleks maaomanikule, -haldajale vms jätta üksikasjalik kaart kaablitrasside kulgemise kohta vaadeldaval alal. Juhul, kui maad samal alal uuesti kaevatakse, saab lisatud kaardi abil hõlpsasti leida kaablite asukoha ja vältida võimalikke kahjustusi. Kõik maaomanikule tööde ajal tekitatud kahjud tuleb muidugi asjakohaselt korvata. Kaablitrasside lepped tuleb sõlmida kirjalikult.

9.2.2. Maakaabli paigaldamine omavalitsuse tänavaalale- või muudele üldkasutatavatele aladele

Maakaabli alaliseks paigaldamiseks tänavaalale või muudele üldkasutatavatele aladele on vaja omavalitsusega sõlmida paigaldamislepe.

Oluliste objektide ehitamiseks tuleb teha omavalitsuse ametnikele taotlus 6 kuni 8 nädalat enne tööde alustamist. Väikesemahulisteks töödeks, nagu kinnistute elektri- ja sidejuhtide paigaldamiseks või liitumistöödeks võib paigaldamisleppe sõlmida pärast teadet tänaval tehtavate tööde (tänavaloataotluse) heakskiitmisest. Kinnistuid ja kogukonda (üldsust) teenindavate juhtide paigaldamist reguleerivad maakasutus- ja ehitusseadused.

Teade üldkasutataval alal teostatavatest tööde kohta ja „Tänavaluba“

Töötamisel tänavatel või muudel üldkasutatavatel aladel, tuleb vastavatest töödest teavitada kohalikku omavalitsust. Teavitamist kohustab seadus. Vastavalt tööle (loa taotlejale), täpsustatakse seda, kelle nimel tööd tehakse (ehitaja). Maakaablitööde korral on selleks üldjuhul kohalik elektrivõrguettevõtte.

Taotluse tegemiseks võidakse volitada nt võrgutööde ettevõtjat, kuid seaduses ettenähtud ehitaja vastutust ei saa üle anda.

Tänavaluba tähendab tänava- või muudel üldkasutatavatel aladel tehtavateks töödeks vajalikku tööluba- ja olukorrast sõltuvat liikluskorralduse peatamise luba.

Tänavaloa taotlus tuleb teha hiljemalt 21 päeva enne tööde alustamist. Taotlusele tuleb lisada:

- paigaldamislepe,
- tööala korraldusprojekt,
- kaevetööde projekt,
- ajutine liikluskorraldusprojekt,
- ja muud vajalikud dokumendid: volikiri, asendiplaan, ehitusjoonised jne.

Tänavaloa taotlus esitatakse omavalitsusele kindlal taotlusmallil.

Loa taotleja peab kinnitama loa vastuvõtmist oma allkirjaga.

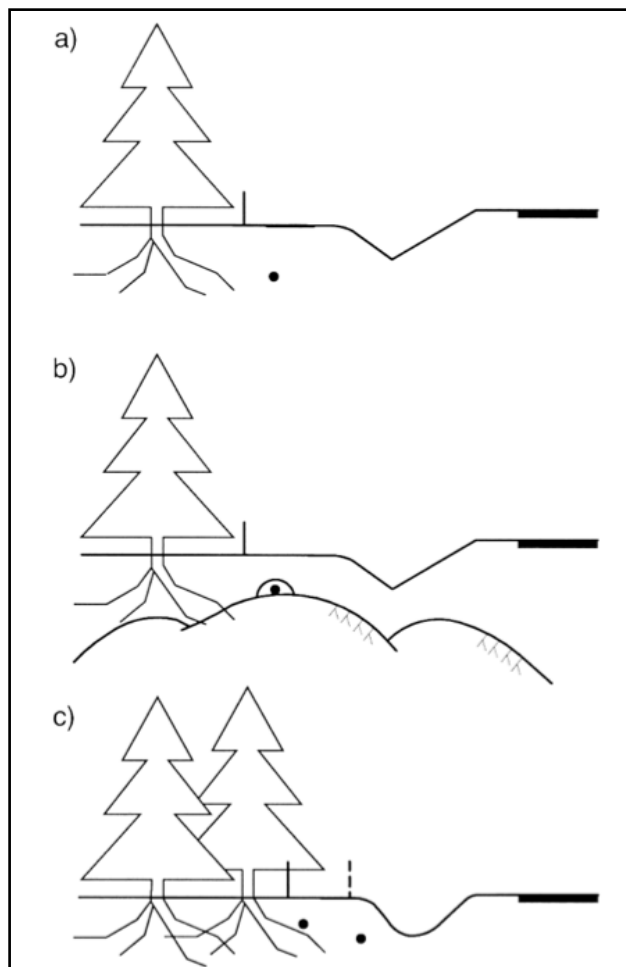
Töid ei saa alustada, kui tänavaluba pole saadud.

Tänavaluba on tasuline ja selle maksu suurus määratakse nii, et kallimalt kuuluvat maksustamisele omavalitsuse keskuses tehtavad tööd.

9.2.3. Maakaabli paigaldamine teealale

Maanteede alale paigaldatava maakaabli jaoks tuleb esmalt taotleda paigaldusluba volitatud teehaldurilt.

Teehalduri ülesanded nende taotluste puhul on koondunud on Pirkanmaan (Pirkanmaa maakonna) ELY-keskusesse (ELY - Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus). Taotlus tehakse vastaval taotlusmallil ja selle koostab võrguettevõtte. Taotluses tuleb selgitada võrguettevõtte andmetele lisaks projekteerija, töid teostava ettevõtja ning liikluskorralduse eest vastutava isiku kontaktandmed, niivõrd kui need on loa taotlemise ajal teada. Taotlusesse märgitakse kaablitüüp, mille paigaldamiseks luba taotletakse. Paigaldusandmetesse märgitakse omavalitsus, kus paigaldamine toimub ning tee number, vastava tee laius ning teelõik. Taotluses tuleb ka selgitada kaabli paigaldamist teepinna ja selle serva suhtes.



Joonis 47. Maakaabli paigaldamine teelale
(Elektriliinid ja maanteed 7.3.2011, joonis 9.)

9.2.4. Maakaabli paigaldamine raudteelale

Maakaabli paigaldamiseks raudteelale hankida raudteeametkonnalt ristumisluba. Enne taotluse koostamist tuleb piisavalt hästi välja selgitada, kuidas on võimalik maakaablit raudteelale paigaldada.

Taotluses tuleb selgitada:

- kaabli paigalduskoht (liiklustrasside ja raudteeliikluse kaugused ning lähimate elektriliinimastide numbrid ja kaugus nendest),
- ehitusaeg,
- kaabli tüüp,
- kaabli paigaldussügavus,
- kaabli paigaldusviis (kaablikraavi, kaablikanalisse),
- kaabli kaitse (kaablikanali (toru) tüüp ja pikkus, tähised jms kohad),
- kaablikanali paigaldusviis (pressimine, puurimine, löömine, kaevetööd).

Liiklusameti juhiste kohaselt tuleb võõrad maakaablid paigaldada eelkõige väljapoole raudteeala. Elektriraudtee 25 kV toitesüsteemi tagasivool kulgeb osalt mööda rööpaid ja võib põhjustada rööpapotentsiaali tõusu koormuse või rikkekoha läheduses. Potentsiaal levib ka raudtee läheduses olevatele metallkonstruktsioonidele

Jaotusvõrgule kuuluvate maakaablite paigaldamisel maanteetrasside alale sõlmitakse paigaldamiseks paigaldusluba sisaldav kokkulepe. Esimene paigaldusloa taotluse läbivaatamine toimub võrguettevõtte ja teehooldusettevõtte poolt, kes lepivad kokku elektrikaabli paigaldamises.

Lepingusse kirjutatakse järgmised andmed:

- leppe osapooled,
- isikute kontaktandmed,
- lepingu objekt,
- paigaldustöid puudutavad erinõuded,
- liikluskorralduse plaanid,
- järelevalve ja tööde teostamise juhtimine,
- kulude katmise kohustused,
- vastutus kahjude eest,
- muud kaabli paigaldamist mõjutavad asjaolud.

Leping sisaldab Maanteeseaduse paragrahv 42 kohast luba teostada teealal toimuvaid elektriliinide paigaldustöid. Hilisemateks elektriliinide muudatusteks ja liinide hooldustöödeks on vaja hankida eraldi luba.

Maakaablite paigaldamisel omavalitsuste ja eraomanike teede alale tuleb selleks saada luba maaomanikult. Nendes kohtades on maaomanikuks omavalitsus, valla teehooldusettevõtte või eramaaomanik. Koos paigaldusloaga taotletakse ka maakaablitöödeks vajalik kaevetöödeluba.

(kaugusele < 5 m raja keskelt), mis on maandatud tagasivoolulati ja ümbritseva pinnase kaudu.

Raudtee alt läbiviidud või selle läheduses olevaid kaableid tuleb kaitsta rööpapotentsiaali eest, et potentsiaal ei leviks raudteelalt väljapoole. Tähtsaim kaitsevahend on kaablit isoleeriv plastmantel.

Raudteesuunalised kaablid

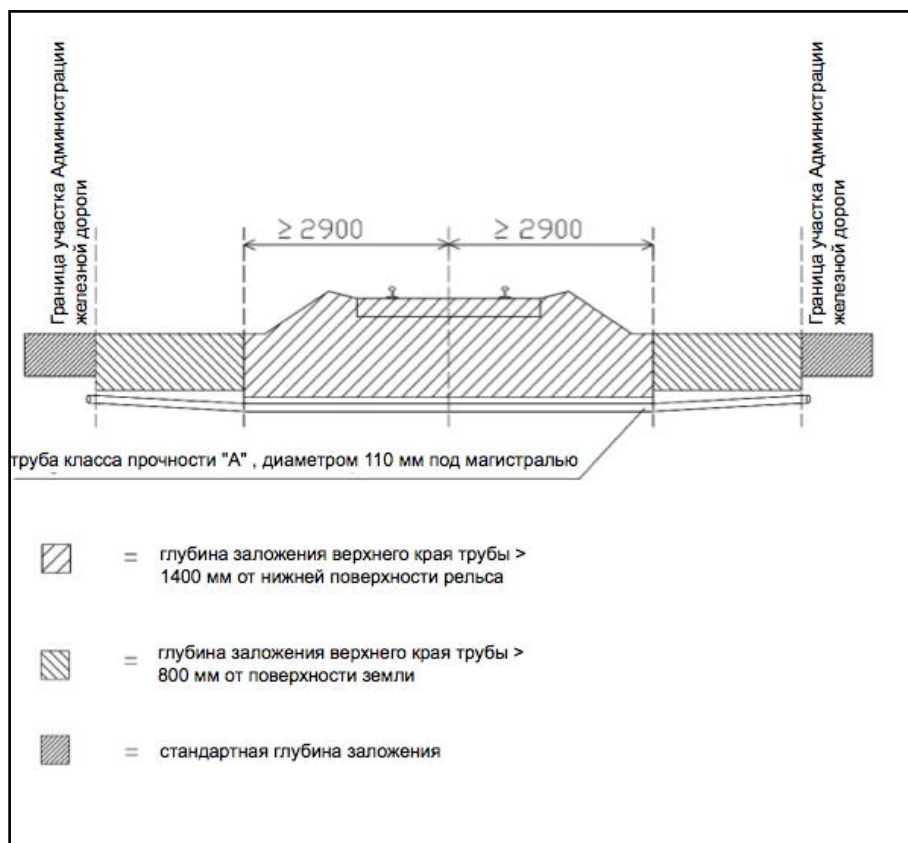
Raudteelale tulevad välised maakaablid tuleb paigaldada nii kaugemale raudteest ja raudteeseadmetest, kui see nendel juhtudel on võimalik.

Raudteega ristuvad kaablid

Raudteega ristuvad kaablid tuleb paigaldada maa alla, tugevasse kanalisisse või torusse nii, et kaablit saaks vajaduse korral hõlpsasti vahetada ilma maad raudtee all kaevamata.

Raudteede altviikudele on koostatud juhised, mida tööde tegemisel tuleb arvestada. Näiteks:

- altviik tehakse alati pressimisega,
- kaabli kaitsekanalid (-torud) peavad ulatuma raudtee all sõidurajalt -rajale,
- altviigu sügavus alates raudteetammi pinnast peab olema vähemalt 1,4 m.



Joonis 48. Raudtee altläbiviigu kaitsekanali (kaitsetoru) paigaldusjoonis (RHK: juhised 2004-11 lk 11, joonis 1).

9.2.5. Maakaabli paigaldamine veekogudesse

Veeseadust 587/2011 hakati rakendama alates 2012. aasta algusest (hakkas kehtima 1.1.2012)

Maakaablite paigaldamist veeliiklusalale reguleeritakse Liiklusameti juhendiga nr: 6155/040/2010, 29.11.2010.

Veeseaduse 2. peatüki 2. paragrahvi kohaselt vee-, kanalisatsiooni-, energia- või muude trasside ehitamisel üldkasutatavate veeteede või kanalite alla tuleb alati taotleda keskkonnaameti luba. Luba peetakse vajalikuks, kui kaabel või trass on faarvaatri alal, kuigi see ei pea kindlasti kulgema risti väilaga.

Luba võib olla vajalik ka kohtades, kus pole üldkasutatavat sõiduväila, kuid küsimuse all on veeseaduse 2. peatüki 2. paragrahvis täpsustatud olukord, mil ehitamisega võidakse põhjustada kahjustusi või kahju teisele

veealale. Loa vajalikkuse kohta võib küsida arvamust kohalikelt keskkonnaametnikelt ELY-keskusest. ELY-keskused annavad ka juhiseid kaablite ja trasside planeerimisega seotud keskkonnaküsimustes.

Luba on vaja hankida vesistuala omanikult nt osaühingult ja rannaomanikult.

Juhul kui Soome territoriaalvetes tehtavad kaabli-, liini- või torutööd eeldavad merepõhjas korraldatavaid mõõtmis- või salvestustöid, tuleb nende jaoks taotleda territoriaalse jälitustegevuse seaduse (410/2000) kohane luba Kaitseväelt.

9.3. Load ja kuulutused

9.3.1. Pinnasesse paigaldatavad kaablid

Maakaablitööde planeerimisel, ehitamisel ja tööde lõpetamisel tuleb kinnitada, et kõik tööga seotud load on olemas ja vajalikud teavitused tehtud.

Tabel 14. Maakaablitöödeks nõutavad load.

Tegevusload	Tööde läbiviimise koht	Loa andja
	Põhivõrk	Fingrid, 100 kV võrguhaldurid
	Jaotusvõrk	Jaotusvõrguhaldur
	Raudtee	Liiklusamet
	Avalikud teed	Liiklusamet
	Kaugküttevõrk	Kaugküttevõttevõtted
	Maagaasi torujuhtmed	Gasum Oy
Trafoalajaama ehitusload	Maa-alad (krundid),	Vald, maa-ala omanikud,
Kaablite paigaldusload	kohalikud teed,	osaühingud ja
Kaevetöödeload	muinsuskaitsealad	teehooldusettevõtted
Tarvikute ladustamisload	maastiku- ja	Muinsuskaitseamet
	looduskaitsealad	ELY-keskus

Tabel 15. Maakaablitöödeks nõutavad teavitused.

Töö alustamisel	Kaevetööde asukoht	Kuulutuse vastuvõtja
	Raudteede lähedus	Liiklusamet
	Avalikud teed	Liiklusamet
	Maagaasitorude lähedus	Gasum Oy
	Valla territoorium	Vallad
	Sideliinide lähedus	Sideettevõtted
Töö lõpetamisel	Põhivõrgu lähedus	Fingrid
	Raudteede lähedus	Liiklusamet
	Valla territoorium	Vallad

Juhul, kui töödeks on taotletud ametlik luba, nõutakse üldjuhul alati ka teavitusi tööde alustamisel ja lõpetamisel.

9.3.2. Vettelastavad kaablid

Veealuste kaablite paigaldamisloa saamiseks tuleb kõikideks menetlusteks varuda piisavalt aega, nt u 6 kuud.

1. Load:

piirkondliku haldusameti AVI (aluehallintovirasto) keskkonnatalitluselt, rannaomanikelt, veealade omanikelt ja ka nt ühistutelt.

2. Teavitused enne kaabli vettelaskmist ja tööde lõpetamisel:

ELY-keskusele,
sideettevõtetele,
Kaitseväe pressiosakonnale,

omavalitsuse keskkonnaametile.

9.4. Kaablitrassi tähistamine

Kaablitrassi eelneval tähistamisel maastikule on kolm eri juhtumit: plaanitud ala võib olla asustatud või väljaarendatud alal, ehitamisel oleval alal või seni väljaarendamata alal. Need kolm juhtumit erinevad üksteisest nii palju, et neid tuleb käsitleda eraldi.

1. Juhul kui plaanitud ala on väljaarendatud alal, siis tavaliselt ei saa kaablitrasse liikluse vms taksituste tõttu eelnevalt maha märkida. Trass mõõdetakse kaardilt piisavalt üksikasjalikult, kasutades kinnistuid, kruntide piire, ehitisi jne. Mõõtmistega tuleb olla väga täpne, sest neis piirkondades on olemas ka vana kaablivõrk ja muud takistused ning kahjustuste oht on suur. Kaablikraavi kaevamisel jälgitakse täpselt kaarti ja trassi märgitakse märgistusmasina või kaeverühma jaoks raskemates kohtades vastavalt töö edenemisele vähehaaval korraga. Juhul, kui kaevamistrassil on vanu kaableid, paigaldatakse uued kaablid üldjuhul nende kõrvale.



Joonis 49. Kaablitrassi tähistamine
väljaarendatud piirkonnas plaanitud alale.

2. Ehitamiseloleval plaanitud alal on samaaegselt käimas paljud tööd nagu tänavate, kanalisatsioonitrasside vms ehitus. Alale on maha märgitud tänavad ja krundipiirid, mida saab kasutada ka kaablitrasside maha märkimisel. Halvimaks probleemiks on sageli see, et tänavad ja muud ehitamisel olevad objektid on suures osas lõpetamata ning pole täielikku kindlust nende objektide suhtelistes kõrgustes. Seetõttu võivad kaablid sattuda liiga sügavale või liiga madalale maapinnast. Õige paigaldussügavuse määramiseks tuleb välja selgitada tänava või ümbritseva maapinna lõplik kõrgustase. Vajadusel tuleb kõrgustaseme määramiseks kasutada vastava spetsialisti abi.

Ehitamiselolevate tänavate kurvide korral on raske hinnata

õiget pöörderaadiust, mille tõttu kõnnitee alla plaanitud kaabel võib sattuda sõiduraja või krundi alla. Sellel juhul tuleb lähtuda kõnnitee asukohast, kuigi see võib olla ajutiselt maha märgitud. Trassi on nendel aladel kõige parem tähistada üks või kaks päeva enne kaevetöid. Kui tähistamine toimub liiga vara, võivad osa täiseid hävineda ja töövaev on olnud asjatu.

Trassi saab maha märkida hästi teritatud lühikeste vaiadega. Märgistamisega tegelevad tavaliselt kaks inimest, kelle olulisemad töövahendid on 50 m mõõdulint, nurgamõõteriist ja rammimisvahendid.

3. Väljaarendamata piirkonnas on tõsiseks probleemiks sobivate kinnispunktide leidmine. Muus osas on trassi tähistamine lihtsam kui eelmistel juhtudel, sest liiklus ega muud tööd ei ole tähistamist segamas. Üldjuhul saab tähistamise läbi viia nüüd kogu trassi alal samuti kui eelpool esitatud juhtudel, kuid tähistamise võib teha varem, sest tähiste hävimisoht on väiksem.

Pinnases olevad kaablid tuleb samuti tähistada nende läheduses tehtavate muude kaevetööde või uute kaablite vedamise tõttu. Elektriettevõtte või omavalitsuse geodeesiaosakond annab soovi korral kaevetööde läbiviijale kaardi kaevamistöde läheduses olevate kaablite kohta ja käib tavaliselt ka maastikul kaablite paiknemist tähistamas. Juhul, kui küsimuse all on eriti tähtis kaabel või eriti ohtlik koht, siis on hea, kui on kohal kaevetöid ja kaablite käsitlemist jälgimas ka elektriettevõtte esindaja. Kõik need meetmed on asjakohased, et vältida kaablite kahjustamist kaevetööde ajal.



Joonis 50. Kaablitrassi tähistamine
väljaarendamata piirkonnas

9.5. Kaablitööde korraldamine ehitusobjektidel

9.5.1. Ehitustööde isikukaitsevahendid

Elektrijaotusvõrgu ehitamist käsitletakse tööna ehitusobjektidel, sest selle kohta kehtivad samad ohutusreeglid ja -määrused.

Valitsuse määrus 205/2009 ja selle paragrahv 71 „Isikukaitsevahendite kasutamine ehitustööde teostamisel“ eeldab, et:

”---

Ehitusobjektidel tuleb kasutada kaitsekiivrit. Vajadusel varustatakse kaitsekiiver selle alla pandava kapuutsiga.

Ehitusobjektidel tuleb kasutada valgust peegeldavat tööriietust, milles töötaja on hästi nähtav. Tööde teostamisel tee- ja tänavaalal või muudel liiklusega hõivatud aladel tuleb kasutada turvarõivastust, mis on eraldi sätestatud”

Eespool kirjeldatud isikukaitsevahendid on elektrijaotusvõrgu ehitustööde põhikaitse- vahendid. Sõltuvalt tööde iseloomust kasutatakse ka muid isikukaitsevahendeid.



Joonis 51. Hästinähtava tööriietuse ja kaitsekiivri kasutamine (Empower).

Kaablitööde tegemisel nagu ka elektritööde tegemisel üldiselt on sageli vaja tööd teha pingestatud juhtivosade läheduses. Seepärast tuleb tagada, et tööde teostamise piirkonnas vahekaugused vastavad SFS 6002 punkti 6.4 nõuetele ja vajadusel, kui töö seda nõuab, korraldatakse elektrikatkestus. Isikute riietus peab olema elektritöödeks igati sobiv. (SFS 6002 kohta 4.2).

9.5.2. Veod

9.5.2.1. Juhilubade nõuded

Võrgutööde tegemisel kasutatakse mitmesuguseid autosid ja nendega koos järelkärusid ning järelevedavaid masinaid nagu inimeste tõstukeid, kaabliveomasinaid vms. Autojuht peab enne sõidu alustamist teadvustama, mis-suguse kategooria juhiluba teatud sõidukite või autorongide juhtimine nõuab. Autojuht on alati ise vastutav selle eest, et temal on vastava sõiduki juhtimist õigustav juhiluba. Juhilubade nõudeid käsitletakse alati registri jaotises F. Veetavate registreerimata masinate ja seadmete, nagu kaablikärude, varugeneraatorite vms, mass määratakse arvutuste või mõõtmistega.

Näiteid juhilubadele esitatavatest nõuetest

B kategooria juhiluba:

- Sõidua autod või kaubikud, mille kogukaal on kuni 3500 kg.
- Sõiduk võib järel vedada kuni 750 kg massiga järelkäru. Seega võib suurim kogumass olla kuni $3500 + 750 = 4250$ kg.
- Sõiduk võib järel vedada kuni 750 kg massiga järelkäru järgmiste piirangutega: summaarne kogumass ei tohi olla üle 3500 kg ja järelkäru kogumass ei tohi olla suurem vedava auto massist.

C kategooria juhiluba:

- Veoautod ja muud sõidukid, mille kogukaal on üle 3500 kg, milles lisaks juhile on veel ruumi kuni kaheksale inimesele.

- Autorong, mille vedurauto kuulub siia klassi ja selle veetava osa mass on kuni 750 kg.

Tuleb märkida, et C kategooria juhiluba ei anna õigust vedada veoautoga nt kaablrulle, mille omamass on üle 750 kg. Selleks nõutakse BC1E-kategooria juhiluba.



Joonis 52. Näidisjoonis C kategooria juhiloaga sõitmiseks lubatavast autorongist (HeadPower, Juhis T8-50-1).

Sageli tuleb väljakaevatud pinnas vedada kaablikraavi kõrvalt minema.

Kaablikraavi põhjas on vaja liivakihti kaablite ja kaablikanalite kaitseks. Samuti on vaja liiva kaablikraavi täitmiseks.



Joonis 53. Kaabli vedamiseks ja kraavi asetamiseks ettenähtud kaablrulli järeleveok.

C1E kategooria juhiluba:

- Veoauto omamass on kuni 7500 kg.
 - Autorong, mille täismass ei ületa 12000 kg.
- Järeldäru kogumass ei tohi mingil juhul olla suurem kui veoauto omamass.

CE kategooria juhiluba:

- Veoauto omamass on üle 3500 kg.
- Veetava järeldäru omamass on üle 750 kg.

9.5.2.2. Materjaliveod

Kaablitöödega kaasneb palju vedusid nagu kae-
vetöödeks vajaminevate masinate ja tööriistade, nt
ekskavaatori, kompressori, sulatusseadmete vms vedu
tööpaigale.

Oma osa vedudest on seotud paigaldatavate
maakaablite veoga. Kaabel veetakse soovitatavalt
kaabliveokiga kaablikraavi kõrvale.

Tavaliselt koostatakse vedude jaoks ajakava nii, et need
toimuksid sobival ajal vastavalt tööde edenemisele.
Näiteks kaablrulle ei veeta tööalale enne kaablikraavi
kaevamist.

9.5.3. Kaevetööd

Kaevetööde turvalisuse tagamiseks tuleb juhinduda
Valitsuse määrusest ehitustööde ohutuse kohta (Vna
205/2009)

Projekteerimise kohustused ja eelteave (Vna 205/2009 33 §, osa)

”Enne maa- ja vee-ehituse alustamist tuleb välja selgitada maapinna aluskivimite geotehnilised omadused ja tehnoloogia rakendamise ühiskonda ohustavad riskid, nagu juba paigaldatud kaablite, trasside ja torustike paiknemine.

Kokkuvarisemise ohud ning pinnase ja maapinna kandvus on vaja usaldusväärselt kindlaks teha. Enne kae-
vetööde algust tuleb pädevate isikute poolt koostada kaevatud süvendite toestamise ja muude asjakohaste
kaitsemeetmete rakendamise plaan.

Kaevetöö ja süvendite toestamine (Vna 205/2009 34 §)

Kaevetööd tuleb teha turvaliselt võttes arvesse pinnase geotehnilisi omadusi, kaeviste sügavust, rampide kaldeid
ja koormust ning veest või liiklusega seotud vibratsioonist põhjustatud ohumõjudeid.

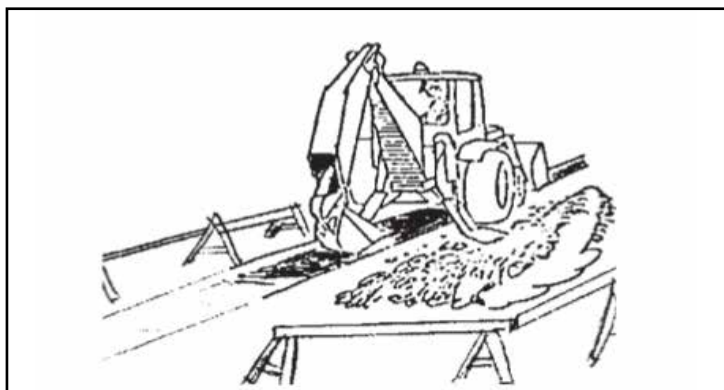
Juhul, kui kokkuvarisemine võib põhjustada õnnetuse, tuleb kaevatud tranšee (kaevis) toestada.

Kraavitööde ohutuse saab usaldusväärselt tagada kaldservadega (rampidega) kaevise abil või kaevise servade tahtliku ennetava allavaristamisega.

Varisemisest põhjustatud ohu vältimiseks on vaja rakendada meetmeid eriti juhul, kui kukkuvarisemine võib tekkida sademetest, kuivamisest või keltsa sulamise tõttu. Sama kehtib ka siis, kui pinnaseks on orgaaniline puistematerjal või peeneteraline liiv, kui kraav on üle kahe meetri sügav, kui kraav on kitsas või kui kaevetöödega koos ja nende lähedal tehakse vibratsiooni põhjustavaid töid, või kui kaevetöid mõjutab raskete masinate liiklus. Kaevetööde tegemisel ehitise või muu ehitatava objekti all või kõrval tuleb kokkuvarisemise vältimiseks rakendada piisavaid ennetavaid meetmeid.”

Maaehitusmasinate ohuala (Vna 205/2009 35 §)

“Maaehitusmasinate töötamisalal tuleb hoolt kanda selle eest, et inimesed ei satuks ohtlikku kohta. Tuleb asjakohasel viisil vältida tagurdavatest sõidukitest põhjustatud ohtu. Vajaduse korral tuleb kasutada tagurdamissignaale, asjakohaseid keelusilte, kaitsetõkkeid ja muid turvaseadmeid või masinatöö peatamist ohualal. Masina kabiinist lahkudes peab selle juht tagama, et masin ega selle seadmed ei põhjusta võimaliku õnnetuse ohtu.



Joonis 54. Kaevetööde tööala piiramine.

Sõidukid, maaehitusmasinad ning tõste- ja muud seadmed tuleb paigaldada turvalisele kaugusele kaevatava kraavi servast, arvesse võttes pinnase iseloomu ja kaevamissügavust. Liiklus tuleb juhtida kraavi servast sobivate piirete ja tõketega piisavale kaugusele.

Kaevemasinate või ekskavaatorite kasutamisel kaevetöödel ning kanalisatsioonitorude või muude trasside paigaldamisel, tuleb eriti hoolt kanda, et ohtlikes kohtades ei oleks inimesi ning, et seadmed oleks varustatud vastupidava tõstekonksuga. Kaevemasinate suurim lubatav koormus tõstetöödel tuleb usaldusväärselt kindlaks määrata.

Maaehitusmasinate juhtidele ning teistele töötajatele tuleb anda eriõpet ja juhiseid maaehitusmasinate poolt põhjustatud ohutegurite ja nende vältimise kohta.”

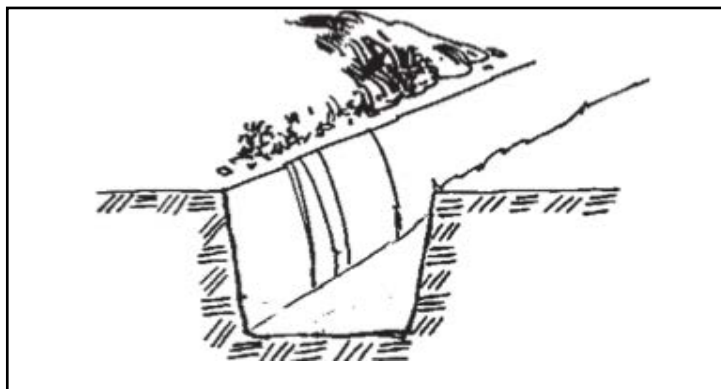
Tänaval- ja teelal töötamisel tuleb tööpaik alati piirata tõkkepuudega nii, et väljapoolt tulijad ei pääseks ohualale. Lisaks peaks teatud tööetappe, nagu nt masinate tühjendamist, jälgima eraldi isik, kui tühjendamiskoht pole autojuhi vaateväljas. Kõik inimesed, ka tööde jälgija, peab masina ohualale minnes olema masinajuhi silmade all. Ehitustööde alal kasutatakse helkivat kaitseriietust, milles töötajad on hästi nähtavad ja lisaks peavad nad kandma kaitsekiivrit.

Juhul, kui masinajuht kaotab antud ohupiirkonnas inimesed vaateväljast, peab ta kohe lõpetama masinaga töötamise ja veenduma ohutuses enne, kui ta uuesti jätkab tööd.

Kui masinajuht lahku kabiinist, peab ta hoolt kandma selle eest, et kaevamis- ja koormusseadmed või vastavad tööseadmed on alla lastud või toele fikseeritud. Ta peab ka veenduma, et masinal pidurid peal.

Sõidukid, maaehitusmasinad ning tõste- ja muud masinad tuleb alati paigutada turvalisele kaugusele kaevise servast, arvesse võttes pinnase iseloomu ka kaevise sügavust. Liiklus tuleb sobivate tõkete ja piirete abil juhtida kaevise servast piisavale kaugusele.

Tööks kasutatavate masinate ja seadmete paigutus peab olema niisugune, et need ei põhjusta kaevatud süvendi varinguohtu. Samuti tuleb muu liiklus viia nii kaugemale, et see ei põhjusta ohtu ega süvendi kokkuvarisemist.



Joonis 55. Kaablikraav pärast kaevamist.

9.6. Liikluse korraldamine kaablitööalal

9.6.1 Kaablitööd liiklusega hõivatud alal

Kaablitrass kulgeb sageli mööda tänavat või üldliikluseks kasutatavatel aladel. Tööpiirkonna liikluskorraldusel on eriti oluline tähtsus tööturvalisuse ja tööde edenemise seisukohalt.

Tööpiirkonnas tuleb eelnevalt välja selgitada, kuidas liiklusemärgid ja hoiatustarvikud on vaja paigaldada ning tööde edenemisel tuleb hoolitseda selle eest, et liiklusemärkide asukoht vastab tegelikule tööolukorrale.

Iga töötaja peab juba oma enda turvalisuse huvides kindlasti teavitama töödejuhatajat avastatud puuduvatest või rikutud märkidest. Kaablitööde piirkonnas liikumisel tuleb arvesse võtta liiklusest põhjustatud ohtusid.

9.6.2 Üldised juhised liikluse korraldamiseks

Töötervishoiu- ja tööohutuskeskus on elektritööde toimikonna algatusel avaldanud käsiraamatu „Liikluskorraldus võrgutööde ajal“ (6. uuendatud trükk 2011), milles on antud põhilised juhised ka maakaabli võrgutööde kohta ja millel põhineb ka selle raamatu järgnev tekst.

Teedel, tänavatel või muudel liiklusega hõivatud aladel või nende läheduses teostatavaid töid tuleb teha nii, et need ei põhjustaks ohtu töötajatele ega ka liiklejatele. Teedel tehtavad tööd ei tohi põhjustada tarbetud ebamugavusi liiklejatele. Liiklusega hõivatud aladel tehtavad tööd liigitatakse tööohutusseaduses niisuguste tööde hulka, mille läbiviimine on vaja varakult hoolikalt ette plaanida. Üldjuhul esitatakse niisugused plaanid kirjalikult.

Vastavalt liikluseaduse (267/1981) 2. paragrahvile mõistetakse üldnimetuse „tee“ all avalikke ja erateid, tänavaid, ehitusprojektide teid, väljakuid ning muid avalikuks liikluseks ettenähtud või avalikuks liikluseks kasutatavaid alasid.

Järgnevas tekstis kasutatakse mõisteid tee ja tänav, vastavate liiklustrasside ja -alade tähenduses, vt Maanteeeadus 503/2005 (MaantL).

Maantee on niisugune tee, mis on tervikuna liikluse kasutuses ja mille korrashoiu eest hoolitseb riik. Liikluse seisukohalt on tähtsuse järjekorras maanteedeks kiirteed, magistraalteed, kohalikud teed ja sissesõiduteed.

Maantee hulka kuuluvad:

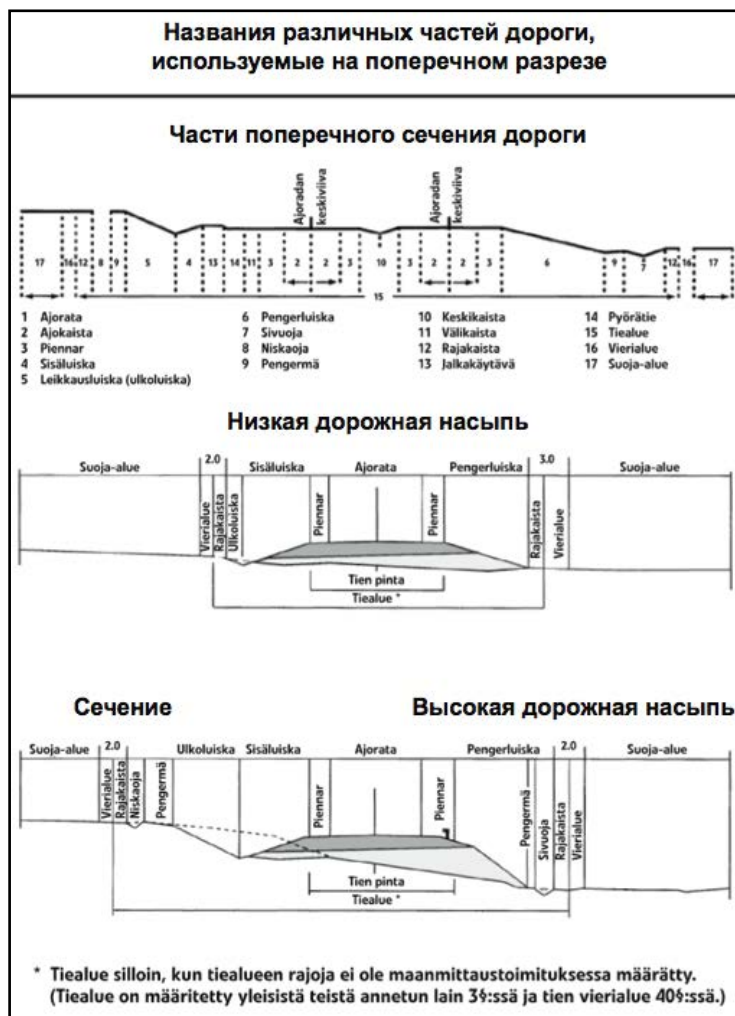
- 1) sõiduraja peenrad ja muud liikluseks mõeldud alad, nagu kõnniteed ja jalgrattateed, erisõiduteed, parkimisplatsid või alad, ühistransport ja selle teeninduspiirkonda kuuluvad parkimiskohad, ladustamis- või laadimiskohad;
- 2) lisaks 1. punktis mainitud aladele teede hooldamiseks ja kasutamiseks alaliselt vajalikud ja nendega vältimatult seotud ehitised, konstruktsioonid ja seadmed;
- 3) liikluse juhtimiseseadmed ja muud liiklejate suunamiseks vajalikud ehitised, konstruktsioonid ja seadmed;
- 4) muud teehaldusega seotud, liikluseks või selle poolt tekitatud kahjude vähendamiseks vajalikud alad, ehitised, konstruktsioonid ja seadmed nagu müratõke ja piirdetara.

Maantee hulka kuuluvad lennukite varulennuväljad, mis on ette nähtud ühendamiseks teeliiklusega, ning alad, mida vajatakse riigipiiri ületava maanteeliikluse toimimiseks.

Eelneva loetelu punktides 1 ja 2 käsitletud alad moodustavad maantee teeala. Teeala, mille piire ei ole maakatastris

määratud, ulatub kahe meetri kaugusele kraavist või kui kraavi ei ole, siis teepervest või teetammi külgservast.

Joonisel 56 on nimetatud maanteede eri osad.



Joonis 56. Maanteede eri osade nimetused (Liikluskorraldus võrgutööde ajal joonis 1).

keskus (ELY-keskus), kes vastutab liikluse ja infrastruktuuri objektide eest. Mujal on teehalduriks kas vald, erateede ühistu või tee omanik. Teehalduril on õigus paigaldada liiklusmärke (TLL 51§ ja TLA 49§) ja kohustus hoiatada liiklejaid ja kui asjaolud seda nõuavad, siis sulgeda tee osaliselt või täielikult teel tehtava töö tõttu (TLA 50§).

Ka politseil on (TLL 54§ ja TLA 51§) õigus sulgeda tee vastavalt olukorrale kas võistluse või muu sündmuse tõttu või hädaolukorras.

9.6.5. Tööde lubamine tee- või tänavaalal

Kõik teid või tänavaalasid hõlmavad või neile tellitud tööd nõuavad maanteeseaduse või valla ehituskorralduse alusel eraldi luba. Taotlus loa saamiseks tuleb esitada kirjalikult ja see tuleb esitada luba väljastavasse ametiasutusse juba aegsasti käsitlemiseks. Vt käesoleva raamatu eespool olevat punkti 9.2.3. Maakaabli paigaldamine teealale.

Juhul, kui küsimuse all on tee- või tänavaalale paigaldatav seade või konstruktsioon nagu nt maakaabel või õhuliin, sisaldub tööluba üldjuhul teehalduri ja seadmete omaniku vahelises leppes. Lepingupooled võtavad üksikasjalikult kirjeldatud kohustusi paigaldustöö ja hilisemate hooldustööde osas. Leping sisaldab sel juhul ka liikluskorralduse nõudeid tööde teostamise ajal.

9.6.3. Teealaga seotud tööde ning konstruktsioonide ja seadmete paigaldamine teealale (MaantL 43§)

Teealal läbiviidavad tööd ning ehituskonstruktsioonid samuti elektrijuhtide ja muude seadmete paigaldamine teealale nõuavad teehaldusasutuse luba. Luba võidakse anda kui need tegevused ei põhjusta ohtu ning ei takista teehooldust. Loa saaja on kohustatud ehitama vastavad konstruktsioonid või seadmed ja hooldama neid vastavalt teehaldusasutuse nõuetele. Juhul kui konstruktsioonid või seadmete kasutamine tekitab ohtu liiklusele või takistab teehooldust, on loa saaja kohustatud omal kulul tegema teehaldusasutuse poolt nõutud muudatused või need konstruktsioonid või seadmed teisaldama või eemaldama.

Juhul kui muude seaduste kohaselt luba pole vajalik, on siiski heaks tavaks enne meetmete rakendamist teatada asjaoludest teehaldusasutusele. Täpsemalt on menetlust selgitatud Maanteeameti eeskirjas „Liiklus teetöödealal, luba nõudvad tööd“.

9.6.4. Teehalduri vastutus

Vastutus tee hooldamise ja liiklust rahuldava korrasoleku eest langeb teehaldurile, kelleks maanteede puhul on Maanteeamet. Kohalike teede hooldamise eest kannab hoolt majandus-, transpordi- ja keskkonna-

Loa taotlemisel esitatakse üksikasjalikud andmed tööde iseloomu, teostamisviisi ja tööaegade ja koha kohta ning kontaktandmed. Loa taotlus koostatakse avalike teede puhul Maanteeameti loavormile.

Loaga kaasnevad, töötajaid puudutavad tingimused on näiteks:

- tööd ei tohi alustada enne, kui teehalduri esindaja on heaks kiitnud liikluse juhtimise plaani;
- tee-ehitusega kaasnevate kaevetööde korral tehakse enne töö alustamist algülevaatus ning pärast tööde valmimist lõppülevaatus.
- tööde korral, millega tee-ehitusel ei kaasne kaevetöid, tuleb töö alustamisest nagu ka töö lõpetamisest teavitada teehalduri esindajat või Teeliikluskeskust (tel. 0200 2100).
- juhul kui töö on seotud liikluse juhtimisega peatumismärgi abil, tuleb välja koolitada liiklust juhtivad isikud, esitada nende nimed teehalduri esindajale ning saada neile teehalduri heakskiit (TLL 49 §).
- liikluskorralduse või muude liikluse üldise turvalisusega seotud asjaolude korral on teehalduril vaiki-misi õigus kõrvaldada vajadusel puudused loa saaja kulul, juhul kui loa saaja ei kõrvalda puudusi teehalduri esindaja poolt määratud aja jooksul.
- liiklusohutust eriti ohtlikult häirivatel juhtumitel on teehalduri esindajal õigus katkestada tööd seniks, kuni liikluskorralduse puudused on kõrvaldatud.

Lepingus võidakse määrata ka otseselt liikluskorraldusega seotud menetlused (vt käsiraamatu juhiseid „Liikluskorraldus võrgutööde ajal“), nõuda võrgu kontrolli ja hooldamist ka hiljem lisanduvate tööde puhul. Tänavavõrkude korral nimetatakse erinevate trasside kaevamiseks nõutavat luba kaevetööde loaks. Vt raamatu eelnevat jaotist 9.1.2.

9.6.6. Liikluse korraldamine tööde ajal

Tööloa saamise üks peamisi eeldusi on liikluse korraldamine tööde ajal. Liikluse korraldamiseks pole eraldi luba vaja. Maanteedel töötamise loa otsustab vastav ELY-keskus. Kohalikes omavalitsustes on loa väljastamiseks erinev kord ja eri asutused. Politsei või omavalitsuse ametnik võivad otsustada liikluskorralduse sõltuvalt olu-korrast. Omavalitsuse ehituskorralduse kohta võivad olemas olla vastavad määrused (TLA 49 – 50§). Eratee liikluskorraldus lepatakse kokku teehalduriga, omaniku usaldusisiku või tee omanikuga.

9.6.7. Muud load ja teavitused

Muud ametiasutustest hangitavad load on muuhulgas:

- müra põhjustavate tööde teostusluba,
- tänavapiirete paigaldusluba,
- teisaldusaluse paigaldusluba tänavale,
- tervistkahjustavate tööde teostusluba ja
- erisõiduluba.

Lõhketööde kohta kehtivad erimäärused, kus teatud haldusüksustes nõutakse kohaliku politsei teavitamist.

9.6.8. Menetlus kiiruspiirangute kehtestamiseks

Teedel tehtavad tööd eeldavad üldjuhul kiiruse piiramist tavapärasest sõidukiirusest väiksemaks. Tööde läbiviimiseks heakskiidetud liikluse juhtimise plaanis peavad olema näidatud vastavates kohtades nõutavad kiiruspiirangud. Kolmanda osapoole õiguskaitse eeldab, et tööde teostaja koostab kiiruspiirangute ja asukoha dokumendid nii, et need on kontrollitavad ka pärast tööde lõppu. Tingimused esitatakse tööloas.

9.6.9. Tööohutus

Tööohutusseaduse nõuded

Valitsuse määrust ehitustööde ohutusest (VNa 205/2009) kohaldatakse ka võrgutööde jaoks. Vastavalt määruse § 3: "ehitustööde hanke korral on ehitaja, projekteerija, tööandja ja füüsilisest isikust töövõtjad kõik koos ja igaüks omalt poolt kohustatud hoolt kandma selle eest, et tööd ei põhjustaks ohtu tööpiirkonnas töötavatele inimestele ega ka teistele tööpiirkonnas olevatele isikutele".

Ehitustöid puudutavate regulatsioonide tundmine on vältimatu nii ehitajale kui ka töövõtjale.

Võrgutöödel tuleb vajadusel arvesse võtta ka liikluse poolt põhjustatavaid ohtusid töötavatele inimestele ja teiselt poolt võrgutööde poolt tekitatavaid ohtusid liiklusele.

Ehitaja

Ehitaja või muud, kes juhivad või kontrollivad hanke kavandamist ja tööde teostamist, peavad hoolt kandma, et võrgutööde hanke korraldamine kavandatakse nii, et tööd saaks teostada turvaliselt, põhjustamata ohtu töötajatele ega ka tee kasutajatele. Turvalisusega kaasnevate probleemide kohta tuleb pakkumiskutsele lisada eraldi turvanõuete dokument (VNa 205/2009, 8 §). Liikluskorralduse dokumentide hulka peavad alati kuuluma turvalisust käsitlevad dokumendid.

Turvanõuete koordinaator

Ehitushankes tuleb vastavalt dokumendile: VNa 205/2009, paragrahvid 5-9, nimetada turvanõuete koordinaator. Turvanõuete koordinaator on ehitaja vastutav esindaja, kelle ülesanne on ehitaja esindajana hoolt kanda ehitajale määratud tööohutuskohustuste ja -ülesannete täitmise eest. Tema ülesanded moodustavad osa ehitaja ülesannetest ja neid ei tule näha eraldiseisvate ülesannetena.

Peatöövõtja

Peatöövõtja (VNa 205/2009 2§) all mõeldakse tööd teostavat ettevõtet või selle puudumisel tööde tellijat või muud isikut, kes nt teostab võrgutööde järelevalvet või juhib töid. Peatöövõtja peab nimetama hankele pädeva vastutava isiku. Peatöövõtja peab koostama töö teostamist puudutava turvalisuse tagamise kava. Peatöövõtja peab omavahel kokku sobitama hankes osalevad erinevad töövõtjad ja ta vastutab kõigi turvalisusega seotud probleemide lahendamise eest. Peatöövõtja peab tagama selle, et erilist ohtu kujutavate tööde (VNa 205/2009, §10) jaoks oleks koostatud seadusega ettenähtud kirjalikud plaanid.

Tööandja ja füüsilisest isikust töötegija (töövõtja)

Kõik tööalal tegutsevad töövõtjad teevad tööd peatöövõtja juhtimisel. Iga töövõtja nimetab tehtava töö jaoks pädeva vastutava isiku. Kõigi teel tehtavate tööde puhul kavandab tööandja kõigi töövõtjate jaoks töös esinevatel riskidel põhineva ennetava turvameetmete kava ja kooskõlastab selle peatöövõtjaga. Kui pole kokku lepitud teisiti, vastutab töövõtja nõutavate turvameetmete rakendamise ja tööülesannete täitmiseks vajalike isiklike kaitsevahendite hankimise eest. Ehitustööde alal tuleb rakendada määruses VNa 205/2009, §71 ettenähtud kaitsemeetmeid.

Iga tööandja vastutab oma töötajate ja töösoorituste turvalisuse eest.

Liiklusohutuse tagamisega kaasnevad ülesanded

Teeala või sellel läheduses tehtavate tööde läbiviimise eest vastavalt kokkulepitud liikluskorralduse nõuetele vastutab töövõtja. Igal töödega seotud alal peab olema nimetatud liikluse toimimise, liikluskorralduse, liiklusmärkide paigaldamise ja muude turvameetmete eest vastutav isik. Liikluskorralduse kontrollimine on osa iganädalasest ohutuskontrollist.

Töö ulatusest ja kestusest sõltumatult peab töövõtja järgima tööde teostamisel muuhulgas ka liikluse juhtimise plaani ja vahendeid puudutavad nõudeid. Eesmärgiks on ohuolukordade vältimine ja turvalisuse ning liikluse sujuvuse tagamine.

Kiireloomulistes hädaolukordades või kahjustuste tekkimise ohu korral tuleb olukorrale vastava kiire abi saamiseks kindlasti võtta ühendust politseiga, vt liikluseeskiri (TLL §54). Asjaolude selgitamiseks tuleb teha koostööd ka luba väljastanud ametiasutusega ning maanteid puudutavates küsimustes Maanteeameti teeliikluskeskusega (tel. 0200 2100).

Maanteedel teostatavad erivedod peavad vastama Transpordiministeeriumi otsusele erivedude ja erisõidukite kohta (1715/92, muudatus 958/98).

Erivedude all mõeldakse niisuguseid teedel toimuvaid vedusid, millega ületatakse sõidukitele teedel üldiseks liiklemiseks määrusega (1257/1992) kehtestatud mõõtmete või massi piirväärtused või kui sõiduk on kooramatud veose iseloomu tõttu määruse 45. paragrahvis ettenähtust erinev.

Teetööde pädevusnõuded

Maanteedel töötavate masina- ja sõidukijuhtide ning inimeste pädevusnõuete aluseks on Maanteeameti poolt väljatöötanud tööohutuse- ja liikluskorralduse ning teetööde ohutuskoolituse programmi omandamine, teetööde ohutuspädevuse 1 eksami sooritamine või ohutuskoolituse edukas läbimine muude sarnaste ohtudega seotud tööde alal. Ettevõtja töödejuhataja või teiste tööde eest vastutajate pädevusnõudeks on teetööde ohutuspädevuse 2 eksami edukas sooritamine.

9.6.10. Liikluskorraldus

Üldpõhimõtted

Liikluseeskirjade (TLA) 50§:n kohaselt “Liiklust ohustavate tööde teostamisel peab tee või teeosa, millel tööd tehakse, olema varustatud asjakohase liiklusmärgiga. Juhul, kui olud seda eeldavad, tuleb niisugune tee või teeosa sulgeda täielikult või osaliselt ning töö teostaja peab selle varustama seaduse sätetele ja määrustele vastavate kaitsepiirete ja signaaltuledega”.

Liikluse korraldamine tuleb hoolikalt ette plaanida ja täide viia. Liikluse juhtimine peab olema tõhus, selge ja järjekindel. Korraldust tuleb paindlikult muuta töö edenemise käigus nii, et see vastaks alati tegelikule olukorrale tööde piirkonnas. Tööd tuleb teostada nii, et need võimalikult vähe takistaksid liiklust.

Tööde sooritamine tuleb püüda ajastada nii, et võimaluste piirides vältida tööde tegemist liikluse tipptunni ajal ja ka pooleliolevatest töödest tingitud ohuolukordi.

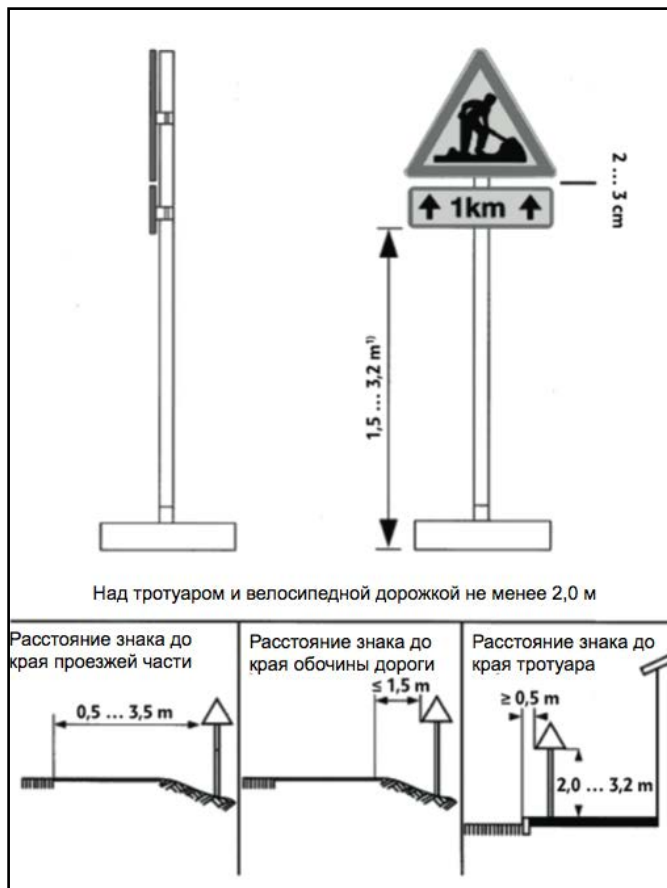
Liikluse korraldamisel tuleb peale sõidukite liikluse arvestada ka kergliiklusega ja koos sellega liikluspiiranguid. Hoiatusmärke kasutatakse ka kergliikluustrassidel tehtavate tööde korral.

Liiklusmärgid

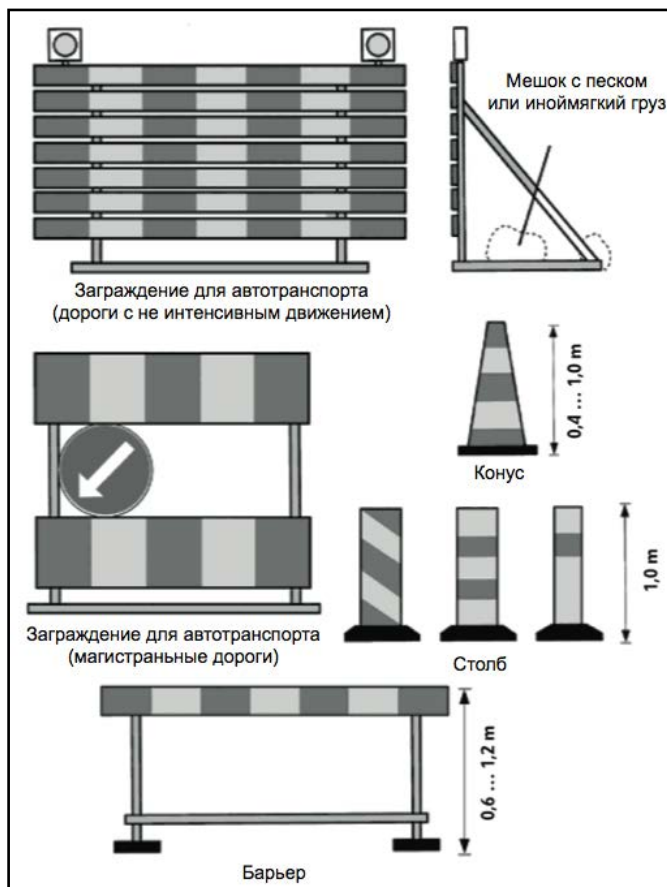
Liikluse juhtimiseks kasutatakse liikluseeskirjade 3. peatükile vastavaid liiklusmärke.

Liiklusmärgid peavad vastama neile esitatavatele kvaliteedinõuetele.

Tööde teostamisaegse hoiatusmärgi aluse võib paigaldada ka teepeenrale. Teepeenrale paigutatud liiklusmärgi vähim kaugus sõiduraja servast on 0,5 m. Liiklusmärk ei tohi kuidagi takistada muuhulgas nt kergliiklust või teehooldust. Liiklusmärkide paigaldamise erinevates töökohtades on esitatud koos alljärgnevate näidetega.



Joonis 57. Liiklusmärkide paigaldamine.
(Liikluskorraldus võrgutööde ajal, joonis 2)



Joonis 58. Kaitsepiirded
(Liikluskorraldus võrgutööde ajal, joonis 4)

Mittevajalikud märgid eemaldatakse viivitamatult. Tööde katkestamisel, samuti ka öhtuti ja nädalalõppudel, tuleb märgid ajutiselt kõrvaldada või peita.

Liikluse sulgemine ja hoiatusvahendid ning nende kasutamine

Maanteeamet on avaldanud tõkke- ja hoiatusvahendite kohta juhised. Osa juhiseid on määruse tasemel, mida kõik teehaldurid peavad järgima.

Võrgutööde kohaks oleva ala tähistamiseks ja eraldamiseks avalikule liiklusele ettenähtud alast kasutatakse joonisele 129 vastavaid tõkkeaeda, tõkkepoome, tõkkeposte või kaitsekoonuseid. Tõkkevahendid tuleb värvida kollase ja punase triibulisteks osadeks ja nende pinnad peavad olema valgust peegeldavast materjalist või varustatud punase ja kollase helkuriga.

Tõkkevahenditele võib vajadusel kinnitada ka vajalikud hoiatustuled ja liiklusmärgid.

Võrgutööde tegemisel tuleb kaaluda võimalust juhtida kogu sõidukite ja jalakäijate liiklus töödega hõivatud teosalt kõrvele.

Kergliiklusteel olev tööala tuleb selgesti eraldada jalakäijatele ja jalgratturitele ettenähtud alast. Kaeviste kaitsmiseks kasutatakse joonisele 54 vastavaid tõkkeid või piirdekonstruktsioone. Kaeviseid tuleb kaitsta nii tõhusalt, et jalakäijal poleks võimalik tahtmatult süvendisse kukkuda. Nägemispuudega inimeste kaitseks peab kõnnitee kaitsetõkkel olema ka alumine kaitseleht.



Joonis 59. Kaablikraavi kaitsmine kaitsepiirdega (Pori Energia Sähköverkot).

Liiklusreguleerija tegevus

Liikluse reguleerijaks (vt Liiklusseaduse paragrahv 49) määratavad isikud peavad olema vähemalt 18-aastased ja neil peab olema juhiluba või vastavad liiklusosalased teadmised. Neid tuleb enne tööde algust eelseisvate ülesannete osas koolitada, nt selleks koostatud õppematerjalide abil (nt „Liikluskorraldus võrgutööde ajal“, juhendi lisa A juhised: „Liiklusreguleerija tegevus“ ja Maanteeametilt saadavad elektroonilised õppematerjalid).

Liikluse reguleerija peab kasutama avalikel teedel töötamisel standardile SFS-EN 471 vastavat 3. kaitseklassi hästinähtavat kaitseriietust. Samal ajal, kui töö alustamisest teavitatakse teehalduri esindajat, tutvustatakse ülesande eduka täitmise huvides ka liikluse reguleerijana toimivat isikut.

Liiklust juhitakse peatumismärkidega. Vajadusel võib liikluse reguleerija kasutada ka raadiotelefoni.

Liiklusreguleerija koolitamisel on eriti vaja rõhutada liikluses töötamisega kaasnevat ohtusid ja seda, et peatumismärguande näitamine sõidukijuhile ei tähenda alati seda, et sõiduk ka kindlasti peatub.

Lühiajalised tööd

Üldjuhul arvestatakse, et lühiajalistele töödele kulub enamalt pool päeva (4h). Niisugustest töödest võib liiklejaid hoiatada tee paigaldatavate või kohaleveetavate hoiatusvahenditega. Tee paigaldatava hoiatusvahendi kasutamine on eelistatud ka niisugustel juhtudel, mil töökohast hoiatatakse ainult sõidukil või töömasinal oleva pöörleva või vilkuva kollakaspruuni valgusallikaga ja töökoht on niisuguses kohas, kus see pole piisavalt kauguselt selgesti nähtav. Hoiatusvahend võidakse paigaldada sõiduraja paremale servale või ühesuunalise sõiduraja sellele poolele, kus töökoht asub.

Tee lühiajaline sulgemine liikluseks

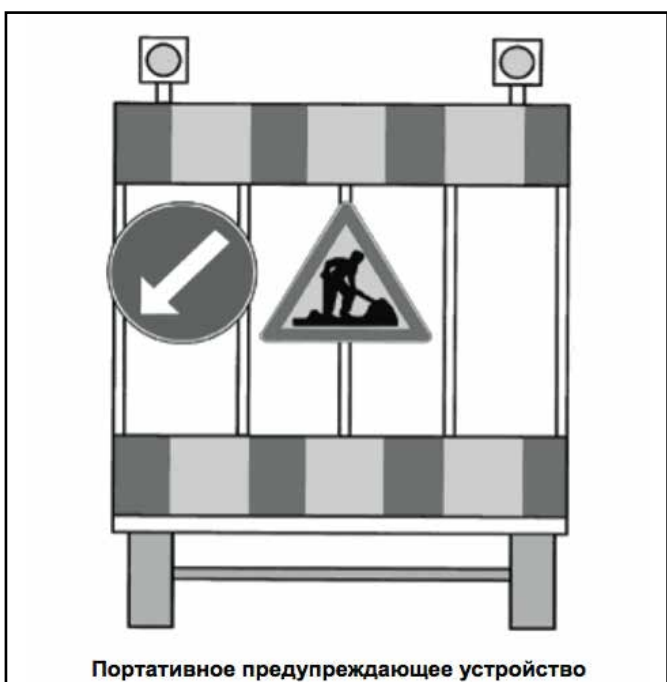
Õhuliini vedamisel üle tee või muude lühiajaliste tööde tegemisel peatatakse liiklus mõlemas sõidusuunas. Liikluse juhtimine ja peatuspaigad tuleb korraldada nii, et liiklusjuht saaks mõlemas sõidusuunas liiklust jälgida. Tee sulgemisest tuleb teavitada maanteeliikluskeskust (tel. 0200 2100).

Liiklus tööde piirkonnas

Peatöövõtja vastutav isik peab jälgima töökohal olevate sõidukite kasutamist nii, et need ei ohustaks ega takistaks



Joonis 60. Tee paigaldatud hoiatusvahed. (Liikluskorraldus võrgutööde ajal, joonis 5.2)



Joonis 61. Veetav hoiatusvahend. (Liikluskorraldus võrgutööde ajal, joonis 5.1)

tarbetult muud liiklust. Töökohal olevaid sõidukeid, töömasinaid ja seadmeid ei tohi vajaduseta jätta sõidurajale seisma, kui üldine liiklus maanteel on lubatud. Tööde katkestamisel tuleb sõidukid ja töömasinad viia väljapoole sõidurada või alale, mis on liiklusest kaitsetõketega ja hoiatustuledega eraldatud. Liiklusseadusele mittevastavates olukordades tuleb sõidukites ja töömasinates alati kasutada hoiatustulesid.

Kaitseriietus

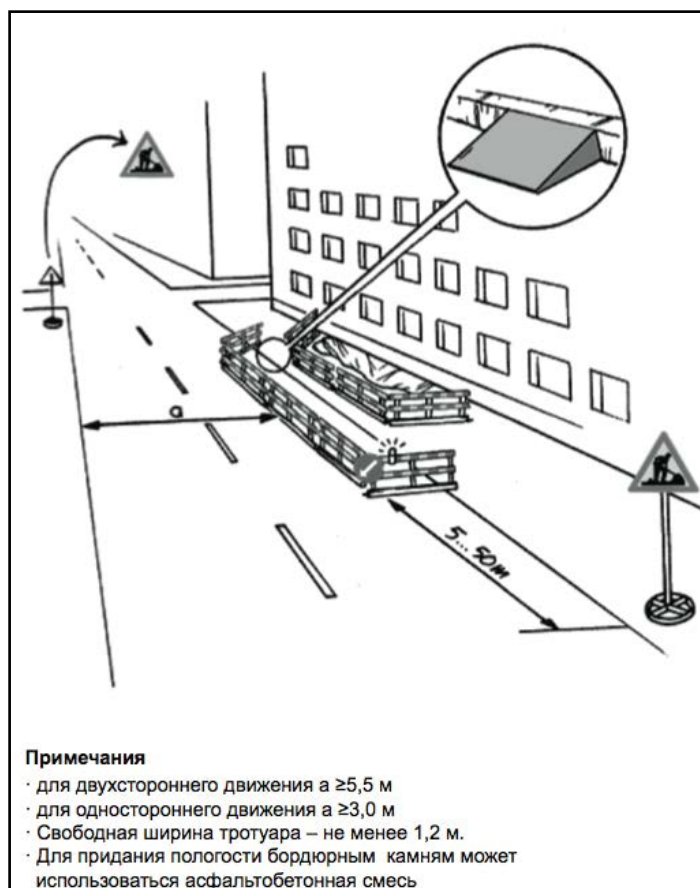
Teedel tehtavate tööde korral tuleb kasutada standardile SFS - EN 471 vastavat silmatorkavat kaitseriietust. Juhul, kui lepingus või tööloa tingimustes pole kokku lepitud teisiti, järgitakse Maanteeameti poolt kehtestatud põhimõtteid maanteel töötamisel, mille kohaselt töötajate kaitseriietuse kaitseklass on 2 ja liikluse juhtijal 3. Muudel teedel töötamisel määrab kaitseklassi tee haldaja või määratakse kaitseklass vastavalt tööettevõtja poolt läbiviidud riskianalüüsi tulemustele.

Töökohti kaitsvad ehitised ja tõkked

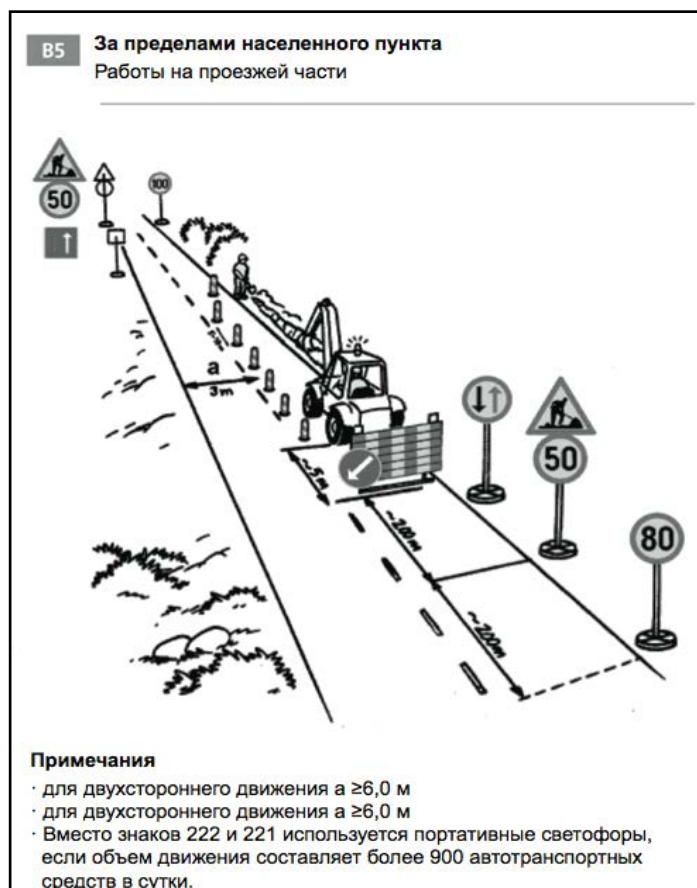
Piki teed paikneva töökoha kaitsmiseks saab kasutada teras- või betoonkonstruktsioone. Sõidurajaga risti kulgevat ohtlikku kraavi kaitstakse lisaks tõkkevahenditele kaevise ees oleva turvatsooniga ja pörkepiirdega (liivakuhilate, autorehvidest moodustatud piirdega). Veoautode või töömasinatega tehtavaid liikuvaid või lühiajalisi töid soovitatakse tiheda liiklusega teel kaitsta hoiatussõidukiga.

9.6.11. Näiteid liikluse korraldamisest kaablitööde teostamisel

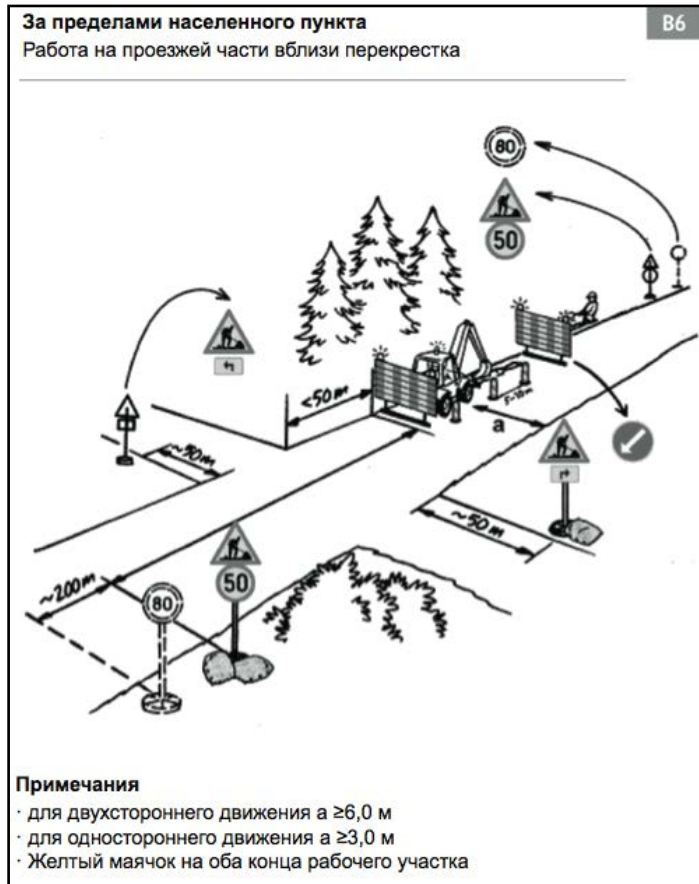
Töötervishoiu- ja tööohutusekeskuse poolt avaldatud käsiraamatus „Liikluskorraldus võrgutööde ajal“ on esitatud näited liikluskorraldusest töökohtade erineva iseloomu ja asukoha korral. Järgmistel joonistel on mitu näidet, mis näitavad kaablivõrkude ehitusplatse. Üksikasjalikud juhised nende näidete kohta on leitavad eespool viidatud käsiraamatust.



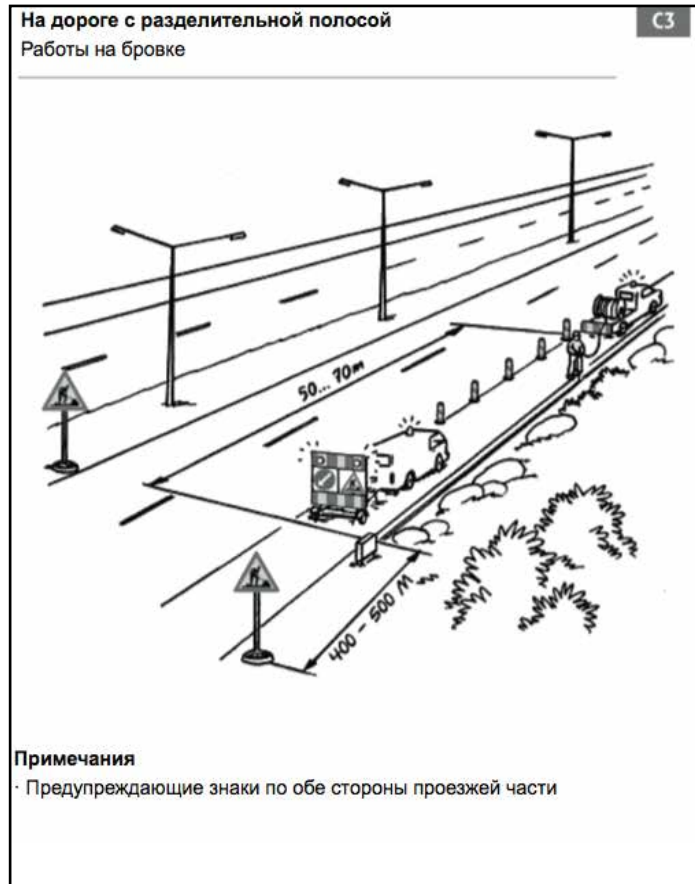
Joonis 62. Töö asula piirkonnas, suurim lubatud kiirus on 50 km/h, sõidurada on tööde tõttu kitsenenud (Liikluse korraldamine võrgutööde teostamisel, näide A2).



Joonis 63. Töö väljapool asulaid, töö sõidurajal (Liikluskorraldus võrgutööde ajal, näide B5).



Joonis 64. Töö väljapool asulaid, töö sõidurajal ristmiku lähedal (Liikluskorraldus võrgutööde ajal, näide B6).



Joonis 65. Töö kaherealisel teel, töö teepeenral (Liikluskorraldus võrgutööde ajal, näide C3).

10. KAABLIKRAAVI KAEVAMINE

10.1. Kaablikraavi mõõtmised

10.1.1. Kaablikraavi sügavus

Kaablikraavi sügavus sõltub sinna paigaldatava kaabli omadustest ning kohalikest oludest nagu pinnase iseloomust ja külmumise ulatusest.

Standardis SFS 6000-8-814 antakse kaabli paigaldamiseks pinnasesse järgmised juhised:

”814.3 Kaabli paigaldamine ja kohaleasetamine

Pinnasesse paigaldatavad kaablid tuleb asetada piisavalt sügavale või kaitsta neid eraldi mehaaniliste toimete eest. Paigaldussügavus sõltub kohalikest oludest nagu nt pinnase iseloomust ja selle külmumise ulatusest, krundi omandisuhetest ja kasutusotstarbest (nt kas maad kasutatakse põllunduses), võimaliku liikluse tihedusest ja looduslikest asjaoludest vms mõjuritest. Erinõuded kaablite paigaldussügavuse kohta on esitatud osades 705 ja 708.

Juhul, kui asjakohastes standardites ei nõuta muud, siis üldjuhul soovitatakse kaablit paigaldada vähemalt 0,7 m sügavusele. Sõltuvalt oludest ja kaabli lisakaitse-vahenditest võib metallmantliga kaablite korral paigaldaja ja omaniku äranägemisel piirduda ka väiksema paigaldussügavusega.

Juhul kui pinnasesse paigaldatakse kaabel, millel ei ole maandatavat puutekaitset, nt tüübid AXMK või AXMKE, tuleb kaablit mehaaniliselt kaitsta eri paigaldussügavustes vastavalt tabelile 814A (vt tabel 16).

Pinnasesse paigaldatavaid kaableid tuleb mingil viisil mehaaniliselt kaitsta ka suurte ja teravate kivide vms esemete eest, nt toruga või peeneteralise liivaga kaabli ümber.

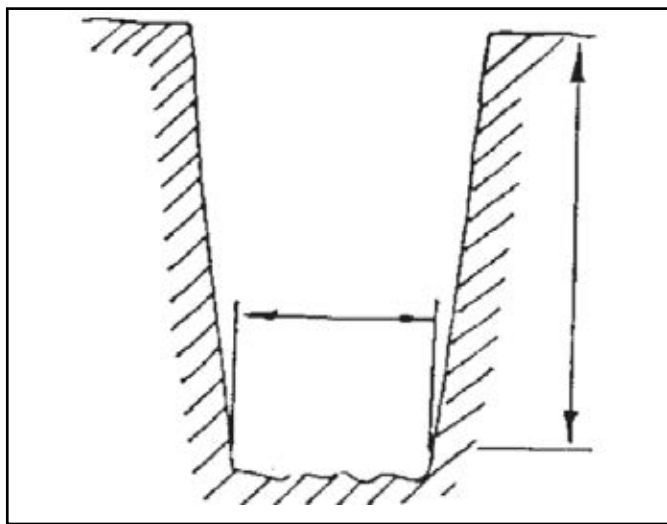
Pinnases olevate kaablite peale, 0,2...0,4 m sügavusele maapinnast, on soovitatav asetada kaabli asukohta näitav hoiatuslint.”

Tabel 16. Standardi SFS 6000-8-814 tabel 814A: Metallmantliga maakaablite kasutamine erinevates paigaldussügavustes

Kaabli paigaldussügavus h	Standardile SFS-EN 50086-2-4 vastava löögikindluse järgi	Standardile SFS 5608 vastava tugevusklassi järgi
$h > 0,7 \text{ m}$	märgistuslint	märgistuslint
$0,5 \text{ m} < h < 0,7 \text{ m}$	kerged talitlusolud L	kerged talitlusolud C
$0,3 \text{ m} < h < 0,5 \text{ m}$ aedades ja parkides	tavatalitlusolud, N	rasked talitlusolud A
$0,3 \text{ m} < h < 0,5 \text{ m}$ muudel aladel	tavatalitlusolud, N	poolrasked talitlusolud B

Peale standardile vastavate plastist kaitsetarvikute võib kõikidel juhtudel kaitsena kasutada ka muid vähemalt sama tugevusega torusid, renne või plaate.

Paigaldussügavust võib lugeda samuti kaabli kaitsemeetmeks. Jõukaablite korral tuleb kaablid üldjuhul paigaldada nii, et suurema nimipingega kaablid tuleb paigaldada sügavamale. Tähtsamad juhtimiskaablid paigaldatakse samuti sügavamale.



Joonis 66. Kaablikraavi mõõtmed.

Üldjuhul kasutatakse järgmisi paigaldussügavusi:

≤ 1 kV kaablid	0,5...0,7 m,
6...20 kV kaablid	0,7 m,
30...45 kV kaablid	0,9 m,
110 kV kaablid	1,2 m,
juhtimis- ja telefonikaablid	0,5...0,7 m.

Kaabli läbiviimisel avaliku tee alt peab kaablikraav olema vähemalt 0,8 m sügav ja raudtee all vähemalt 1,4 m sügav. Kaablikraavi ei tohiks ka liiga sügavaks kaevata, sest koos kraavi sügavusega kasvab ka asjatute kaevetööde maht ja kaabli hilisem väljakaevamine muutub raskemaks.

10.1.2. Kraavipõhja laius

Kraavipõhja laius sõltub sinna paigaldatavate kaablite arvust ja kaitseviisist. Ühe kaabli tarbeks piisab 20...30 cm laiusega kraavist.

Hõlpsasti kokkuvajavas pehmes pinnases tuleb kaablikraav varingu vältimiseks kaevata küllaltki laiaks ja arvestada seejuures ka vajadusega paigaldada toestuskonstruksioone.

Juhul, kui kraavi paigaldatakse mitu jõukaablit või üheskoos jõu- ja juhtimiskaablid, peaks nende soovitatav vahekaugus üksteisest olema vähemalt võrdne kaabli läbimõõduga.

SFS 6000-8-814, jaotis 814.3:

”--- Elektri- ja sidekaablite paigaldamisel samasse kaevikesse peab nende vahel olema piisav vahekaugus.”

Juhtimiskaablid omavahel ja telefonikaablid omavahel võivad olla üksteise vastas. Juhtimis- ja telefonikaablite vahekauguseks soovitatakse 5 cm.

Kõrgepingekaablite ja sidekaablite vahekaugus peaks olema vähemalt 0,5 m.



Joonis 67. Kaablikraav peaks olema võimalikult sirge (Pori Energia Sähköverkot).

Kaablikraav peaks olema võimalikult sirge ja käänaku- ning nurgakohtadel tuleb järgida kaabli vähimalt lubatud painderaadiuse nõudeid.

10.2. Kaablikraavi pinnakihi eemaldamine

10.2.1. Kasvumullakiht

Kasvumullakiht tuleb eemaldada kaablisüvendi pealt enne kraavi kaevamist. Kasvumullakiht eemaldatakse mahamärgitud kaablikraavi kohalt u 25 cm laiusest ja teisaldatakse u 1,5 m kaugusele kaablikraavi servast ja kraavi sellele küljele, mida ei kasutata liikluseks.

10.2.2. Muru ja taimed

Nendes kohtades, kus kaablitrassil on olemas muru ja taimed, soovitatakse tööde teostamises kokku leppida

maaomanikuga. Üldjuhul kaevatakse süvend ekskavaatoriga ja kaablitööde järel heakorrastatakse muru ning taimede istandused.

10.2.3. Sillutus- ja plaatimistööd

Tänavasillutis ja -plaadid eemaldatakse väikesemahuliste tööde korral käsitööriistadega. Suuremahuliste tööde korral kasutatakse pinnase lahtikaevamiseks ekskavaatorit. Ka sel juhul tehakse tööde ettevalmistus käsitsi. Plaadid või kivid eemaldatakse kaevise kohalt ja tõstetakse kõrvale.

10.2.4. Pealiskihi eemaldamine

Kaablitööde tegemiseks eemaldatakse trassi alalt vajaliku laiusega asfaldi pealiskiht nii, et löikeserv oleks võimalikult sirge. Asfaldikatte kahjustamist väljapool kaablitrassi tuleks vältida.

Üldjuhul kasutatakse asfaldikihi lõikamiseks kaevemasinaga ühendatud asfaldilõikurit.



Joonis 68. Kaevemasin lõikab asfalti (Tampereen Vera).

10.3. Keltsakihi eemaldamine

10.3.1. Keltsakihi lõhkumine

Juhul, kui trassi kohal ei ole maakaableid ega muid juhte, siis külmunud pinnasekiht purustatakse. Neis kohtades, kus pinnases on kaableid, tuleks kasutada keltsa sulatamist.

Kõige tõhusamalt purustab keltsakihti ekskavaatori külge monteeritud hüdrauliline löökvasar. Sama masin sobib ka muude kõvade pinnasekihtide purustamiseks.

Väiksematel objektidel võib külmunud kihi eemaldada suruõhukompressori abil töötava puurmasina või löökvasaraga või ka sisepõlemismootori abil töötava kivilõhkumismasinaga.

10.3.2. Keltsakihi sulatamine

Külmunud pinnase kaevamisel kasutatakse nüüdisajal üsna sageli pinnase sulatamist. Tavaliselt kasutatakse selleks õlipõletusleegi või heitgaaside suunamist otse maapinnal asuvasse tunnelisse, mille pikkus on 20...40 m. Ühepäevasest kuumutamisest piisab ka sügaval asuva keltsa sulatamiseks ja pinnas on pärast seda tavapärasel viisil kaevatav. Keltsa sulatamiseks kasutatakse ka auru.



Joonis 69. Keltsakihi lõhkumine mehaanilise löökvasaraga (Tampereen Vera).



Joonis 70. Ölipõletamisega keltsasulataja.

Kohtades, kus sulatatav pindala on väike ja kus elektritoide on lähedal, nagu nt trafode ja kaablikappide läheduses, võib keltsta sulatada selleks otstarbeks ehitatud elektriliste soojendusmattide või sulatuseslementidega.

Juhul, kui ühes kohas on vaja sulatada väikest ala, nt foorimasti alust pinnast, kasutatakse vedelgaasipõleteid.

10.4. Kaablikraavi kaevamine labidaga

Labida kasutamine on vajalik nendes kohtades, kus kaabli kahjustamise oht ekskavaatoriga kaevamisel on suur või kui ekskavaatori kasutamine põhjustab muud kahju. Lisaks kasutatakse labidatööd ka ekskavaatoriga kaevamisel

abivahendina, kui kaevatakse lahti kohti, milles on varem paigaldatud kaableid.

10.5. Kaablikraavi kaevamine ekskavaatoriga

Sõltuvalt kaablitööde kohast kaevatakse kaablikraav erinevate kaevamisvahenditega. Suurte kaevetööde korral kasutatakse suuri ratasekskavaatoreid ja väikeste kaevetööde korral miniekskavaatoreid. Kaevetööd teeb üldjuhul pinnasetöödele spetsialiseerunud ehitusettevõtja. Ekskavaatorid peavad olema varustatud tööks sobiva kopaga.

Erikohtades, kus võivad esile tulla varem paigaldatud kaablid, saab trassi puhastamiseks kasutada ekskavaatoriga ühendatavat kaabliharja.

10.6. Kaevetööde tegemine

10.6.1. Kaevetrassi tähistamine

Asulates tuleb ekskavaatori liikumistee hoolikalt maha märkida, kusjuures sageli valmistatakse liikumisteed ette kaevamistöde edenemise käigus. Sel juhul saab kaevamiseks valida kõige parema, võimalikult takistustevaba trassi.



Joonis 71. Kaevetrassi tähistamine tee pealispinnal (Tampereen Vera).

10.6.2. Pehme pinnase kaevamine

Pinnase saab liigitada pehmeks, kui seda saab ilma takistusteta labidaga kaevata ja kui pinnast saab eemaldada käsitööriistadega. Pehmed pinnased on meie oludes liiva-, mulla- ja kruusapinnased.

Kaablikraav kaevamisel ühe kaabli jaoks kasutatakse spetsiaalse kitsa kopaga ekskavaatorit, mille puhul kraavi laius tuleb sobiv ja pinnast ei tarvitse liiga palju asjatult teisaldada. Vanade betoonikihiga kaetud kaablite välja-kaevamisel tuleks kasutada sirge servaga, hambutut koppa.

Neil aladel kus pinnasesse on paigaldatud muid trasse, kaasatakse kaablikraavi kaevamisel lisaks ekskavaatorijuhile veel teist isikut, kes juhendab ekskavaatorijuhti ja vajadusel kaevab kriitilised kohad labidaga.

Maastikul, kus pole ettejuhtuvate kaablite ohtu, kaevab ekskavaatorijuht iseseisvalt kaablikraavi varem mahamärgitud kohale.

Kaablikraavist väljakaevatud pinnas tõstetakse teisele poole kraavi ja piisavale kaugusele, et see ei pääseks kraavi tagasi valguma. Eelkõige tuleks kõik kivid ja kõvad pinnasetükid eemaldada kraavi servalt, et need kaabli vedamise ajal ei satuks kraavi ega muljuks kaablit.



*Joonis 72. Ekskavaator kraavi kaevamas
(Pori Energia Sähköverkot).*

kivisel (kaljusel) pinnasel ning ka pehmel, kuid külmunud pinnasel.

Kõva pinnasekihi purustamiseks ja kaevatavaks muutmiseks kasutatakse üldjuhul hüdraulilise löökvasaraga masinaid. Mõnikord kasutatakse ka lõhkamist, kuid ohutuse tagamiseks kasutatakse lõhkamist vaid harvadel juhtudel kaablikraavi rajamisel läbi kaljuse pinnase.

Jäme pinnas tuleb üldjuhul ära vedada, sest seda ei saa kasutada kaablikraavi täitmiseks, kõva kivine pinnas võib rikkuda kaabli.

Kaevetööde tegemisel tänava- ja teetaladel tuleb väljakaevatud pinnas kohe laadida veoautole ja vedada pinnase ladustuspaigale. Teehaldur nõuab kaablikraavi täitmist tänavaalal teatud kihtide kaupa. Kaevetööde ajal lähevad erinevad pinnasekihid segamini, mistõttu neid ei saa enam kraavi täitmisel kasutada.

10.6.4. Kaevamisel esiletulevad varem paigaldatud kaablid

Kraavi kaevamise ajal esile tulla võivate muude kaablitega tuleb olla eriti ettevaatlik. Kaevetööde korraldamisel võib piisavalt varajasel etapil kasutada käsitsi kaevamist. Uueks meetodiks varem paigaldatud kaablite esiletoomisel on kaabliharja kasutamine.

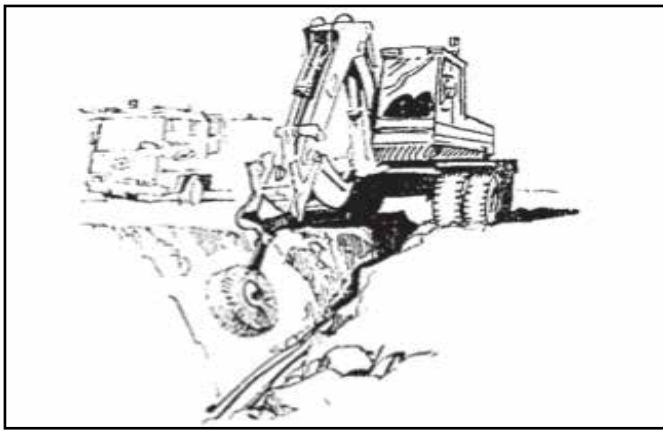
Juhul kui tegemist on nii pehme pinnasega, et kraavi servad võivad kokku variseda, tuleb kraavi servad kaabli paigaldamise ajaks toetada. Toestamine on sageli üsna tülikas, kuid mõnikord on see hädavajalik. Toestamiseks võib kasutada sobivaid laudadest raketisi või ehitusplaate. Varisemisohtlikus pinnases tuleb kaevata piisavalt lai kraav nii, et toestuskonstruktsioonid ei takistaks kaabli paigaldamist.

10.6.3. Kaevetööd kõvas pinnases

Kõva pinnase näiteks on tihedaks surutud moreen või paas, või pinnas, mille eemaldamiseks on vaja kasutada eritööriistu (löökvasaraid). Samal viisil tuleb kaevetöid teha ka



Joonis 73. Tüüpiline kaablikraav. Väljakaevatud pinnas on ära veetud, kuna see jääb talvisel ajal kraavi serval.



Joonis 74. Kaabliharja töö.

Juhul, kui kaabli alla tuleb kaevata kraav, tuleb kaableid toetada nt järgmiselt:

- Toestatavate kaablite kaitsekaitserennid eemaldatakse.
- Kantakse hoolt, et kaablitähised oleks kindlalt kaablite küljes.
- Kaablid paigaldatakse laudadest tehtud renni, millel on ka kaas.
- Üle kraavi paigaldatakse ristpuud ja renn seotakse nende külge terastraadiga.

10.7. Liiklustrassi alt läbimine

10.7.1 Üldist

Painduva kaabli vedamine eeldab sageli, et kaablitrassi teatud kohtades tuleb eelnevalt maha panna kaablikanalina kasutatavad torud. Nendeks kohtadeks on sõiduteede, tänavate, maantee ja raudteede altläbiviigud.

Juhul, kui kaablitrassil ei ole vanu torusid, tuleb altläbiviigud teostada kaablikraavi kaevamise etapil kas kaevamisega või eriliste allmaaviigu seadmetega. Kõikideks kaevetöödeks on vaja hankida teehalduri käest kaablipaigaldus- ja kaeveluba. Lubade hankimist on käsitletud käesoleva raamatu 9. peatükis „Kaablitööde ettevalmistamine“. Kaevetööde luba sisaldab ka kaevetööde alal nõutavat liikluskorraldust.

Maanteele ja asulate peatänavatele ei anta kaevetööde luba, kaabli allmaaviik tuleb teha teepinda rikkumata. Nüüdisajal on raske läbi kaevata ka väiksemaid teid.

Sageli pole võimalik katkestada liiklust kogu teel, vaid see kaevatakse läbi nii, et korraga suletakse vaid osa sõiduridadest. Liiklus tuleb hoolikalt juhtida töökohast mööda, et töötajad ega teel liiklejad ei oleks ohustatud. Pimedaajal töötamisel tuleb töökohta korralikult valgustada. Kriitilistes kohtades tuleb tööd korraldada nii, et need toimuksid väiksema liiklustihedusega aegadel.

10.7.2. Allmaatorude paigaldamine

Kaablikaitsetorud valmistatakse vastavalt standardi SFS 5608 nõuetele. Nüüdisajal kasutatakse üldjuhul PE-plastist valmistatud kaablikaitsetorusid.

Kaablikaitsetorude välisläbimõõdud on 50, 75, 110 ja 140 mm, toru värv on kollane. Sideotstarbeliste kaablikaitsetorude värv on punane.

Kaablikaitsetorud jaotatakse vastavalt standardile SFS 5608

ringjäikuse ja löögitugevuse alusel tugevusklassidesse A ja B. A-klassi torude ringjäikus on $SN \geq 16 \text{ kN/m}^2$ ja B-klassi torude ringjäikus on $SN \geq 8 \text{ kN/m}^2$.

A-klassi (SH 16-klassi) raskete talitlusolude torusid kasutatakse maa-alustes torustikes ja liivatäitega kanalites raske liiklusega aladel ning tänavate, maantee ja raudteede allmaaviikudes. A-klassi kaablikaitsetorude suurim paigaldussügavus on 6,0 m.

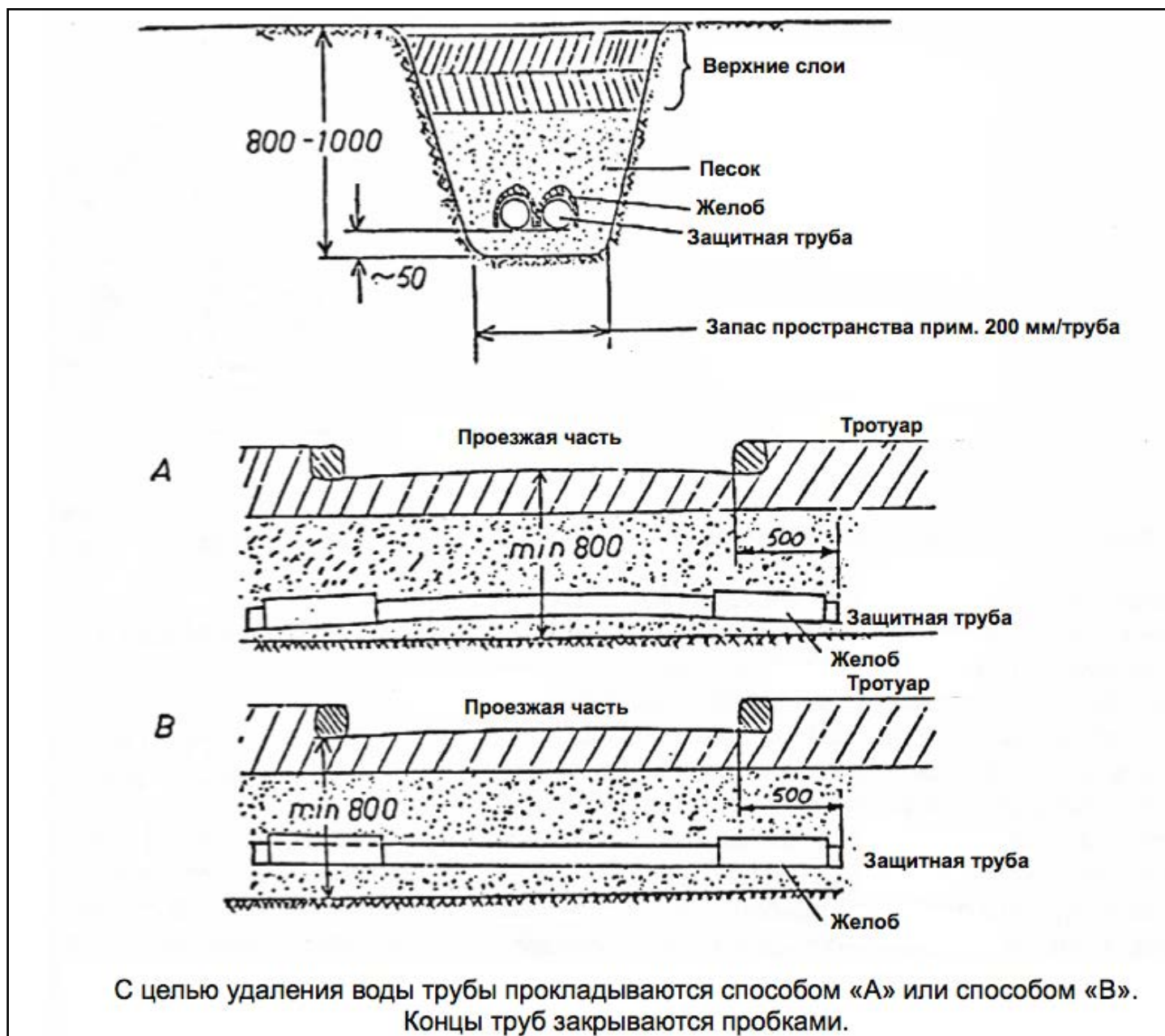
B-klassi (SH 8-klassi) poolraskete talitlusolude torusid kasutatakse liivatäitega kanalites ja maaalustes torustikes väljapool raske liiklusega hõivatud alasid. B-klassi kaablikaitsetorude suurim paigaldussügavus on 6,0 m.



Joonis 75. Kaevisest esile tulevate kaablite toetamine.

Elektrijaotusvõrgu kaableid veetakse igasse torusse korraga vaid üks.

Muudes süsteemides tõmmatakse samasse torusse üldjuhul vaid need kaablid, mida saab sinna samaaegselt vedada, kuid enamalt võib ühes torus olla 4 tänavavalgustuskaablit või madalpinge- ja tänavavalgustuskaabel ning kaks madalpingelist juhtimis- või nõrkvoolukaablit. Kaablite arv sõltub ka torustiku pikkusest ja seda on vaja kaaluda iga juhtumi puhul eraldi.



Joonis 76. Paigaldatud allmaatorude tähistamine joonisel.

Kaablikaitsetorude all peab kanalis olema 5 cm kiht tihendatud liiva nii, et liiv kannaks toru võimalikult ühtlaselt. Kanali läbiviimisel sõiduraja alt peaks torustik ulatuma sõidurajast vähemalt 50 cm võrra kõnnitee poole. Elektriraudtee alt läbiviimisel peaks torustik ulatuma 5 m võrra raudteest mõõdetuna väljapoole. Pärast paigaldamist suletakse torud plastist korkidega, millega tõkestatakse pinnase pääs torudesse.

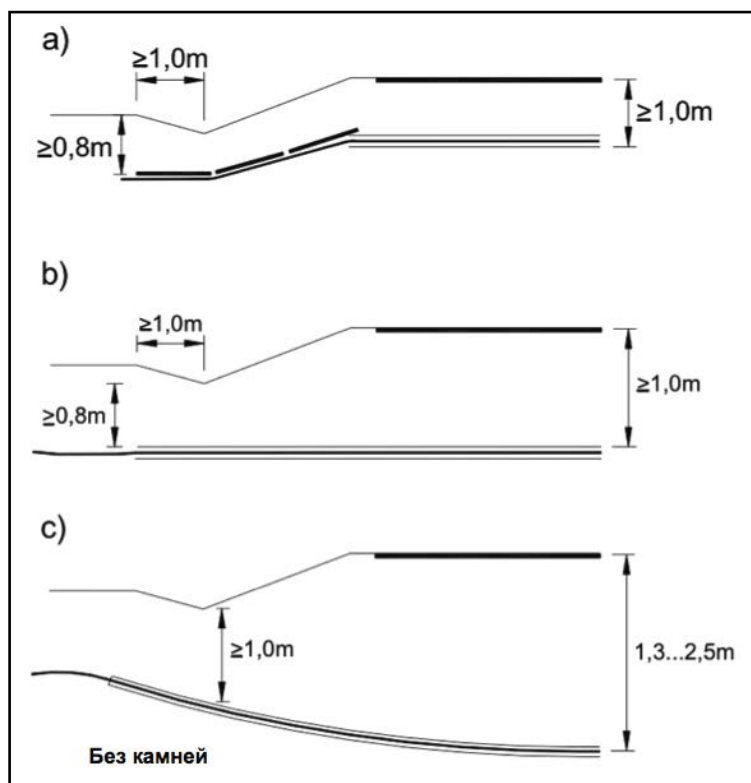
Torustiku tegemisel tuleks ka edaspidiste vajaduste tarbeks paigaldada kohe piisav arv varutorusid. Varutorud tuleks paigaldada nii, et need oleks hõlpsasti leitavad ja väljakaevatavad. Varutorustik tuleks paigaldada nii, et see ulatuks piisavale kaugusele allmaaviigu ehitistest, nt väljapoole teekatet. Vabade torude asukoht, mõõtmed ja arv tuleb märkida kaablitrasside kaardile.

Kaablikaitsetorude all peab kanalis olema 5 cm kiht tihendatud liiva nii, et liiv kannaks toru võimalikult ühtlaselt. Kanali läbiviimisel sõiduraja alt peaks torustik ulatuma sõidurajast vähemalt 50 cm võrra kõnnitee poole. Elektriraudtee alt läbiviimisel peaks torustik ulatuma 5 m võrra raudteest mõõdetuna väljapoole. Pärast paigaldamist suletakse torud plastist korkidega, millega tõkestatakse pinnase pääs torudesse.

Torustiku tegemisel tuleks ka edaspidiste vajaduste tarbeks paigaldada kohe piisav arv varutorusid. Varutorud tuleks paigaldada nii, et need oleks hõlpsasti leitavad ja väljakaevatavad. Varutorustik tuleks paigaldada nii, et see ulatuks piisavale kaugusele allmaaviigu ehitistest, nt väljapoole teekatet. Vabade torude asukoht, mõõtmed ja arv tuleb märkida kaablitrasside kaardile.



Joonis 77. Tänaval (tee) alt läbiviik
(Pori Energia Sähköverkot)



Joonis 78. Üle 1 kV ja kuni 45 kV maakaabli paigaldamine maantee alla
(Elektriliinid ja maanteed 7.3.2011, joonis 13.).

Joonise 78 selgitused:

- a) Tee alla ulatuv terasest, betoonist või plastist kaablikaitsetoru, mille jätkuks on kuni 45 kV kaablite korral betoonplaat, mis ulatub vähemalt 1 m võrra kraavi põhja alt mõõdetuna teisele poole kraavi.
- b) Sõiduraja, teepeenra ja poolkraavi alla ulatuv vähemalt A-klassi kaitsetoru, mis ulatub vähemalt 1 m võrra poolkraavi põhja alt kraavi välisnõlva taha.
- c) Suundpuurimisega teostatud mitme liiklustrassi või laia teeala alt läbiviik kivideta pinnases. Kaitsetoru on plastist. Tee ehituskihtide ja kuiva pinnakihi paksuse tõttu on sobiv sügavus tavaliselt 1,3 – 2,5 m. Toru ulatub vähemalt 1 m kaugusele poolkraavi põhjast välisnõlva alla.

10.7.3. Altläbiviikude seadmed

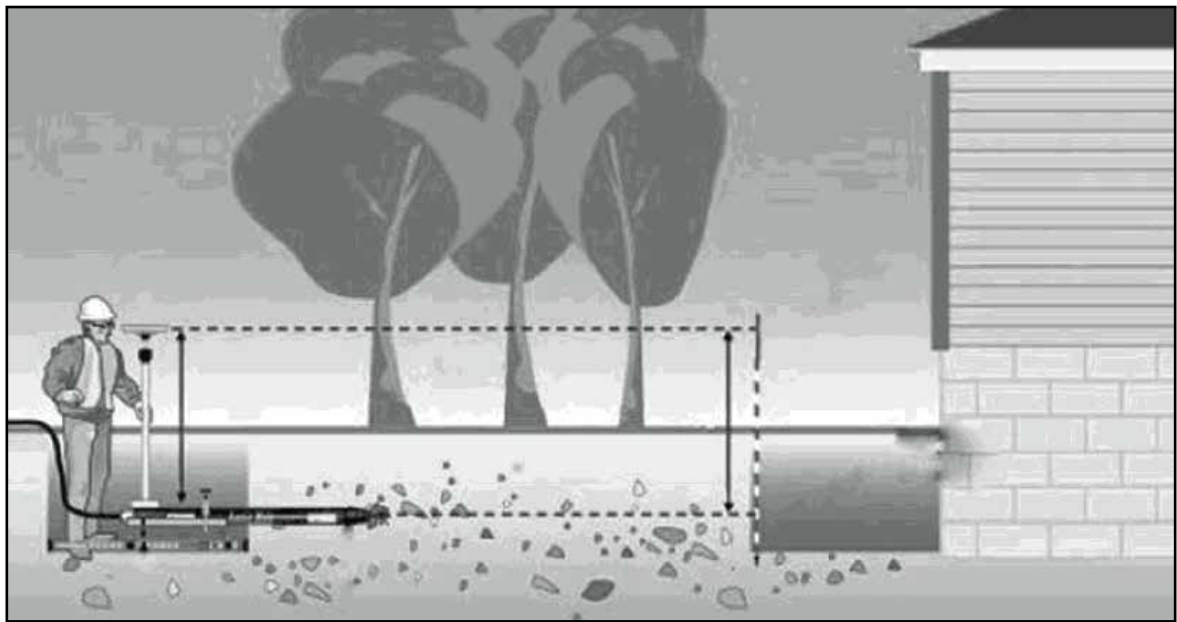
Liiklustrasside altläbiviikude tegemiseks on kasutusel mitmed meetodid, millega altläbiviigu toru saab paigaldada ilma maapinda või teekatet rikkumata ning liiklust häirimata. Altläbiviikude teostamine tellitakse tavaliselt sellele spetsialiseerunud tööettevõtjalt.

Uuristamismeetod (survekoonuse meetod)

Meetod sobib tänavate, teetammide, aiandite vms alade altläbiviikude teostamiseks. Torudena kasutatakse plasttorusid $\varnothing$ 50...140 mm.

Meetodi korral kasutatakse suruõhuga käitatava liikuva teraga metallsilindri suunamist lähtekohast rihtimisest abili abil täpselt õigesse suunda. Altläbiviigu torud kinnitatakse vedava silindri külge. Seadme silindri löögijõud surub seda pinnases edasi ja veab toru enda järel. Maapinnas veoseadme ja toru ümber tihendatakse. Seade sobib kasutamiseks kõige paremini pehmes pinnases ülalpool põhjavee taset. Sobivaks pinnaseks on: kruus, liiv, muda ja savi. Meetod ei sobi kasutamiseks pinnases, milles on suuri kive, ning põhjavee tasemest allpool.

Paigalduspikkused 6 – 42 meetrit.



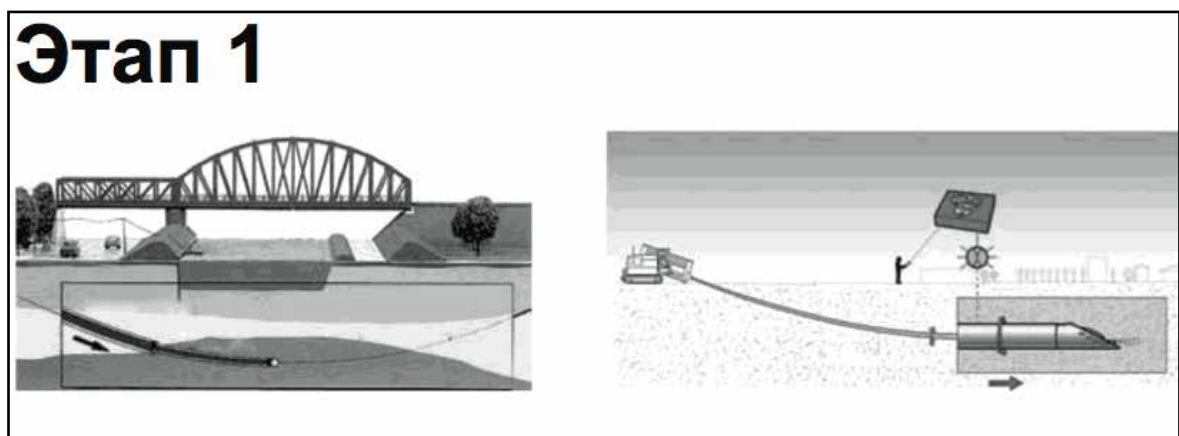
Joonis 79. Põhimõttejoonis altläbiviigu tegemisest uuristamismenetlusega (Lännen Alituspalvelu).

Juhitav suundpuurimine

Meetodi korral kasutatakse trassil puurmasina puuri taga olevat mõõteandurit, mis on vahetult andmeside kaudu seotud puurmasina juhtseadmega, mille abil saab puuri suunda allmaaviigis piisavalt kauguselt juhtida. Näiteks juhul, kui altläbiviik tehakse jõe alla.

Esimesel etapil tehakse toru paigaldamiseks kindlaksmääratud marsruudil suundpuurimisega väikese läbimõõduga piloottrass. Pehmes pinnases puuritakse piloottrass juhitava kõrgsurvepritsiga ja kõvas pinnases vastavalt nn „mudamootori“ tööriista abil.

Kui töödega on jõutud järgmise kaevuni, siis mõõteandur ja puuripea eemaldatakse ja nende asemele pannakse ava laiendav tööriist ja pöörlemist võimaldav konks, mis omakorda ühendatakse trassile veetava kaablikaitsetoruga. Toru vedamisel betoniidisuspensioon määrab ja kaitseb selle välispinda nii, et aja jooksul toru asetub savipadjale.



Joonis 80. Juhitava suundpuurimise tööetapid (Lännen Alituspalvelu)

Meetod sobib kaablikaitsetorude paigaldamiseks. Meetod on eriti sobiv kasutamiseks pehmes pinnases, nagu nt soodes, vesistualadel ja looduskaitsealadel. Seda saab kasutada ka teede või ka tänavate altläbiviikude tegemiseks.

Puuritava toru pikkus on kuni 500 meetrit. Läbimõõt 50 – 400 mm. Meetod sobib kasutamiseks kui pinnases on savi, muda, liiv ning homogeenne kivimassiiv. Probleemne pinnas on moreen ja mittehomogeenne kivimassiiv.

Löökpuurimine

Löökpuurimist kasutatakse siis, kui altläbiviik tuleb teha probleemsesse segapinnasesse. Löökpuurimist võib teha ka ühtlasesse kivimassiivi.

Meetod sobib allmaaviikude tegemiseks tänavate, teetammide, kanalite, kiirteede, asfaltkatete vms alla.

Meetodi korral toimib horisontaalne löökpuur, millega trassile puurimise edenemisel surutakse terasest kaitsetoru, mis jääb trassile. Vajadusel toru jätkatakse keevitamisega. Terasest kaitsetorusse veetakse hiljem plastist kaablikaitsetorud.

Kasutatavate torude läbimõõdud on 219 – 1220 mm. Torustiku paigalduspikkus on 6 – 90 m.

10.8. Kaablikraavi ettevalmistamine

Tavaliselt kraavi põhi tasandatakse ja silutakse liivakihiga. Tänavavalgustuskaablite paigaldamisel kraavi põhja ilma rennideta võib kraavi põhi olla küll veidi ebatasane kuid see peab igal juhul olema liivaga kaetud. Liivakihi paksus peaks olema 5 cm. Kraavi põhja pole vaja liivaga katta kerges liivases pinnases või mullas.

Juhul, kui tasandamata põhjaga kaablikraavi, eriti kaevatud kraavi, soovitakse hästi tasandada, tuleb kraavi põhja asetada filtrikangas, mis takistab liiva minemauhtumist koos pinnaveega. Tasandusliiva minemauhtumisel võivad kaablid kahjustuda paindumisel vastu kraavi põhja kõva pinnast.

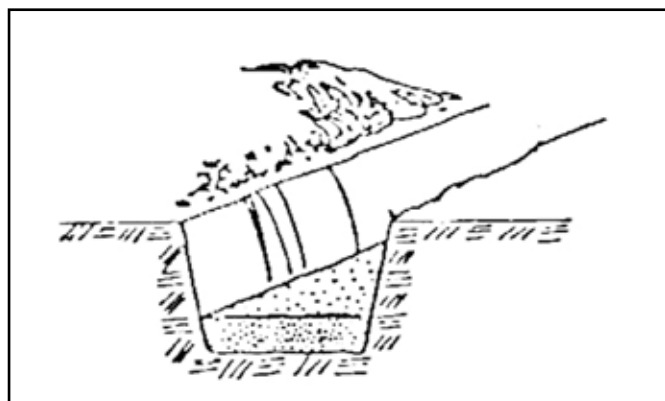
Juhul kui kaablikraavi paigaldatakse vasktross või muu vastav elektrijuht maanduselektroodiks, tuleb selle paigaldustöö teha enne kaablikraavi põhja katmist liivakihiga.

10.9. Kaablijaotuskappide paigaldamine ja kaabli jätkamine kaablikraavis

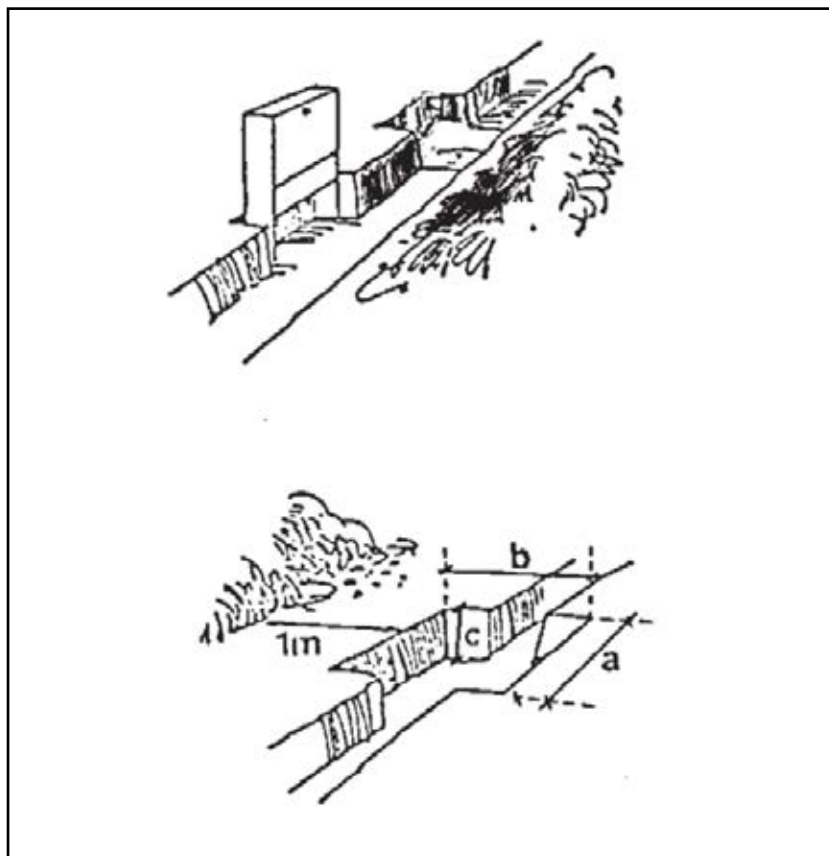
Kaablijaotuskapi paigaldamine sõltub kapi mõõtmetest ja kujust. Näiteks kapi aluse jaoks kaevatakse 100 cm sügavune süvis, mille põhjapind on 130 cm x 130 cm. Kapi alus paigaldatakse rõhtsas asendis nii, et selle ülapind jääks 20...30 cm teekatte pinnast ülespoole.



Joonis 81. Löökpuurimine, löögipea on kinnitatud kaitsetoru külge (Lännen Alituspalvelu).



Joonis 82. Kaablikraavi ettevalmistamine.



Joonis 83. Kaablijaotuskapi paigaldamine ja kaabli jätkamine kaablikraavis.

Tabel 17. Kaabli jätkamissüvendi mõõtmed.

Kaabli ping	Pikkus (a) cm	Laius (b) cm	Sügavus (c) cm
110 kV	700	200	140
20 ja 30 kV	350	250	100
10 kV	350	200	100
1 kV	200	150	80
sidekaabel	200	200	80

Pikkus ja laius tähendavad süvendi põhja mõõtmeid.

Juhul, kui kaabel (üldjuhul madalpingekaabel) on võimalik viia lõtvunud olekusse, siis jätkamissüvist eraldi ei kaevata ja kaabli jätkumuhv tehakse maapinna tasandil. Sel juhul asub jätkukoht sageli masti aluse juures, ühenduskapi ees vms kohas.

10.10. Kaablikanalid

Kaablikanalid ehitatakse valmis koos tänava- ja haljastustöödega ja kaablid tõmmatakse valmis kanalitesse. Kaablikanali lõpus ja ka kanali keskel võivad olla kaablikaevud, mille kaudu saab kaablit vedada kanalisse või vahekaevu kaudu aidata kaabli vedamisele kaasa. Kaablikanalite ehitamine on eraldi ehitustöö, mida tehakse vastavalt kaablitorude valmistaja juhiste.

Kaablikanalid ehitatakse nt järgmistesse kohtadesse:

Vastavalt talitlusoludele ehitatakse liivatäitega kanal nt parkidesse ja kõnniteedele, kus ei ole pidevat sõidukiiklust. Nõudlike olude korral, nt tänava ja teealal, kus tehakse kanali läheduses korduvaid kaevetöid ja kus on pidev sõidukite liiklus, on lahenduseks betoonkattega ja betoontäitega kanalid. Nende kahe äärmusliku juhtumi vahepeale jäävate juhtumite jaoks on olemas mitmeid erinevaid asjakohaseid lahendusi.

Torusüvend

Torusüvendi suurus ja kuju määratakse vastavalt kaablite paigaldusprojektile nii, et torusid, kaevusid ja võimalikke kaitsekonstruktsioone saaks paigaldada ja tihendus- ning valutöid saaks asjakohaselt teha. Kaevist ei tehta laiemaks, kui see on tööde seisukohapealt hädavajalik.

Valmis kaevise põhi tasandatakse ja kivid eemaldatakse. Vähemalt 10 cm kaugusel paigaldustasandist ei tohi olla kive ega kaljunukke.

Pinnase kaevamine

Süvend kaevatakse ekskavaatoriga, kusjuures viimistlus võidakse teha labidaga.

Tööde alustamine

Põhi tasandatakse nii, et torud saaks paigaldada kogu pikkuses neid kandvale ja kivideta aluspinnale. Põhi tugevdatakse kruusa, killustiku või ka puitrestiga või betoonplaadiga.

Kaablikanali toru paigaldamine kergetes oludes.

Kasutusjuhised:

- pargid ja kõnniteed, kergliiklusteed, pidev sõidukite liiklus puudub
- pinnas koosneb kruusast, liivast, peenliivast või kuivast kooriksavist
- toru pöörderaadius peaks olema vähemalt 300 korda suurem toru läbimõõdust.

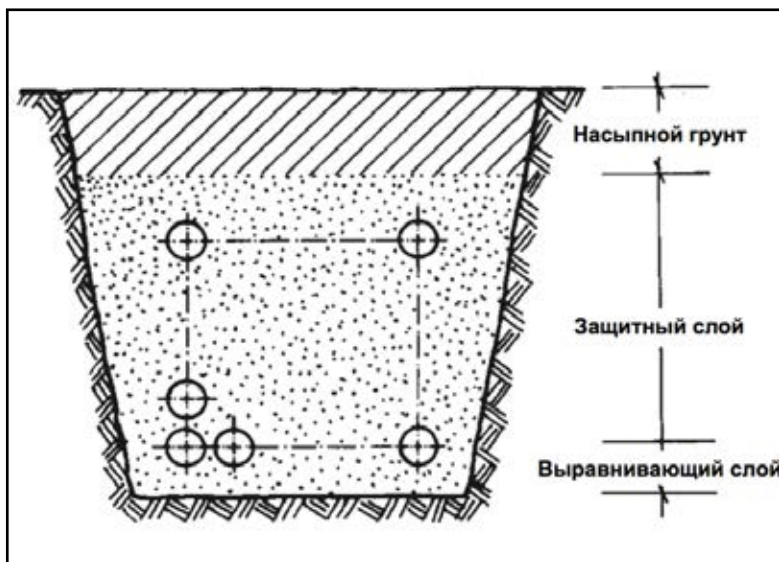
Kaevise mõõtmed määratakse vastavalt paigaldatavate torude arvule. Kaevise põhjale pannakse 10 cm paksune tasanduskiht.

Torud paigaldatakse kaitsekihti vastavalt joonise mõõtmetele. Torude ümber olev pinnas tihendatakse iga torukihi järel kinni tampimisega. Kaitsekiht peaks ulatuma ülemisest torukihist vähemalt 15 cm kõrgemale.

Täitepinnas ei tohi sisaldada kasvumulda, turvast, muda jne. Samuti ei tohi seal olla jäätunud pinnast. Täitepinna tihendamine sõltub kohalikest oludest. Liikluskoormusega aladel peaks täitepinnas olema kandvale kihile ja kattele vastav.

Kaablikanalitorude paigaldamine rasketes oludes.

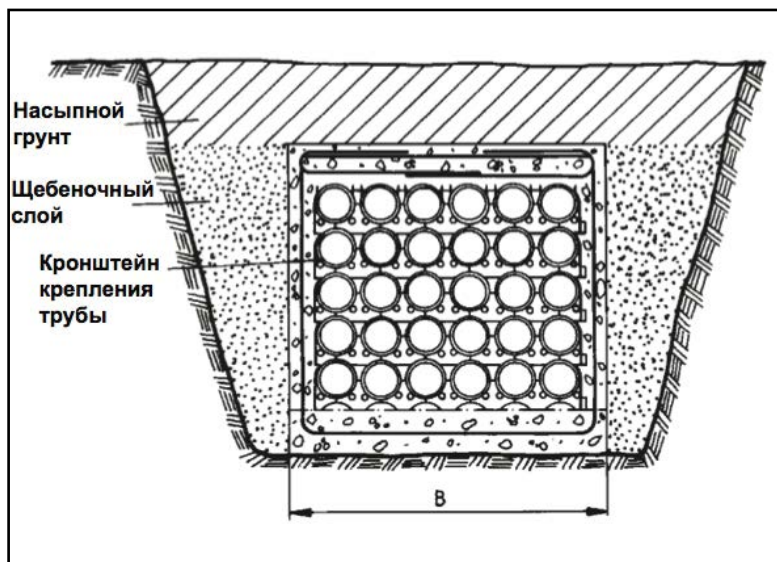
Koormust taluv betoonkattega ja betoonümbrisega kanal.



Joonis 84. Liivatäitega kanali läbiõige.

Kasutuskohad võivad olla:

- tee ja tänavaalad, millel eeldatavalt tuleb kanali läheduses teha kaevetöid ja millel toimub pidev liiklus,
- kohad, kus lubatud teljekoormus on 320 MN,
- liiklusala, kus pinnase üldine kandev sügavus on väga suur,
- liiklusala kus pinnase üldine aluspõhja kandevõime on väike,
- seal, kus toru pöörderaadius peaks olema vähemalt 300 korda suurem toru läbimõõdust.
- Kraavi mõõtmed määratakse vastavalt kaabli-torude arvule.



Joonis 85. Betoonkattega ja betoonümbrisega kanali läbilõige.

Tasasele süvendi põhjale valatakse betoonist vähemalt 10 cm paksune aluskiht. Aluskihi peale paigaldatakse kihtide kaupa klambrite abil kaabli-kanalitorud. Klambrid paigaldatakse 1,5 - 3,0 m vahemaade järele. Kanal valatakse täis kasutades võimalikult õhukese betoonikihiga. Tänavate ja teede kohal võib süvendi täita kõige varem kaks päeva pärast betoonivalu tegemist. Süvendi võib täita samuti nagu eelkirjeldatud juhtumitel.

Kaablikaev

Kaablikanalites on vaja kaablite tõmbamise lihtsustamiseks kasutada kaablikaevusid. Praktikas on kaabli maksimaalseks vedamispikkuseks u 250 m ja sellega on määratud ühtlasi ka kaablikaevude kaugus üksteisest ja kanali algusest. Nõudlikes kohtades on kaablilaev ehitatud betoonist, kuid kaablikaevusid valmistatakse ka plastist.



Joonis 86. Betoonist kaablikaev.



Joonis 87. Plastist kaablikaev.

11. KAABLI PAIGALDAMINE PINNASESSE

11.1 Maakaabli paigaldamise kutseoskusküsimused

Kaubandus ja tööstusministeeriumi otsus KTMp 516/1996 elektriala tööde teostamise kohta määratleb elektritööd järgmiselt:

”Määratluse paragrahv 1:

Elektritööde all mõeldakse elektriseadmete remondi- ja hooldustöid ning elektripaigaldiste ehitus-, remondi- ja hooldustöid.”

Elektrijaotusvõrgu maakaablite paigaldamine on seega elektritöö ja elektritööde tegemiseks on vaja vastavat pädevust või tuleb töö tervikuna teha elektrialaisiku järelevalve all.

Elektritööde juht peab hoolt kandma selle eest, et elektritöid tegevad isikud on vastavate kutseoskustega ja piisavalt teadlikud tehtavast tööst (KTMp 516/1996, 2. peatükk „Töödejuhataja“, paragrahv 5, punkt 3).

Eeltoodust järeldub, et maakaabli paigaldamine kuulub elektritööde juhi vastutusalasse.

Elektritöid tegev isik peab olema eelnevalt koolitatud ja teadlik tehtavast tööst ning seda puudutavatest elektriohutusküsimustest või töö tegemise ajal juhendatud (KTMp 516/1996, 3. peatükk „Pädevusküsimused, Põhinõue“, paragrahv 9).

Eespool esitatud regulatsioonidest selgub, et pinnasetööde ehitusettevõtja saab paigaldada maakaableid ainult elektritööde ettevõtja järelevalve all ja vastutusel.

11.2. Kaabli laadimine ja vedamine ning tõmbamiseks ettevalmistamine

11.2.1. Kaabli laadimine ja transport

Maakaablid paigaldatakse maa alla, kus need pole nähtavad ja neilt eeldatakse aastakümnete pikkust töökindlat talitlust. Maakaabliriket on alati tülikas parandada, kuna kaabli rikkekoht tuleb kõigepealt tuvastada ja seejärel kaevata kaabel pinnasest välja ning alles siis saab rikke kõrvaldada.

Kaablite kõikidel käsitusetappidel tuleb olla hoolikas ja kasutada õigeid tööviise.



*Joonis 88. Raske kaablitrummel
(Tampereen Vera).*

Kaablid veetakse tehast kohale trumlitena, mis kaabli kaitseks on kaetud laudadega või papist kaitseümbrisega. Kaablitrumlite transporti töökohale on kõige kindlam teha kaabliveokiga. Kaabliveokitel on üldjuhul sisepõlemismootoriga käitatavad hüdraulilised seadmed, millega saab kaablitrumlit pöörata kaabli mahakerimisel või tagasikerimisel. Kaabliveokitel on seadmed, millega saab trumlit tõsta või langetada.

Trumlite mahalaadimine transpordivahendilt vastuvõtukohale tuleb teha õigesti. Trumleid ei tohi ühelgi juhul lasta transpordivahendilt maha kukkuda. Ka tühje trumleid ei tohi lasta kukkuda. Mahalaadimine tuleb alati teha tõstuki abil. Tõstetrossi kinnitus tuleb teha õigesti trumli keskelt. Tõstetross peab olema piisava pikkusega, et trumli küljed ei painduks sisse ja rikuks kaablit.

Kaablitrumli teisaldamist veeretamisega tuleb kasutada võimalikult vähe ja sedagi ainult tasasel pinnal. Veeretada tuleb kindlasti trumli küljel oleva noole suunas. Juhul kui kaablitrumlit veeretatakse vales suunas, võib kaabel trumlilt lahti keerduda ja selle hilisem mahakerimine võib halvimal juhul osutuda võimatuks, sest lahtised kaablikeerud on läinud üksteise vahele.

Kaablid veetakse tehasesst kohale trumlitena, mis kaabli kaitseks on kaetud laudadega või papist kaitseümbrisega. Kaablitrumlite transporti töökohale on kõige kindlam teha kaabliveokiga. Kaabliveokitel on üldjuhul sisepõlemismootoriga käitatavad hüdraulilised seadmed, millega saab kaablitrumlit pöörata kaabli mahakerimisel või tagasikerimisel. Kaabliveokil on seadmed, millega saab trumlit tõsta või langetada.

Trumlite mahalaadimine transpordivahendilt vastuvõtukohale tuleb teha õigesti. Trumleid ei tohi ühelgi juhul lasta transpordivahendilt maha kukkuda. Ka tühje trumleid ei tohi lasta kukkuda. Mahalaadimine tuleb alati teha tõstuki abil. Tõstetrossi kinnitus tuleb teha õigesti trumli keskelt. Tõstetross peab olema piisava pikkusega, et trumli küljed ei painduks sisse ja rikuks kaablit.

Trummel tuleb vedada otse sinna töökohta (kui see on võimalik), kus kaablit hakatakse kraavi tõmbama. Kaabli vedamise seisukohalt on kõige otstarbekam kaabel kohale vedada trumliveokiga, mil trumli tühjendamine võib toimuda ilma vahepealse laadimiseta.

Juhul kui trummel jäetakse pikemaks ajaks paigalduskohale, tuleb seda paigutada ja kaitsta nii, et see ei pääseks iseenesest ega pahatahtliku teo tõttu veerema.

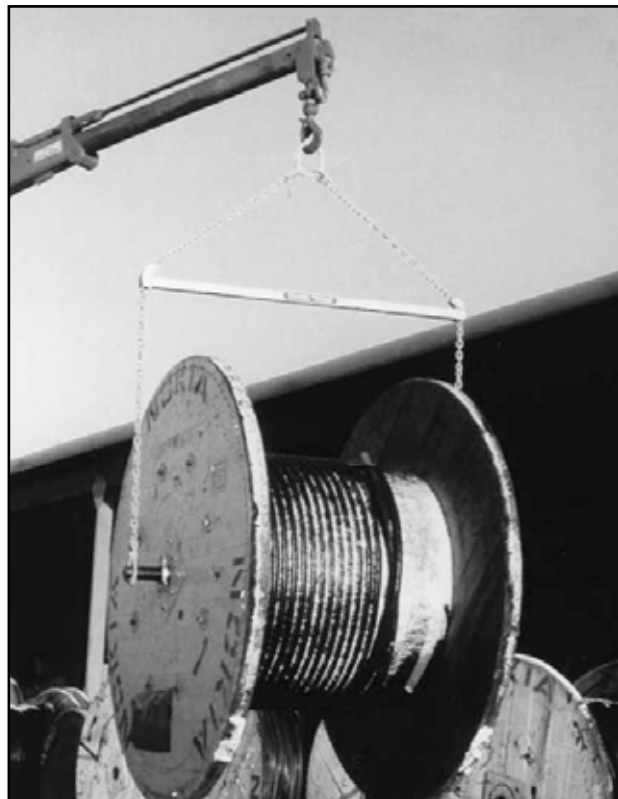
11.2.2. Veoks valmistumine

Enne veo alustamist tuleb veenduda, et kohalolev kaabel on just sellele kohale ette nähtud ja trumlile märgitud kaabli pikkus on töödeks piisav.

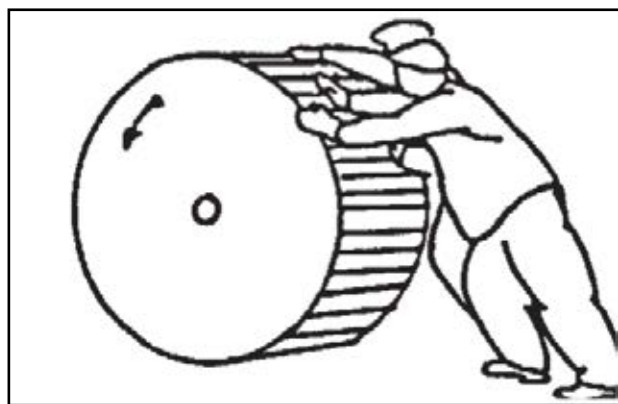
Juhul, kui trumlil olev kaabel ei kulu täielikult sellele paigaldisele, peavad trumli juures olema tarvikud trumlile allesjäänud kaabli otsa sulgemiseks. Sulgemiseks võib kõige kindlamalt kasutada isekahanevat plastkübarat

Tehasesst kohaletoodud kaablitrumli otsale on märgitud sellel oleva kaabli mark, ristlõikepind, nimipinge ja pikkus. Lisaks on seal trumli või kaabli number ja valmistaja nimi. Kui trumlilt võetakse osa kaablit ära, tuleb allesjäänud kaabli pikkus kindlasti märkida trumli otsale.

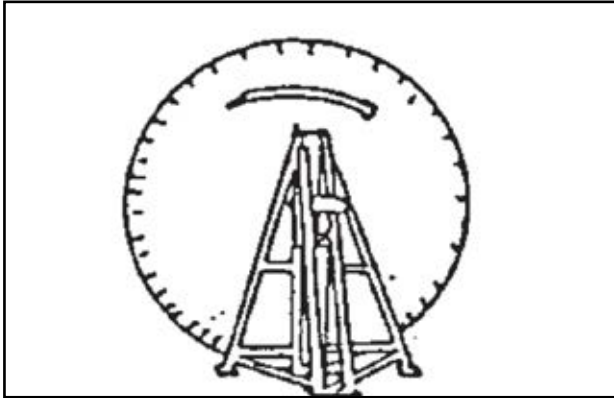
Kaabel lastakse kas otse kaablikraavi kõrval sõitvast trumliveokist või asetatakse trummel trassi kõrvale kaabli tõmbamise ja maastiku seisukohalt kõige paremasse kohta ja kaabel tõmmatakse sealt kraavi. Trummel tõstetakse sel juhul kahe tugipuki vahel oleva telje peale. Kaabli tõmbamise ajal peab telg olema kindlasti horisontaalses asendis.



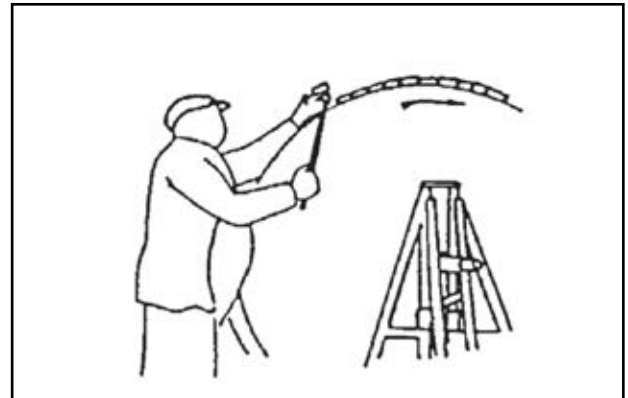
Joonis 89. Kaablitrumli tõstmine tõstukile kinnitatud tõstekahvliga.



Joonis 90. Kaablitrumli teisaldamine veeretamisega.



Joonis 91. Kaablitrumli toetamine trumlipukiga.



Joonis 92. Kaabli kaitsekatte mahavõtmine enne kaabli kraavi tõmbamist.

Kontrollitakse, et trumli pöörlemisel ei hakkaks pukk liikuma.

Kaablitrummel asetatakse tavaliselt pukkidele nii, et kaabli mahakerimine toimuks trumli ülalpoolelt. Sel juhul trumli otsaküljel olev nool näitab vastupidises suunas kui toimub kaabli tõmbamine.

Trumli kaitselaudis ja kaablikeerdude kaitse eemaldatakse alles vahetult enne kaabli tõmbamise alustamist.

Trumli otste siseküljed kontrollitakse üle ja kaablit kahjustada võivad takistused eemaldatakse.

Kaabli mõlemad otsad, s.t ka kaabli sisemine ots, võetakse trumli otste küljest lahti ja kontrollitakse, kas need on korras. Veendutakse, et sisemist otsa seda saab trumli ääriku august vabalt välja lükata. Juhul kui kaabli sisemine ots ei anna järele ja seda ei saa kaabli lõtvumisel välja tõmmata, võib mõni trumli sisemise kihi keerd ulatuda peal oleva kihi keerdude vahele.

Kaabli kraavi asetamise ajal ei tohi trumlit keerata kaablist tõmbamisega. Väikese läbimõõduga kaabel võib välja venida, kui selle abil tahetakse pöörata rasket trumlit. Lisaks tuleb trummel varustada tõhusa piduriga, millega pidurdatakse selle liiga kiiret pöörlemist ja välditakse sellega kaabli paindumist trumli alla. Lihtsaimaks piduriks on trumli äärikut alaservast pidurdav laudpidur.

Kaabli kraavi laskmise ajal jälgitakse kaablit ja otsitakse selle võimalikke pinnarikkeid. Niisuguste rikete leidmisel tuleb kaabli tõmbamine katkestada ja rike kohe parandada. Juhul, kui rikked üksnes tähistatakse ja jäetakse hilisemaks käsitlemiseks, võib nende hilisem parandamine maastikul olla võimatu.

11.2.3. Paigaldustemperatuur

Kaabli PVC-plastist isolatsioon ja mantel ei talu liiga madalaid temperatuure ja need võivad puruneda. PE-plasti pakasetaluvus on parem, mistõttu seda kasutatakse maakaablite välise plastikihina. Kaabli kõige kriitilisema komponendi järgi on määratud järgmised madalamad temperatuurid, mille korral kaableid saab veel paigalduskohale vedada.

Tabel 18. Jõukaablite minimaalne lubatav käsitsemistemperatuur

Pinge	Isolatsioon	Kaabli näide	Paigaldamisel lubatav vähim temperatuur	Transpordil lubatav vähim temperatuur
0,6/1(1,2) kV	PVC-plast PVC mantliga	AMCMK, AXCMK, MCMK, AXMK	-15 °C	-15 °C
1 kV	PEX-plast, PE-mantliga	AXMK-PE	-20°C	-20°C
10/20 kV	PEX-plast, PVC-mantliga	AHXCMKM, AHXCMK	-5°C	-20°C
	PEX-plast, PE-mantliga	AHXAMK-W AHXAMK-WM	-20°C	-40°C

Juhul, kui paigaldust on vaja teostada ülalmainitud madalamatel temperatuuridel, tuleb kaablit enne trassile tõmbamist soojendada nt soojemates laooludes, soojendusega telgis või elektrivoolu abil. Soojendamise järel tuleb kaabel vedada sobivalt soojuslikult isoleerituna paigalduskohale ja asetada viivitamatult kaablikraavi.

Kaabli trassile tõmbamise ajal tuleb arvesse võtta, et trumli mahakeritud kaabli temperatuur alaneb kiiresti, kui ümbrustemperatuur on kaabli vähimast lubatavast temperatuurist oluliselt madalam. Samuti mõjutab kaabli jahtumist oluliselt ka tuul. Kaabli paigaldamisel tuleb lõplikult kohale asetada ka kaabli otsamuhvid, sest neid ei tohiks hiljem pakase käes liigutada.

Mida madalamatel temperatuuridel kaabli paigaldamine toimub, seda hoolikamalt tuleb kaabliga ümber käia. Kaabli painutamist ja kõiki liigutusi tuleb teha sujuvalt ja aeglaselt. Mahajahtunud plastmantel võib hoolimatu käitlemise tõttu saada kahjustusi.

11.2.4. Kaabli paigaldamisel ettenähtud painutusreeglid

Maakaablite vähimad lubatavad painderaadiused käsitlemise ja paigaldamise ajal.
(D =kaabli välisläbimõõt):

Madalpingekaablid 0,6/1 (1,2) kV

Ühejuhilised kaablid 15 x D

Mitmejuhilised kaablid 12 x D

Keskpingekaablid 6/10 – 18/30(36) kV

Ühejuhilised kaablid 15 x D

Mitmejuhilised kaablid 12 x D

Lõplikul paigaldamisel võib lubatavaid vähimaid painderaadiusi vähendada 30 % võrra, näiteks kui küsimuse all on ühe kindla kaabli lõplik paigaldamine ja selle ühendamine klemmidega.

Ilma mantlita kaabli, nagu nt AHXAMK-W üksikutest faasijuhtidest moodustatud keskpinge kaabli, käsitlemisel määratakse faasijuhtide painutusraadiuste minimaalväärtused nagu ühejuhilisele kaablile.

Kaablite trumlile tagasikerimisel või kaablite painutamisel pooliks, peab trumli rummu läbimõõt või kaablipooli siseläbimõõt olema vastav eespool esitatud mõõtmetele 15 x D või 12 x D.

11.3. Kaabli käsitsi tõmbamine

11.3.1. Kaabli mahakerimine kaabliveokilt

Kaabli kõige lihtsam tõmbamise viis on selle mahakerimine kaabliveokil olevalt trumlilt. See on ka kõige vähem kaablit füüsiliselt mõjutav tööviis.

Praktikas toimub kaabli paigaldamine nii, et kaablitrumli treilerit veetakse pikki kaablitrassi ja kaabel siirdatakse trumlilt kaablikraavi inimtööjõu abil.

Kirjeldatud meetodi kasutamise eelduseks on, et kraavi veerel on takistusteta liikumistee kaablitrumli treileri vedamiseks ja kaabli kraavi langetamisel pole takistusi. Niisuguse töömenetluse kavandamisel tuleb neid asjaolusid arvesse võtta juba kaablikraavi kaevamisel.

11.3.2. Kaabli kohaletõmbamine inimtööjõu abil

Meetod sobib lühikeste liitumiskaablite paigaldamiseks.

11.4. Kaabli tõmbamine masinatega

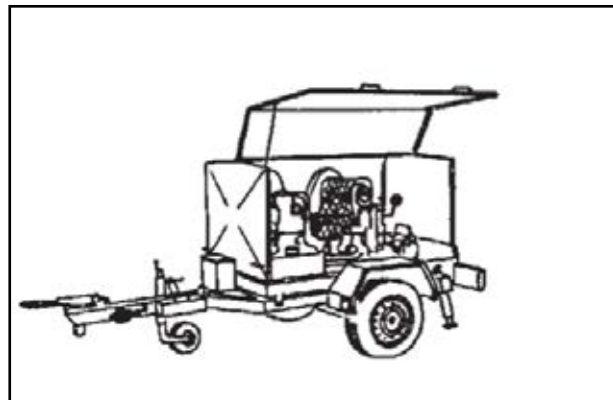
11.4.1. Kaablitõmbamismasinad

Jõuallikaks kaabli tõmbamisel on kaabliveovints või veosektsioonile paigaldatud kaablitõmbamismasinad. Kaabli tõmbamiseks sobivale mootoriga käitatavale vintsile esitatakse muuhulgas järgmised nõuded:

- Veojõud peab olema piisavalt suur; maakaablipaigaldiste korral piisab jõust 20 kN. Vedamise kiirus peaks olema vahemikus 5...30 m/min. Kiirust peaks saama reguleerida sujuvalt või astmeliselt. Tingimata peab olema võimalik veojõu kiire ja lihtne väljalülitamine. Vintsiga peab olema võimalik kerida suhteliselt pikki kaableid, mistõttu veotross peab olema vähemalt 500 m pikk.



Joonis 93. Kaabli tõmbamine ekskavaatori vintsi abil (Tampereen Vera).

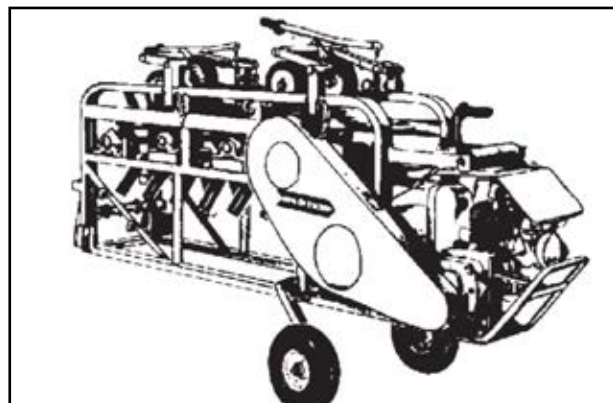


Joonis 94. Kaablivints.

Kaablitõmbamismasin on varustatud kas sisepõlemismootori või elektrimootoriga, kuid kasutatakse ka hüdraulilisi masinaid. Masinal on oma vints ja veotross, mille abil kaablit tõmmatakse masina poole. Seejärel kasutatakse kaabli tõmbamiseks masina tõmbamishülssi, millega tõmmatakse kaablit selle välispinnalt. Tõmbamise jätkumisel masin tõmbab ja tõukab kaablit.



Joonis 95. Kaabli vedamine kaablitorustikku (Tampereen Vera).



Joonis 96. Sisepõlemismootoriga kaabliveomasin, ehk nn "kaablikoer".

11.4.2. Veovõimsus

Juhul kui kaablit tõmmatakse masinaga, tuleb jälgida kasutatava veojõu suurust. Kõige lihtsam oleks mõõtmiseks kasutada veotrossi külge kinnitatud dünamomeetrit.

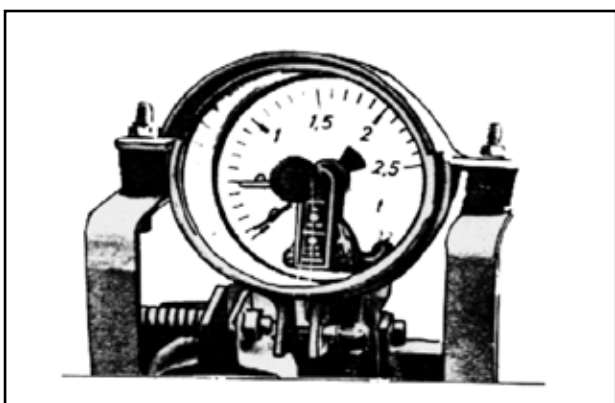
Juhul kui kaabli tõmbamiseks kasutatakse liiga suurt veojõudu, võivad nii juhid kui ka mantel välja venida ja põhjustada kaablile püsivaid kahjustusi. Kahjustuste vältimiseks piiratakse tõmbamisel kaablile lubavat suurimat veojõudu järgmiselt:

Kaabli tõmbamisel sukaga

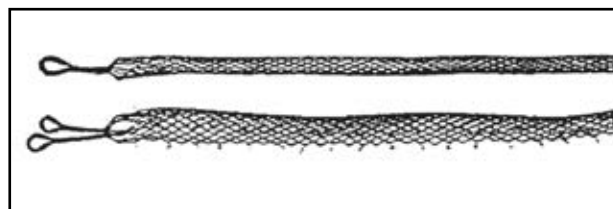
- alumiiniumjuhtidega kaablid $u\ 10...15\ \text{N/mm}^2$,
- vaskjuhtidega kaablid $u\ 10...20\ \text{N/mm}^2$,
- kusjuures summaarne jõud leitakse pärast korrutamist sisemiste juhtide vastava summaarse ristlõikepinnaga, kuid see ei tohi olla suurem kui 8500 N.

Kaabli tõmbamisel spetsiaalse tõmbamisotsikuga

- alumiiniumjuhtidega kaablid $15\ \text{N/mm}^2$,
- vaskjuhtidega kaablid $50\ \text{N/mm}^2$, kuid enamalt mitte üle 20 000 N.
- teraskiududest-kaitsesoomusest tõmbamisel $100\ \text{N/mm}^2$, mida tuleb läbi korrutada vastava kaitsesoomuse ristlõikepinnaga.



Joonis 97. Veotrossi pingsust mõõtev dünamomeeter tõmbamismasinal.



Joonis 98. Kaablitõmbamise sukk. Ülal on punutud veosukk ja all avatud suka näide.

11.4.3. Kaabli kinnitamine veotrossi külge

Juhul, kui kaabli tõmbamine toimub väikese veojõuga, kinnitatakse veotross kaabli külge kaablitõmbamissukaga. Selleks on teraskiududest põimitud sukk, mille teises otsas on veotrossi jaoks tehtud silmus. Sukk lükatakse kaabli otsa. Mida suurema veojõuga sukka tõmmatakse, seda tugevamini haakub see kaabli pinna külge.

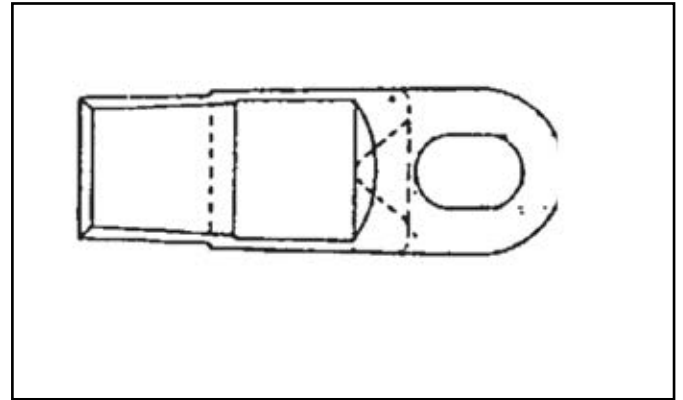
Juhul kui kaabli tõmbamisel kasutatakse nii suurt veojõudu, et seda pole suka abil võimalik saavutada, tuleb kaabli ots varustada spetsiaalse tõmbamisotsikuga, mille abil veojõud edastatakse vahetult juhtidele või tõmbamisele vastupidavale kaitsesoomusele.

11.4.4. Kaablitõmberullid

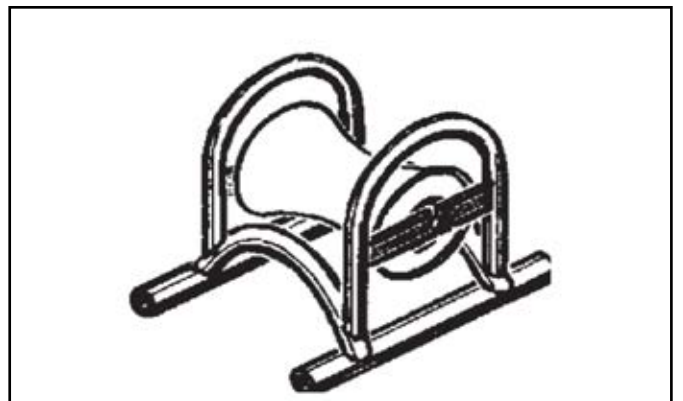
Kaabli tõmbamise lihtsustamiseks kasutatakse tõmberulle, mille peal kaabel paremini liigub. Rullide ehitus peab olema niisugune, et need püsiks ka pehmes pinnases hästi püsti ja paigal. Nurgakohtades kasutatakse spetsiaalseid rulle, millega kaablit saab nurkades kahjustamata suunata.

Kaabli tõmbamine tuleb hoolega ette valmistada. Kaablikraav peab kaabli tõmbamise kohal olema avatud ja üleni korrastatud. Trassi kavandamisel ja kraavi kaevamisel tuleb arvesse võtta kaabli masinaga tõmbamise olemust. Tuleb vältida järske käänakuid, kusjuures tõmmataval lõigul võib trassil olla maksimaalselt vaid kolm käänakut. Kaablikraavi ehitus peab olema niisugune, et kasutatavad tõmberullid sobiks sinna hästi. Tõmberullid tuleb kraavi valmis seada enne kaabli tõmbamise algust. Rullide vahekaugus sõltub kaabli ehitusest, tavaliselt on see 1...3 m.

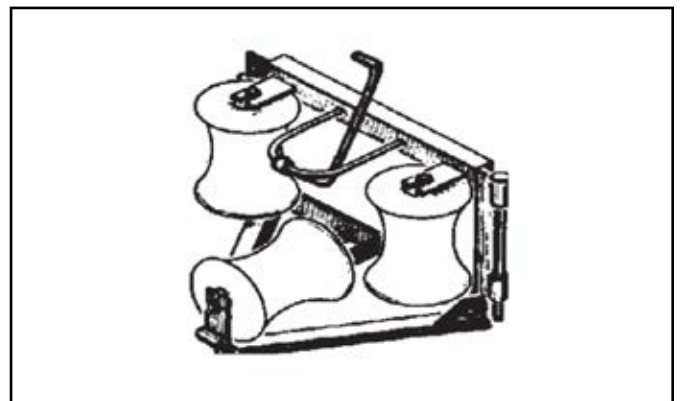
Nurgarullid tuleb paigaldada hoolikalt. Nurgarullidele võivad toimida küllalt suured külgsuunalised jõud. Seetõttu tuleb rullid väga hästi toetada. Käänakud tuleb teha võimalikult lauged ja kasutada võimalikult palju rulle. Rullid tuleb paigaldada nii, et kaabel puutuks nende kõikide vastu. Järsu käänaku korral võivad rullid puutuda teineteisega kokku.



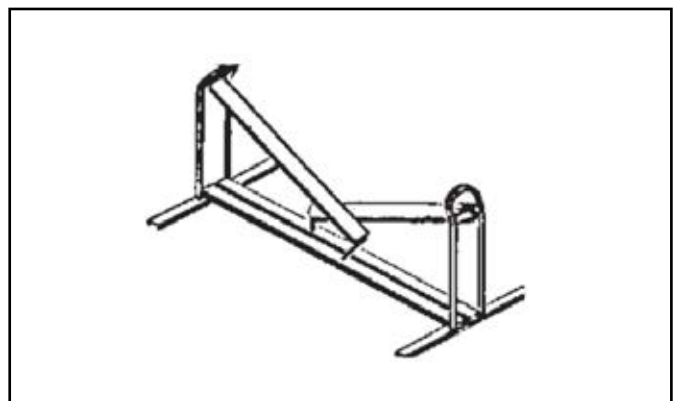
Joonis 99. Kaablitõmbamisotsik.



Joonis 100. Kaablitrassi sirge osa tõmberull.



Joonis 101. Nurga all olevad rullid.



Joonis 102. Kaablitrumli lähedale paigaldatavad rullid Joonis 100. Kaablitrassi sirge osa tõmberull.

11.4.5. Kaabli tõmbamine torudesse

Trassil olevad torustikud tuleb üle kontrollida ja võimalikud kahjustused parandada. Torud tuleb kindlasti puhtaks harjata. Torustiku algust tuleb kaabli tõmbamise suuna suhtes kaitsta nii, et kaabli tõmbamise ajal kaabel ei haaraks endaga torusse kaasa pinnast ega kive. Kõikide trassil olevate takistuste kohale tuleb seada rullid nii, et kaabel ei hakkaks vastu neid hõõrduma ega saaks muid kahjustusi. Vajaduse korral viiakse torusse libestusainet, nt seebilahust.

Tõmbamise suund tuleb valida nii, et trassi nõudlikumad kohad, käänakud ja torustikud, ei oleks kaabli tõmbamise alal trumlipoolses otsas. Sel juhul pole vaja kaablit neist kohtadest pikalt algselt nõutava veojõuga läbi tõmmata. Juhul kui probleemne koht on kohe tõmbamissuuna alguses, on lihtsam kaablit neist kohtadest masinaga mitte läbi tõmmata. Sel juhul on parem inimtööjõu abil kaabli ots tõmbamise järel paigale asetada.

Veotross tõmmatakse torusse vedrutrossi või nn toru „toru-ussi“ abil.

Juhul kui muud asjaolud ei takista, on kaablit hõlpsam tõmmata allamäge.

11.4.6. Kaabli tõmbamine

Kaabli tõmbamisel on vaja kohale tuua kaablitrummel, kaablivooseadmed, nurgasektsioonid ning vajadusel jälgida kaablitrassil kaabli otsa edasiliikumist.

Kaabli tõmbamise ajal tuleb kasutada raadiotelefonisidet kaablitrumlit ja kaabli tõmbamismasinat teenindavate inimeste vahel. Lisaks peaks olema ühendus ka trassil nurgakohtades ja muude takistuste juures olevate inimestega.

Kaablit tuleb tõmmata suhteliselt väikese kiirusega, u 10 m/min ja ühtlaselt. Järske tõukeid tuleks vältida.

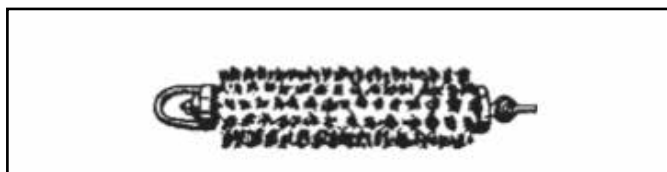
Kui kaabel on tõmmatud trassile kogu ulatuses, tõstetakse see rullidelt maha ja asetatakse lõplikult paigale. Tavaliselt on parem tõstmist alustada trassil oleva sirge lõigu keskelt, sest nurgakohtades on paremad võimalused tasandada väikesi pikkuste erinevusi kui sirgetel trassilõikudel. Kaabel ei pea kindlasti olema kraavis täiesti sirgelt, sest väikesed kaabli kõverused, mida kraav võimaldab on isegi soovitatavad.



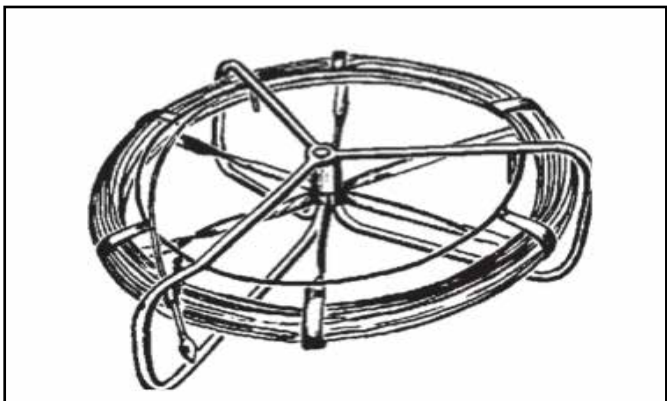
Joonis 103. Lauge käänak (Tähelepanu, paigaldaja tööriivad ei vasta nüüdisaegsetele nõuetele).



Joonis 104. Järsk käänak.



Joonis 105. Kaablitoru puhastushari.



Joonis 106. Vedrutross ehk „toru-uss“.

Kui kaablit tuleb tõmmata pikale trassile, millel on käänukohti ja kaablikaitsetorustikke, ei saa kaablit tõmmata ainult kaabli otsast. Lisaks on vaja kasutada seadmeid, mis tõmbavad või lükkavad kaablit selle keskosast. Kaablitõmbamise lõigule paigutatakse trassile sõltuvalt kaabli pikkusest, kaabli ja trassi omadustest 2...5 tõmbamisseadet.

Igal masinal on oma juht, kes on raadioside kaudu ühenduses trumli ja teiste masinate juhtidega. Iga masin tõmbab kaablit oma vintsi ja veotrossi abil. Kui kaabli ots jõuab masinani, võetakse see trossi küljest lahti ja kaabel pannakse masina kummist tõmberullide vahele. Seejärel ühendatakse kaabli ots järgmise tõmbamismasina tõmberrossiga ning kaabli tõmbamine jätkub.



Joonis 107. Kaablitrassi keskele paigaldatud kaablitõmbamise seade.

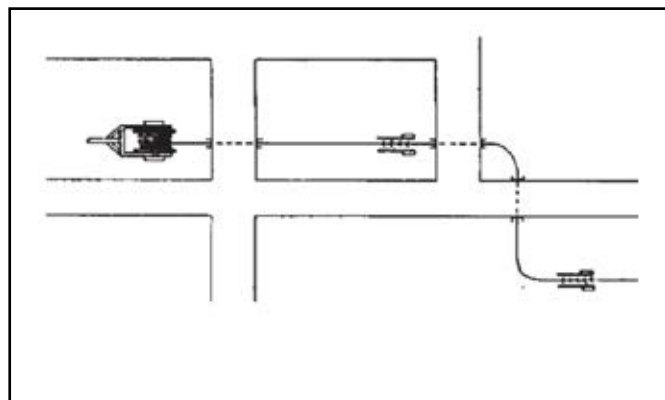
11.5. Kaabli tõmbamisviiside erinevused asutatud ja asustamata piirkondades

Maakaabli tõmbamise moodus määratakse vastavalt töökohale ja selle ümbrusele.

Asustatud piirkondades kasutatakse üldjuhul kaabli tõmbamist masinaga. See on tingitud sellest, et asustatud piirkonnas on palju erinevaid allmaaviikuseid, kus on olemas torustikud ja kaablit tuleb tõmmata läbi torude.

Asustamata piirkondades võib sageli lasta kaabli otse trumli kaablikraavi, sest ehitised, teed vms ei taksi kaabli paigaldamist kraavi.

Asustamata piirkondades võib kaablit ka ilma kraavi kaevamata spetsiaalse masinaga pinnasesse künda.



Joonis 108. Kaablite tõmbamine asustatud alal.

11.6. Kaabli tähistamine

Kaablivõrgustiku hooldamiseks ja hilisemate ehitustööde jaoks on vaja kaablid tuvastamiseks ära tähistada. Kindlasti on tähistamine nõutav suures kaablivõrgustikus ja juhul kui ühes-samas kraavis on mitu kaablit.

Kasutusel on mitmeid tähistamisviise. Mõnel juhul kinnitatakse kaablile iga 3 m järel plastlinte. (Varasematel aastatel kasutati märgistamiseks pliiribasid, kuid tänapäeval on plii kasutamine keskkonnanõuetega keelatud.) Plastist andmeribad paigaldatakse vahetult pärast kaabli tõmbamist ja kinnitatakse nii hoolikalt, et need püsiksid kindlalt paigas ka hilisemate kaeve- ja rekonstrueerimistööde ajal. Andmeribale on stantsitud vajaliku teave kaabli kohta, nt kaabli number ja pinge või kaabli omanik-ettevõtte, kaabli mõõtmed ja pinge. Need andmed on märgitud ka vastavale tööjoonisele.

Samad andmed kinnitatakse kas andmeribale või andmesildi abil nähtavale kohale kaabli mõlemale otsamuhvile.

Juhul, kui samas piirkonnas on mitme eri rajatise kaableid, on soovitatav, et need oleks üksteisest tähistamisviisi poolest selgesti eristatavad. Tähistamisviisi osas tuleks kokku leppida vastava kaabli haldajaga. Võidakse kasutada nt teatud teksti või värviga tähistatud hoiatus- või kaitselinte.

Kaitseplaadid või -rennid võivad olla iga rajatise puhul tähistatud eri värvidega.

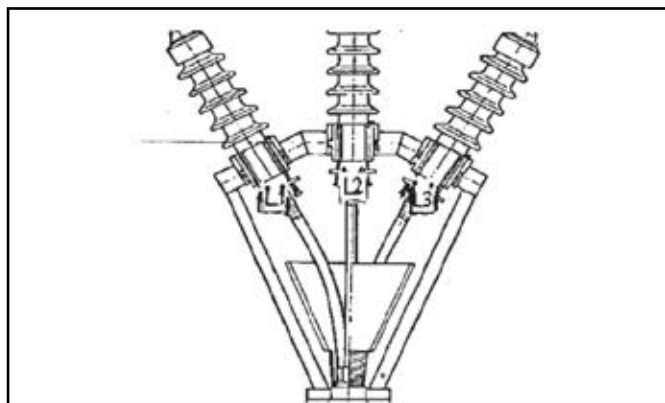
Uutel plastkaablitel on mantlitähised, mida saab mõnikord kasutada ka kaabli tuvastamiseks kaablikraavis.

Kaablite otsamuhvidele pannakse alati pingefaaside tähised. Kõrgepingekaablite mastidel olevate otsamuhvide pingefaaside tähised saab panna ka mastile, 3...4 m kõrgusele paigaldatavale faasijärjestust näitavale kilbile.

11.7. Kaablite kaardistamine

11.7.1. Üldist

Standardi SFS 6000-8-814 jaotises 814.3 „Kaablite asukoht ja paigaldamine“ öeldakse kaardistamise kohta järgmist: „...Pinnasesse või vette paigaldatavate kaablite asukoha tähistamiseks tuleb koostada kaart. Kaablite asukoha tähised kaardil peavad olema kindlalt seotud maastikul olevate kinnispunktide või koordinaaditikuga (vt jaotised 514.5 ja 801.514.5).”



Joonis 109. Pingesüsteemi faaside tähistamine kaabli otsmuhvidel.

11.7.2. Kaablitrassi tähistamine

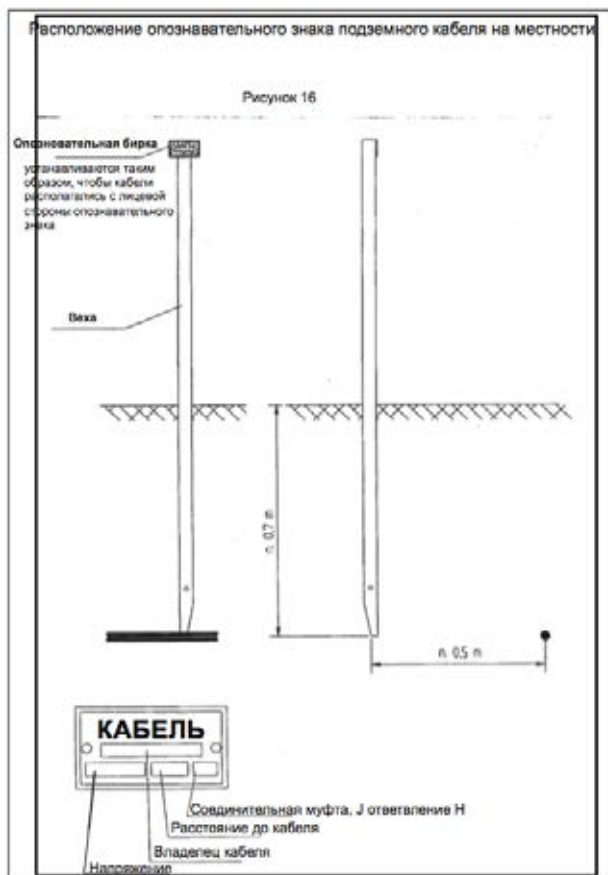
Kuna kaabli leidmine maastikul on hooldamise seisukohalt eriti tähtis, tuleb trass püsivalt tähistada mitte ainult kaardil, vaid ka maastikul.

Piirkondades, kus on palju kinnisasju või maamärke, nagu linnades või avalikel tänavatel ja teedel, ei ole tavaliselt vaja kasutada spetsiaalseid pinnasesse paigaldatavaid trassimärke. Sel juhul mõõdetakse trassi asukoht täpselt maastikul olevate kinnispunktide suhtes. Liitumisjuhi sisenemiskoha äramärkimine on samuti soovitatav. Maastikul ja asulate keskväljakutel trassi asukoha kaardistamiseks mõõtmisest ei piisa. Sel juhul tuleb kasutada püsivalt maastikule paigaldatavaid spetsiaalseid trassimärke. Märkideks võib kasutada betoonplaate või metallist vaiasid, millele lisatakse nõutavad andmesildid. Märgid paigutatakse nii, et kaablitrassi asukoha saaks nende abil hõlpsasti kindlaks määrata. Seetõttu tähistatakse trassil ka kõik erilised kohad, nagu käänukohad, teede altläbiviigud ja jätkukohad. Sirgetel trassilõikudel paigaldatakse märgid üksteisest nägemiskaugusele. Trassimärgid hoiatavad kaablite eest ka teisi selles piirkonnas töötavaid inimesi. Kaablite märgistus peab olema täpselt näidatud ka kaablikaartidel. Juhul, kui mingitel asjaoludel on vaja hiljem märke maastikul teisaldada või eemaldada, tuleb muudatused tähistada ka kaardil.

Kaableid võib maastikul tähistada näiteks järgmiselt:

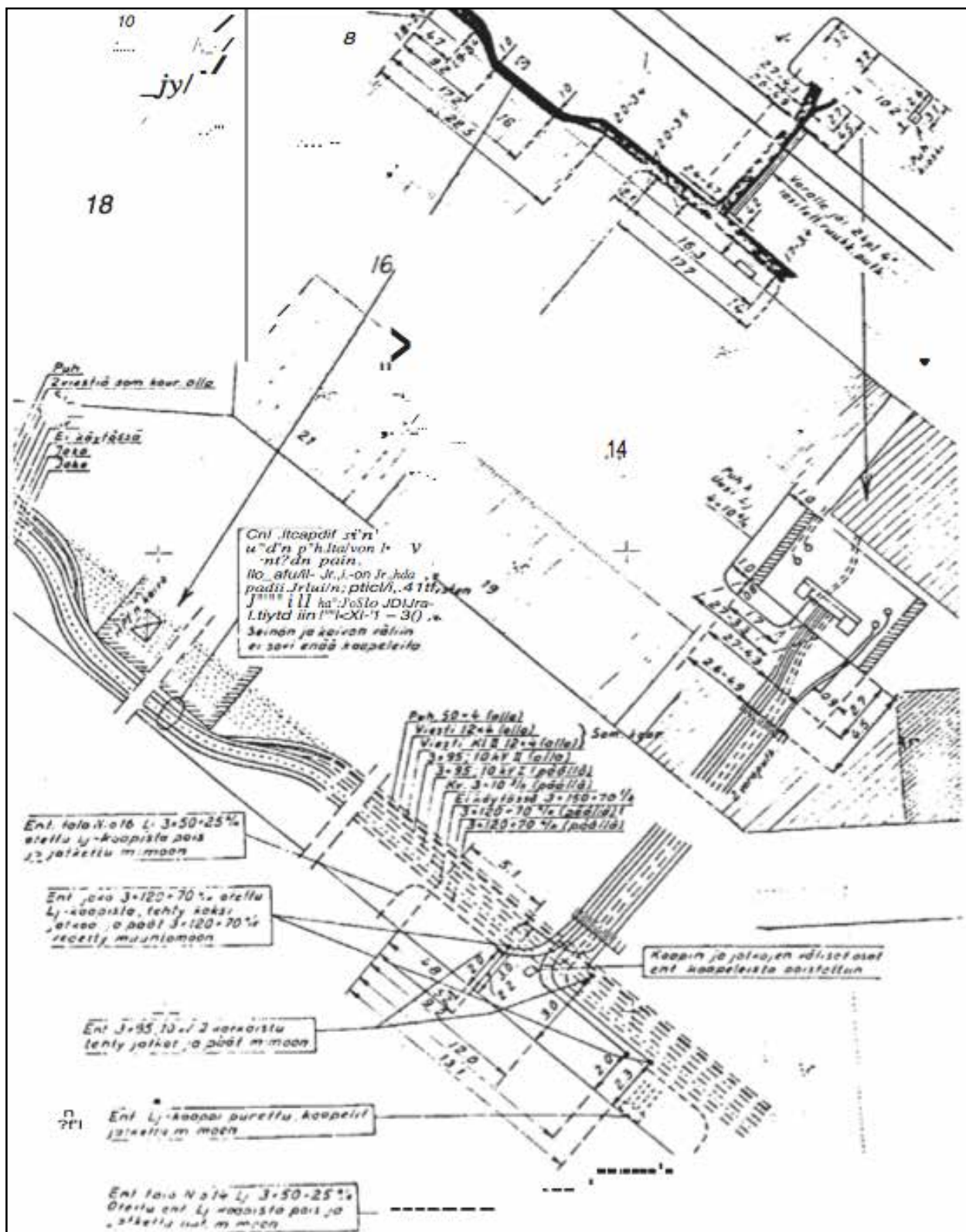
- Kaablitrassimärgina kasutatakse pinnasesse paigaldatavat kuumtsingitud nurkraust valmistatud 1,2 m pikkuseid märgivardaid ja sildiplaate.
- Märgivardad süvistatakse 0,5 m sügavusele.
- Märgiplaadi tekstiks on suurte kirjatähtedega kaablinumbrid ja jätkukohtade märkidel tekst: suur J-täht ja nt kaabli number, kui kaableid on rohkem kui üks.
- Märgivaiad paigaldatakse kaablitrassile kõikidesse käänukohtadesse, liiklustrasside altläbiviikude juurde, kaablijätkukohtadesse, vesistute altläbiviikude juurde ja trassi sirglõikudele nägemiskaugusele üksteisest.
- Kaablimärgivardad paigaldatakse kaablikraavi täitmise ajal ja asetatakse kaablitrassile vähemalt 0,5 m kaugusele välimisest kaablist nii, et kaablid asuksid märgiplaadi lugemissuunas.
- Kaablite tähistamisel raudteealal järgitakse transpordiameti vastavaid juhiseid.

Joonis 110. Maakaabli maastikumärk ja selle paigaldamine.



Näide maakaablivõrgu kaardistamisest.

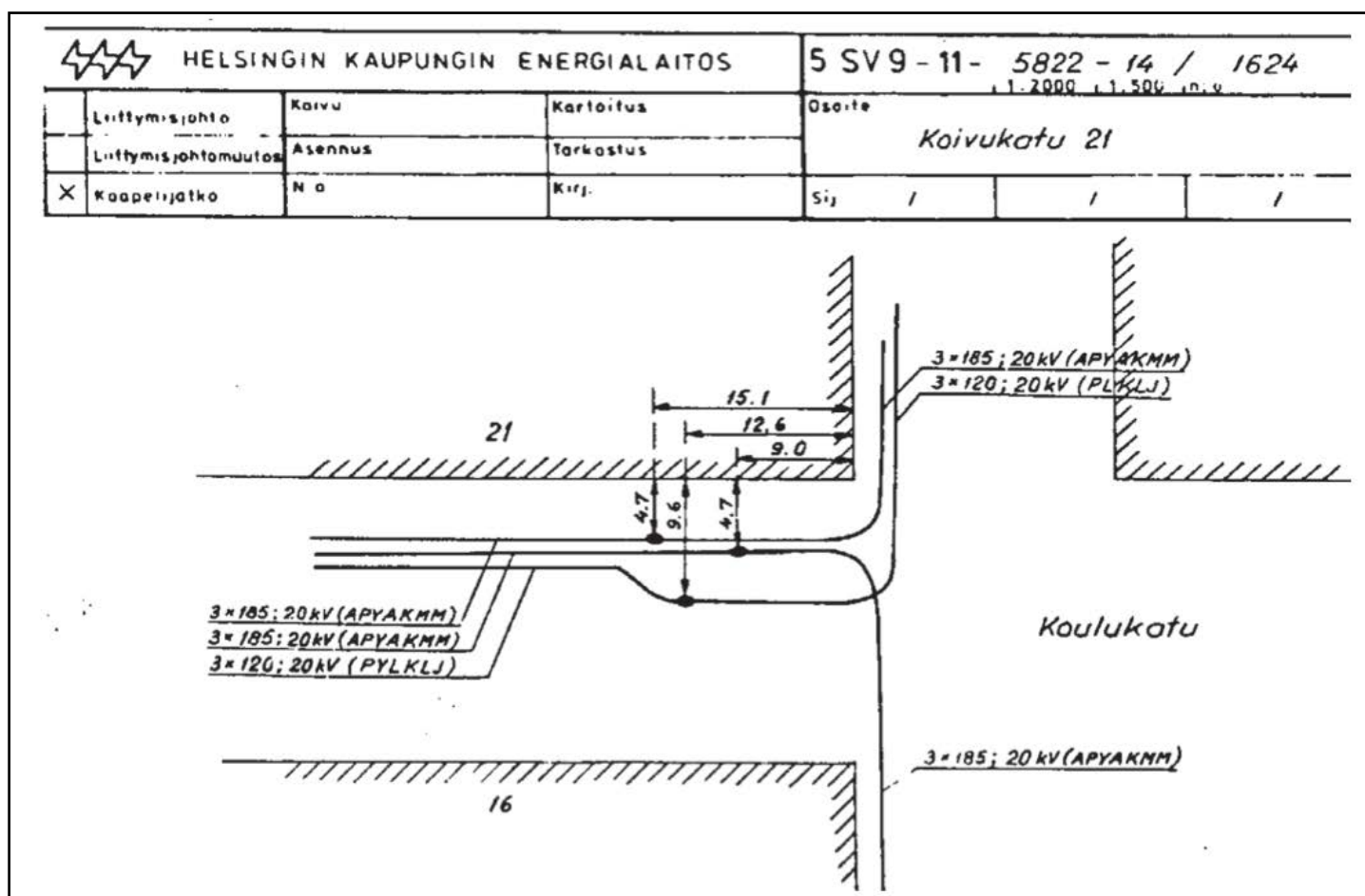
Mõõtejoonistele märgitakse andmed ka samasse süvendisse varem paigaldatud kaablite korralduse jms kohta.



Joonis 111. Mõõtejoonis

11.7.4. Spetsiaalne mõõtejoonis

Lisaks mõõtejoonistele koostatakse eritööde korras tehtavate liitumisühenduste ja kaablijätkude kohta ka üksikasjalikud spetsiaalsed mõõtejoonised.



Joonis 112. Spetsiaalne mõõtejoonis

11.7.5. Kaablikaardid

Kaablikaardid joonestatakse täpses mõõtkavas 1:500 joonestatud kaardialustele (mõõtejoonised ja spetsiaalsed mõõtejoonised).

Kaablikaartidel on kaablisüvendite ristlõikemärgid, millel näidatakse ära süvendis olevate kaablite nimipinge, järjestus, kasutusotstarve vms andmed. Kasutuses mitteolevate kaablite tähised on näidatud sulgudes. Kui kaabel ei kuulu samale ettevõttele, kirjutatakse juurde sõna: võõras.

11.7.6. Maakaablite kaardistamine

Nüüdisajal märgitakse kaablitrassid elektroonilisele kaardialusele, kusjuures nende asukoht tuvastatakse GPS-asukohatuvastussüsteemiga.

12. KAABLI SISSEKÜNDMINE

12.1. Üldist

Kaabli sisseküundmine sobib kasutamiseks eriti hästi juhul kui kaablitrassid rajatakse hajaasustusalal. Põllualal saab sageli ehitada AMKA-võrku asendava maakaablivõrgu. Kaabli sisseküundmist sobib kasutada ka muudeski paikades, kus pinnas on hästi kaevatav. Piiranguid on seotud muuhulgas nt pinnases olevate kivide, rändrahnudega, asfalteeritud teede ja juba pinnasesse kaevatud juhtmetrassidega. Kaabli sisseküundmisel saab kaevamist ja kündmist kasutada ka üheskoos.

Kaabli sisseküundmine on aidanud luua uue, selleks otstarbeks spetsiaalselt väljaarendatud ”küundmiskaabli” ja selle tuleku turgudele. Sisseküundtav kaabel on ehitatud nii, et see oleks hästi vastupidav ka kaabliküundmisega kaasnevatele mehaanilistele toimetele ning tagaks kaablivõrgu töökindluse.

Kaabli sisseküundmisel pinnasesse kasutatakse üldjuhul kaablikaitsena märgistatud linti. Märgistatud lint küntakse pinnasesse samaaegselt koos kaabliga. Pinnasesse on võimalik künda ka kaitsetoru.

Peale kaabli sisseküundmise saab kaablikraavi valmistada ka kettkaevemasinaga. Nii valmistatud kaablikraav on tunduvalt kitsam kui ekskavaatoriga kaevatud kraav, mida heasse pinnasesse saab kiiresti kaevata ja pärast hõlpsasti täita.

12.2. Kaabli sisseküundmiseks sobivad kaablid

AMCMK-PE 0,6/1 kV (Reka)

- PVC-isolatsiooniga puutekaitsega maakaabel PVC-vahemantliga ja PE-välismantliga

AMCMK-HD 1 kV (Prysmian Group)

- Tugevdatud ja paksem välismantel,
- AMCMK-ehitusega mantel ja PE-lisakiht,
- 4-juhiline kaabel.

AMCMK-XT 0,6/1 kV 3+1 (Prysmian Group)

- PVC-isolatsiooniga puutekaitsega maakaabel paksema PE-mantliga

AHXAMK-WM 20 kV (Prysmian Group)

- veekindel üldotstarbeline kaabel, mis sobib ka kündmiseks.

12.3. Kaablitrassi kavandamine maastikul

Kaablitrassi valik

Kaablitrassi valikul arvestatakse maastikul juba valmisenhitatud muude trasside asukohta. Nendeks trassideks on muuhulgas erateed, taluteed jms avalikud trassid. Kaablit võib pinnasesse künda ka põllul. Maastiku iseloom tuleb varem välja selgitada, sest seal olevad kivid mõjutavad kaevamisvahendite valikut ja põhjustavad trassi muudatusi ning seetõttu ka vajadust kaablit tagasi võtta ja trassi uues kohas korrata.

Maanteedel üldjuhul künda ei saa, samuti ka raudteealal. Üldjuhul ei kasutata kündmist ka haljasaladel ja metsades, sest metsatöömashinate poolt tekitatud risk kaabli kahjustamiseks on suur.

Kaablitrassi asukohavalikul tuleb arvesse võtta vigastatud kaabli parandamisvõimalust. Arvesse tuleb võtta ka kaabli sisseküundmisel kasutatavate tööriistade laiust ja kaalu.

Kaabltrassi valikul tuleks ette näha ka maakaablivõrgu hilisemat hargnemisvajadust.

Maakasutusload ja hüvitised

Maakasutusload vormistatakse koos maaomanikega kirjalikult. Kohalike teede kündmisel on vaja taotleda teedaluse maaomaniku luba. Teehooldusettevõtte otsuse saamiseks tuleb varuda piisavalt aega.

Loa taotlemisel tuleb kokku leppida ka hüvitise maksmises, kui teed kündmise järel ei korrastata samal tasemel nagu see oli enne kündmist. Ka muude kündmisjärgsete tööde osas tuleb kokku leppida. Kokku on vaja leppida ka selles, mida ette võtta pinnasest esiletulnud kividega.

Juhul, kui vana õhuliin rekonstrueeritakse kündmisega maakaabelliiniks, tuleb maakasutusload muuta uuele olukorrale vastavaks. Klientidele tuleb piisavalt varakult teada anda maakaabli liitumispunktis kliendi poolt tehtavatest muudatustöödest.

Kaabltrassile ettejäävad maa-alused ehitised

Töö ettevalmistamisel märgitakse maastikule muude trasside asukoht ja paigaldus-sügavused. Samas selgitatakse välja need kohad, mis nõuavad kaevamisel erilist tähelepanu ja erilist kaevamismeetodit. Sõltuvalt tööde teostamise viisist võivad erilist kaevemeetodit nõuda järgmised kohad:

- trassid, mis pole piisavalt sügaval pinnases,
- avatud kraavid ja kanalisatsioon,
- sissekündmise alguskohad,
- jaotuskappide asukohad,
- jätkude ja hargnemiste kohad,
- hoonete lähedal asuvad kohad, kui kaablid veetakse hoone seinale,
- teede alt läbiminekuks, kui teed ei saa künda põikisihis ega muul viisil tee alt läbi minna,
- teevalgustuse mastisüvendid.

Kaabltrassi kavandamisel märgitakse maastikule ka kaabli kündmise trass.

Varjatud trasside (kraavide) asukoht pinnases selgitatakse välja koos maaomanikuga juba maakasutuslääbirääkimiste ajal.

Kooskündmine

Jaotusvõrgu kaabli sissekündmisega samaaegselt võidakse vajadusel pinnasesse künda ka nt sidejuhtide trasse. Selles osas tuleb piisavalt varakult, juba maastiku projekteerimise ajal, kokku leppida sideettevõtetega. Võrgu rekonstrueerimise kohas võidakse sisse künda ka klientidele kuuluvaid kaableid.

Ettevalmistused tööde teostamiseks

Töökaardile kantakse vastavad tähised, sh:

- sissekündmise alguskoht,
- kündmistööde kulgemise suund,
- materjalide mahapanekukohad,
- projektis ettenähtud jätku- ja hargnemiskohad.

Kündmisest teavitatakse tee kasutajaid.

Tööde jaoks märgitakse maastikul:

- kündmistrass pinnases,
- kündmistrassil olevad truubid ja muud allmaarajatised,
- teede ja kraavide alt läbiminekuks.

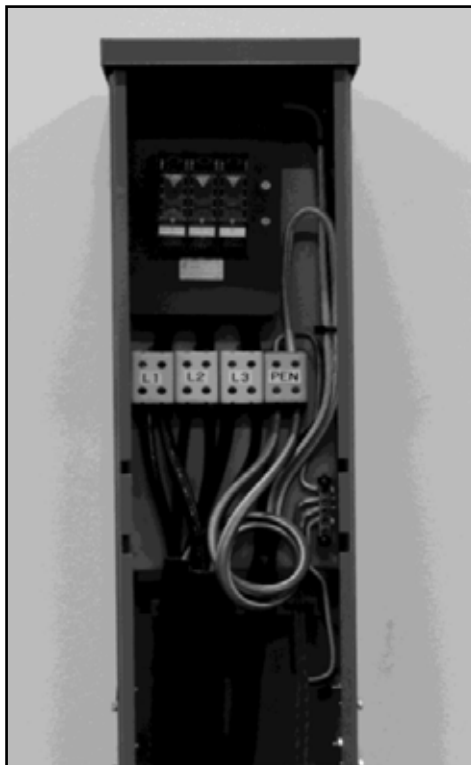
12.4. Jaotuskapid

Jaotuskappidena kasutatakse lihtsaid metallist või plastist ühenduskappe. Jaotuskapis on ruumi 2 kuni 4 kaabli jätkamiseks või hargnemiseks spetsiaalsete KE-klemmidega kuni 50 mm² ristlõike korral ja suuremate ristlõigete korral SL-klemmidega ja kaitsekatttega. Jaotuskapi kaas on võtmega lukustatav.

Kaablid sisestatakse kappi alt läbi põhja ja jaotatakse kapi sees.

Kaablite võimaliku kahjustumisohu tõttu tuleks jaotuskapid paigaldada kaablitrassile u 500 m vahemaade järele. Krundi piirile paigaldatud kappi kasutatakse liitumispunktina ja liitumisjuhti ühendamiseks. Kappi vajatakse ka kaablivõrgu võimaliku hargnemiskohana. Teeveeres paigaldatakse kaablijaotuskapp eelistatavalt kraavi taha.

Kaablijaotuskapi aluse paigaldab üldjuhul kaabliküündi teostav ettevõtja.



Joonis 114. Jaotuskapp, milles on võimalus kasutada hargneva juhi kaitset sulavkaitsmega (Ensto).



Joonis 115. Kaablid on tõmmatud plastist valmistatud jaotuskappi (Suur-Savon Sähkötyö).



Joonis 116. Plastist valmistatud jaotuskapp (Suur-Savon Sähkötyö).



Joonis 117. Kaabliküündmine pinnasesse kaablitrumlit kandva masinaga (Suur-Savon Sähkötyö).

12.5. Kaabli kündmine pinnasesse

Kaablikünnimasinad

Nüüdisajal teostatakse kaablikünn peaaegu eranditult roomikekskavaatorile paigaldatud kaablisahaga. Roomikekskavaatoril on kaablisaha vedamiseks piisav veojõud selleks, et kaablikündmine toimuks piisavalt sügavale pinnasesse.

Kaabliküندmise jaoks kaevamismasinale ehitatud seadmed kaablitrumli vedamiseks ja kaabli trumlilt mahakerimise jaoks. Kaablisahal on ka seadmed hoiatuslinde asetamiseks pinnasesse.

Kaablikündmine

Enne tegeliku künni alustamist tehakse sageli eelkünn ilma kaablita. Künni järel tihendatakse pinnas sisselõike kohal traktoriga.

Sisseküntavad kaablid võib eelnevalt künnitrassile laiuli vedada või vabastatakse kaabel rullilt künni ajal. Koosküندmisel võivad 0,4 kV madalpingekaablid ja sidekaablid olla kraavis üksteise peal või kõrvuti. Kaablite kaugus teineteisest peaks olema vähemalt 5 cm.

Kaabli kündmise alustamisel tuleb kaabli ots kindlalt kinnitada masti või muu sarnase külge, et takistada kaabli nihkumist selle sissekündmise ajal.

Kaabli kündmine õnnestub põllul kõige paremini kevadel, kui põllupind on kuivanud ja kelts on juba ära sulanud. Sel juhul on põllule jäävad jäljed kõige väiksemad. Kaabel viiakse sahaga vähemalt 0,7 m sügavusele.

Kitsast teed on kõige ratsionaalsem künda keset teed.

Laiemal teel korral on otstarbekas künda tee serval, sest see lihtsustab ka kaabli rikete parandamist. Samuti on tee sel juhul kaabli sissekündmise ajal liikluseks avatud. Kaabli kündi ei tohiks kunagi teha teel oleva sõiduraja keskel.

Aianduspiirkonnas tuleb olla ettevaatlik teiste klientide maakaablitega.

Küندmisega kaasnevad kaevetööd

Kaablijaotuskappide paigalduskoha süvendid kaevatakse piisavalt nii suureks, et hargneva kaabli sissekündmist saaks paigalduskoha süvendist alustada õigelt paigaldussügavusest.

Põlluteed ületatakse üldjuhul kündmisega, suuremad ja parema aluspõhjaga teed kaevatakse lahti ja varustatakse torudega või kasutatakse allmaaviigu tegemiseks vastavaid masinaid. Kraavide kohal kaevatakse nii, et kraave saaks hiljem puhastada.



Joonis 118. Kaabli sissekündmine tee serval (Suur-Savon Sähkötyö).

Trassi kivised kohad tuleb samuti lahti kaevata, et kaabli saaks paigaldada kivideta pinnasesse.

12.6. Kaablikündmise järeltööd

Küندmisele järgnev koristamine

Põllult kaovad kündmisjäljed üldjuhul koos maaparandustöödega.

Kaevamisel esilekerkivad kivid eemaldatakse soovitud viisil. Teed parandatakse vastavalt kokkuleppele: teele vee-takse kruusa, tee silutakse ja kraavid parandatakse. Maastiku ebatasasused parandatakse ekskavaatoriga või rulliga.

Kündmise kvaliteedi kontrollimine

Tööde vastuvõtja mõõdab pisteliselt mõnes kohas kaabli kündmissügavust.

Kaablite korrasoleku kontrollimine

Kündmise järel tuleb kaablite korrasolekut enne nende käikulaskmist kontrollida isolatsioonitakistuse mõõtmisega.

Dokumenteerimine

Kaablite paigutus tähistatakse kaardil. Kaabli asukohamärgid kaardil tuleb siduda püsivalt, maastikul olevate kinnis-punktidega või koordinaatidega. Kinnispunktideks on ehitised, kilomeetripostid teedel vms.

13. KAABLITE OTSA- JA JÄTKUMUHVID

13.1. Üldist

13.1.1 Standardi SFS 6000-5-52 juhised juhtide ühendamise kohta

”526 Ühendused

526.1 Juhtide omavahelised ühendused ning elektriseadmete ja -juhtide vahelised ühendused peavad olema elektriliselt püsivad ja töökindlad ning piisavalt mehaaniliselt kaitstud ja vastupidavad.

526.2 Ühendusviisi valikul tuleb arvestada järgmisi asjaolusid:

- juhi metalli ja isolatsiooni,
- juhi kaabli soonte arvu ja kuju,
- juhi ristlõikepinda ja
- kokku ühendatavate juhtide arvu.

TÄHELEPANU. Jõukaablisüsteemides tuleb vältida joodetud ühendusi. Juhul, kui neid kasutatakse, tuleb nende puhul arvesse võtta katkemise võimalust ja mehaanilisi toimeid (vt jaotisi 522.6, 522.7 ja 522.8).

526.3 Kõikidele ühendustele peab olema tagatud ligipääs kontrollimiseks, katsetamiseks ja hooldamiseks, välja arvatud järgmiselt loetletud erandid:

- maakaablite ühendused,
- kompaundi valatud ja kapseldatud ühendused ning
- külmajuhtide ja lae-, põrand- või järjestikulistele küttesüsteemide ühendused.

526.4 Vajadusel tuleb elektrilisi ühendusi kaitsta normaalkasutuse ajal esineva soojuse kahjuliku toime eest ühendustele või klemmidega ühendatud juhtide isolatsioonile.”

Standardi SFS 6000-5-52 jaotises O.526, on antud rahvusvahelise standardil IEC 61200-52 põhinevad lisajuhised suurimate temperatuuride piiramise kohta normaalkasutuses.

Järgnevalt loetletud juhised puudutavad ka jaotusvõrkude ehitamist.

Juhtumid, millal saab piirata ühenduste temperatuuri ja temperatuur kahjulikku mõju juhtide isolatsioonile:

O.526.3.1.1 Temperatuuri piiramine ümbrise sees (seadmed, seadmekapid, kaablikanalid, torud)

Kaablikanalites ja -torudes olevate juhtide arvu tuleks piirata, kui ühe-sama keskusega või muu ühenduskapiga on seotud suur arv ahelaid. Sel juhul on parem kasutada mitut kaablikanalit või -toru.

O.526.3.1.6 Elektriühendusi sisaldava ümbrise või seadmekapi materjal valitakse soojuse paremat hajutamist silmas pidades.

O.526.3.1.7. Ühenduskapis olevate juhtide õige pinguldusjõud.

Süsteemides tuleb hoolt kanda selle eest, et juhtide klemmidel oleks tagatud piisav pinguldusjõud. Süsteemid võivad olla riistvaraliselt sisseehitatud (nt vastavate ühenduste kasutamisega) või need võidakse luua paigaldise juhtprogrammiga.”

13.1.2. Üldjuhised kaablite ühendamiseks ja jätkamiseks

Varasematel aegadel on kaablite ühendamise ja jätkamise kohta antud muuhulgas järgmisi juhiseid:

- Kaableid jätkatakse, tehakse nende haru- ja otsaühendusi kappides või seadmetes niisuguste meetoditega, mis vastavad sellel kasutuskohal esinevatele oludele.
- Kaablitarvikute all mõistetakse tarvikuid, millega kaableid jätkatakse, tehakse kaabli hargnemis- või otsaühendusi kaabli juhtide ühendamiseks nt tarbijatega või jaotuskeskusega.
- Kaablitarvikud täidetakse sageli tiheda niiskuskindla isetahkuva valumassiga, nagu nt kompaundiga, mis ümbritseb ka ühendusi. Niisuguste valuplastist valatud kaablitarvikute (kaablite jätku- või otsaühenduste muhvide) tegemisel tuleb arvesse võtta kaabli ja kompaundi valmistaja paigaldusjuhiseid.
- Kui kaabli kontsentrilised sooned on valmistatud metalliribadest või kiududest, tuleb need varustada soone kõiki kiudusid kindlalt ühendava klemmiga (kaablikingaga).
- Kuivades oludes saab plastisolatsiooniga kaablid ühendada ilma eritarvikuteta. Kummiisolatsiooniga kaableid saab ühendada ka nii, et isoleerimiseks kasutatakse standardile vastavaid kummi- või plastlinte (nn isoleerpaelu).
- Niisketes, märgades, või sööbivaid aineid sisaldavates oludes (samuti pinnases ja vees) tuleb plastkaabel varustada kaitsva otsamuhviga, ja selle muud osad ja muud kaablitarvikud, näiteks jätkuühendused peavad nii tihedad, et vesi (niiskus) ega ka sööbivad ained ei pääseks kaablitarvikute sisse.
- Juhtumitel, kui kaablil on metallist mehaaniline või elektromehaaniline kaitsekiht, peavad ka kaablitarvikud olema piisava mehaanilise tugevusega.
- Painduvate kaablite otsaühendusi (otsamuhve) ei tohi sobitamiseks pressida ega kokku suruda. Kaablimantleid tuleb kaitsta mantli mahakoorumise eest ja kaablikingi pöörlemise eest. Kaabli otsamuhvid tuleb kavandada nii, et kaableid ei oleks vaja liiga järsku painutada (vt SFS 6001+A1 jaotis 5.2.9.8).

13.1.3. Elektrilised nõuded

Kaablite otsa- ja jätkuühendused peavad eelkirjeldatud põhjustel taluma koormusvoolust, lühisvoolust ja võimalikest liigpingetest põhjustatud toimeid.

13.2. Kaablite lõppühendused (otsamuhvid)

13.2.1. Üldist

Lõppühendusmuhvidega (otsamuhvidega) saab kaablite juhte ühendada õhuliiniga, trafoga, lülitisaparaadiga vms seadmetega.

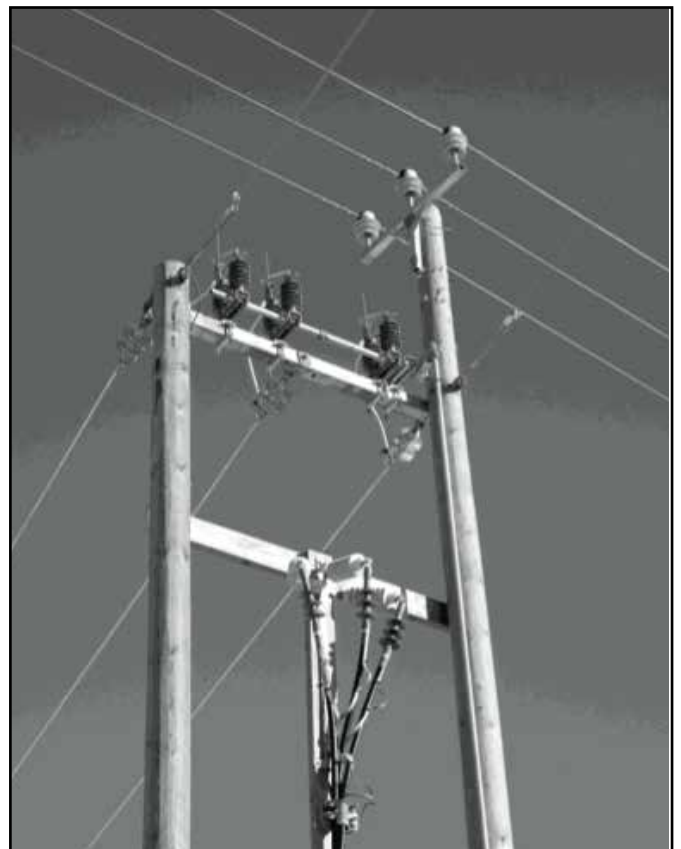
Kaablimuhv kaitseb kaabli ühenduskohta mehaaniliste toimete ja niiskuse eest ning tihendab kaabli otsa niiskusekindlaks. Kaablimuhvid peavad taluma samasuguseid olusid ja toimeid kui kaabel.

Märkus

Vanades kaablivõrkudes veel kasutusel olevaid ühendustarvikuid ja ühenduste tegemist on käsitletud käesoleva raa-



Joonis 119. Madalpingekaabli lõppühenduse näide.



Joonis 120. Kõrgepingekaabli lõppühenduse näide (Ensto).

matu 20. peatükis: Vana kaablivõrk.

13.2.2. 1 kV välisühendused (muhvid)

Madalapingeliste muhvidega kaitstakse kaabli ühenduskohti niiskuse eest ja nende abil moodustatakse ka kaabli ühendamiseks vajalikud ühendusjuhid.

Plastisolatsiooniga kaablite korral piisab otste niiskuskaitseks hülsist, mis tõkestab vee pääsu kaabli mantli sisse. Kaabli avamise järel kontsentriiline juht koondatakse kimbuks ja isoleeritakse isoleerpaela või plasttoruga. Muhvid tehakse igas muhvipakendis olevate valmistajajuhiste kohaselt.

Plastisolatsiooniga maakaabli välisühendused (muhvid)

Kasutamine:

1 kV pingega (A)MCMK-, AXCMK- ja AXMK-kaablite otsmuhvina märgades oludes nagu välisoludes, nt üleminekul õhuliinipaigaldisest kaablipaigaldisse.

Ehitus

Plastkübaraga kaitstud kaablite hargnemiskoht. Kontsentriiliste juhtide kiud on koondatud ühte kimpu.

Ühendamine

Juhid ühendatakse õhuliiniga kasutades heakskiidetud kaitse- või ühendustarvikuid.

Ehitus

4-sõrmeline termokahanevast plastist hargnemiskaitse vaid 4-juhilisele kaablile.

Ehitus

3-sõrmeline termokahanevast plastist muhv, milles kontsentriiline PEN-juht painutatakse kaabli mantli peale ja see jääb termokahaneva otsamuhvi alla.

13.2.3. 10 ja 20 kV kaablimuhvid

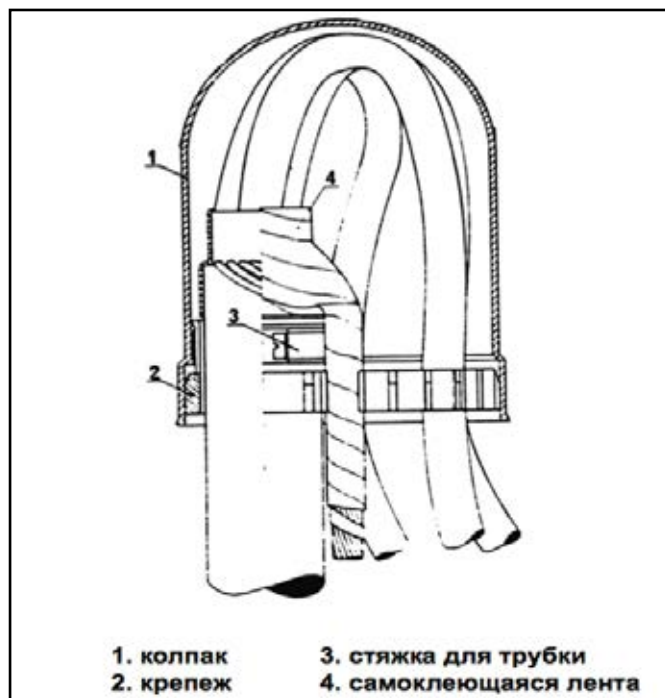
13.2.3.1. Üldist

Kõrgepingelistele kaablimuhvide ehitusele esitatakse erinõuded. Kaabli metallmantli või koroonakaitse lõpetamine põhjustab isolatsiooni koormava elektrivälja muutuse ühenduskohas. Lisaks esinevad otsamuhvis erisuunalised liigpingepiigid.

Need probleemid kõrvaldatakse muhvide spetsiaalse konstruktsiooni abil, nt järgmiselt:

- Koroonakaitse lõpetamiskohal tehakse isolatsioon paksemaks.
- Juhi peal kasutatakse pooljuhtivat kihti.

Muhvi ehitust raskendab ka see, et kaabli metallmantel tuleb maandada.



Joonis 121. Plastisolatsiooniga maakaabli välisühenduste ehitus.



Joonis 122. Termokahanevast plastist muhv plastmaakaablile AXMK.

13.2.3.2. Elektrivälja ühtlustamise tähtsus 10 ja 20 kV otsa- ja jätkumuhvide konstrukttsioonis

Elektrivälja ühtlustamine toimub otsa- ja jätkumuhvides automaatselt, kui paigaldamisel pannakse kõik paigaldusjuhistes mainitud kaablitarvikute komponendid õigele kohale. Selle tõttu on vaja rõhutada, et otsa- ja jätkumuhvid tuleb alati teha vastavalt muhvide paigalduspakendis olevate tarvikute paigaldusjuhistele.

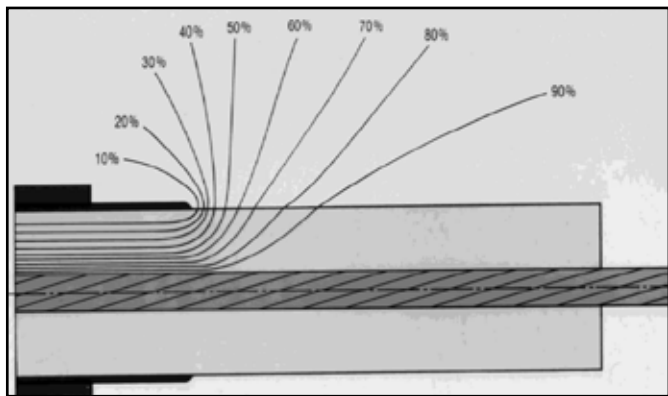
Kui kaabli isolatsiooni pealt koorida maha pooljuhtiv koroonaakaitsekiht, tekib pingestatud juhtide koroonaakaitse serva kohal kontsentreeritud elektriväli. Teisisõnu, sellel kohal tekib kaablis kõige suurem isolatsiooni läbilöögioht.

Juhul kui elektrivälja kontsentratsiooni otsamuhvi või jätkumuhvi selles kohas ei vähendata, siis elektrivälja toimel ühenduskoht kuumeneb ja teatud aja jooksul põletab läbi kaabli ühendustarvikud.

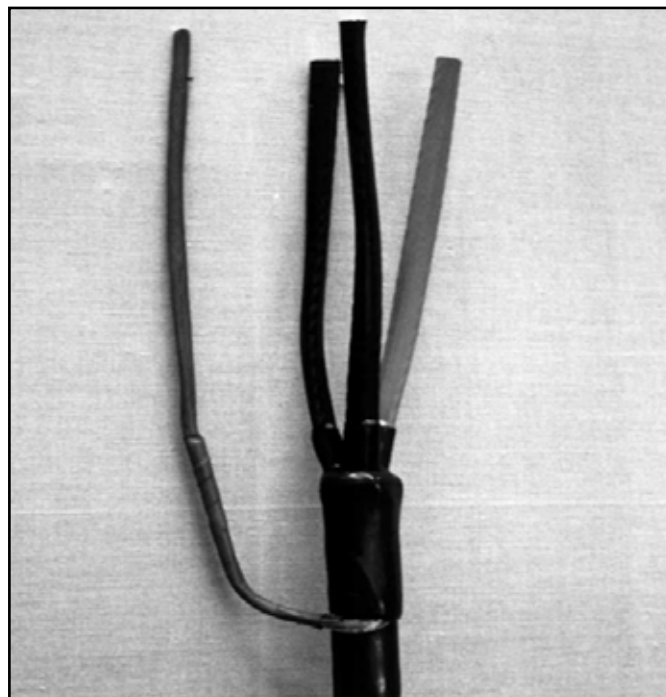
Elektrivälja ühtlustamisega hajutatakse elektrivälja suuremale alale nii, et ei tekiks kohalikku liigpingeohtu. Üldjuhul kasutatakse nn takistuslikku väljaühtlustust, nagu on näidatud joonisel 123. Kui väljaühtlustuseks kasutatakse sulavat materjali, siis kaovad ära ka isolatsioonipinna ebatasasusest tingitud õhkvahekiht, mis võivad põhjustada osalahendusi.

Koroonaakaitse eemaldamiseks on vaja kasutada head koorimisnuga ja seejärel tuleb löikepind alati lihvida, et eemaldada kareda pinna konarused.

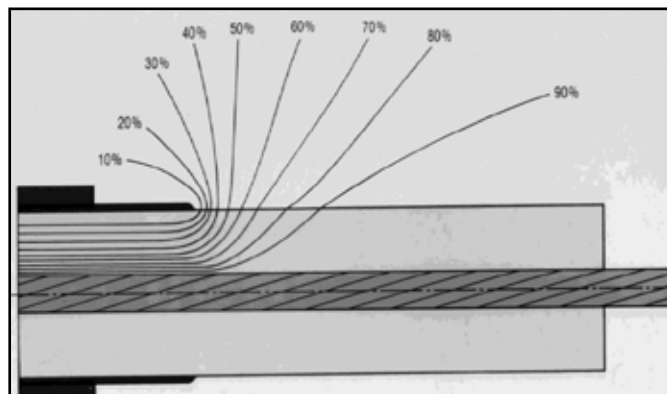
Väljaühtlustuse saab teha ka mahtuvuslikult. Seda nimetatakse ka geomeetriliseks väljaühtlustuseks. Mahtuvuslikku väljaühtlustust kasutatakse üldjuhul pealelükatavate muhvide korral, nagu näiteks kõikide puutekaitsega pistikühenduste puhul.



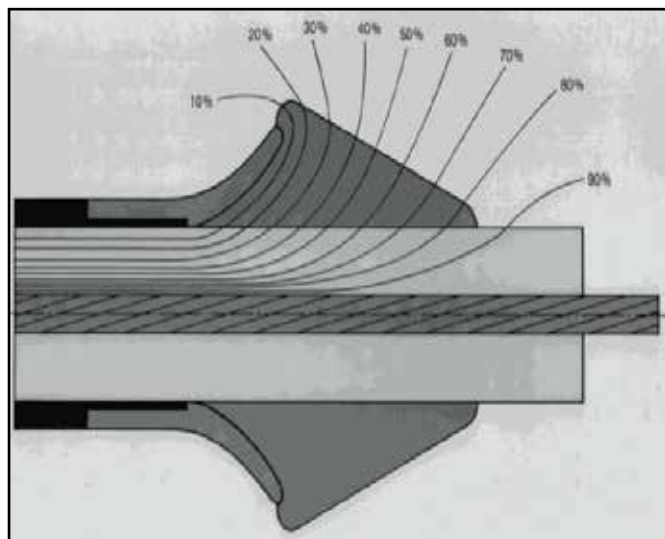
Joonis 125. Elektrivälja koroonaakaitse lõpukohal, kui kasutatakse väljaühtlustust (Tyco electronics).



Joonis 123. Termokahanevast plastist muhv plastmaakaablitele (A)MCMK ja AXCMK.



Joonis 124. Elektrivälja koroonaakaitse lõpetamiskohal, kui väljaühtlustust ei kasutata (Tyco electronics).



Joonis 126. Elektrivälja mahtuvuslik ühtlustamine väljaühtlustuskoonusega (Tyco electronics).

13.2.3.3. 10 ja 20 kV kaablimuhvi ehitus

10 ja 20 kV kasutatakse ühesuguse ehitusega otsamuhve. Pinge määrab otsamuhvi mõõtmed, 20 kV muhvid on suuremad kui 10 kV muhvid.

Termokahanev plastmuhv

Ehitus

Termokahaneva plastmuhvi kest kujutab endast pindvoolu taluvat termokahanevat plastist voolikut, mille sisepind on kaetud väljaühtlustuskattega. Termokahaneva muhvivooliku kest tõmbub maandusklemmi peale tõmmatud juhtiva hülsi peal kokku. Sõltuvalt kaablite konstruktsioonist kasutatakse vastavalt paigaldusjuhiste erinevaid tihendusmasse ja -teipe. Välismuhvide pinnavoolu taluv voolik on pikem kui sisemuhvide voolik. Muidu on sise- ja välismuhvid oma ehituselt sarnased. Välismuhvidele paigaldatakse pindvoolutaluvuse parandamiseks isegi äärikud.



Joonis 127. Termokahaneva plastmuhvi ehitus.



Joonis 128. Sisemine termokahanev plastmuhv.



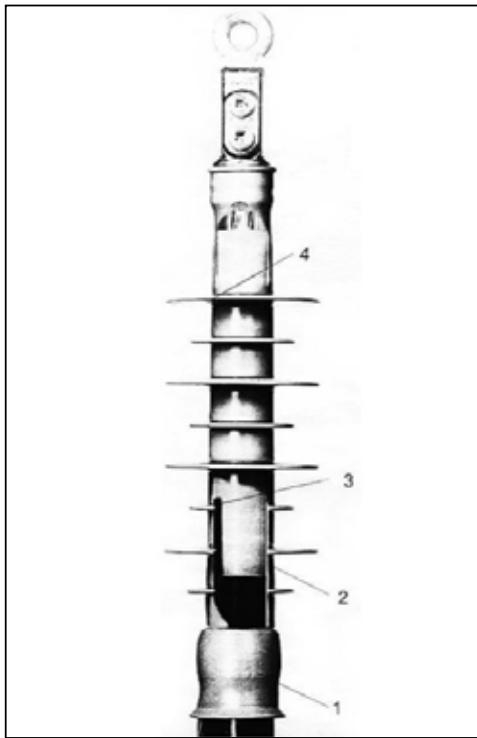
Joonis 129. Välimine termokahanev plastmuhv (Ensto).

Kasutamine

Üldjuhul kasutatakse nüüdisajal plastisolatsiooniga kaablite korral sise- ja välismuhvidena termokahanevaid plastmuhve. Viimased on sobivad ka paberisolatsiooniga kaablite korral.

Termokahanevaid muhve eelistatakse seetõttu, et neid on suhteliselt lihtne paigaldada.

Termokahanevad muhvid



Joonis 130. Termokahaneva muhvi ehitus.



Joonis 131. Termokahanev sisemuhv (Ensto)

Külmkahanev otsamuhv on terviklik torukujuline kest, mille välispinnakihiks on pindvoolu taluv plastisolatsioon ja mille sisepinnale on tehtud väljajähtlustuskate. Külmkahanev muhv tõmmatakse libestusaine abil vastavalt paigaldusjuhiste selleks valmistatud kaabli ja maandusjuhi peale. Muhv pressitakse kaabli peale selle alla ei jää „õhutaskuid“.

Nurkpistikmuhvid

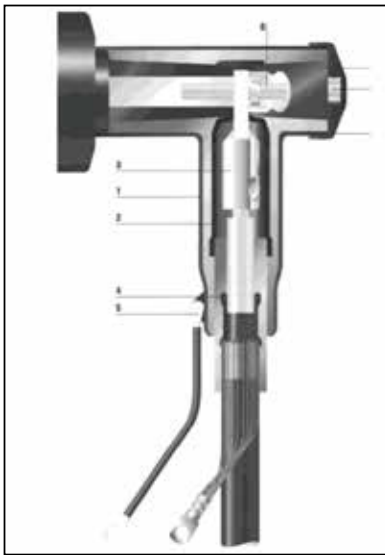
Pistikmuhvide kasutamine on märgatavalt suurenenud seoses SF6-aparatuuri kasutamisega alajaamades ja elektrijaamades. Pistikmuhviga kaabel ühendatakse sel juhul otse aparadi või jaotustrafoga.

Aparatuuri ja trafo ühendused tehakse kas nurk- või otsepistikmuhvidega.

Pistikühendusega muhv pannakse lisavarustusena aparatuuriga ühendamiseks sisemuhvi peale.



Joonis 132. Termokahanev välismuhv (Ensto)



Joonisel 133 on järgmised osad:
 1 puutekaitsega kest,
 2 sisemine koroonakaitse,
 3 pressitud või kruviga kinnitatud kaabliking,
 4 väljaühtlustusribi,
 5 maandusklemm ja maandusjuht,
 6 ühenduskruvi.

13.3. Kaablite jätkumuhvid

13.3.1 Üldist

Jätkumuhvide ülesandeks on kaablite jätkamine. Jätkamine on vajalik sel juhul, kui tervikkaabli pikkus on liiga väike, nt siis kui vanas kaablivõrgus tuleb teha muudatusi, kaableid on vaja parandada jne.

Joonis 133. Nurkpistikmuhvi ehituse näide.

Jätkumuhviga jätkatavate kaablite juhid ühendatakse kokku pressitavate või kruviga kinnitatavate klemmidega. Nüüdisajal isoleeritakse klemmid üksteisest täielikult termokahaneva plastisolatsiooniga.

Ühendusi kaitstakse ümbritseva keskkonna toimete eest eesmärgiga tagada neile sama vastupidavus kui kaablile endale. Kaitsena kasutatakse termokahanevaid plastist või metallist kaitseid.

Tähelepanu!

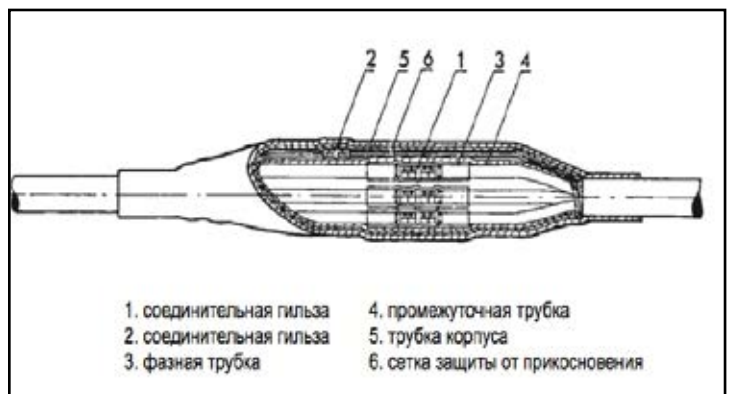
Vanades kaablivõrkudes seni veel kasutusel olevaid jätkukonstruktsioone ja jätkude tegemist on käsitletud käesoleva raamatu peatükis 20. Vana kaablivõrk.

13.3.2. 1 kV Kaablite jätkumuhvid

Termokahanev plastjätkumuhv



Joonis 134. Otsepistikmuhv (Ensto).



Joonis 135. 1 kV Termokahaneva plastjätkumuhvi ehitus.

Kasutatakse 1 kV (A)MMK-, (A)MCMK-, AXCMK-, AXMK- ja APAKM -kaablite jätkumuhvina.

Ehitus

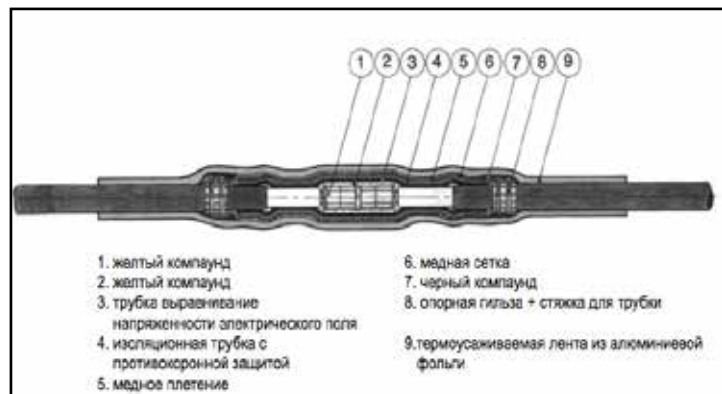
Juhtide jätkuühendused on kaitstud ja isoleeritud termokahanevast termoplastist rüüžiga. Jätkuühenduste puutekaitsena kasutatakse vaskvõrku. Ka jätkuühenduse väliseks kaitseks ja isolatsiooniks kasutatakse termokahanevat hülsi. Jätkumuhvides kasutatakse üldjuhul kruvikinnitusi ja pistikühendusi.

AXMK-kaablil on oma termokahanevast plastist jätkumuhv.

13.3.3. 10 ja 20 kV kaablite jätkumuhvid

Jätkumuhvide puhul kasutatakse mõlema pinge juures sarnast konstruktsiooni. 20 kV jätkumuhvid on mõõtmetelt suuremad.

Termokahanevast plastist jätkumuhv



Joonis 136. 20 kV termokahanevast plastist jätkumuhvide ehitus.



Joonis 137. 20 kV külmkahaneva jätkumuhvi tarvikute sari (Ensto).

Kasutamine

Kasutatakse AHXAMK-W-kaabli jätkamiseks ja segajätkumuhvides paber-isolatsiooniga ja plastisolatsiooniga kaablite vahel.

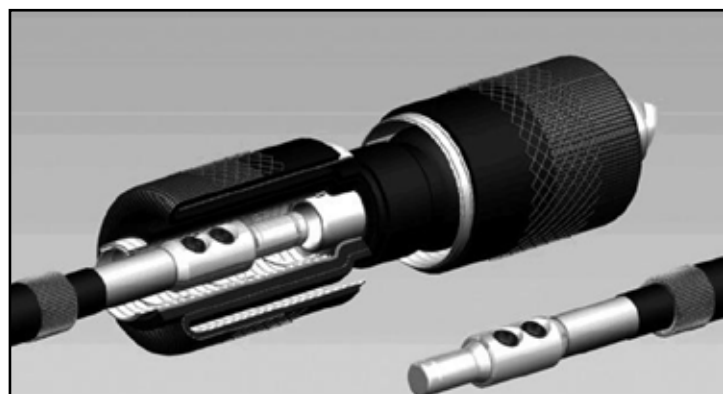
Ehitus

Väljaühtlustus, isolatsioon ja kaitse tehakse eri tüüpi termokahaneva hülsi abil. Jätkumuhvi välise kaitsena on kasutusel alumiiniumfooliumist termokahanev kile, mis tõkestab jätkumuhvi kohal niiskuse tungimise kaabli sisemusse. Jätkuühendustena kasutatakse pressitavaid pistikühendusi või kruvikinnitusega jätkuklemme.

Lisaks jätkuühenduse tarvikute põhipakendile on alati vaja ka lisatarvikute pakendit, mis valitakse jätkatavate kaablite põhjal.

Külmkahanev jätkumuhv

Külmkahanemise tehnoloogia põhjal on välja arendatud ka kiirjätkuühenduste tehnoloogia, mille puhul jätkuklemm on jätkuisolatsiooni sees valmis tehtud ja jätkatavate kaablite ottesse asetatakse pärast kaablite tavapärasest lahtivõtmist ja ettevalmistamist ühendustarvikud. Need ühendustarvikud sisestatakse ühenduspeassa samuti nagu pistikühenduse puhul. Seejärel jätkuühendus suletakse vastavalt paigaldusjuhiste. Seega on jätkuühendus valmis.



Joonis 138. 20 kV külmkahanev kiirjätk (3M).

13.4. Otsa- ja jätkumuhvide tegemine

13.4.1. Valmistumine otsa- ja jätkumuhvide tegemiseks

Otsa- ja jätkuühendustöid tehakse alati vastavalt kaablitarkvike valmistaja poolt koostatud paigaldusjuhiste. Tööde tegemisel tuleb järgida pakendil olevaid kõige uuemaid paigaldusjuhiseid, olla hoolikas ning säilitada puhust. Kõrgepingekaablite jätku- või otsaühenduste praktilise tegemise eest kannavad hoolt spetsiaalselt koolitatud paigaldajad.

Kaabli jätkuühenduse või otsaühenduse paigaldamine on eriti kõrgepingekaablite korral nii ulatuslik, aeganõudev ja hoolikust nõudev töö, et selle õnnestumiseks peavad ka töötingimused olema piisavalt hästi korraldatud. Paigalduskohta tuleb kaitsta sademete, külma ja niiskuse eest nt telgiga.

Otsa- ja jätkumuhvide tegemisel on sageli vaja kasutada vedelgaasileeki, nt kaablimantli eemaldamiseks, termokahaneva plasti jms tööde jaoks. Sel juhul tuleb alati tagada, et tööde tegemine toimuks oludes, kus tööd saab teha tuleohtlikele töödele esitatud nõuete kohaselt.

Joonis 139. Kaablimuhvide tegemine telgis.

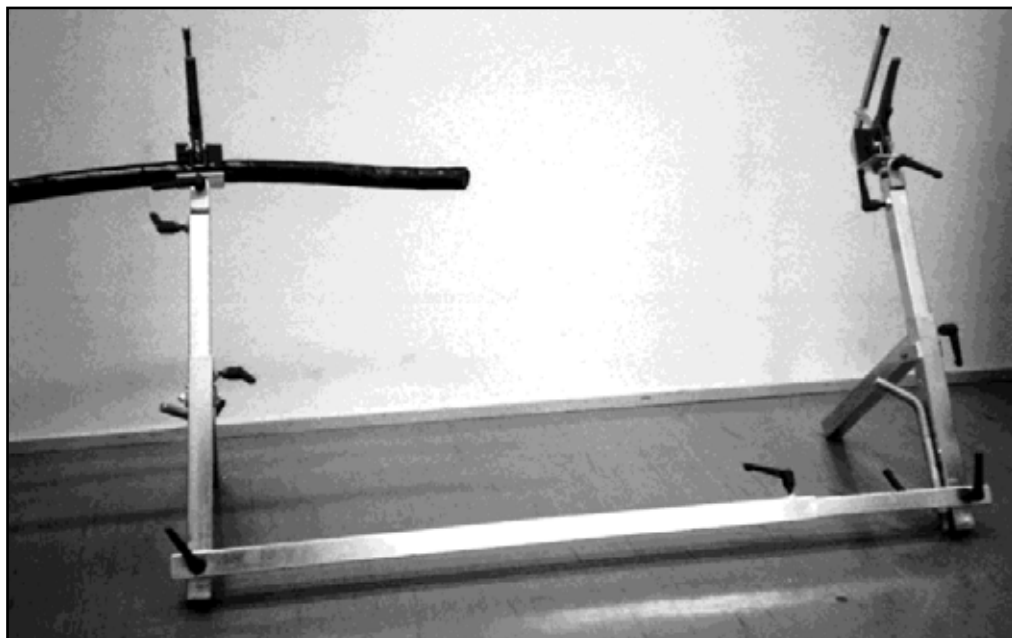
Plaanitava jätkuühenduse kohal kaevatakse kaablikraav laiemaks nii, et jätkuühenduse tegemise ajal saaks selle külgedel vabalt liikuda. Kraavi piisavaks laiuseks on u 1 - 1,5 m ja pikkuseks u kolmekordne jätkumuhvi pikkus. Kaablite paigaldamise ajal tehtavate jätkuühenduste puhul peaksid kaablite otsad ulatuma u 1 - 1,5 m võrra teineteisest üle. Jätkuühenduse süvendi põhi tasandatakse nii, et süvendi kogu ala saaks kasutada jätkuühenduste tegemiseks. Suuremahuliste jätkutööde tegemisel tuleb paigaldajatele muretseda istumiskohad, milleks sobivad ka jätkamissüvendi servale asetatud istumisplaadid. Jätkukoht



tõstetakse töötamiseks sobiva kõrgusega alusraamile või kaevatakse jätkamissüvend muust kraavist sügavamaks. 20 kV kaablite korral peab jätkuühenduse süvend olema vähemalt 2 m lai ja 3 m pikk ning 0,2...0,3 m võrra sügavam, kui kaabel tegelikult kraavis asub.

Tööde ajal kasutatakse jätkuühenduste kaitseks telki. Telgi katteriie ei tohi vett läbi lasta ega olla ka kergesti süttiv. Telki tuleb külma või niiske ilma korral soojendada. Telgiriie peaks olema õhku läbilaskev, et niiskus ei kondenseeruks telgi seintele. Telgis peab tööde ajal olema tõhus valgustus, mis korraldatakse vastavalt olukorrale kas elektri- või vedelgaasivalgustitega. Külmadel aastaegadel tuleb telki soojendada elektri- või gaasikütteseadmega. Koos kaablite kuumutamisega tekib telgis suits, mistõttu tuleb hoolt kanda telgi piisava ventileerimise eest, kusjuures vajaduse korral tuleb kasutada ka hingamiskaitsevahendeid.

Telgi asemel kasutatakse ka kergehitusega kabiin, mis tõstetakse jätkamissüvendi peale.



13.4.2. Otsa- ja jätkumuhvide valik

Valik tehakse vastavalt tarvikute valmistajate loetelule, arvestades seejuures järgmist:

1. Kaabli nimipinge
2. Kaabli tüüp (ehitus, isolatsioon ja kaitse)
3. Paigalduskoht (siseoludes, välisoludes)
4. Ühendusvõimalused (kraviklemmid, pressliides)
5. Eritöövahendite vajadus, nt koroonakaitse eemaldusvahend
6. Eripaigaldusoskuste vajadus.

Paigaldusvahendite pakendid

Enne töökohale minekut tuleb kontrollida pakendinimekirja abil, et kõik asjakohased osad on olemas. Lisaks tuleb tagada vajalik arv lisatarvikuid. Tarvikute pakenditest ei tohi kunagi laenuks võtta ühtegi tarvikut, sest puuduliku pakendiga ei saa nt rikkeolukorras teha ühtegi jätku- ega otsamuhvi ning tuleb hakata hankima täiendavaid osi, mõnikord kaugel vahemaa tagant.

13.4.3. Otsa- ja jätkumuhvide tööetapid

Kaabli avamine

Kaablid tuleb avada kihtide kaupa vastavalt paigaldusjuhistes esitatud mõõtmetele. Enne avamist tuleb kaablil täpselt välja mõõta kihtide koorimis pikkused ja märkida need teibi või viltpliatsiga kaablile. Kaabli eri kihid tuleb eemaldada nii, et alumine kiht ei saaks pealmise kihi eemaldamisel kahjustada.



Joonis 141. Koorimisnuga.

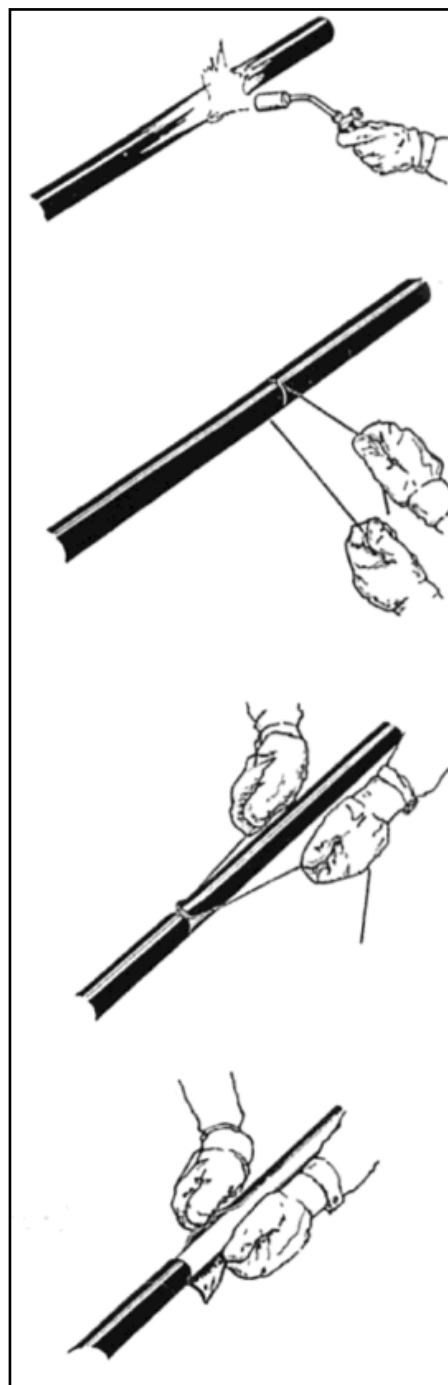
Plastmantli eemaldamine

Plastmantli eemaldamine toimub turvaliselt koorimisnoa abil. Nuga lõikab mantli katki ilma mantli alumist kihti rikkumata. Lõikamise järel saab mantli hõlpsasti eemaldada.

AHXAMK-W-kaabli kõva plastmantel eemaldatakse selle eelneva vedelgaasileegis pehmeks kuumutamise järel märgitud kohast lõike lõiketrossiga. Pehmenenud plastmantel tõmmatakse trossiga ribadeks ja mantli lõpuosa eemaldatakse keeramisega alumiiniumfooliumi pealt. Mantli eemaldamisel tuleb olla ettevaatlik, et mitte kahjustada alumiiniumfooliumi kihti.

PE-mantli eemaldamiseks näiteks AMCMK-PE kaablilt võib kasutada samasugust mantli soojendamismenetlust nagu kirjeldati eespool.

Soojendatud PE-mantli saab trossiga lõikamise järel ka alumiiniumfooliumi pealt maha rullida.



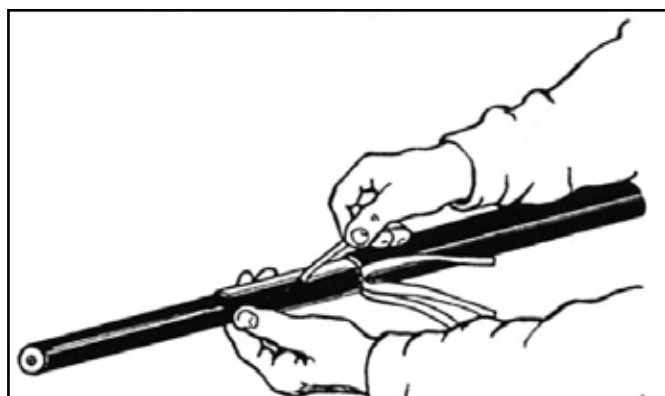
Joonis 142. Plastmantli eemaldamine AHXAMK-W-kaablilt.

Üldtööriistana saab kaablitöödel mantli ja isolatsiooni eemaldamiseks kasutada ka kaablinuga, kuid selle kasutamisel tuleb olla hoolikas ja ettevaatlik, et mitte rikkuda sisselõikega isolatsioonikihte ja vigastada käsi.

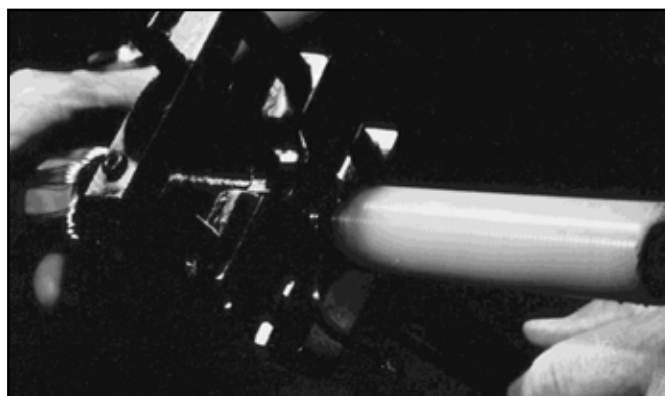
AHXAMK-W-kaabli alumiiniumfoolium kooritakse sõrmedega tõmmates maha, kusjuures äratõmmatud ribade lõikamiseks kasutatakse kääre.

Koroonakaitse eemaldamine

Kõrgepingelistes plastkaablites on alumiiniummantli all, kaabli konstruktiivse osana, isolatsioonikihi peal juhtiv või pooljuhtiv koroonakaitsekiht, mis otsa- või jätkumuhvide tegemisel tuleb eemaldada koroonakaitse koorimis-



Joonis 143. AHXAMK-W-kaabli alumiiniumfooliumi koorimine.



Joonis 144. Koroonakaitse eemaldamine spetsiaalse koormisvahendiga.

vahendiga. Koormisvahend sätitakse vastavaks kaabli läbimõõdule. Koorimine viiakse läbi vahendi käsitsi keeramisega nii, koroonakaitse eemaldub ühe pika spiraalse laastuna. Tera viltuse lõikenurga tagab iseenesest seadise pikiliikumine.

Koorimisseadise poolt allesjätud koroonakaitse eemaldatakse terava klaasi servaga ja isolatsiooni pind lihvitakse paigaldusjuhiste kohaselt nii, et pikisuunalisi triipe ei jääks nähtavale.

Kasutusel on mitmeid erinevaid koroonakaitse koorimisvahendeid, mille hulgast tuleb valida igale kaablile sobiv vahend.

Tähelepanu!

Koroonakaitse eemaldamisel tuleb olla eriti hoolikas. Isolatsiooni pinnale ei tohi jääda süvendeid, mille tõttu otsa- või jätkuühenduse isolatsiooni alla jäävad õhumullid. Õhul on isolatsioonist erinev elektriline tugevus ja see põhjustab otsa- või jätkumuhvi kuumenemist. Kuumenemine võib aga otsa- või jätkumuhvi hävitada ja põhjustada raskesti parandatava rikke.

Koroonakaitse puhastamiseks saab kasutada vaid jätkamistarvikute pakendis olevaid puhastuslappe.

Juhiisolatsiooni eemaldamine

Madalpingeliste plastkaablite isolatsioon eemaldatakse vajaliku pikkusega otse juhi pealt. Isolatsiooni lõikamine toimub koorimisnoaga või vastava koormisvahendiga. Seejuures tuleb hoiduda juhi metallipinna kahjustamisest. Eriti tuleb hoiduda juhi ristisuunalistest sisselõigetest.

Üheks töövõtteks on esimese sisselõike tegemine juhtmeisolatsiooni ümber ja poole isolatsioonipaksuse ulatuses ja seejärel lõigatakse isolatsiooni eemaldaval osal noaga võimalikult juhi suunas, et juhile ei tekiks sisselõiget. Lõpuks eemaldatakse isolatsioon käsitsi.

Plastisolatsiooniga kõrgepingekaablite isolatsiooni eemaldamiseks on olemas vana hea viis teha see trossiga lõikamise või trossiga tükeldamise abil ja seejärel kaablinoaga maha lõigates.

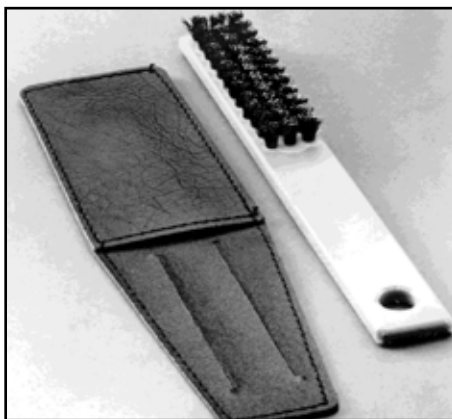
Nüüdisajal on isolatsiooni eemaldamiseks kasutusel tööriistu, mis võimaldavad isolatsiooni hõlpsasti, turvaliselt ja juhhipinda kahjustamata eemaldada.

Juhtide ühendamine

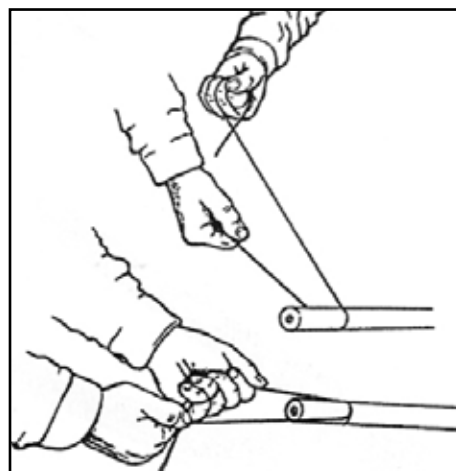
Maakaablites kasutatakse peamiselt alumiiniumjuhte, millega koos kasutatakse eriti alumiiniumklemme. Alumiiniumklemmide puhul tuleb eriti arvesse võtta, et alumiiniumi pinnale moodustub normaaloludes oksiidikiht, mis põhjustab klemmide siirdetaktuse suurenemist.



Joonis 146. Tööriistakomplekt PEX-isolatsiooni eemaldamiseks (Ensto).



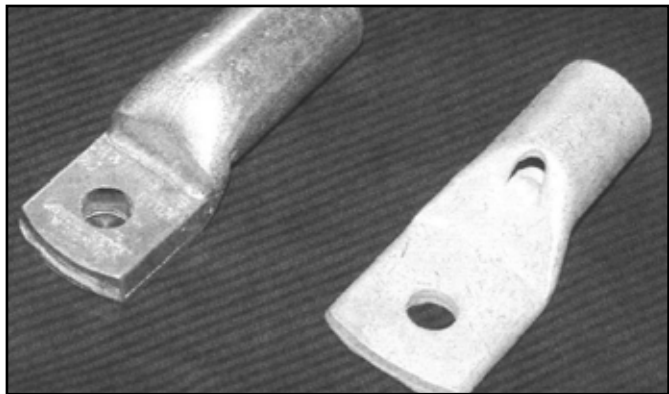
Joonis 147. Alumiiniumjuhtide harjamiseks sobiv hari (Ensto).



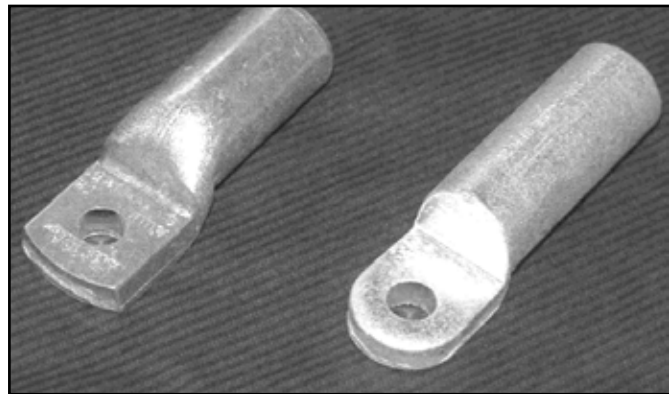
Joonis 145. Plastkaablite juhiisolatsiooni eemaldamine.

Isoleeriv oksiidikiht eemaldatakse ühendatava juhi pinnalt harjamisega. Harjatud juhi pind kaetakse ühendusmäärdega, mis takistab pinna taasoksüdeerumist. Ühendusmäärdes on lisaks ka nt väikesed tsingiosakesed, mis ühenduskohal rikuvad oksiidikihti ja parandavad juhtivust.

Alumiiniumi korral esineb nn külmvoolavust, mille korral surve all olev metall hakkab juba toatemperatuuril oma kohalt eemale liikuma. Alumiiniumi korral ilmneb niisugune nähtus juba väikeste survejõudude olemasolu korral. Alumiiniumklemmid vormitakse külmvoolamise tõkestamiseks nii, et klemm oleks võimalikult ümber juhi. Alumiiniumklemmid on lisaks välismõõtmelt suuremad kui vastavad vaskklemmid ja kinnituskruvisid ja survepinna punkte on rohkem kui vaskklemmidel.



Joonis 148. Alumiiniumist ja vasest kaablikingad sama ristlõikepinna korral.



Joonis 149. Pressitud ja valatud alumiiniumkaablikingad.

Üldjuhul on alumiiniumil tõhus korrosioonitõkestusvõime. Kuid juhul, kui see ühendatakse kokku vaskjuhiga, nagu ühenduste tegemisel sageli on vaja teha, tekib nt niiskuse toimet elektrolüüs e metallide elektrolüütiline korrosioon. Tekib ümbrusolude säilimisel püsiv elektrolüütiline paar, kus miinuspooluseks on alumiinium ja plusspooluseks vask. Sel juhul toimub alumiiniumi ja vase ühenduskohal elektrolüüs, mille tulemuseks on metalli kadu alumiiniumjuhilt ehk alumiiniumi sööbimine. Korrosioon tekib ka siis, kui nt sademevesi uhub vasesoolad alumiiniumjuhile.

Klemmide valik ja paigaldamine

Klemmide valikul tuleb arvesse võtta järgmisi asjaolusid:

- juhi koormust ja lühistemperatuuri
- juhi materjali ja ristlõikepinda
- korrosiooni ja
- kasutusel olevaid tööriistu.

Klemmid jaotatakse vastavalt talitlustemperatuurile kahte klassi:

T1-klemmid, mis on ette nähtud juhtidele kuni 80°C talitlustemperatuuril ja lühise korral kuni 180°C suurimal temperatuuril.

T2-klemmid, mis on ette nähtud juhtidele enam kui 80°C talitlustemperatuuril ja lühise korral kuni 250°C suurimal temperatuuril.

Klemmid, mis vastavad standardis SFS 2663 T2 klemmidele esitatud nõuetele, on tähistatud vastava temperatuuriklassi tunnusega T2. Need on ette nähtud kasutamiseks nt paber- ja PEX-isolatsiooniga kaablite puhul. Klemmidelt, mis kuuluvad temperatuuriklassi T1, temperatuuriklassi tunnust ei nõuta.

Juhi ja klemmi materjal

Alumiiniumjuhte saab ühendada vaid niisuguste klemmidega, millel on juhile vastava metalli tähis Al või Alu. Tähist Al kasutatakse alumiiniumist, alumiiniumsulamist ja teras-alumiiniumist juhtidele ettenähtud klemmide tähistamiseks ja tähist Alu ainult alumiiniumjuhtidele ettenähtud klemmide korral.

Vaskjuhtidele ettenähtud klemmid ei sobi alumiiniumjuhtide ühendamiseks. Samuti ei sobi alumiiniumjuhtidele ettenähtud klemmid vaskjuhtide ühendamiseks, juhul kui need pole selleks spetsiaalselt ette nähtud (tähis Cu).

Korrosioon

Korrosiooni tõkestamine standardi SFS 6000-5-52 järgi:

”522.5 Korrosiooni või saastumist põhjustavad ained (AF)

522.5.1 Siis, kui korrosiooni või saastumist põhjustavad ained ja vesi võivad tekitada korrosiooni või muid kahjustusi juhtmesüsteemid osadele, tuleb neid osi kaitsta sobival viisil või tuleb need valmistada niisuguseid toimeid taluvast ainest.

TÄHELEPANU. Paigaldamisel võivad olla sobivateks lisakaitsemeetmeteks kaitseteipide, -värvide ja -rasvade kasutamine.

522.5.2 Üksteise suhtes elektroüütiliselt aktiivseid metalle ei tohi paigaldada nii, et need puutuksid üksteisega kokku, väljaarvatud juhul kui kahjulike kõrvaltoimete teke on spetsiaalselt tõkestatud.

522.5.3 Materjale, mis võivad teineteist kahjustada või tekitada ohtliku olukorra, ei tohi paigaldada teineteisega kokkupuutesse.”

Alumiiniumjuhtide ühendamisel tuleb eriti jälgida seda, et klemmid oleks sobivad vastava ühenduse tegemiseks. Alumiiniumjuhtide ühenduste puhul tuleb niiskes keskkonnas vältida korrosiooni teket.

Kuivades oludes saab alumiiniumkaablikingad ühendada kontaktmäärdeaine kasutamisega otse latiga ja harjaga puhastatud alumiiniumpinnad alumiiniumiga ja palja või pinnatud vasest (vasesulamist) ühendusaluse või latiga. Niisketes ja märgades oludes nagu nt välitingimustes või niisketes keldrites asuvates jaotuskeskustes, kioskalajaamades ja kaablijaotuskappides, saab alumiiniumit kontaktmäärde abil ühendada alumiiniumiga ja tinatatud vasest (vasesulamist) alusega. Muudel juhtudel, muuhulgas siis kui alus on pinnatud, hõbetatud, kroomitud või nikeldatud, tuleb kasutada üleminekuklemme.

Kasutatavad tööriistad

Pressitavaid klemme tuleb pressida klemmide valmistaja poolt ettenähtud pressimisvahenditega ja vastava kujuga vormi (tangi mokaade) abil.

Kontrollida tuleb pressimisvahendite korrasolekut ja nende õiget kasutamist.

Paigaldamine

Klemmide valmistaja paigaldusjuhiseid tuleb täpselt täita. Järgnevalt on esitatud mõned lisajuhised:



Joonis 150. Väikese ristlõikepinna korral kasutatavad pressimistangid.



Joonis 151. Pressitava kaablikinga kinnipressimine.

Juhiga võib ühendada ainult sellele nimiristlõikepinnale ja juhi materjalile vastavaid klemme. Juhi ristlõikepind ja materjal on märgitud klemmile. Isolatsiooni eemaldamisel tuleb olla ettevaatlik, et mitte kahjustada juhi materjali pinda, sest sel juhul väheneb ühenduskoha lühisvoolutaluvus nt juhi ristsuunalise sisselõike tõttu.

Juhul, kui sektorijuhid sobivad nimiristlõikepinnale vastava klemmiga ja ühenduskoht surutakse töökindlat kokku, tuleb tavaliselt enne klemmi paigaldamist juhi suurima ristlõikepinnaga kohta korrigeerida üleminekuhülssi tangide või eritöövahendiga.

Klemmi saab kasutada vaid ühe juhi ühendamiseks, väljaarvatud juhul kui klemmil on eraldi koht igale juhile.

Klemmide ehitust ei tohi paigalduskohal muuta. Näiteks pressitud klemme ei tohi lühendada ega nende avasid suurendada.

Pressliitmiku paigaldamine

Ühendusklemm valitakse vastavalt juhi suurusele.

Valitakse klemmi pressimiseks sobivate mokaadega tangid (töövahend).

Veendutakse, et pressimiseks kasutatav tööriist teeb nõutava pressliite ja vajadusel seadistatakse tööriista.

Eemaldatakse juhilt isolatsioon vastavalt liitmiku jaoks tabelis esitatud mõõtudele ja kantakse hoolt, et juhi pinnale ei tekiks ristsuunalisi sisselõikeid.

Sektorikujulise juhi kuju muudetakse tangidega

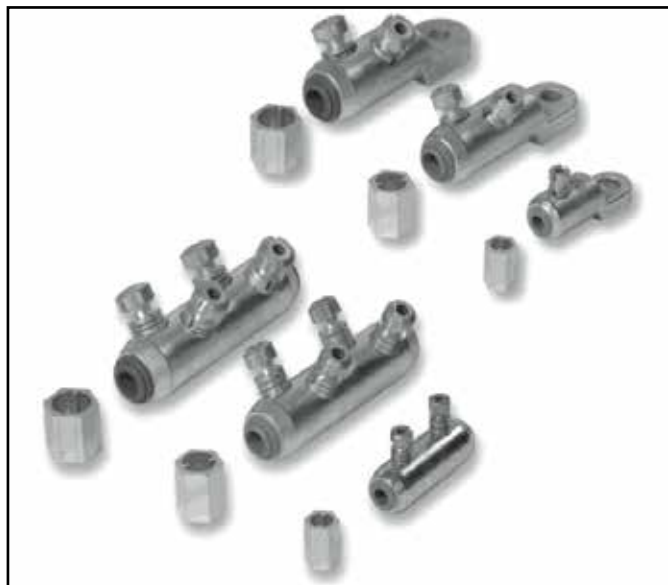
Liitmik lükatakse juhi peale ja tehakse alates juhi otsast vajalik arv pressimisi.

Eespool esitatud paigaldusjuhised sobivad kaablikingadele ja jätkuhülssidele.

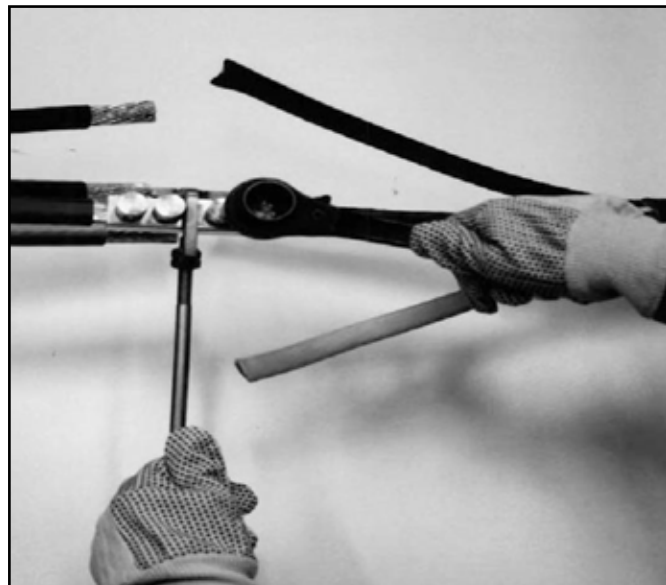
Juhid kooritakse vastavalt juhiste. Jätkuhülssid määratakse kontaktmäärdega kokku. Juhtidele lükatakse peale hülssid. Kontrollitakse, et juhid oleksid hülssides mõlemas otsas ühesugusel sügavusel. Hülssid paigaldatakse jätkuühenduse nõutavasse asendisse. Kruvid tõmmatakse nii pingule, et nende pead katkevad. Pinguldust ei saa pärast paigaldamist enam kontrollida, sest kruvide pead on katki. Juhti ei tohi pinguldamise järel liigutada, sest sellega muutub liitmiku pinguldus.



Joonis 152. Jätkuhülssidega pressitavad ühendused.



Joonis 153. Kruvipinguldusega jätkuliitmikud ja kaablikingad (Ensto).



Joonis 154. Kruvijätkuliitmike pinguldamine.

Kruvipinguldusega kaabliking

Kruvipinguldusega kaablikinga paigaldamine toimub samal viisil kui vastava kruvipinguldusega jätkuliitmiku paigaldamine. Pingulduskruvid katkevad, kui pinguldusjõud on piisav. Pingulduskruvi kaheosaline pea võimaldab hiljem kontrollida pinguldusmomenti (vastavalt pinguldusmomenti tabelile).

Tabel 19. Alumiiniumliitmiku pinguldusmomentid

Alumiiniumliitmiku pinguldusmoment	
Juhi ristlõige (mm ²)	Pinguldusmoment (Nm)
10 - 35	16
35 - 95	23
95 - 185	38
185 - 300	50

Ühenduskoha isoleerimine ja kaitsmine

Termokahanev plast

Termokahanev plast on plastist hülss, mis soojuse toimel kokku tõmbub (termokahanev plast) ja tõmbub tihedalt kaabli või juhtme peale. Hülsi kinnitumine tagatakse hülsi sisepinnal oleva liimainega. Erineva paksusega termokahanevast plastist hülssi kasutatakse jätku- ja otsamuhvide tegemisel nii faaside isoleerimiseks kui ka mantli isoleerimiseks. Termokahanevast plastist jätkuühenduste tegemisel on väga tähtis, et kõik eri kihtide plasthülssid oleksid kohale pandud enne jätkuhülsside kinnikahandamist. Kui termokahanevast plastist hülssi kuumutatakse nii, et selle temperatuur tõuseb üle 130°C, siis selle läbimõõt tõmbub 40 - 60 % võrra kokku. Samuti võib toimuda ka pikisuunaline kokkutõmbumine, kuid siiski mitte üle 10 %.

Termokahandamine tehakse hülsi kuumutamiseks vedelgaasileegiga. Kasutatava leegi pikkus on 25 - 30 cm ja selle ots peaks olema 10 cm pikkuselt kollane. Termokahandamisel ei tohi kasutada plasti süütavat sinist leeki. Leeki tuleb liigutada kogu kuumutamise ajal kaabli suhtes nii, et termokahaneva plasti pind mõnest kohast liialt ei kuumeneks ega süttiks.

Jätkuühenduse termokahandamine vedelgaasileegiga

Kuumutamist alustatakse alati hülsi keskelt ja minnakse edasi servade suunas. Kuumutamist jätkatakse nii kaua, kuni hülsi otsast tuleb välja liim. Enne järgmisele kihile siirdumist tuleb eelmine kiht jahutada käe temperatuurini.

Paigaldamisel tuleb olla ettevaatlik kuuma vedelgaasipõletiga ja arvesse võtta muidki vedelgaasi käsitlemisjuhised. Jahtumata termokahanevad hülssid on kuumad ja võivad põhjustada põletushaavu.

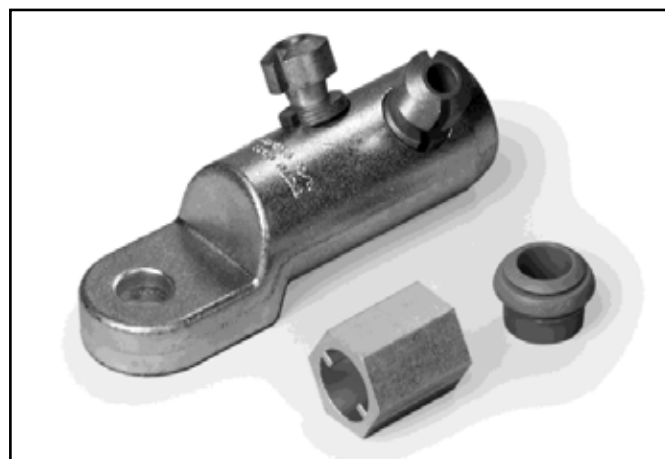
13.4.4. Otsa- ja jätkumuhvide tegemise üldised ohutusjuhised

Kaablite paigaldustöödel tuleb kasutada erinevaid puhastusaineid, mis võivad olla kergesti süttivad või hingamisteedele kahjulikud. Samuti nõuab vedelgaasi kasutamine hoolikust.

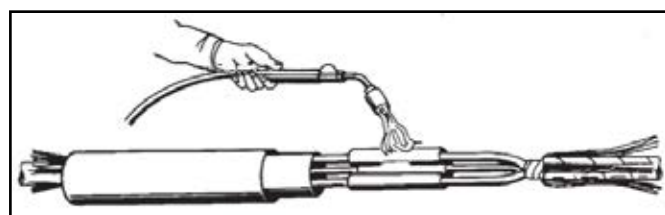
Töökoht peab olema eeskujulikult korras ja puhas.

Järgnevalt on esitatud mitmeid tähelepanu väärivaid nõudeid eri ainete käsitlemisest:

Puhastusained ei ole ohtlikud, kui nende ainete käsitlemisel järgitakse valmistaja poolt antud juhiseid. Käsitlemis- ja ohutusjuhised on leitavad ainete ohutu kasutamise teabematerjalidest, mis on olemas töödejuhatajal. Lisaks tuleb



Joonis 155. Kruvipinguldusega kaabliking (Ensto).



Joonis 156. Jätkuühenduse termokahandamine.

hoolt kanda töökoha ventileerimise eest ning et ei jäetaks puhastamisel järelejäänud niiskeid või tuleohtlikke puhastuslappe ega muid nartse tööpaigale. Puhastusaineid tuleb alati säilitada suletud anumates ja võimalikult väikeses koguses. Lahustite käsitlemisel tuleb kasutada kaitsekindaid.

Vedelgaasi lekkimisel õhku põhjustab see plahvatusohu. Vedelgaas on õhust raskem ja langeb seetõttu maapinnale. Seepärast võib mahakukkunud põlev suitsukoni vms tekitada plahvatuse. Vedelgaas on iseenesest lõhnatu, kuid sellele lisatakse ettenähtud hulgal lõhnaaineid, mis võimaldavad tuvastada gaasi olemasolu õhus. Vedelgaas ei ole mürgine, kuid see põhjustab inimeses unisust ja suure koguse gaasi sissehingamisel ka joovet. Kui gaasileke avastatakse, tuleb gaasijaotussüsteemis lekkekohast eespool olev ventiil sulgeda ja seejärel hajutada ventileerimisega kogunenud gaas. Õhust raskem gaas langeb kaevatud süvendi põhja ja selle eemaldamiseks on vaja varuda piisavalt aega. Kõikide lahtist tuld või sädemeid tekitavate objektide, nt elektrilülite vms, kasutamine on gaasiga saastunud oludes loomulikult plahvatusohu tõttu keelatud.

14. KAABLIKRAAVI TÄITMINE

14.1. Kaabli kaitsmine

14.1.1. Nõuded kaabli kaitsmiseks

Standardi SFS 6000-8-814 jaotises 522.15.2 „Kaablite asukoht ja paigaldamine“, on kaablite paigaldamise kohta öeldud järgmist:

”...Pinnasesse paigaldatavat kaablit tuleb kaitsta ka suurte ja teravate kivide vms objektide eest, kas mehaanilise kaitsega nt toruga või kasutades kaabli ümber peeneteralist liiva.

Pinnasesse paigaldatud kaablite peale, 0,2...0,4 m sügavusele maapinnast, soovitatakse paigaldada kaabli asukohta näitav hoiatuslint.

Maapinnal olev kaabel tuleb varustada mehaanilise lisakaitsega nagu vastupidava kaitsetoruga (SFS 5608 klass A), betoonrenniga, valubetoniga või muul sobival viisil. Kaljusele pinnasele kinnitatud kaabli kaitseks soovitatakse kasutada valuterasest torusid või toru/kaitserenni ja selle peale valatud betooni. Kaabli väljatoomisel maa alt või veest tuleb seda kaitsta vähemalt 4. tugevusklassi valuterasest paigaldustoruga või muul samaväärsel viisil vähemalt kuni 1,5 m kõrguseni ja liiklustrassil vähemalt 2 m kõrguseni maapinnast. Kaitse peab olema piisavas sügavuses maa- või veepinna all.

Kaabli kaitseks kasutatavad konstruktsioonid tuleb valida ja paigaldada nii, et kaitsevahendid, nt betoonplaadid ega kaitsetoru terasest servad, ei kahjustaks kaabli mantlit selle võimaliku liikumise korral. Juhul, kui kaabli kaitseks asutatakse toru, tuleb arvesse võtta, et toru sisse jäänud vesi võib jäätumisel kahjustada kaablit.

Juhul, kui ilma metallmantlita kaabel paigaldatakse vette, tuleb seda rannaalal sobival viisil kaitsta kuni 2 m sügavuse veekihini või kaevata kaabel veekogu põhja pinnasesse. Kaabli kaitsmisel võetakse arvesse rannajoone kuju, rannaala iseloomu ja tõenäolisi mehaanilisi toimeid, nt liiklust veekogul, jääolusid ja veetaseme muutumist. Kaabli kaevamisel veekogu põhja kaitstakse seda üldiste nõuete kohaselt (vt SFS 6000-8-814 tabel 814A). Tabel 814A on käesolevas raamatus tabel 16.

14.1.2. Kaablikaitse kontrollimine

Kaablite pinnasesse paigaldamise eesmärgiks on:

kaitsta kaableid pärast paigaldamist võimalike pinnases toimuvate kaevetööde poolt põhjustatud kahjustuste eest, kaitsta kaableid pinnase tihendamisest ja läbivajumisest (liikluse tõttu) tingitud mehaaniliste pingete eest, kaitsta kaableid mehaaniliste kahjustuste eest, kui kaabel on paigaldatud maa pinnale, nt kaljule.

Kaabli kaitse ei tohi oluliselt vähendada kaabli koormatavust.

14.1.3. Kaablikaitsete tugevusklassid

Kaablikaitse liigitatakse järgmistesse klassidesse:



Joonis 157. Spetsiaalsed plastrennid.

Tabel 20. Kaablikaitse liigitus vastavalt standardile SFS 5608.

Kaitseklass	Kaitseks sobiv materjal
A = rasked talitlusolud	A-klassi kaablikaitsetoru, tugev plastrenn
B = poolrasked olud	B-klassi kaablikaitsetoru, plastrenn
C = kerged talitlusolud	Pehme plastrenn, plastist kaitseplaat, lai kaitselint
D = märgistuslint	Märgistuslint, hoiatuslint

Kaablikaitsetorud jagatakse vastavalt standardile SFS 5608 ringjäikuse ja löögitugevuse järgi tugevusklassidesse A ja B. A-klassi torude ringjäikus on $SN \geq 16 \text{ kN/m}^2$ ja B-klassi torude ringjäikus on $SN \geq 8 \text{ kN/m}^2$.

Kaablikaitsetorusid on lähemalt vaadeldud eelolevas jaotises 10.7.2. Allmaatorude paigaldamine.

Peale standardsete plastist kaitsetorude võib kõikidel juhtudel kasutada kaitseks ka väiksema tugevusega, kuid samaväärseid muid torusid või plaate.

Vastavalt talitlusoludele liigitatakse kaablikaitset järgmiselt:

1. Kaablikaitsetorud:

- A-klass, rasked talitlusolud,
- B-klass, poolrasked talitlusolud,
- C-klass, kerged talitlusolud.

2. Kaablikaitsetorud ja kaitseplaadid

- A-klass, rasked talitlusolud,
- B-klass, poolrasked talitlusolud,
- C-klass, kerged talitlusolud.

PE- ja PVC-plastist kaablikaitsekonstruktsioone, nende katsetamist ja hoiatuslintide ehitust on kirjeldatud standardis SFS 5608.

Niisuguste kaitsete kaitsetoime põhineb vaid nende konstruktsioonide kujul ja mehaanilisel tugevusel. Kaitsetoime ei sõltu kuigi palju kaabli paigaldussügavusest siis, kui kaabel on paigaldatud õigele sügavusele, näiteks maanteetammi sisse nn koormusjaotuskihti. Sel juhul pole liikluse mõju enam kuigi oluline. Erinevatest kaevetöödest tingitud kahjustamisriske võib tavapäraste kaevetööde korral lugeda ka paigaldussügavusest sõltumatuks.

14.1.4. Kaablikaitse valik ja kaitse paigaldamine

14.1.4.1. Üldist

Tabel 21. Näide kaablikaitse valikust

Kaitstava koha iseloomustus	Kaitseklass		
	Kõrgepingekaablid, olulised juhtkaablid	Madalpingekaablid, magistraalkaablid, muud juhtkaablid	Liitumisjuht, v älisvalgustuskaablid
Kaevamise järel kindlustatakse, sest on olemas kaabli liikumise risk, karm pinnas.	A	A	A ¹⁾
Keskmiised talitlusolud, karm pinnas	B	B	C
Keskmiised talitlusolud, pehme pinnas	B	C	C
Kaabli sisseküündmiseks sobiv pinnas	D	D	D

¹⁾ Vaid erandlikes oludes, eriti tähtsate liitumisjuhtide korral.

Kaitse rasketes talitlusoludes

Sellesse rühma kuuluvad kaitseklassile A vastavad kaablikaitsetorud ja -rennid, betoonrennid ja -plaadid ning terastorud.

Kaitse kasutamisel saab kasutada ka suvalist täitematerjali, eriti kui kaitse on mehaaniliselt tugev ja püsib kraavi täitmisel hästi paigal. Betoonist ja terasest kaitseid

on rasked ja neid on tülikas käsitleda, kuid niisuguse kaitsega kaablikraavi saab hiljem vajadusel lahti kaevata täielikult masinate abil.

Kaitse poolrasketes talitlusoludes

Sellesse rühma kuuluvad kaitseklassile B vastavad kaablikaitsetorud ja -rennid.

Kaitse võimaldab ka suhteliselt jämeda täitematerjali kasutamist, kuid kaitse paigaldamisel tuleb kohe hoolt kanda kaitse paigalpüsimise eest.

Poolrasketele talitlusoludele ettenähtud kaitset kasutatakse juhul kui masinaga kraavikaevamise vajadus on väike. Kaitsed on hõlpsasti käsitletavad.

Kaitse kergetes talitlusoludes

Sellesse rühma kuuluvad kaitseklassile C vastavad kaablikaitsetorud ja -rennid.

Kergetes talitlusoludes ettenähtud kaitse eeldab korraliku peeneteralise täitematerjali kasutamist kaitse ümber. Kaitse väikese kaalu tõttu tuleb kraavi täitmisel hoolt kanda kaitse paigalpüsimise eest.

Kergetes talitlusoludes ettenähtud kaitset kasutatakse kohtades, kus kaabli kahjustamise oht on väike. Niisugune kaitse on piisav käsitsi kaevatud trasside korral. Kergetes talitlusoludes ettenähtud kaitse korral täidetakse kaablikraav etapiti: kaabel kaetakse peeneteralise liivaga, kaitse asetatakse kohale ja seejärel täidetakse kraav lõpuni. Sellega suurenevad ka tööde maht ja kulud.

Märgistuslint, hoiatuslint

Märgistuslindi kasutamisel peab täitematerjal kaabli läheduses olema hea. Märgistuslindi paigaldamine jaotab kaablikraavi täitetööd kahte ossa. Tuleb olla hoolikas, et tööde tegemisel püsiks märgistuslint õiges asendis. Märgistuslindi kasutamine sobib hästi kaabli kaitseks selle sissekündmisel. Märgistuslindi sobiv kaugus kaablist on u 30 cm. Märgistuslindi asemel võib kasutada ka vastavat hoiatusvõrku või kaitseplaati.

Märgistuslintide kohta kasutatakse üldiselt ka nimetust hoiatuslint, sest lint ilmub kaevamisel välja tunduvalt enne kopa jõudmist kaabliteni ning seega hoiatab maapinnas olevate kaablite eest. Käesolevas raamatus kasutatakse edaspidi nimetust hoiatuslint.

Kaitse puudumine

Ilma mingi kaitseta ega hoiatuslindita ei tohi paigaldada jaotusvõrgu kaableid.

14.1.4.2. Kaitse kaablikaitsetorudega

Kaablikaitsetorusid kasutatakse sõiduteede ja raudteede allmaaviikudes ning muudes sellistes kohtades, kus kaablikraavi ei saa jätta pikaks ajaks avatuks. Nendes kohtades kasutatakse A-kaitseklassi torusid. Väiksema liiklusega kohtades võib kasutada B-klassi torusid.

Kaablikaitsetorusid kasutatakse ka tee või kõnnitee aladel, kus teed või kõnniteed soovitakse säästa kaablikraavi kaevamise eest. Kaablitorustik peaks olema võimalikult sirge, et kaabli tõmbamine torusse õnnestuks kõige paremini.

14.1.4.3. Kaablite kaitse pööratud rennidega

Kaablite üldlevinud kaitseviisiks on kaablite katmine nende peale asetatavate pööratud rennidega, mida on lihtne paigaldada ja mis tagavad suhteliselt hea kaitse.

Nüüdisajal tehakse rennid plastist. Plastrenne valmistatakse pikkusega 500, 1000 ja 3000 mm. Vanade, veel pinnases leiduvate betoonrennide pikkused on kas 500 või 250 mm.

Vastavalt kaitstavale kohale valitakse A, B või C kaitseklassi kaablirennid.

Kohtades, kus kaablite väljakaevamist tuleb teha sageli, kasutati varem kaablikaitseks kõige enam betoonrenne, sest nende korral saab kaablite väljakaevamistööd teha peaaegu täielikult masinatega. Tänapäeval kasutatakse nendes kohtades A-kaitseklassi plastrenne.

Kaablikraavi käänukohtades kasutatakse lühemaid renne nii, et renn sobituks kaabli kaitseks paremini.

Rennid asetatakse hoolikalt kaablite peale nii, et need ei survestaks kaableid.

Plastist kaablirenne võib kasutada eelpool mainitud kohtades ja kõige sagedamini:

liitumisjuhi katteks krundil,

parkide välisvalgustuse kaablitrassidel, sõiduradade keskosadel ning maanteedel kallakutel.

14.1.4.4. Kerge kaitse

Kerge kaitsena kasutatakse eredavärvilisi plastrenne ja -plaate, mis kaevamise ajal tõmbavad endale suurimat tähelepanu.

Kaabli peale, enne kaitset, pannakse u 10 cm paksune liivakiht, mille peale omakorda paigaldatakse kaitse.

14.1.4.5. Kaitse plaatidega

Kaitseplaatidena võib kasutada betoonplaate (nt mõõtmetega 300 x 300 x 40 mm) või vormitud vineerplaate.

Kaablite peale pannakse kõigepealt 10...20 cm paksune liivakiht ning seejärel sinna peale kaitseplaadid. Eriti tuleb hoolt kanda selle eest, et kaitseplaadid asuksid kaablite kohal, mitte aga nende kõrval. Kindlasti ei tohi betoonplaate visata kaablikraavi, isegi siis kui kaablid on juba liivaga kaetud, vaid need tuleb hoolikalt asetada liiva peale.

Kaablite väljakaevamisel on kaitseplaatide eemaldamine tülilikam kui kaablirennidega korral.



Joonis 158. Kaablikaitsetorud kaablikraavis (Pori Energia Sähköverkot).



Joonis 159. Kaablirennid kaablikraavis (Suur-Savon Sähkötyö).



Joonis 160. Kohale asetatud plastplaatidega kaitse.

14.1.4.6. Raske kaablikanal

Tähtsate kõrgepingekaablite (110 kV) kaitseks kriitilistes kohtades, kus pinnas võib liikuda, kasutatakse terasarmatuuriga betoonkanaleid.

Kaablid paigaldatakse kanalisse liivakihi peale ja seejärel täidetakse kanal liivaga nii kõrgele, et liivakihi ja kanali serva vahele jääks u 10 cm vahemik niiskuse aurustumiseks.

14.1.4.7. Kaabli kaitsmine ristumisel kaugküttetorustikuga

Kaablit on sel juhul sageli vaja paigaldada tavalisest väiksemale sügavusele.

Madalamale paigaldatud kaabli kaitsena kasutatakse terasplaate või vormitud teraskaitseid ning betooni. Täpsemad nõuded on esitatud eelpool jaotises 14.1.1. (vt SFS 6000-8-814 jaotis 522.15.2)

Ristumine kaugküttetoruga

Ristumine kaugküttetoruga tehakse kas selle alt või pealt, sõltuvalt trasside keskmisest kõrgusest pinnases, paigaldussügavusest või muudest ümbrusoludest. Kaablile kahjulikku ümbrustemperatuuri tõusu püütakse takistada täiendava termoisolatsiooniga kaugküttetrassi ja kaabli vahel vastavalt joonisele 163. Niisugust kaitseviisi kasutatakse juhul, kui kaableid on vaja küttetrassi tõttu tõsta või kui need on kütterassile lähemal kui 20 cm kaugusel esialgse sügavuse korral ja kui küttetrassi ülapind on 65...90 cm sügavusel maapinnast.

14.1.4.8. Kaablijätkumuhvide kaitsmine

Kaablijätkumuhv kaetakse u 10 cm paksuse liivakihiiga.

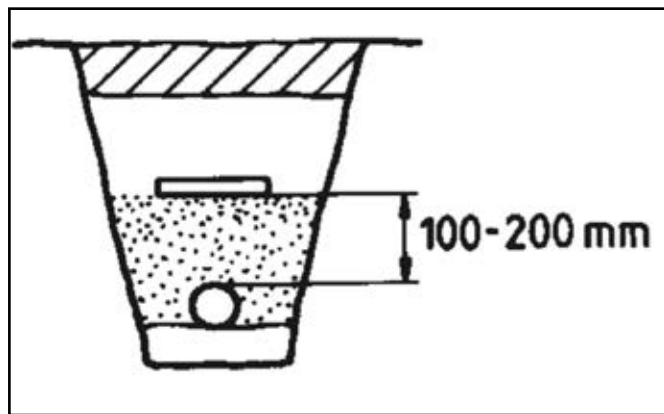
Kõrgepingekaablite jätkumuhve kaitstakse nt vormitud vineerplaadiga. Neli plaati asetatakse põigiti jätku peale.

Madalpingekaablite jätkumuhve kaitstakse ühe plaadiga, mis asetatakse piki kaablit. Väikese läbimõõduga kaablite jätkukohad mahuvad kaitserennide alla ja eraldi kaitseplaati pole vaja kasutada.

Kaugjuhtimis- ja telefonikaablite jätkukoht kaitstakse ühe plaadiga, nagu ka madalpingekaablite jätkumuhve.

14.1.4.9. Kaablite kaitsmine jaotuskappide ja trafode juures

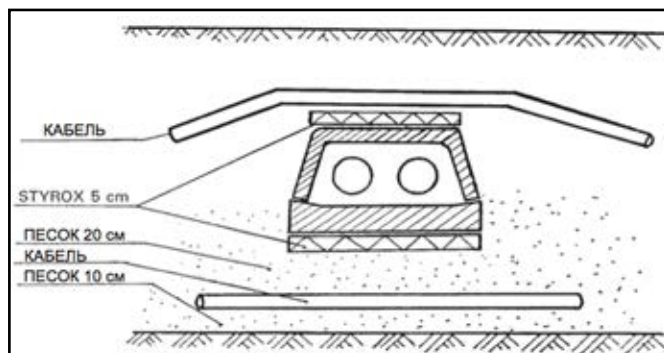
Kapi esine täidetakse liivaga nii, et täitepind tõuseb kapi suunas. Kaitseplaadi (1 tk) alaserv jäetakse kaablikanalite peale ja plaat painutatakse liiva peale vastu kapi alust.



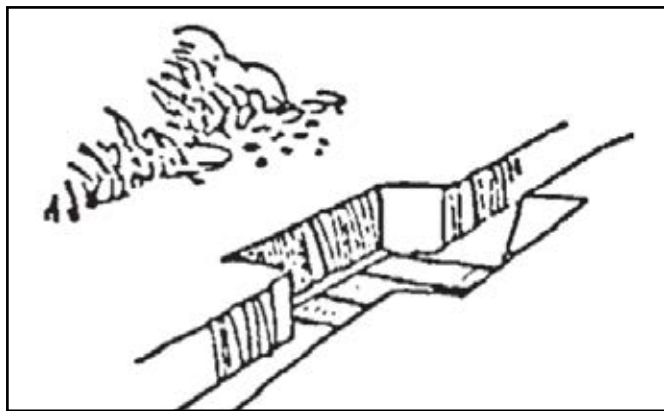
Joonis 161. Plaatkaitse (lâbilõikejoonis).



Joonis 162. Tânava allmaaviiguks paigaldatud betoonist kaablikanalali element.



Joonis 163. Nâide, kui kaablitrass on soojaveetorustiku all vâi peal (RK 1:93, joonis 6).



Joonis 164. Jâtkumuhvide kaitsmine kaablikraavis.

Trafoga ühendatavate kaablite sisestusava kaitstakse plaadiga samal viisil. Vajadusel kasutatakse mitut plaati.

14.2. Kaablikraavi täitmine

14.2.1. Hoiatuslintide paigaldamine

Kaablikraavi võib täita ainult siis kui kaabel on märgistatud, kaablikaitse on paigaldatud ja kaabli kaardistamine (mõõt-joonised) on tehtud.

Kaablikraavi täitmisel tuleb hoolt kanda selle eest, et kraavi paigaldataks hoiatuslint või hoiatusvõrk.

Hoiatuslint on kollane u 70 mm laiune plastlint, millele on värvitud nt tekst "Kaabel, enne kui jätkate kaevamist, võtke ühendust elektriettevõttega". Hoiatusvõrk on kollane 100 mm või 300 mm laiune plastist võrk, millel on tekst „Elektrikaabel“. Hoiatuslintide eesmärk on hoiatada piisavalt varakult ekskavaatorijuhti kaabli olemasolust. Selleks, et lint toimiks tõepoolest hoiatuskaitsena, tuleb see paigaldada maapinnale piisavalt lähedale. Linti paigaldussügavus on sõltuvalt kaitstavast kohast 25...35 cm maapinnast. Juhul, kui kaablikraavi põhja laius on kuni 50 cm, pannakse hoiatuslint keset kraavi. Kui põhi on laiem, paigaldatakse hoiatuslint kraavi mõlemale servale. Hoiatusvõrgu võib samal põhimõttel valida kas kitsama või laiema.

14.2.2. Kaablikraavi täitmine

14.2.2.1. Kraavi täitmise alustamine

Renni või muu kaitse peale on soovitatav panna õhuke liivakiht. Seejärel võidakse katmiseks kasutada muud pinnast. Avalike teede ja tänavate sillutamisel tuleb pinnase eri kihid paigaldada kraavis siiski teatud kindlas järjekorras, vastavalt teehaldaja juhistele. Sellega välditakse kaablikraavi kohal maapinna hilisemat läbivajumist.

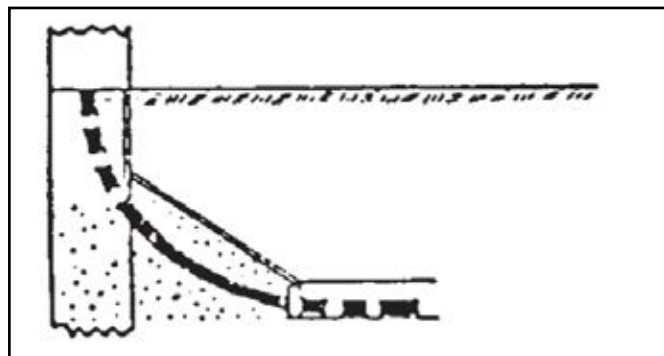
14.2.2.2. Pinnase tihendamine

Pinnase tihendamisega tuleb alati arvestada. Üksnes pinna-kihi tihendamine ei anna head tulemust.

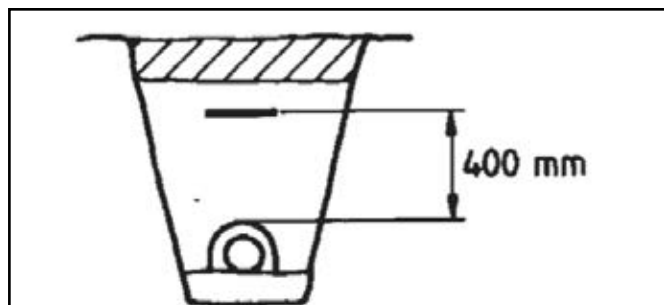
Kaablikraavide täimiseks võib kasutada näiteks järgmisi täiteviise:

Täitmine liivaga

Liivaga täitmist kasutatakse väikese töömahu korral asfalteeritud kõnniteedel, trafoalajaamade ja jaotuskappide ees ja kaablite jätkumuhvide kohal vms kohtades.



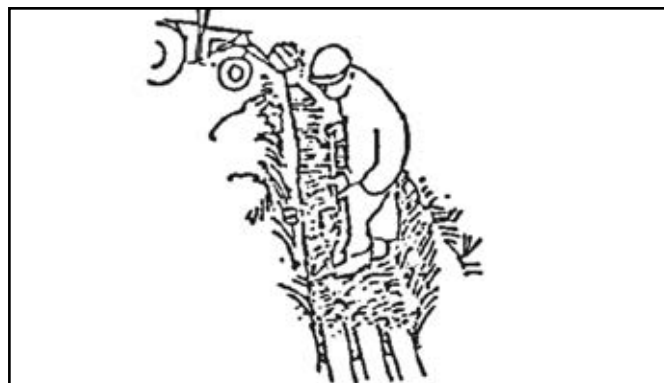
Joonis 165. Kaabli kaitsmine seinte ääres.



Joonis 166. Hoiatuslinti paigaldamine kaablikraavi (läbilõikejoonis).



Joonis 167. Hoiatusvõrgu paigaldamine kaablikraavi.



Joonis 168. Kaablikraavi täitmise alustamine.

Kaablikraav täidetakse mitte enam 30 cm paksuste kihtide kaupa, vibraatori või muude masinate abil hoolsalt tihendades. Kaablirennide ja altviigutorude või torudeta kaablite peale pannakse u 10 cm täiteliivakiht. Seejärel kasutatakse kaablikraavist võetud külmumata pinnast, millest suuremad kivid on eemaldatud. Täidetavasse kaablikraavi ei tohi sattuda karjäärast pärit murdkivisid ega ka munakivisid, samuti lund ega jääd.

Pinnakiht täidetakse vajadusel kivipuru või täitemassiga.

Liiva ja killustiku täitesegu

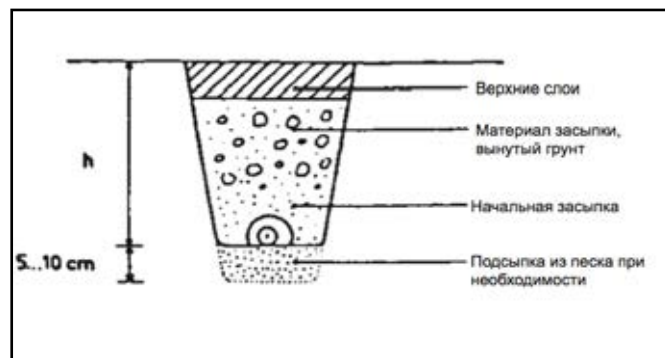
Liiva ja killustiku täitesegu kasutatakse suurtel aladel, asfaltkattega alade kinnirullitaval aluspinnal, sõiduradadel vms kohtades.

Kaablikraavi alaosa täidetakse eespool kirjeldatud viisil liivaga. Seejärel täidetakse kaablikraavi ülaosa killustikukihiga. Pinnakiht täidetakse vajadusel täitemassiga.

14.2.2.3. Järeltööd

Sillutatud tänavale lõplik ehituslik taastamine ja asfaltpinna parandamine on tänavaehtus- või asfalditööde ettevõtja töö.

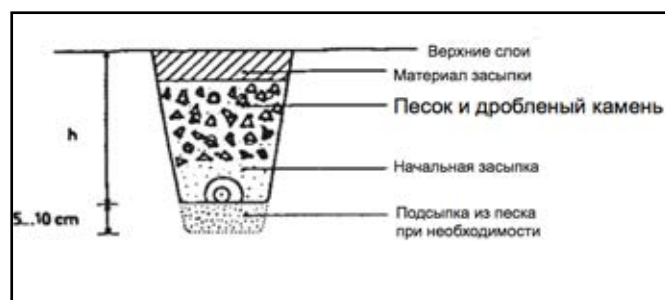
Viimistlustööde hulka kuulub ka ülemäärase pinnase tasandamine või äravedu ja kaevetöödega krundiomanikele põhjustatud võimalike kahjude parandamine või korvamine.



Joonis 169. Täitmine liivaga.



Joonis 170. Pinnase tihendamine vibraatoriga.



Joonis 171. Täitmine liiva ja killustiku täiteseguga.

15. MAAKAABLI PAIGALDAMINE MASTIDELE

15.1. Madalpingekaablite paigaldamine mastidele

15.1.1. Kaabli kaitsmine maapinna piiril

Standardi SFS 6000-8-814 jaotis 814.3 „Kaabli asukoht ja paigaldamine“ määratleb kaabli kaitse maapinna piiril järgmiselt: ...“Kaabli väljatoomisel pinnasest või veekogust tuleb seda kaitsta teraskonstruktsioonidega, vähemalt 4. tugevusklassi paigaldustoruga või sellega võrdväärse viisil vähemalt kuni 1,5 m kõrguseni ja liiklustrassi kõrval vähemalt 2 m kõrguseni maapinnast. Kaitse peaks ulatuma piisava sügavuseni maapinna või veepinna alla.”

Kaabli kaitsmiseks maapinna piiril kasutatakse kaablikaitseid, terasest kaitsekonstruktsioone, nt kaitsete sarju 35 x 2000, 65 x 2200 ja 100 x 2200. Kaablikaitse peaks olema korrosioonile vastupidavast metallist ja kuumtsingitud kattega.

Madalpingekaablite paigaldamisel mastidele võib nt 16 – 70 mm² ristlõikepinnaga kaablite puhul kasutada masti pinnale kinnitatavaid terasest kaitsekonstruktsioone ja 95 – 185 mm² ristlõike korral ujuva kinnitusega alusplaadile paigaldatud kaitseraudu.

15.1.2. Paigaldamine mastile

Madalpingeliste maakaablite ≤ 1 kV otsamuhvide paigalduskõrgus maapinnast peab olema vähemalt 4 m (vt standardi SFS 6003 jaotis 5.4.4).

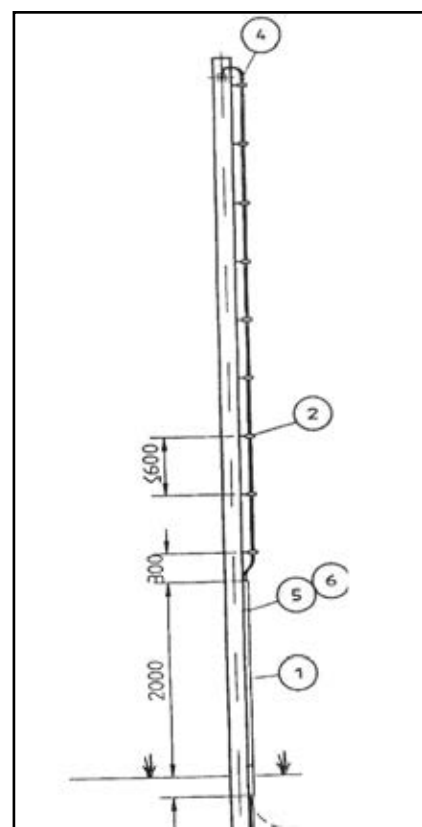
Nummerdatud paigaldustarvikud joonisel 171:

- 1 - terasest kaitseraud 35 x 220,
- 2 - madalpingekaabli ujuvkinnitus,
- 4 - hargnemiskaitse 6-35 või 50-150,
- 5 - kaitseraua kinnitus,
- 6 - universaalkruvi.

Kaablile tehakse sobiv otsamuhv. Vajadusel kaitstakse kaabli juhtide isolatsiooni UV-kiirgusele vastupidava plasthülsiga või muul samaväärsel viisil. UV-kaitseta PEX-isolatsioon ei talu päikese UV-kiirgust ning aja jooksul võib see rebeneda ja juhi küljest lahti tulla. Uute kaablite puhul on UV-kiirguse taluvust arvestatud.

Kaabel paigaldatakse mastile ujuva kinnitusega. Ujuvkinnitustarvikute paigalduskaugus üksteisest on võrdne u 15...25 kordse kaabli läbimõõduga.

Suurema kui ≥ 95 mm² ristlõikepinnaga kaablite puhul paigaldatakse kaitseraud mastist eraldi.



Joonis 172. 16 – 70 mm² ristlõikepinnaga madalpingelise maakaabli otsamuhviga mast.

Nummerdatud paigaldustarvikud joonisel 172:

- 1 - terasest kaitseraud 60 x 220,
- 2 - madalpinge kaabli ujuvkinnitus,
- 4 - hargnemiskaitse 50-150,
- 5 - 60 mm kaitseraua T-kinnitus,
- 6 - 60 mm kaitseraua alusplaat.

Kaabel tuleb paigaldada mastile nii, et kaitseraua servad ei rõhuks kaablit selle võimalikul liikumisel külma vms tõttu.

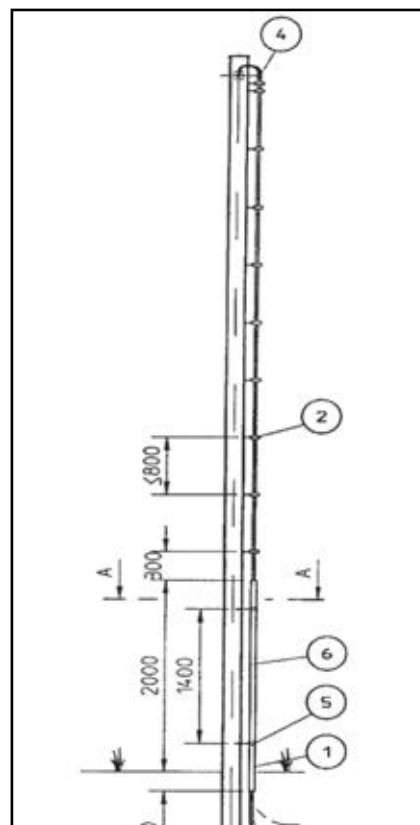
15.2. 20 kV maakaabli paigaldamine mastile

15.2.1 Kaabli otsamuhvide muhvide -liinide paigaldamine

Maakaablivõrgu ühendamisel õhuliiniga, paigaldatakse mastile maakaabli otsamuhv ja ühendatakse liitumisjuhtide abil õhuliini juhtidega.

Kui õhuliinilt minnakse edasi maakaabliliinile, kasutatakse otsamuhviga mastil liigpingekaitset õhuliinil tekkivate pikseliigpinge impulsside eest. Liigpingekaitset paigaldatakse üldjuhul kaabli otsamuhvi juhtide tugiisolaatorile.

Kaabli otsamuhv paigaldatakse terminali raamile (traaversile), mille abil saab muhvi kinnitada masti külge. Raami mõõtmed on valitud nii, et raamile kinnitatud otsamuhvi juhtide kaugused mastist ja teistest faasijuhtidest vastavad nõuetele. Üldjuhul on terminali raami tugiisolaatoritel ka liigpingekaitset, mis kaitsevad kaablimuhve õhuliini juhtidel tekkivate pikseliigpinge impulsside eest. Konstruktsioonis on faasidel ka töömaanduspunktid, mis võimaldavad kaabli otsamuhvi ühendamist pingeluse tööna.



Joonis 173. 95 – 185 mm² ristlõikepinnaga madalpingelise maakaabli otsamuhviga mast

Maakaabli liigpingekaitse

Liigpingekaitset on uutes paigaldistes üldjuhul rakendatud tugiisolaatoritel.

Terminali raam (traavers) kinnitatakse kruvikinnitusega üksikule mastile või liini otsamastile. Otsamuhv tehakse maapinnal valmis ja tõstetakse seejärel mastile.

Kaabli otsamuhvi paigaldamine maapinnal terminali raamile:

1. Kaabli pikkuse mõõtmine ja kaabli katkilõikamine.

Mastil mõõdetakse välja kaabli otsamuhvi asukoht. Juhul kui õhuliini juht on pinge all, tuleb mõõtmiseks kasutada isoleermaterjalist mõõtevahendeid. Lisaks tuleb hoiduda puudutamast pingestatud osi ja jälgida tähelepanelikult lähiala pingestatud osade kaugust (vt SFS 6002, lisa I).

Otsamuhvide asukoht määratakse nii, et 20 kV pingestatud isoleerimata juhtivosade kaugus maast oleks vähemalt 5,5 m (vt SFS 6001+A1 jaotis 6.7). Nende mõõtmete põhjal määratakse kaabli vajalik pikkus ja sellele lisatakse veel masti aluse järgi arvestatud pikkusvaru.



Joonis 174. Mastile paigaldatud 20 kV kaabli otsamuhv.

2. Otsamuhvide tegemine

Otsamuhvid tehakse vastavalt valmistaja paigaldusjuhistele.

Kaabli- ja õhuliini juhtide faasijärjestus tuleb välja selgitada enne otsamuhvide tegemist. See võimaldab kaabli faasijuhte paigaldada terminali raamile õiges järjekorras. Faasijärjestus märgitakse faasijuhtide siltidele nii, et see oleks selgelt nähtav ka maapinnalt.

Otsamuhvide paigaldamisel tuleb rangelt jälgida valmistaja poolt antud juhiseid ja hoolt kanda puhtuse säilitamise eest. Paigalduskeskkonna parandamiseks tuleb vajadusel kasutada telki või muud sobivat võimalust.

3. Otsamuhvide paigaldamine terminali raamile

Terminali raamile paigaldatakse kaablit kaitsvad liippingepiirikud, mis toimivad ühtlasi ka kaabli faasijuhtide otsamuhvide tugiisolaatoritena. Otsamuhvide faasijuhid ühendatakse liippingepiirikuga kruviliitmiku abil, kuhu on peale otsamuhvi kaablikinga ühendatud lisaks ka ühendatavate juhtide jaoks ühenduslatt.

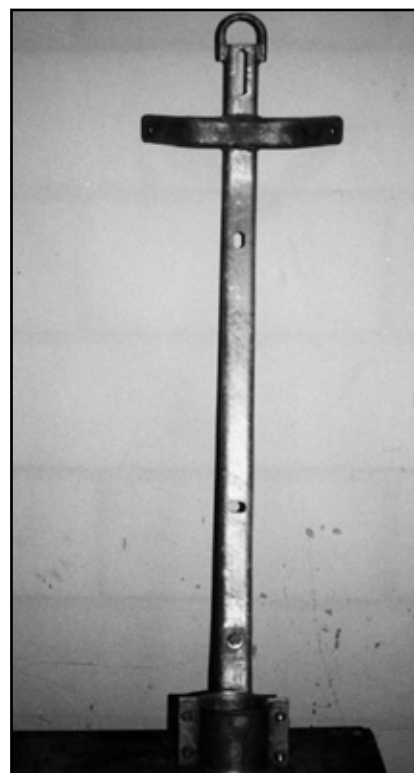
Otsamuhviga ühendatakse kaabliking, mis kaetakse määrdega. Ühenduslatt puhastatakse.

Liitmik teostatakse kuuskantkruviga, vastavalt joonisel 176 näidatud järjestusele. Surveplaadi kumer külg asetatakse vastu mutrit.

Kontrollitakse kaabli otsamuhvi ja ühenduslati asendeid, pinguldatakse kinnitused 75 Nm pinguldusmomendiga. Sel juhul on kooniline pinguldusplaat peaaegu sirge.

Ühenduslatile paigaldatakse latiklemm.

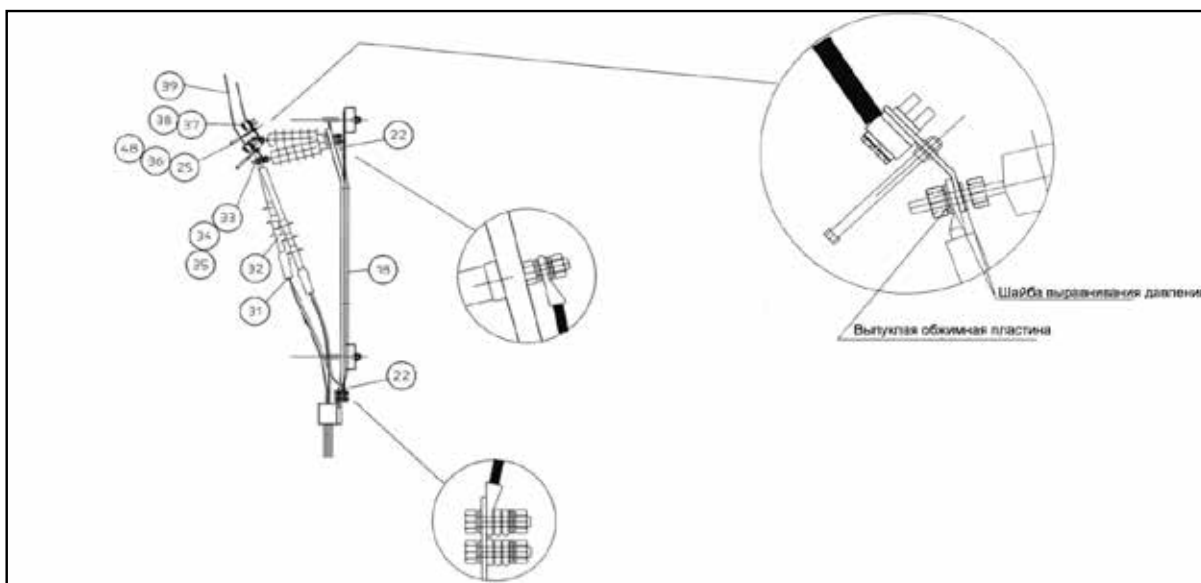
Ühenduslatile paigaldatakse maanduspolt.



Joonis 175. Terminali raam (traavers).



Joonis 176. Mastile paigaldatava kolme mantliga kaabli otsmuhvi tegemine maapinnal.



Joonis 177. Kaabli otsamuhvide ja latiklemmide liigpingekaitse.

Joonisel 177 olevad osad:

- 39 - ühendusjuht (Jomppi 95),
- 38 - ühenduslatt PSS 127,
- 37 - lati klemm KG 16.1,
- 48 - alusplaat M10 Z,
- 36 - maanduspolt M10x140,
- 25 - mutter M10Z,
- 33 - liigpingepiirik,
- 34 - surveühtlustusplaat,
- 35 - kooniline surveplaat,
- 32 - välisterminal,
- 31 - otsamuhvi maandus.

Mastile paigaldamisel tuleb eriti pöörata tähelepanu sellele, et vältida kaabli lahtitõmbamise võimalust. Vajaduse korral pannakse kaabli mantli peale polster (kaabli plastmantel), nii et kaabel kinnitatakse kindlalt terminali raami külge tõmmet takistava klambri abil.

4. Otsamuhvide tõstmine mastile

Kaabli otsamuhv tõstetakse mastile nii, et ei puudutata ühtegi pingeluse tööala piirkonda (vt standard SFS 6002). Tõstmisel tuleb jälgida kaabli painderaadiusi. Kaabli kahjustuste vältimiseks ei tohi seda liiga järsku painutada.

5. Faasitahvlite paigaldamine.

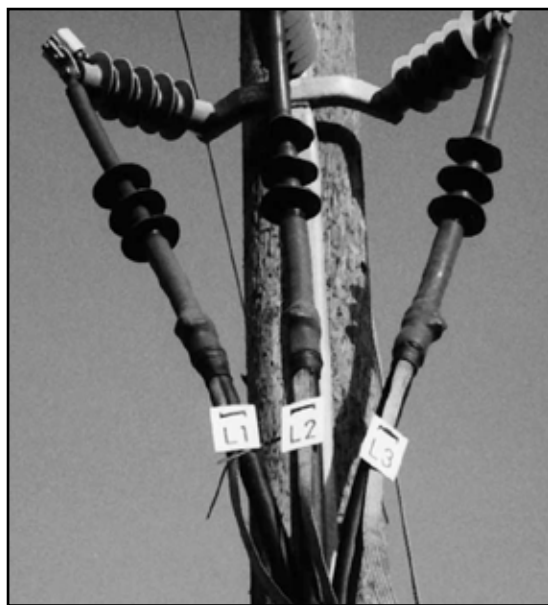
Kui muhv on kindlalt masti külge kinnitatud, paigaldatakse muhvi faasijuhtidele faasitahvlid. Faasijuhtide tahvlid on plastist ning kiri on tahvlile graveeritud. Teksti kõrgus on 33 mm. Tahvlid kinnitatakse juhtmeklambritega kaabli faasiisolatsiooni alaserva külge.

15.2.2. Kaabli kinnitamine ja mehaaniline kaitse

Kaabel tuleb paigaldada ja vajadusel kaitsta nii, et seda ei saaks kahjustada nii paigaldamisel ega ka käidus.



Joonis 178. Terminali raamile paigaldatud kaabli otsamuhv.



Joonis 179. Otsamuhvile paigaldatud faasitahvlid.

Raskete kaablite korral on kinnituste vahekaugus 20...25 korda suurem kaabli läbimõõdust.

Kolmejuhilised 20 kV maakaablid on välisläbimõõduga 60...90 mm, mille korral määrustepärane kinnituste vahekaugus oleks u 1575...1800 mm. Praktikas on kinnituste vahekaugus üldjuhul 1000 mm.

Kinnitused peavad olema niisugusest materjalist, mis ei kahjusta kaablit. Sageli kasutatakse metallist kinnitusklambrate ja kaabli vahel polstrina kaabli plastmantlit.

Tuleb kontrollida, et kaabli allatoomine mastilt kulgeks mööda sirgjoont. Kaabel paigaldatakse mastile ujuva kinnitusega.

Kõrgepingekaablite mehaanilise kaitsena maapinna piiril kasutatakse üldjuhul terasest kaitseraudu. Kaitseraua alusplaadi laius on 100 mm ja selle kogupikkus on 2200 mm. Kaitseraud paigaldatakse mastist eraldi ujuvkinnitusega nagu kaabelgi.

Joonisel 180 näidatud nummerdatud paigaldustarvikud:

- 1 - jäätumiskaitse, polüeteenplastist
- 2 - maandusjuhi kaitse metallkinnitus
- 3 - maandusjuhi kaitse 3 m
- 4 - 100 mm kaitseraua alusplaat
- 5 - kaitseraud 100 x 2200
- 6 - 100 mm kaitseraua T-kinnitus
- 8 - kaablikinnitus
- 9 - kaablikinnituse kinnituskruvi
- 10 - maanduse vasktross 25 mm²
- 11 - maandustrossi kinnitus

15.2.3. Kaabli otsamuhvide ühendamine õhuliinijuhtidega

Ühendamine võidakse teha pingealuse tööna, juhul kui seda teostaval paigaldajal on läbinud asjakohase pingele vastava koolituse ja vajalikud töövahendid.

Pingevara paigaldustöö tegemisel tuleb mõlemad juhid pinge alt välja lülitada ja töötamise ajal maandada.

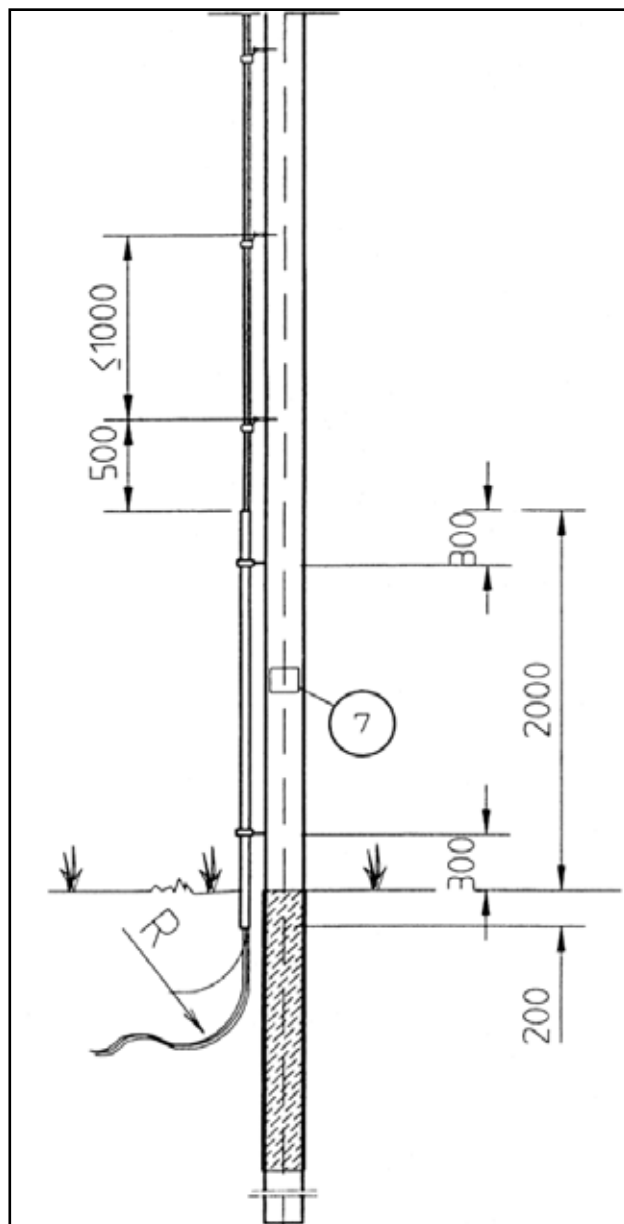
Maakaabli väljaulatuvad faasijuhid ühendatakse liigpingepiirkuga ja samade klemmidele paigaldatakse ühenduslatti PSS 127. Ühenduslatile kinnitatakse latiklemm KG 16.1 ja maanduspolt M 10x140.

Kui maanduspoldid on ühenduslattel, siis töömaandamine ei häiri juhtide ühendamist lati klemmidega (vt joonis 181).

Kaablimuhvide ja õhuliini vaheliste ühendusjuhtidena võib kasutada isoleeritud ühendusjuhte (Jomppi 95). Jomppi 95 on alumiiniumjuht, mis on pealt kaetud PAS-juhi isoleerkattega.

Ühendusjuhtide paigalduspikkus tuleb valida nii, et klemmidele ei mõjuks liiga suur tõmbejõud ja teisalt ühendusjuhid ei tohiks olla ka liiga pikad.

Alumiiniumjuhtide korral ei tohi unustada ühendatavate pindade



Joonis 180. Kaabli mehaaniline kaitse maapinnal ja kaabli kinnitamine masti külge.

harjamist ja määrimist enne ühendamist.

Ühendamisel tuleb säilitada tähistatud faasijärjestus.

Kaabli ühendusjuhtide ja õhuliini ühendamine tehakse pingevaluse tööna. Selleks tuleb ühendamise ajal maakaabel ühenduslati maandusklemmi abil maandada ja ühendusjuhid ühendada latiklemmide kaudu maakaablimuhvide faasijuhtidega.

Kaablimuhvide ühendamine õhuliinijuhtidega tehakse selleks ettenähtud pingevaluse töö korras ja spetsiaalselt pingevalusteks töödeks koolitatud paigaldaja poolt.

15.2.4. Kaabli otsamuhvide maandamine

Kaabli otsamuhv maandatakse kui pingevaldis osa. Maandusjuht ühendatakse terminali raamil oleva maandusklemmiga. Maandusjuht tuuakse mastilt alla ja ühendatakse maanduselektroodiga ning seda kaitstakse maapinnal isoleermaterjalist kaitsekattega, mis paigaldatakse mastil kuni 2,3 m kõrguseni ja 0,2 m maapinnast allapoole (vt standardi SFS 6001+A1 lisa F jaotis F. 4uy).

15.2.5. Kaabli ülesviikude tähised

Kaabli ülesviigule paigaldatakse ohumärgis.

Kaablile märgitakse nt trafo x / jaotuskapp y, ülesviik. Tähised kantakse kaablikaitse ülaservale või kaablile kinnitatud alusele.



Joonis 181. Kaabli otsamuhvide ühendamine õhuliiniga pingevaluse tööna



Joonis 182. 20 kV kaabli ülesviigu tähistamine (YJ 8:09).

16. KAABLIJAOTUSKAPID

16.1. Kaablijaotuskappide ehitus ja ühendused

16.1.1. Kapp

Kaablijaotuskappide ehitus on arenenud selles suunas, et kapi paigaldamise järel tehtavaid lisatöid saab teha ilma käitu katkestamata. Näiteks sisendkaabli saab täielikult ühendada kapi sisselülitatud olekus. Vastavalt pingearaluste tööde erijuhistele saab mitmete kappide puhul lisada või eemaldada sulavkaitselüliti ja kaablit.

Tabel 22. Kaablijaotuskappide mõõtmed on standarditud (SFS 2533) järgmiselt:

SUURUS	MÕÕTMED a/mm
K 0	500
K 1	720
K 2	940
K 3	1240

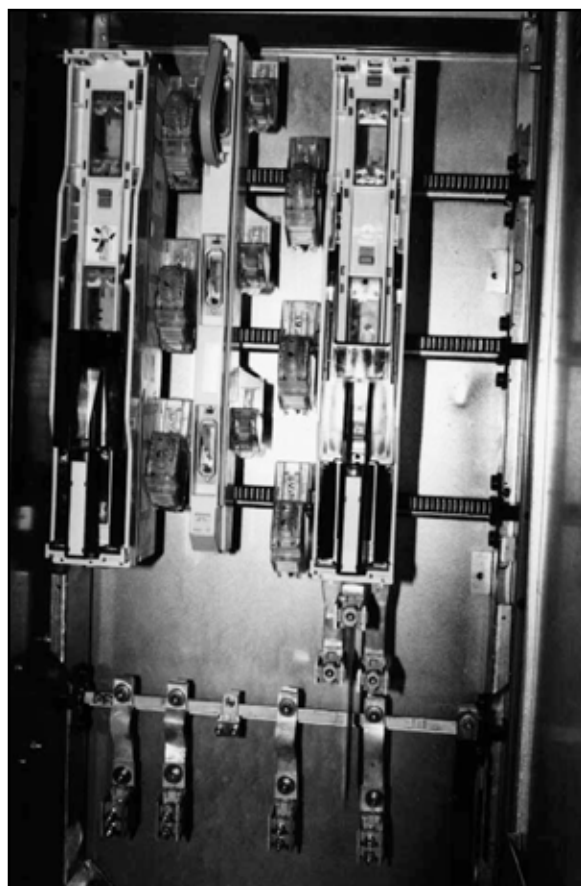
Kaablijaotuskappi tähistatakse näiteks järgmiselt: K 1 SFS 2533. Soomes valmistatavad kapid vastavad standardile. Välismaised kapid, mida samuti palju kasutatakse, ei vasta standardile SFS 2533.

Nüüdisajal kasutatakse ka moodulehitusega kaablijaotuskappe, milles isoleeritud latiga saab ühendada vajalikul hulgal erinevaid kaitsmealuseid ja kaabliühendusklamme. Moodulsüsteemi korral ei ole vaja hankida kappidesse seadmeid tulevaste vajaduste tarbeks, sest neid võib hiljem juurde lisada.

Kaablijaotuskappidelt nõutakse nüüdisajal ka seda, et need oleks sobivad lülitite ja ühendusklammide paigaldamiseks pingestatud latile ühe paigaldaja poolt ning et klemmide ja kaablite ühendamise oleks tehtav pingearaluste tööna. Kapi paigaldusjuhised ja pingearaluste tööde juhised peavad olema saadaval kapis.



Joonis 183. Kaablijaotuskapp (Ensto).



Joonis 184. Näide moodulehitusega kaablijaotuskapist.

Erinevate valmistajate kaablitel on omad tunnused.

Jaotuskapi konstruktsioon on tavaliselt niisugune, et kaabli saab selle klemmideni lükata ilma kappi kallutamata. Nendes kappides on eemaldatav läveosa, mille eemaldamise järel saab ka jäiga kaabli paigaldada ilma kappi kallutamata.

Jaotuskapid valmistatakse korrosiooni eest kaitstud terasest või alumiiniumsulamist valmistatud plekist. Varasematel aastatel valmistati väiksemaid kappe klaaskiuga tugevdatud plastist. Kerged ühenduskapid valmistatakse samuti plastist.

16.1.2. Alus

Kaablijaotuskapp paigaldatakse sõltuvalt kapi tüübist kas kapi alaosa süvistamisega pinnasesse või kapi kinnitamisega spetsiaalsele, selleks otstarbeks valmistatud alusele. Samuti on olemas masti külge kinnitatavaid jaotuskappe.

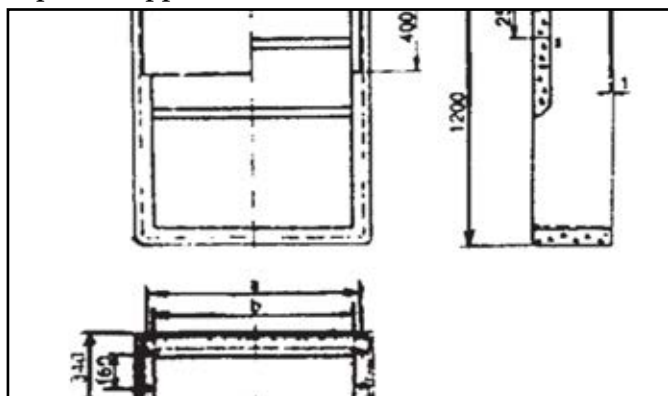
Kui eraldi alust ei kasutata, süvistatakse kapi alaosa pinnasesse. Pehme pinnase korral võidakse kapi alla paigaldada immutatud plank või betoonplaat.

Standardile SFS 2534 vastavad eraldi alused on sobivad standardile SFS 2533 vastavatele kaablijaotuskappidele.

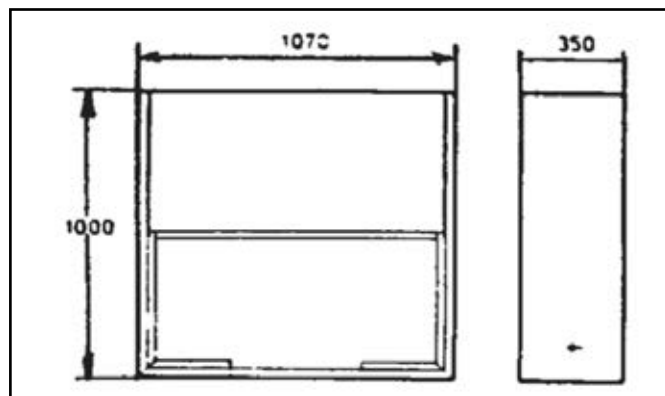
Tabel 23. Aluseid tähistatakse mõõtmetele vastavalt:

SUURUS	MÕÕTMED a/mm	MÕÕTMED b/mm
J 0	500	420
J 1	720	640
J 2	940	860
J 3	1240	1160

Aluse materjalina kasutatakse betooni või terasplaati. Aluse esiplaat on eemaldatav, selleks, et kaablite paigaldamisel ei peaks kappi kallutama.



Joonis 185. Betoonalus.



Joonis 186. Terasplaatalus.

Kappidel on nn peidetud hinged selleks, et lukustatud uksi ei saaks avada või praokile võtta.

Kapi külgedel on avad täiendavate või vajadusel lisatavate kaablite jaoks.

Kaabliklemmid on kapi alaosas ja tavaliselt sobivad klemmidega nii alumiinium- kui ka vaskkaablid.

Jaotuskapid on üldjuhul valmistatud 500 V nimipinge jaoks ja nende nimivoolude vahemik sõltuvalt valmistajast ja tüübist on 100...800 A.

Kaablijaotuskappide kõrval on paigaldamiseks sobivad paljud kaabeltelevisioonivõrgu ja sidevõrgu kapid.

16.1.3. Töövahendid ja ühendamise

Vanad kaablijaotuskapid on tavaliselt varustatud käepidemega sulavkaitsmetega. Uuemad kapid on varustatud sulavkaitselülititega ja kõige uuemad pistikkaitseülititega.

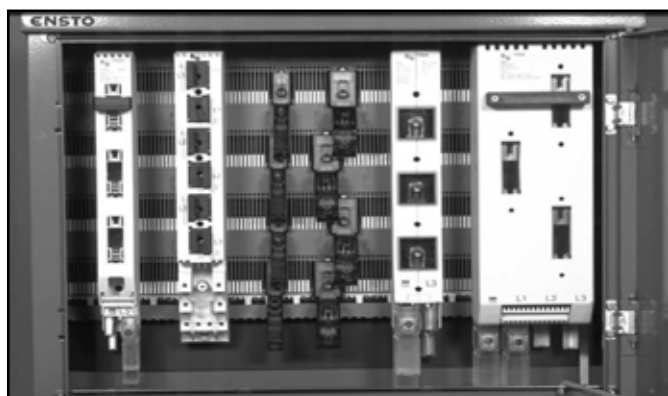
Kaablite ühendamine latiga toimub latiklemmide ja pistikkaitseülitite klemmide abil.

Kapid võidakse varustada sõltuvalt kasutusest spetsiaalse lisavarustusega nagu nt mõõteplokiga, teevalgustusploki, omatoiteploki jne.

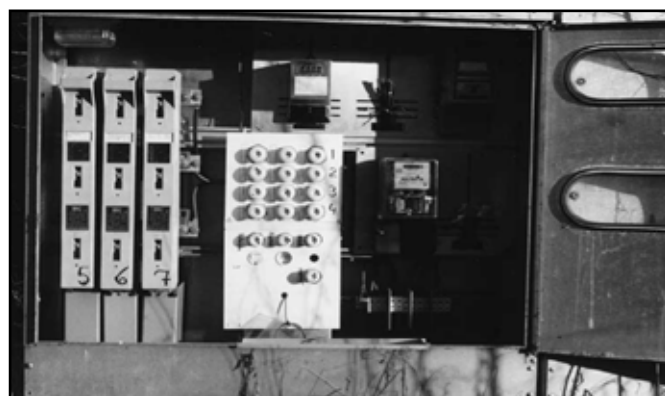
Lülitusaparaadid valitakse vastavalt olukorrale. Vanades käepidemega sulavkaitsmetega varustatud kappides kasutatakse pealülitit, millega kapp tehakse pingeabaks ja seda vajadusel ka koormatud olekus. Sulavkaitselülitiga kappides lahutatakse kapp pinge alt sulavkaitselülitiga.



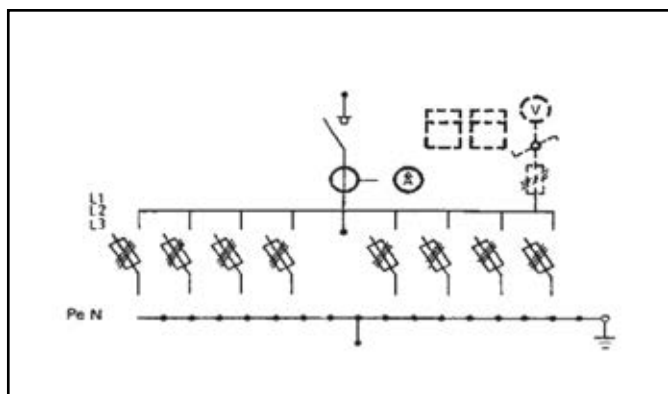
Joonis 187. Kinnisalusega kaablijaotuskapp.



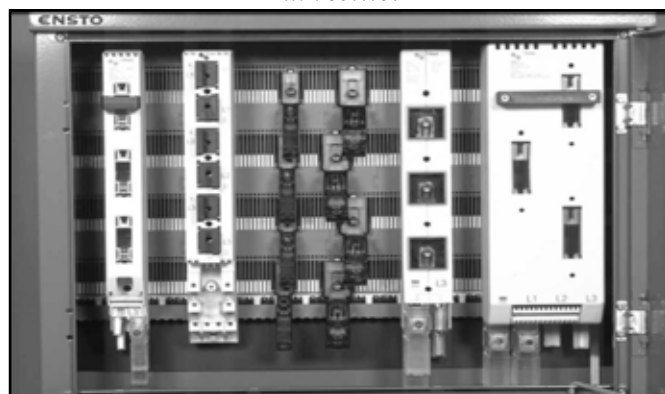
Joonis 188. Sulavkaitselülitiga varustatud kapp.



Joonis 189. Kaablijaotuskapp, milles on ka koht arvestile.



Joonis 190. Eespool näidatud arvestikohaga kapi lülituskeem.



Joonis 191. Näiteid klemmide ja ühenduste paigaldamisest.

16.2. Kaablijaotuskapi paigaldamine

16.2.1. Vundamendisüvendi kaevamine ja aluse ning maanduselektroodi paigaldamine

Kapi aluse jaoks kaevatakse 100 cm sügavune vundamendisüvend. Süvendi muud mõõtmed määratakse sõltuvalt kasutatava kapi suuruselt. Alus paigaldatakse süvendisse vertikaalse tagaosaga nii, et aluse ülapind oleks 20...30 cm tänavapinnast ülalpool.

Alusest tuuakse vajadusel välja vasest Cu 16 mm² maanduselektrood, mis tuleb paigaldada kaablikraavi põhja. Elektroodi pikkus on 20 – 40 meetrit, nõutav maandustakistus 100 oomi. Mõned võrguettevõtted paigaldavad maanduselektroodi kapist kappi pidevalt jätkuvana.

Paigaldamise parendamiseks tuleks aluse alla panna kruusakiht.

16.2.2. Kapi paigaldamine alusele või vundamendisüvendisse.

Kapp tõstetakse kraanaga alusele ja kinnitatakse kruvidega.

Kapi kaitseks tuleks selle pakendikarp jätta kapi katteks oma kohale kuni paigalduse lõpuni. Mõned kapi mudelid on varustatud tõsteasadega, mis lihtsustavad kapi tõstmisel selle kinnitamist kraana konksu külge.

Need kapid, mille ümbris on ühtlasi ka aluseks, tõstetakse samuti eespool kirjeldatud viisil vundamendisüvendisse. Kapi alla paigaldatakse laudis.

16.2.3 Kapi ettevalmistamine kaabli paigaldamiseks

Kaabli paigaldamise ajaks eemaldatakse kapilt esiplaat ja klemmide kaitseplaadid.

Kaabli paigaldamise järel kinnitatakse kõik osad hoolikalt oma kohale. Eemaldatud osad tuleb säilitada niisuguses kohas, et need ei läheks kaotsi, ei saaks kriimustada ega muul viisil kahjustada.

16.3. Kaabli paigaldamine ja ühendamine kaablijaotuskapis

16.3.1. Kaabli paigaldamine

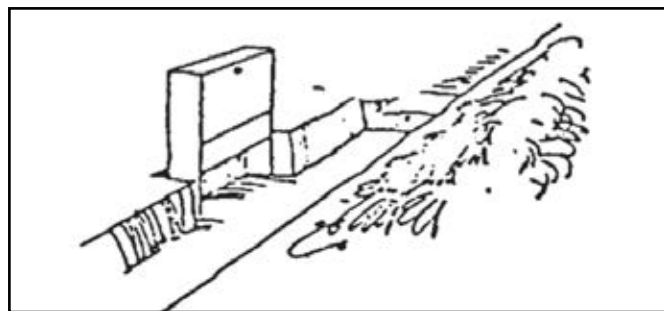
Kappi sisenevad ja väljuvad kaablid paigaldatakse nii, et need võimaluse korral üksteisega ei ristuks. Kaablid peaks olema küllaldane, et pärast kraavi täitmist ei satuks need mehaanilise tõmbepingega alla. Ka maapinna külumise võib põhjustada kapi ja kaablite liikumist.

Kaablid painutatakse kapi sisse, nende pikkused sobitatakse parajaks ja neile tehakse vajalikud otsamuhvid, tavaliselt termokahanevast plastist muhvid vastavalt paigaldusjuhiste.

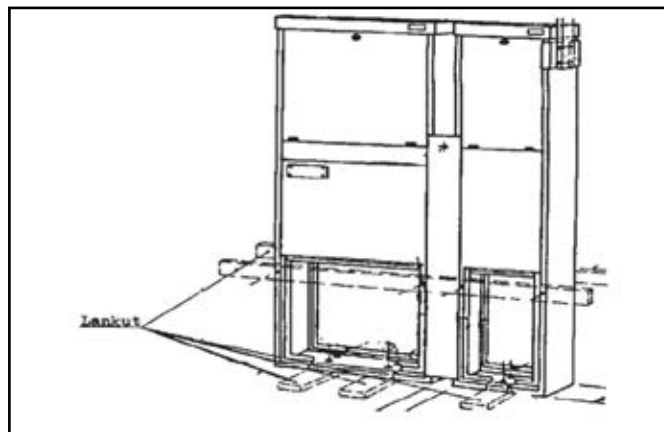
Kaablid kinnitatakse kaabliklambritega.

Enne kaablite ühendamist ühendatakse maanduselektrood või -elektroodid kapi PEN-latiga.

Juhtide ühendamisel tehakse ühendus kõigepealt PEN-latiga, sest PEN-juhid jäävad paigaldises alumisteks.



Joonis 192. Kapi paigaldamine kaablikraavi.



Joonis 193. Kapi paigaldamine vundamendisüvendisse.

Juhtide lahtiühendamisel eemaldatakse need viimasena.

16.3.2. Toitekaablite ühendamine

Toitekaabel toidab kaablijaotuskappi ja see tuleb kas trafolt või teisest kaablijaotuskapist.

Toitekaabli võib ühendada otse latile, kuid sel juhul ei saa latti pinge alt välja lülitada või ühendatakse toitekaabel sulavkaitselülitiga, mis on ühtlasi pealülitiks. Sel juhul saab kapis olevalt latilt pinge välja lülitada ja muuta latti pingevabaks.

Kaabli ühendamise üldjuhised

Kaablijaotuskapis saab alumiiniumi määrdeaine kasutamisega ühendada alumiiniumjuhte, tinatatud alumiiniumi ja tinatatud vasest või vasesulamist alusele.

Näide toitekaabli ühendamisest kogumislatiga:

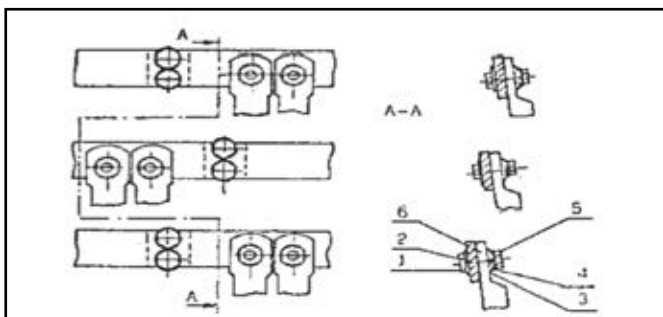
Joonisel on näidatud:

1. - kuuskantkruvi M12 x 50,
- 2 ja 3. - surveühtlustusplaat,
4. - vedruseib,
5. - mutter M12,
6. - kaabliking

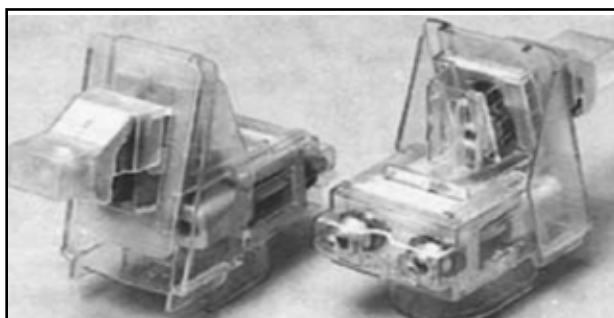
Nüüdisajal kasutatakse klemme, mis sobivad nii vask- kui ka alumiiniumjuhtidele.



Joonis 194. Kaabli paigaldamine kappi.



Joonis 195. Ühendamine kaablikinga abil



Joonis 197. Vask- ja alumiiniumjuhtidele sobiv klemm.



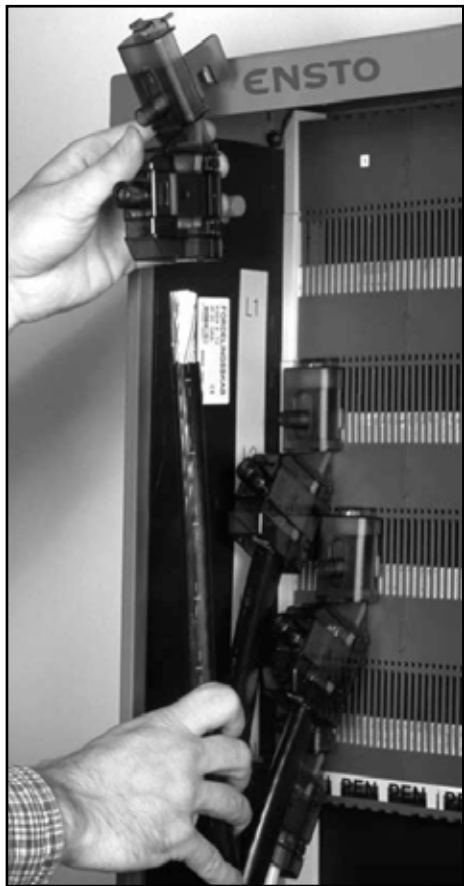
Joonis 196. Ühendamine latiklemmidega (nt KG 43) suoraan kokoojiin.

16.3.3. Väljundkaabli ühendamine

Väljundkaablid, milleks sageli on kinnistute liitumiskaablid, ühendatakse kaitselülitite ühendusklemmide või kaablikingade abil.

Klemmide valiku juhised on antud kapi paigaldusjuhistes.

Mõnel juhul on vaja mõõta kapist väljuvate kaablite koormusvoolu. Mõõtmiste võimaldamiseks peaks kaablite ühendamisel jätma ühenduskoha ja muhvide vahele piisavalt vaba ruumi ja juhid painutatakse nii, et voolu mõõtmiseks kasutatavaid voolutange saaks panna kaabli ümber.



Joonis 198. Kaabli ühendamine ühendusklemmidega.



Joonis 199. Kaabli ühendamine kaitselülititega.



Joonis 200. Juhtide suunatähised kapis ja ahelate kaitselülititel.

16.3.4. Juhtide suuna tähistamine

Vastavalt standardile SFS 6000 tähistatakse kaablijaotuskapi kaablite kõikide juhtide suunad sulavkaitselüliti ja lüliti kohal, sulavkaitse ja kaabli ahelate aadressid piisavalt püsivate tähistega.

Märgistussedelil esitatakse järgmised andmed: väljuva juhi nimi, sulavkaitsme suurus, suurim lubatud sulavkaitse.

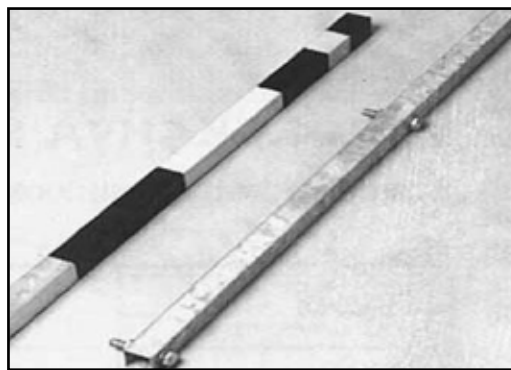


Joonis 201. Märgistussildid.

Ringvõrkude korral tuleb kapile kinnitada hoiatussilt tagasituleva pinge eest (vt YJ 8:09 jaotis 8.1.)



Joonis 202. Hoiatussilt ringvõrgus tagasituleva pinge eest (YJ 8:09 joonis 15.)



Joonis 203. Kaablijaotuskapi maastikumärk.

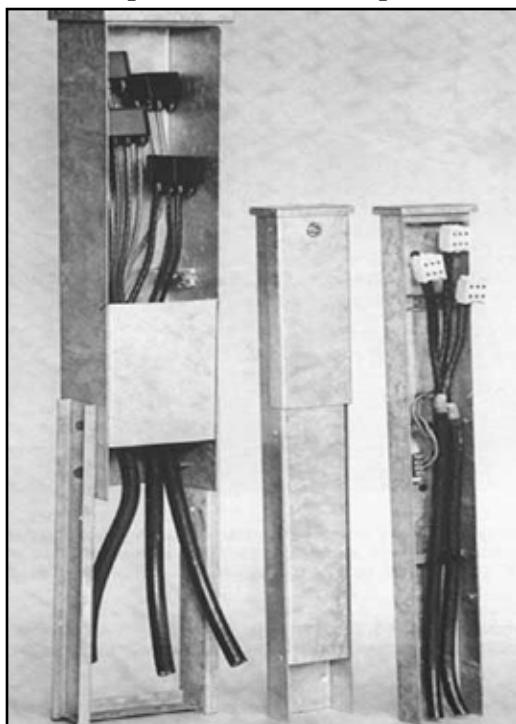
Kaablijaotuskapp tuleb mõnikord maastikul tähistada spetsiaalse vardaga. See on vahalik juhtumil kui kapp asub kohas, kus see talvel võib kattuda lumega.

16.4. Hargnemiskapid

Hajaasustuselal võidakse AMKA-võrgu asemel lisaks maakaablivõrkudele ja kaablijaotuskappidele kasutada hargnemiskappe.

Maakaablivõrgu hargnemiseks kasutatakse ka plastist hargnemistorusid (vt eespool joonis 114).

Hargnemiskapp on terasplekist valmistatud kapp, milles on olemas koht haruühenduste tegemiseks. Hargnemiskapil on alus, mis süvistatakse pinnasesse. Pehmes pinnases võib aluse kinnitada täiendavalt nt plangu külge.



Joonis 204. Hargnemiskapp (Ensto).



Joonis 205. Paigaldatud hargnemistoru HPPL 400 (Suur-Savon Sähkötyö).

1. Kaabli paigaldamise ja ühendamise ajal eemaldatakse kapi uks ja esikülje alumine kate.
2. Hargnevad kaablid paigaldatakse ja tähistatakse vastavalt paigaldusjuhiste. Ühenduste kohalesättimine tehakse väljapool kappi.
3. Maanduselektrood ühendatakse kapi kerega.
4. Esimesena ühendatakse PEN-juhid PEN-klemmidega. Kapi kere ühendatakse samuti PEN-klemmiga.
5. Järgmisena ühendatakse faasijuhid. Klemmide peale pannakse puutekaitsekatted. Kaabli klemmid lükatakse kapi sisse ja kindlustatakse nende asend kaitsetega.

6. Kontrollitakse, et kaablite ühendused oleks kapi keskel ega liialt survestaks kokkupuutumisel üksteist.
7. Kapi esikülje alumine kate ja kapi uks asetatakse tagasi oma kohale ning uks lukustatakse.

Hargnemistoru

Hargnemistoru on valatud ilmastikukindlast polüeteenist tehtud kaheharuline toru. Sisemine toru pannakse maha ja kaablid tuuakse läbi selle. Kaabli pikkused lõigatakse parajaks, kaabli juhid vabastatakse isolatsioonist ja jätkatakse sobiva klemmi abil. Sisemise toru peale paigaldatakse katseks kattetoru, mille saab kinnitada sisemise toru külge.

Hargnemistorusid on kahe suurusega HPPL 200, mille kogupikkus on 1025 mm ja HPPL 400, mille kogupikkus on 1800 mm.

Hargnemistorud sobivad sõltuvalt ristlõikepinnast 2-5 maakaabli hargnemiseks.

Ühendamiseks sobivad AMKA- või KE-klemmid.

16.5. Madalpingeliste jaotuskappide või hargnemiskappide välised tähised

Kapi välisküljele jäävad tähised tehakse kapi ülaosale, eelistatavalt vasakule ülenurka.

Lisaks soovitatakse kapi ülaosale paigaldada elektriõhtu teadvustavad märgid. Uste sisepoolele pannakse varutähised väliste märkide võimaliku kadumise jaoks jaotuskapi tunnustähised, mis kirjutatakse lahustamatu musta tuššiga või tähistatakse püsiva kleebisega.



*Joonis 206. Jaotuskapi tunnustähised ja elektriõhtu tähistav hoiatusmärk
(YJ 8:09, joonis 11.)*

17. LIITUMISKAABLI PAIGALDAMINE

17.1. Liitumiskaabel (liitumisjuht)

Liitumiskaabli all mõeldakse ühe liituja tarbeks ehitatud lühikest elektrijuhti, millega liituja ühendatakse elektrijaotusvõrku.

Seoses elektrituruseaduse jõustamisega muutub liitumiskaabli paigaldamine turukonkurentsi alaseks võistlevaks toiminguks (vt Elektrituruseadus 386/1995 paragrahv 17, punkt 1). Liitumiskaabel ühendab liituja elektripaigaldised jaotusvõrguga. Kui pole teisiti kokku lepitud, siis on liitumispunkt jaotusvõrgu ja liituja elektriseadmete vaheline piiripunkt (omandipiir). Liitumispunkt määratakse liitumislepingus. Põhimõtteliselt on liitumiskaabel liituja oma ja liituja hangib liitumiskaabli paigaldamiseks asjakohase tööettevõtja.

Praktikas on enamikel juhtudel tavaks, et maakaabliga liitumisel ehitab võrguettevõtte alltöövõtja liitumisjuhi võrguettevõtjale kuuluva osa ja liituja krundil oleva liitumisjuhi osa sama ühetüübilise maakaabliga. Materjali- ja tööjõukulud arvestatakse pärast tööde teostamist eraldi võrguettevõttele ja liitujale.

17.2. Liitumisjuhi elektriline kaitsmine

Liitumisjuhi elektrilist kaitsmist on käsitletud raamatu eelpool olevas jaotises 3.6.

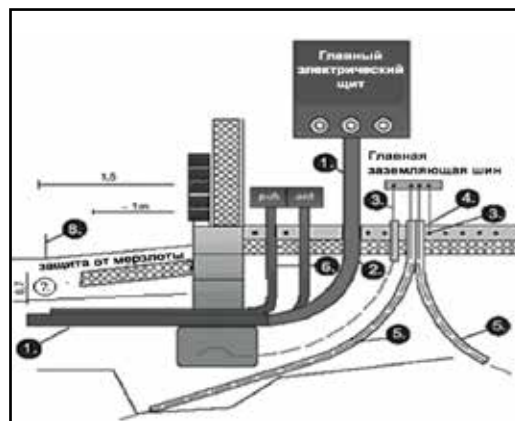
17.3. Kaablitrassi valik ja sisestustorustik

Liitumisjuhi trassi määrab jaotusvõrgu hargnemiskoha asukoht. Juht ehitatakse kuni ehitiseni üldjuhul alates tänavalt või teelt. Nurgakrundi korral sõltub võrgu ehitusest, kumma tee või tänava poolt paigaldatakse liitumisjuht kuni ehitiseni. Liitumisjuhi trass kulgeb alates hargnemiskohalt algul piki tänavat ja ehitise liitumisjuhi kohalt otse sirgjooneliselt kuni ehitiseni.

Jaotusvõrgu ettevõtted annavad kliendile oma juhised kaablikraavi trassi valikuks ja ehitamiseks ja tarbija maanduse tegemiseks.

Joonisel 207 on numbritega näidatud:

- 1 - Liitumiskaabli kaitsetoru: 4. tugevusklassi elektrikaabli kaitsetoru JM50, läbimõõduga 50 mm. Kaitsetoru ulatub külmakaitsest väljapoole.
- 2 - Kaar 50 mm.
- 3 - Betooni terasarmatuuriga kokkuühendatud maanduslatt.
- 4 - Maandusjuhi kaitsetoru JM20.
- 5 - Maanduselektrood Cu 16 juhi silmusena ehitise vundamendis või selle ümber või vähemalt 20 m pikkusena liitumiskaabli kraavis.
- 6 - Telefoni ja antennijuhtide torustik (vt sideettevõtte juhiseid).
- 7 - Hoiatuslint.
- 8 - Toru otsa tähistevai.



Joonis 207. Põhimõttejoonis ehitise liitumisjuhi torustikust (Oulun Seudun Sähkö).

Kinnistu ehitaja paigaldab sisestustorustiku ja elektriettevõtja esindaja peab selle enne ehitise valmimist heaks kiitma.

Liitumisjuhi kaitsetorustik peab algama ehitisega piirnevalt tänavalt ja see peab ulatuma väljapoole külmakaitseplaate. Väikese ristlõikega liitumismaakaabli kaitsetoru on läbimõõduga 50 mm. 80 A ja sellest suurema vooluga liitumisjuhtide puhul tuleb üldjuhul varuda kaabli läbiviiguturudeks kaks 100 mm läbimõõduga toru, mille otsad ulatuvad peajaotuskeskuse alla põranda süvendisse. 50 mm torude korral võib olla ainult üks tehases valmistatud 90° nurgadetail. Üle 16 mm² ristlõikega liitumisjuhtide kaitsetorud peavad olema sirged. Torud tuleb varustada tõmbetrossidega (-köitega) ja tähistada nende välimiste otste asukoht selgelt maapinnast ülalpool.

Tabel 24. Ühe jaotusvõrguhaldaja liitumisjuhtide suurus vastavalt liitumisvõimsusele.

MAAKAABLIÜHENDUS				
Suurim lubatud võimsus		Peakaitseme alus	Liitumisjuht	
Suurim võimsus	Peakaitse	Suurusaste	Ristlõikepind	Kaabli mark
Ph/kW/cosφ = 1	A			
17	25	D11/111-00	3x16+10	AMCMK
24	35	D111-00	3x16+10	AMCMK
34	50	D111-00	4x35	AXMK
43	63	D111-00	4x70	AXMK
55	80	00-1	4x70	AXMK
86	125	00-1	4x120	AXMK
110	160	00-1	4x185	AXMK
138	200	1-2	4x185	AXMK

17.4. Krundi jaotuskeskus

Krundi jaotuskeskus paigaldatakse juba ehitustööde algetapil lõplikult oma kohale näiteks krundi piirile või tulevase ehitise vundamendi äärde.

Krundi jaotuskeskusele on alus, mis kaevatakse pinnasesse. Alus toetatakse täitepinnasega nii, et see ei pääseks liikuma. Pingestatud liitumiskaabliga krundi jaotuskeskus ei tohi liikuda. Krundi jaotuskeskusesse paigaldatakse energiaarvesti, mis mõõdab ehitustöödel tarvitavat energiat ja hiljem hakkab toimima kinnistu energiaarvestina.

Krundi jaotuskeskusest võetakse hiljem toide kinnistu rühmakeskusele. Krundi jaotuskeskusest võidakse võtta elektritoide ka õueehitistele või välisvalgustusele.

Krundi jaotuskeskuses on arvestatud ka elektri tarbimisega ehitustööde ajal, paigaldades selleks rikkevoolukaitsega kaitstud 3-faasilisi ja ühefaasilisi pistikupesid.

17.5. Liitumiskaabli paigaldamine ja ühendamine

Liitumiskaabli paigaldamise eelduseks on, et kinnistu peajaotuskeskus ja selle kaitseklassile vastavad puutekaitse on liitumise päeval korras. Samuti peavad olema valmis ehitatud standardi SFS 6000-8-801 jaotisele 801.411.4 vastavad maandused ja standardi SFS 6000-4-41 jaotises 411.4.2 nõutavad liitumispunkti maandused (kinnistu maandused) ning elektrikappide uksed peavad olema lukustatavad.

Mõnikord paigaldatakse kinnistu peajaotuskeskuseks nn krundi jaotuskeskus, mis võetakse käiku juba ehitusetapi algul. Ka enne krundi jaotuskeskuse ühendamist tuleb teha eespool loetletud ettevalmistustööd.

Liitumiskaabli paigaldamine tehakse tavapärase menetluse järgi. Juhul, kui kaevetööd toimuvad õuealal seatakse neile erinõuded. Juhul kui liitumiskaablit saab tõmmata alates jaotuskaabli otsast, on selle pikkuse määramine sisestustorustiku osas lihtsam, sest peajaotuskeskusele saab varuda sobiva arvu kaableid ja kaabli katkestuskoht tehakse jaotuskapis.

Enne ühendamist tehakse valmis kaabli otsamuhvid, kui tegemist on kaabliga, mille ühendamiseks on vaja otsamuhvi.



Joonis 208. Krundi jaotuskeskus.

151

18. VEEALUSTE KAABLITE PAIGALDAMINE

18.1. Kaablitrassi kavandamine

18.1.1. Üldist

Veealuste kaablite kasutamine on lisandunud eriti seoses puhkealaasulate elektrifitseerimisega. Sellele on samuti kaasa aidanud maastikukaitsealade laienemine, mistõttu õhuliinide asemel soovitakse üha enam kasutada maakaabelliine. Veealuste kaablite paigaldusviisid on arenenud ning vette lastavate kaablite valik on mitmekesistunud. Kaablitüüpide ja konstruktsioonide valikul tuleb arvesse võtta kaabli sobivust veealuseks paigaldamiseks (vt SFS 6000-8-814).

Kaabli paigaldamisel vette on alati vaja vastavat luba. Lubadega seotud probleeme käsitleti raamatu jaotises 9.2.5.

18.1.2. Kaablite randumiskohad

Kõige turvalisem randumiskoht on rüüsi jää tekke eest kaitstud järsk savine või liivane rand. Haljastuslikel põhjustel tuleb ranna ja otsamasti vahele jätta piisav kaitstva taimestiku ala, mis varjab masti nähtavust veesõidukiga liikumisel.

Randomiskoht uuritakse hoolikalt läbi kuni 2,0 m sügavuseni veepinna all, mida võib lugeda nõuetekohaselt piisavaks randomiskaitseks.

Randomiskoha valikust sõltub ka kaabli vettelaskmise tehnoloogia, nt see kas kasutatav laev või parv pääseb rannale piisavalt lähedale.

18.1.3. Kaablitrassi väljaselgitamine

Kaablitrassi uuritakse algul mere- või veekogukaartidelt ja valitud trassi kohta tehakse kajaloodi abil trassi sügavusjoonis. Nii toimides saab vältida veealuseid karisid ja sügavuse järske muutusi. Erijuhtudel võib kasutada ka sukelduja (tuukri) abi.

Madalpingekaablite paigaldamisel kasutatakse kajaloode vaid erijuhtumitel.

18.1.4. Kaabli pikkuse mõõtmine

Mõõtmisel kasutatakse nt venimatu võrgu raskustrossi, mis lastakse kavandatava trassi põhja ühelt otsamastilt teisele otsamastile. Mõõtes trassile lastud trossi pikkust, saadakse kaabli vajalik pikkus. Sellele pikkusele lisatakse otsamasti kõrgus ja vajalik töötlemisvaru. Sõltuvalt kaabli vettelaskmise viisist ja kaabli pikkusest lisatakse tellimisetapil pikkusvaruks 3...7 % juurde.

18.2. Kaabli vettelaskmise viisid

18.2.1. Üldist

Kaabli vettelaskmist võib teostada järgmistel viisidel:
vettelaskmine paadist või parvelt,
vettelaskmine ujukikottide, poide või kanistrite abil,
vettelaskmine jää alla,
vettelaskmine jõesse künatud pilusse,
vettelaskmine kaablialuselt.



Joonis 211. Kaabli vettelaskmine parvlaevalt.

Meetodi valik sõltub vettelastavate kaablite tüübist, kaablite pikkusest, veetrassist, saadaval olevatest tööriistadest ja aastaajast.

Veealuste kaablite paigaldamisel tuleb alati kasutusulatuses hoida piisaval arvul on kantavaid päästeveste.

18.2.2. Kaabli vettelaskmine paadist või parvelt

Paat või parv peavad olema nii suure kandevõimega, et kaablitrumli saaks tugevasti kinnitada kaablipukkidele või kaabliveokile.

Kaabli teine ots ankurdatakse otsamasti külge ja seejärel lastakse kaabel kaablitrassile vette.

Rannale tõmbamisel tuleb vee sügavuse tõttu kasutada spetsiaalseid abitöövahendeid, nagu tõmbevintsi.

Kasutatakse ka spetsiaalseid isevalmistatud kaabliparvesid, millel on koht kaablipukile, kusjuures parve võidakse liigutada oma päramootori abil.

18.2.3. Kaabli vettelaskmine ujukite abil

Kaabli ujutamine sobib väikeste veealade ületamiseks. Kaabel tõmmatakse vintsiga üle veeala. Kaabli tõmbamisel üle vee seotakse kaabli külge ujukid vastavalt sellele, kuidas kaablit trumlilt maha keritakse. Ujukitena võidakse kasutada erinevaid ujukotte, poisid või kanistreid. Ujukid peavad olema vähemalt 5...30 m vahemaade järel. Tõmbamise järel eemaldatakse ujukid kaabli küljest. Ujukite eemaldamist alustatakse trumli suhtes vastaskaldalt, kus kaablit saab pärast selle uputamist tõmmata.



Joonis 212. Kaabli vettelaskmine ujukottide abil.

Ujutamine on kaabli laevalt vettelaskmise kõrval sobiv abimenetlus nt sel juhul, kui vesi on rannas nii madal, et laevaga ei pääse piisavalt ligidale.

Ujukottidest kindlamateks ujukiteks on osutunud kanistrid, mida saab nööriaga kinnitada kaabli külge. Teisest küljest on kanistrite vedamine tülikas.

Kaabli ujutamist võib teostada ka jää all, sel juhul lükatakse algul jää alla ujukiga veotross, millega kaabel hiljem tõmmatakse lõplikult paigale. Selle menetluse korral tuleb teha palju jääauke.

Ujutamiseks võidakse kasutada ka kalurite ujuvrobotit, mida saab jää pealt raadio teel juhtida ja vedada sellega veotross jää alla. Selle menetluse korral on vaja teha vähem jääauke.

Ujuvrobotit võib kasutada ka suvel nt madalas veekogus veotrossi tõmbamiseks.

Joonisel 213 on näidatud, kuidas juhitakse ujuvrobotit avausest jää alla. Veotross on kinnitatud ujuvroboti külge.

18.2.4. Kaabli vettelaskmine jäässe küntud prakku

Talvisel ajal saab kaabli vette lasta vee pinnal olevasse jäässe küntud praod kaudu. Sel juhul tuleb valida kaabli vettelaskmiseks sobiv ilm, sest kaablile vähimalt lubatud paigaldustemperatuur, tavaliselt -5°C , seab selle menetluse kasutamisele omad piirid.

Madalpinge plastkaablite laskmine jääprakku toimub nii, et algul veetakse kaabel sirgelt jää peale ja seejärel tehakse kõik vajalikud jät-



Joonis 213. Kaabli ujutamine jää alla ujuvrobotiga (Suur-Savon Sähkötyö).

kuühendused. Kaabli viimiseks jää alla tehakse jäässe kitsas pragu. Pragu tehakse traktoriga veetava jääsaha abil. Kaabli langetamisel tuleb hoolt kanda, et kaabel ei jäätuks jäässe kinni.

Joonisel 214 on näidatud prao kündmine jäässe, et lasta selle kaudu veekogusse kaabel. Kaabel on veetud jää peale valmis.

18.2.5. Kaabli vettelaskmine kaablilaevalt

Kaablilaeva kasutamisel tuleb juba tööde esialgsel kavandamisel välja selgitada laeva pääs kaabli vettelaskmise alale. Seejuures tuleb välja selgitada ka vee sügavus rannaaladel ja määrata võimalikud abimenetlused kaabli vettelaskmisel, nt vajadus kaablit ujutamisega randa tuua.

Kaablilaev sobib eriti pikkade kaablite vettelaskmiseks merealadel, sest kaablit saab vette lasta otse laevas asuvast spetsiaalsest kaablitehasest.

Kaablilaeval on oma kaablite vettelaskmiseks spetsialiseerunud meeskond.

18.3. Kaabli kaitsmine

18.3.1 Üldist

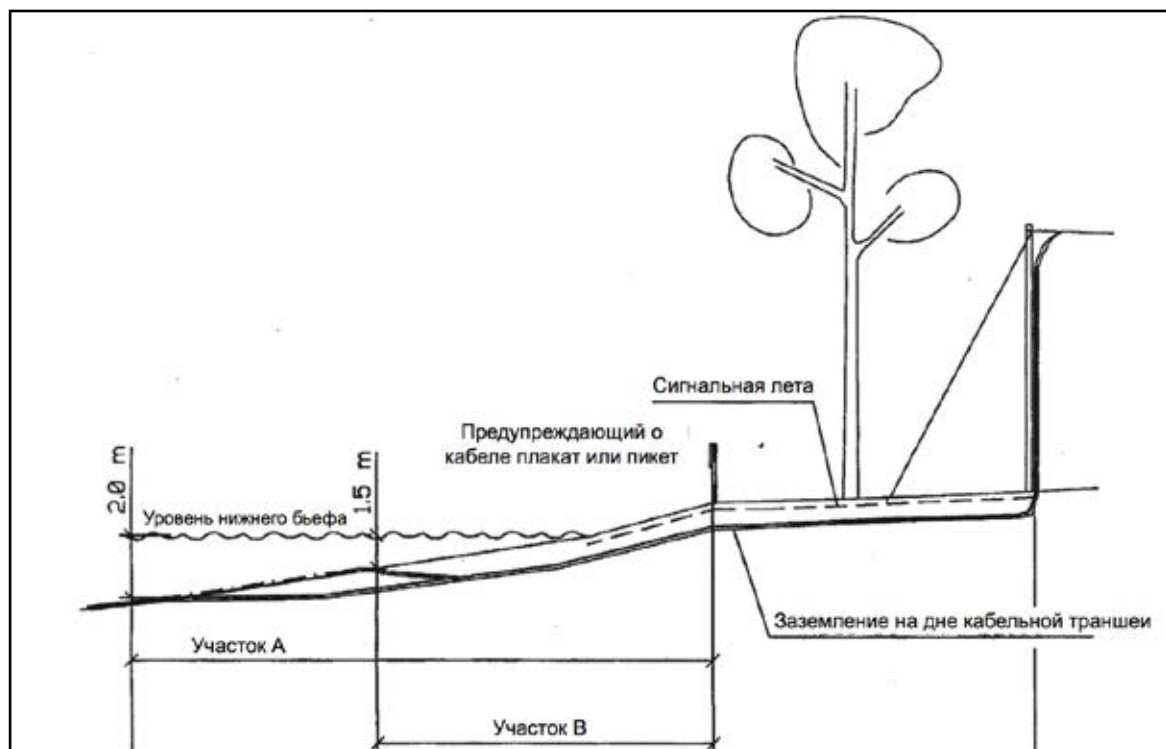
Standardi SFS 6000-8-814 jaotises 814.3 on öeldud:

”--- Kui ilma maandatava puutekaitseta kaabel paigaldatakse vette, tuleb seda rannaalal sobival viisil kaitsta kuni 2 m sügavuseni, arvestades mõõnaaegset veetaset, või tuleb kaabel kaevata veekogu põhja. Kaabli kaitsmisel tuleb arvesse võtta ranna kuju, pinnast ja tõenäolisi probleeme, nt veeliiklust, jääolusid ja veepinna kõrguse muutumist. Kaabli kaevamisel veekogu põhja, tuleb seda kaitsta vastavalt üldistele nõuetele, vt tabel 814A.” Tabel 814A on käesolevas raamatus tabel 15.

Vette lastud kaablit kaitstakse üldjuhul eespool kirjeldatud viisil vaid rannaalal. Kaablit tuleb kaitsta vahetult vettelaskmise ajal.



Joonis 214. Kaabli vettelaskmine jäässe küntud prao kaudu (Suur-Savon Sähkötyö).



Joonis 215. Veealuste kaablite randumiskoha kaitsmise põhimõttejoonis.

18.3.2. Liiva- või savirand

Kaitstaval liiva- või savirannal kaevatakse kaabel pinnasesse ekskavaatoriga või uputatakse veejoapumba abil veekogu põhja kuni 2 m sügavuseni. Kaablit kaitstakse kuni 1 m sügavuseni nt betoonrenniga, mõnikord ka betoonkattega. Kasutada võib ka betoonivalu. Rannaalal paigaldatakse kaabel vähemalt 0,7 m sügavusele pinnasesse. Madalpingekaablite korral võidakse betoonkatete asemel kaitseks kasutada tugevat plasttoru.

Veejoapump on ehitatud parvele. Sisepõlemismootoriga käitatav veepump pumpab vett läbi vooliku trassile suunatud torusse. Suunatava toru liigutamisega kaevatakse kaablile veekogu põhja süvend, kuhu kaabel sisse painutatakse.

18.3.3. Kaljune rand

Tähtsate kaablite jaoks tehakse kaljusse lõhkamisega madalaimat veetaset arvestades 2,0 m sügavune kraav. Kraav puhastatakse ja tasandatakse kruusaga. Kaablit kaitstakse kogu pikkuses musta HD-veetoruga. Toru kinnitatakse kraavi põhja kaljusse kinnituvate klambritega ja kaetakse jämeda kruusaga.

Kui tegemist on väga järsu kaljuga, võidakse kaabli kaitseks kasutada profiilterasest kokkukeevitatud kaitseid, mis sobitatakse kohale otse maastikul. Maapealset osa kaitstakse betoonist katte või ribilise kaablitoruga, mille peale valatakse betoonist ühetaoline kaitse. Konstruktsiooni paigalpüsimine tagatakse kinnitusega kalju külge.

Maapealse kaitsena võidakse kasutada ka sobiva pinnakattega U-talasid, mis kinnitatakse kiviaukrudega.

18.4. Kaablitrassi tähistamine

Veealuseid kaableid tuleb tähistada vastavalt Transpordiameti juhises Dnro: 6155/040/2010, 29.11.2010 antud nõuete kohaselt:

”2.3 Kaablite, muude vettelastavate juhtide ja torujuhtide tähistamine

Kaablid, muud vettelastavad juhid ja torujuhid tähistatakse vastavalt võimalustele ja vajadustele maastikul kõigi veekogude allveeviikude juures, ning mitte ainult nendel juhtudel, kus kaabel või juht läheb avaliku liiklustee alt läbi. Kaablid ja juhid tuleb vajalikul määral tähistada selleks, et vältida nende juhuslikku tahtmatut kahjustamist või nendega kokkupuutest tingitud muid kahjustusi.

Kaablite tähistamiseks maastikul kasutatakse Transpordiameti 29.11.2010 määrusele (Dnro 6154/040/2010) vastavaid kaablite ja juhtide tähistustahvleid ning lisaks vajadusel ka suunatähist. Nende paigaldamiseks on antud järgmised lisajuhised:

Kaabli- ja juhitahvlid

Juhul, kui kaabel või juht kulgeb otse läbi veekogu, paigaldatakse kaabli või juhi tähistetahvlid veekogu mõlemale rannale kaabli või juhiga risti nii, et tahvel näitab otse kaabli või juhi asukohta. Juhul, kui kaabel või juht veekogus lookleb, on eriti oluline näidata tahvil kaabli või juhi asukoht veeteede kohal.



Joonis 216. Veejoapump.



Joonis 217. Kaabli kaitsmine betoneerimisega (Suur-Savon Sähkötyö).

Kaabli- või juhi tähistetahvel tehakse samast materjalist kui muutki veeliiklusmärgid või sobivast muust materjalist, nt laudadest. Tahvel paigaldatakse piisavale kõrgusele tugijalgadele.

Kitsas kanalis olevat mitut kõrvutiasetsevat kaablit ja muud juhti ei tarvitse eraldi tähistada. Sel juhul paigaldatakse ala mõlemasse otsa tahvlid, millel juhid tuleb tähistada vastavalt juhtide liigile, nt KAAPELEITA SALMESSA 2000 m või KABLAR I SUNDET 2000 m.

Täpsemad juhised tahvlite paigaldamise ja nendel olevate tähiste kohta on saadaval Transpordiameti piirkondlikust veeteede asutusest.

Kaablitahvel on ristkülikukujuline. Tahvilil on kroomkollasel põhjal suure musta kirjaga sõna KAABEL, KAAPELI, KABEL või CABLE.

Sisenevatel rahvusvahelistel laevateedel tuleb tahvilil kasutada sõna CABLE. Muudel veeteedel kasutatakse soomekeelset sõna “KAAPELI”, või sõna “KABEL” vastavalt kohaliku omavalitsuse enamuskeelele.

Kaablitahvlite kõrgused on kindlaks määratud tabelis 25, sõltuvalt tahvli kaugusest veetee ja kaabli ristumiskohast, või juhul kui ametlik veetee puudub, siis sõltuvalt kaugusest möödetuna veekogu keskelt:



Joonis 218. Kaablitahvel.

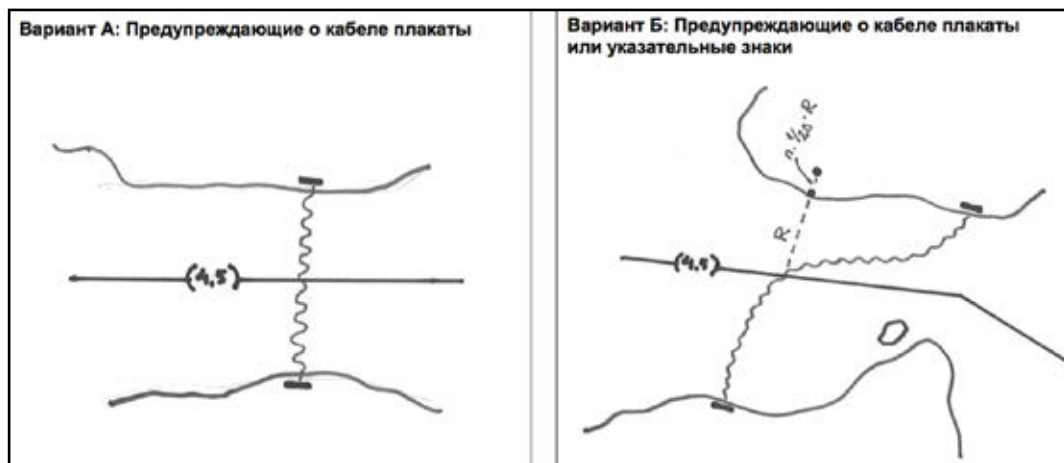
(Tabel 25. Kaablitahvli kõrguse määramine vastavalt veeala laiusele (Veeteede ameti määrus 17.6.2008, paragrahv 5).

Veeala laius, m	Tahvli kõrgus, mm
alla 100	600
100 - 500	800
501 - 1000	1200
üle 1000	1600

Kaabli- ja juhitahtvli laius määratakse vastavalt teksti pikkusele. Teksti kõrgus peab vastama järgmisele tabelile. Vt tabel 26.

Tabel 26. Kaablitahvli teksti kõrgus (Veeteede ameti määrus 17.6.2008, paragrahv 10):

Tahvli kõrgus, mm	Teksti kõrgus, mm
600	400
800	600
1200	800
1600	1100



Joonis 219. Kaabli tähistamine kaablitahvlil (Transpordiameti juhised Dnro:6155/040/2010, lisa 3)

Juhul kui veeala on laiem kui 2 km, märgitakse kaablitahvlile ka suunamärk.

Sadama-alal või läbi üldkasutatava ankrupaiga kulgevaid kaableid tähistavaid kaablitahvleid ja suunamärke tuleb pimedaajal valgustada. Suunamärgil kasutatakse selle keskosas värvilist valgust. Seega kaabli sisenemispoolel kasutatakse punast ja väljumispoolel punast koos selle all oleva valge valgusallikaga. Kaablitahvlit valgustatakse sellele suunatud valgusallikast.

19. MAAKAABLIVÕRGU KASUTUSELEVÕTUEELNE KONTROLL

Jaotusvõrke ja nende laiendusi, kuhu maakaablivõrk kuulub, tuleb standardi SFS 6000-8-801 jaotise 801.61 järgi kontrollida enne, kui need võetakse kasutusse. Kasutuselevõtueelne kontroll tehakse enne uue juhistikuosa käiku-laskmist. Kontrollimine seisneb ülevaatuses ja vajadusel katsetamises.

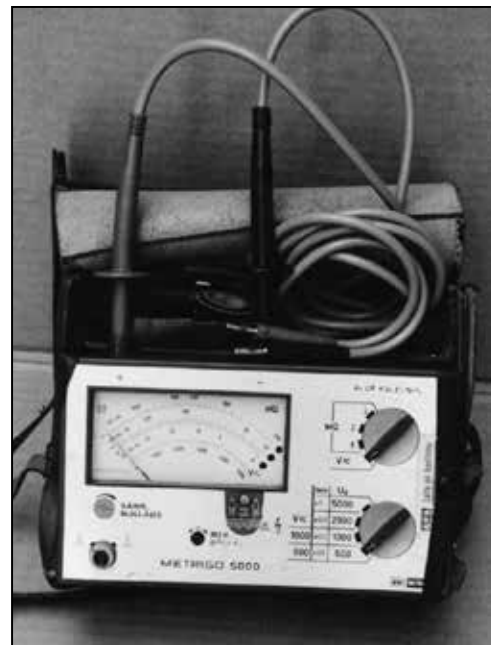
Kontrollitakse eelkõige võrgu maapealseid osasid. Maa-aluste- ja veealuste kaablipaigaldiste korral kontrollitakse paigaldussügavust ja mehaanilist kaitset.

Alati, kui paigaldises kasutatakse metallmantlita maakaableid, tuleb mõõta isolatsioonitakistust,. Muudes kaablivõrkudes on isolatsioonitakistuse mõõtmine soovitatav.

Madalpingeline kaablivõrk:
mõõta kaablite paigaldussügavused,
hinnata kaablite kaitset.

Kaablijaotuskapid, mille korral tuleb kontrollida järgmist:
mõõta kaablite isolatsioonitakistust,
kontrollida kaablite ühendusi, sh ka faasijärjestust,
võrrelda kapi ühendusi keskuse skeemiga,
kontrollida kaablite muhve,
kontrollida kaablite tähistusi,
kontrollida kapi puhtust,
kontrollida kapi puuteisolatsiooni.

Kõrgepingeline kaablivõrk:
mõõta kaablite isolatsioonitakistust,
teha paigaldise silmaga nähtava välisosa ülevaatus,
mõõta maandustakistusi,
kontrollida faasijärjestust,
kontrollida kaablite tähistusi



Joonis 220. Isolatsioonitakistuse mõõtja.

Tabel 27. Kaablikaardi näide.

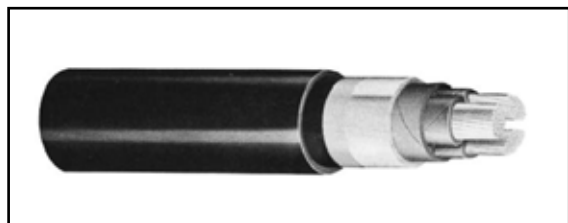
KAABLIKAART				
Kaabli asukoht:		Juhtmestik:		Kaabli tüüp: Pikkus: m
Kaabli paigaldaja:				kuupäev:
Muhvid:		Liigpingepiirikud:		Jätkumuhvid:
Paigaldaja: kuupäev:		Paigaldaja: kuupäev:		Paigaldaja: kuupäev:
Isolatsioonitaksitus MΩ			Katsetaja: kuupäev	Kommentaariid
L1 - maa	L2 - maa	L3 - maa		
L1 – L2	L2 – L3	L3 - L1		

20. VANA KAABLIVÕRK

20.1. Üldist

Raamatu selles peatükis kirjeldatakse vanu, veel kasutuses olevaid maakaableid ja maakaablivõrkude ehitust ning nendega seotud tööde teostamise viise, et ära tunda väljakaevatud vanade võrkude tarvikuid ning leida lahendus nende parandamiseks või jätkamiseks.

20.2. Vanad paberisolatsiooniga 0,4 kV maakaablid

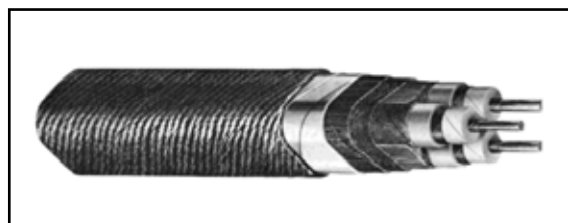


APAKM (vana kaabel, mida enam ei valmistata)
4-juhiline-maakaabel
alumiiniumjuhid, paberisolatsioon, alumiiniummantel

Joonis 222. APAKM.

Ehitus

Juht	Alumiinium	Faasijuhid: tihendatud sektorikujulise ristlõikega sooned
		PEN-juht: alumiiniummantel
Isolatsioon	Immutatud paber	
Kaabli ehitus	Kokku keerutatud paberisolatsiooniga juhid, mähitud isolatsioon	
Immutus	Mittevoolav immutusõli	
Mantel	Alumiinium	
Kaitse	Korrosioonikaitsekiht ja must polüeteenist plastmantel	



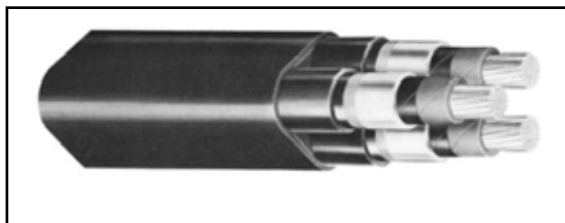
PLKVJ (vana kaabel, mida enam ei toodeta)
3½ -juhiline -maakaabel
vaskjuhid, paberisolatsioon, pliimantel

Joonis 223. PLKVJ.

Ehitus

Juht	Vask	Faasijuhid: tihendatud sektorikujulise ristlõikega sooned
		PEN-juht: tihendatud, ümar või sektorikujuline soon
Isolatsioon	Immutatud paber. Tunnusvärvid faasijuhtidel: must, must ja pruun, nulljuhil: helesinine	
Kaabli ehitus	Kokku keerutatud paberisolatsiooniga faasijuhid, mähitud isolatsioon	
Immutus	Mittevoolav immutusõli	
Mantel	Plii	
Kaitse	Bituumen ja paber, kaks teraslist kihti, bituumen ja džuuat	

20.3. Vanad 20 kV maakaablid



APYAKMM (vana kaabel, mida enam ei toodeta)
3-juhiline-maakaabel
alumiiniumjuhid, paberisolatsioon, alumiiniummantel

Joonis 224. APYAKMM.

Ehitus

Juhid	Alumiiniumist tihendatud ümarad sooned
Juhikaitse	Pooljuhtiv süsinikpaber
Isolatsioon	Immutatud paber
Koroonakaitse	Pooljuhtiv süsinikpaber
Immutus	Mittevoolav immutusmass
Mantel	Alumiinium
Kaitse	Korrosioonikaitsekiht ja must polüeteenist plastmantel
Kaabli ehitus	Kokku keerutatud mantlita juhid plastist täitesegus
Välismantel	Must polüeteenist plastmantel Kaabli ristlõikepind on kolmnurgakujuline. Välisläbimõõdu all mõeldakse ümberringjoone läbimõõtu.

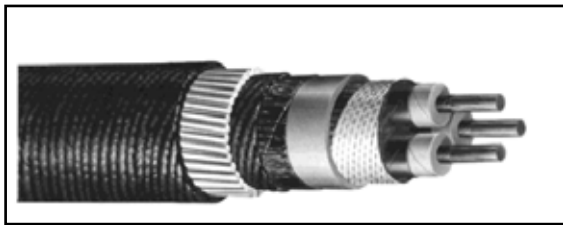


AHXCMK-M
3-juhiline-plastisolatsiooniga maakaabel
alumiiniumjuhid, PEX-isolatsioon

Joonis 225. AHXCMK, 3-juhiline.

Ehitus

Juhid	Alumiinium, Tihendatud ümar soon
Juhikaitse	Pooljuhtiv plast
Isolatsioon	PEX-plast
Koroonakaitse	Pooljuhtiv plast ja tahmapaberikiht
Puutekaitse	Kiht vaskkiudusid ja vasklindist mähis
Faasijuhtide mantlid	Must PVC-plast
Kaitse	Korrosioonikaitsekiht ja must polüeteenist plastmantel
Välismantel	Must PVC-plasti Kaabli ristlõikepind on kolmnurgakujuline. Välisläbimõõdu all mõeldakse ümberringjoone läbimõõtu.



AHPLK-PJJ (vana kaabel, mida enam ei toodeta)
3-juhiline-merekaabel
alumiiniumjuhid, paberisolatsioon, pliimantel

Joonis 226. AHPLK-PJJ.

Ehitus

Juhid	Alumiiniumist tihendatud ümar soon
Juhikaitse	Pooljuhtiv tahmapaber
Isolatsioon	Immutatud paber
Koroonakaitse	Pooljuhtiv süsinikpaber
Kaabli ehitus	Kokku keerutatud isoleeritud juhid paberitäitega vasklõimega tekstiilmähises
Immutus	Mittevoolav immutusmass
Mantel	Pliisulam
Kaitsesoomus	Bituumen, paber ja džuuat, kiht tsingitud teraskiude, bituumen ja džuuat

20.4. Vanade maakaablite paigaldamise tehnoloogia

Kunagi, kui kasutati vaskjuhtidega ja paberisolatsiooniga maakaableid, kasutati kaablite paigaldamisel ka rohkem paigaldajaid, sest kaablid olid rasked. Paberisolatsiooniga kaableid tuli käsitleda hoolikamalt kui nüüdisaegseid plastisolatsiooniga kaableid. Vanadelt kaablitööde fotodelt võib näha, et seal kasutati tõesti väga palju tööjõudu.

Kaabli tõmbamine käsitsi

Kaabli teisaldamine kaablikraavi inimjõu abil käsitsi võib toimuda järgmiselt:
kaabli langetamine kraavi treilerilt,
kaabli kandmine kraavi inimjõul.

Kaabli langetamine kraavi treilerilt

Kaabli paigaldamiseks soovitatakse see langetada kraavi otse kaablitrumli veokilt. See on kaablit kõige vähem kahjustav tööviis.

Praktikas toimub kaabli langetamine kraavi nii, et kaablitrumli veokit veetakse pikki kaablitrassi ja kaabel langetatakse sealt inimjõul kraavi.

Selle menetluse kasutamise eelduseks on see, et kraavi ääres on võimalik kaablitrumli veokil takistusteta liikuda ning kaabli saab kraavi langetada ilma takistusteta. Seda tuleb arvesse võtta juba kaablikraavi kaevamisel ja tööde korraldamisel.

Kaabli kandmine ja tõmbamine inimjõul

Sõltuvalt kaabli suuruselt peaks kaabli kandmise kaugus olema 3...10 m. Kaablit kantakse kätel või õlal. Menetlus sobib lühikeste liitumiskaablite paigaldamiseks väikesele kaugusele.



Joonis 227. Kaabli langetamine kraavi otse kaablitrumli veokilt.

20.5. Paberisolatsiooniga 0,4 kV maakaabli väline otsamuhv

Paberisolatsiooniga kaablite muhvid peavad kaitsma paberisolatsiooni niiskuse sissetungimise eest. Varasematel aastatel täideti muhv niiskust mitteläbilaskva vedela tahkestuva massiga nt valukompaundiga. Lisaks tuleb muhvis ühendada kaabli plastisolatsiooniga ühendusjuhid. Nüüdisajal kasutatakse termokahanevast plastist tarvikuid.

Kasutamine

1 kV neljajuhilise APAKM-kaabli otsamuhvina, nt üleminekul õhuliini paigaldiselt kaablipaigaldisse. APAKM-kaableid soovitatakse nüüdisajal kasutada vaid maakaablivõrkude renoveerimistöodel.

Ehitus

Kaabli alumiiniummantli külge on kinnitatud vaskjuhiga varustatud mantliklemm. Juhisolatsioon on kaitstud termokahanevast plastist hülsiga ja kaabli hargnemiskoht termokahanevast plastist harukaitsega.

Ühendamine

Mantliklemmi külge on ühendatud 0,5 m pikkune vaskjuht. Faasijuhid on alumiiniumist.

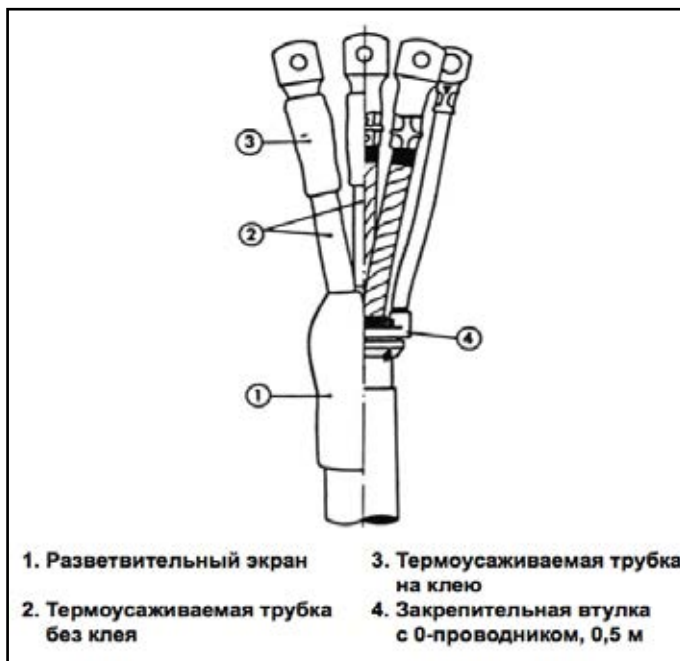
20.6. Varasematel aegadel kasutatud 10 ja 20 kV kaablimuhvide ehitus

Paberisolatsiooni käsitlemine

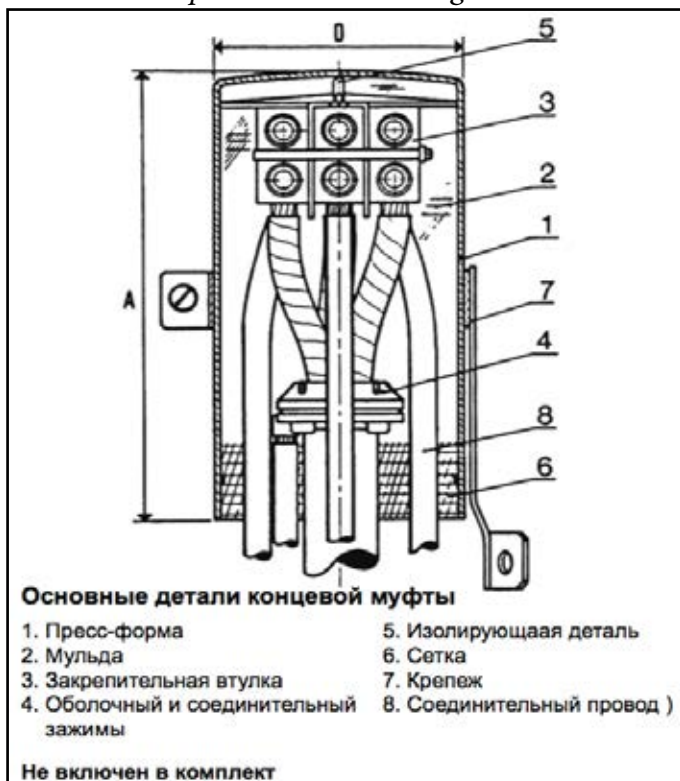
Paberisolatsiooniga kõrgepingekaablite korral eemaldatakse isolatsioon kooniliselt paigaldusjuhistes ettenähtud ulatuses. Paberisolatsioon eemaldatakse 10 kV tööpingega kaablite puhul ristsuunas kuni juhini välja. Isolatsiooni võidakse lõigata noaga jättes siiski viimased paberikihid rebimisega eemaldatavaks. Kõrgematel pingetel kasutatakse isolatsiooni koonilist või astmelist eemaldamist.



Joonis 228. Kaabli kandmine kaablikraavi inimjõul.



Joonis 229. Termokahanevast plastist otsamuhv, pressitavad kaablikingad.



Joonis 230. Vana paberisolatsiooniga maakaabli otsamuhvi ehitus.

Pistikmuhvid

Joonisel näidatud sisemuhv on ette nähtud kolmejuhilise 10 kV AHXM-KM kaabli sisemuhviks ja näidatud välismuhv vastava kaabli välismuhviks. Muhvid sobivad ka AHMCMK-kaablile ning maandustarvikutega varustatuna ka AHMCMK-kaablile.

Ehitus

Juhiga ühendatakse pressitavad alumiiniumist kaablikingad. Väljaühtlustus toimub muhvides oleva pooljuhtiva osa abil, mis ühendatakse kaabli koroonakaitse pooljuhtiva kihiga.

Ühejuhiliste kaablite pistikmuhvid on oma ehituselt sarnased, välja arvatud juhul kui muhvis ei ole hargnemiskaitset. Välismuhvil on kummikesta peal kaks äärikut.

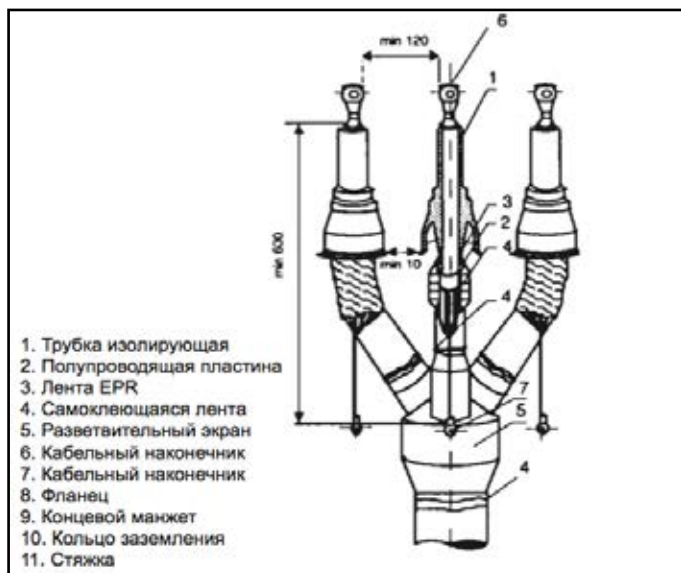
Hülsiga otsamuhvid

Kasutamine

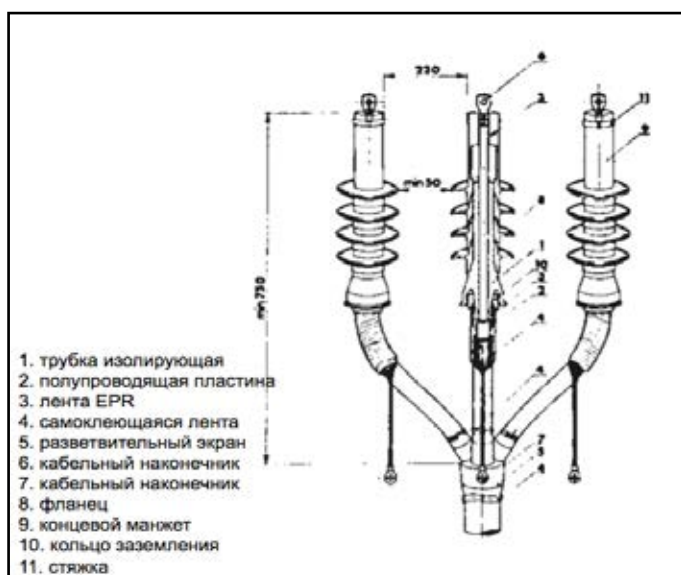
20 kV kolmejuhilise APYA-KMM-kaabli muhvina kuivades siseoludes.

Ehitus

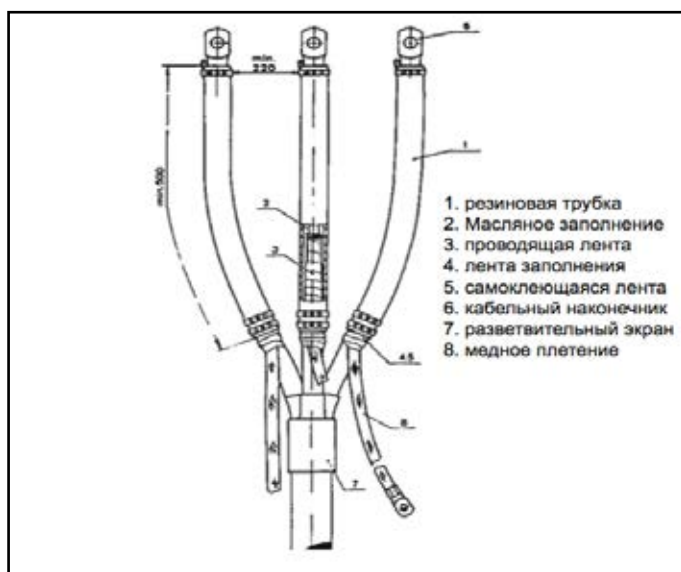
Muhv juhtide kaitseks on neopreenkummist hülsid, mis on osaliselt täidetud masinaõliga. Alumiiniumkaablikingad tuleb juhtidele pressida kuuskantpressiga. Muhvi alumiiniummantel on maandatud vaskpunutise ja hülsklambri abil.



Joonis 231. Pistik-sisemuhvide ehitusjoonis.



Joonis 232. Pistik-välismuhvi ehitusjoonis.



Joonis 233. Hülsiga otsamuhvi ehitus.

Portselanmuhv

Kasutamine

20 kV kolmejuhiliste APYAKMM ja PYLKVJ kaablite muhvina välis- ja siseoludes.

Ehitus

Alumiiniumraamil portselanisolatsiooniga muhv. Konksule (raamile) paigaldatud muhv on sobiv kinnitamiseks mastile.

Muhvidel on pressitavad kaablikingad. Kaabli alumiiniummantel tuleb ühendada muhvi kerega.

20.7. Valuplastist jätkumuhv plastisolatsiooniga 0,4 kV kaablile

Valmistajat tarnivad otsa- ja jätkumuhvide materjali valmiskujul paigaldustarvikute komplektidena. Tarvikute komplekt sisaldab ka paigaldusjuhiseid. Valuplastist jätkumuhvid on kasutusel sisendsüsteemides, seal kus valuplast ei vanane.

Kasutamine

1 kV (A)MCMK-, AXCMK-, (A)MMK- ja AXMK-kaablite jätkumuhvina ja nimetatud kaablite välise segaühenduseks.

Ehitus

Valuplastist jätkumuhv, milles juhid ühendatakse teineteisega pressitavate jätkuklemmide abil. Jätkuklemmid eraldatakse üksteisest plastist spiraalide abil. Jätkumuhvi valatav valuplast tihendab ja kaitseb jätkukohta.

20.8. Valuplastist jätkumuhv paberisolatsiooniga 0,4 kV kaablile

Kasutamine

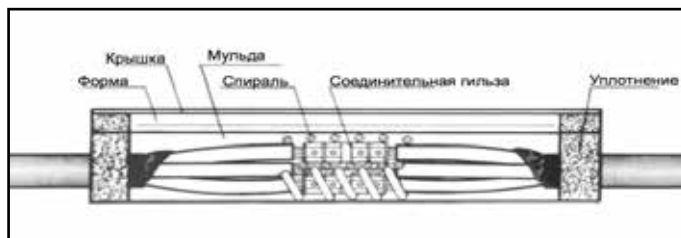
1 kV neljajuhiline APAKM-maakaabli jätkamine. Võidakse kasutada ka kombineeritud jätkumuhvina paberisolatsiooniga ja plastisolatsiooniga kaablite vahel.

Ehitus

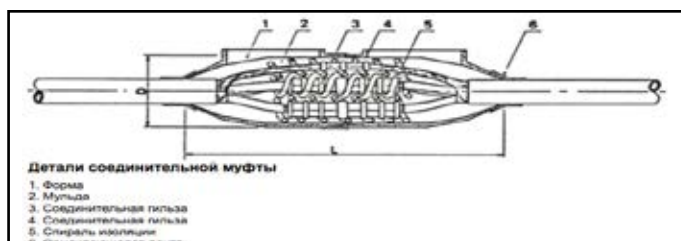
Valuplastist jätkuühendus, milles on kruvikinnitusega jätkuhülsid. Jätkatavate kaablite alumiiniummantlid on kokku ühendatud kruvikinnitusega mantliklemmide abil.



Joonis 234. Portselanmuhvi ehitus (1-vaihe).



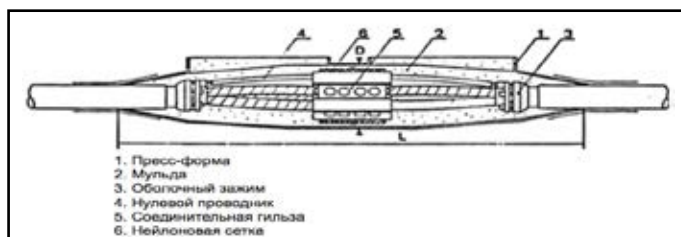
Joonis 235. Valuplastist jätkumuhvi paigaldustarvikud.



Joonis 236. Valuplastist jätkumuhvi ehitus.



Joonis 237. Valuplastist jätkumuhv.



Joonis 238. Paberisolatsiooniga kaabli jätkumuhvi ehitus.

20.9. Varasematel aastatel kasutatud 10 ja 20 kV jätkuühendused

Jätkumuhvi tegemine teibiga

Kasutamine

Teibiga jätkamist kasutatakse ühejuhiliste, nt (A)HXCMK- ja (A)HMDMK-kaablite ning vastavate kolmejuhiliste kaablite jätkumuhvide tegemiseks.

Ehitus

Pressitud jätkuhülssidega teibiga valmistatud jätkumuhv, mille isolatsiooni on tehtud EPR-lindiga ja mida on kaitstud termokahanevast plastist hülssiga.

Torumuhv

Kasutamine

Ühe juhi torumuhve kasutatakse kolmejuhilise APYAK-MM-kaabli üksiku faasijuhi jätkamiseks; kolmetorulist jätkumuhvi aga vastavalt kolme juhi jätkamiseks.

Ehitus

Jätkumuhvid on vastavalt oma nimele varustatud kas ühe või kolme jätkutoruga. Jätkuühendused tehakse pressitavate jätkuhülssidega. Iga juhi jätkukoha kaitseks kasutatakse masinaõliga täidetud jätkutoru. Juhtide jätkamiskohad on pealt kaitstud muhvivormi valatud valuplastiga. Kolmejuhilise jätkuühenduse eraldiolevad jätkutorud tuleb üheks muhviks kokku siduda.

20.10. Alumiiniummantliga kaabli otsa- ja jätkumuhvide valmistamine

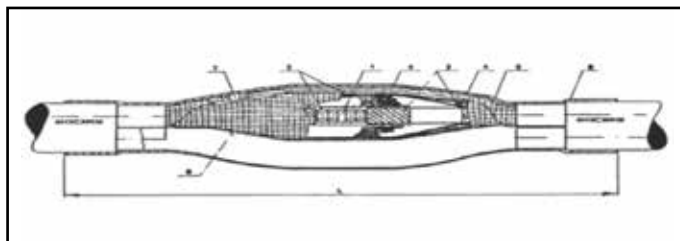
APAKM-kaabli alumiiniummantlit kasutatakse PEN-juhina. Muhvis ühendatakse mantliklemmiga varustatud ühendusjuht mantliga. Alumiiniummantli ribad pannakse löikepitli abil mantliklemmi alla.

Alumiiniummantli lõikamine ribadeks ja eemaldamine

Alumiiniummantliga kaablitelt tuleb mantel osaliselt eemaldada ja teine osa lõigata mantli maandamiseks (kõrgpingekaablid).

Mantlilõikenuga on soovitatav kasutada eriti 10 kV ja 20 kV alumiiniumkaablite ribadeks lõikamisel. Tööriistaga lõigatakse alumiiniummantel turvaliselt ribadeks, mida on ühendamisel hõlbustada viia või eemaldada.

Koorijat kasutamisel tõmmatakse kaabli alumiiniummantli servast lahti mantli liistak, mille külge koorija kinnitatakse. Koorijat paraja nurga all keerates keerdub mantel ümber koorija ja eemaldub kaablit.



Joonis 239. Kolmejuhilise kaabli jätkumuhvi tegemine teibiga.



Joonis 240. Ühe juhi torumuhv.



Joonis 241. Mantlilõikenoa kasutamine.



Joonis 242. Koorija kasutamine mantli eemaldamiseks.

Mantliklemmi paigaldamine

Mantliklemmi kasutatakse peamiselt APAKM-kaabli mantli (neutraaljuhi) jätkamiseks. Mantliklemm pinguldatakse kuuskant kruvikeerajaga mantliribade peale. Mantliklemmi külge keevitatud vaskjuhid jätkatakse jätku- ja otsamuhvides, kus neid kasutatakse ühendusjuhina.

Jätku- ja otsamuhvide ühendused on isoleeritud samal tasemel kui kogu ülejäänud kaabel. Samad nõuded esitatakse ka puutekaitsele ja mehaanilisele kaitsele.

Jätku- ja otsamuhvide isoleerimise ja kaitsmise täielikud juhised on esitatud nende paigaldusjuhistes. Koos sellega käsitletakse ka kõige tavapärasemate isoleermaterjalide käsitlemist.

20.11. Valuplasti käsitlemisjuhised

Valuplast on niiskust mitteläbilaskev keemiliselt tahkestuv mass, mis toimib otsa- ja jätkumuhvides juhtide valuplastist isolatsioonina, niiskuskaitkena ja mehaanilise kaitkena.

Valuplasti kasutamisel peab otsa- ja jätkuühenduste ümber olema muhvi tihe valuvorm. Valuvorm tihendatakse kaablimantli teibi abil. Koos valuvormi paigaldamisega ühenduskohale, kus faasijuhtide vahel on plastist isolatsioon, kinnitatakse ühenduskoht valuvormi keskele plastist võrgu abil.

Valuplast segatakse valmis vastavalt purgis olevale kasutusjuhisele. Valuplast kallatakse rahulikult vormi nii, et kogu jätkuühenduse vormis olev õhk tuleks sealt välja. Valatud muhvil lastakse rahulikult tahkestuda. Elektriliselt on ühendus valmis kohe pärast valamist.

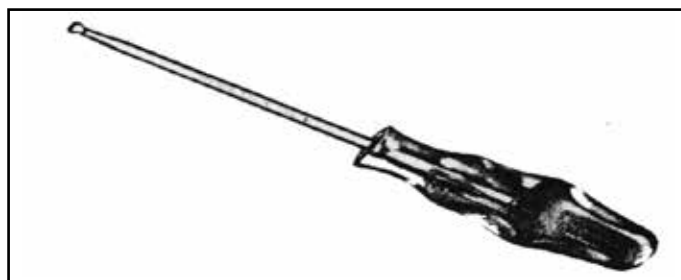
Valuplastina kasutatakse epoksüüdkompaundplasti, nüüdisajal polüuretaanplasti. Säilitustemperatuur on $+10...+30^{\circ}\text{C}$, säilitusaeg mitte üle 2 aasta. Segamistemperatuur on $+5...+30^{\circ}\text{C}$, valu ümbrustemperatuur $-5...+40^{\circ}\text{C}$. Kasutusjuhiste täpse täitmisega välditakse valuplasti poolt tekitatud kahjustusi. Juhul, kui valuplast satub mingil moel nahale, tuleb see kohe ära pesta. Kui see satub silma, tuleb silma loputada vähemalt 15 min ja seejärel pöörduda arsti poole. Üle $+60^{\circ}\text{C}$ valuplasti aurud võivad põhjustada limaskestast ja hingamisteede ärritust.

20.12. Paberisolatsiooniga maakaablite kasutusjuhiseid

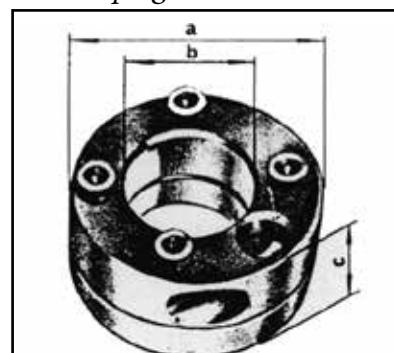
Madalamatel temperatuuridel paberisolatsiooniga kaablite immutusmassi viskoossus suureneb ja raskendab



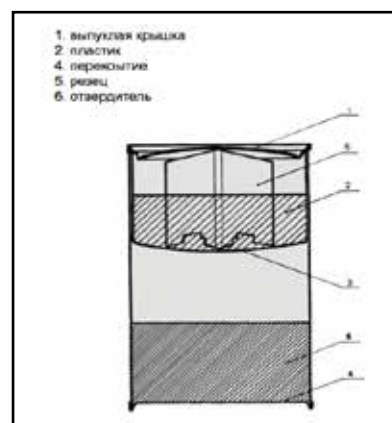
Joonis 243. Lõikamispeitel.



Joonis 244. Kuuskantkruvikeeraja mantliklemmi pinguldamiseks.



Joonis 245. Mantliklemmi ehitus



Joonis 247. Valuplastist jätkumuhvi vorm.

paberikihtide liikumist üksteise suhtes juhul kui kaablit on vaja painutada. Liiga kiire või järsu painutuse tulemusena võivad keritud paberlindid rebeneda. Samuti võib bituumeniga immutatud korrosioonikaitse kaabli madalatel temperatuuridel liigutamisel lahti kooruda.

Tabel 28. Paberisolatsiooniga jõukaablite vähimad paigaldustemperatuurid

Tööpinge	Isolatsioon	Kaabli näide (tähis)	Madalaim paigaldustemperatuur
0,6/1 kV	Paber	APAKM	0°C
		PLKVJ	+5°C
6/20 kV		APYAKMM	+5°C

Lubatud käänderaadiused

Masskaablid

Mitmejuhilised kaablid

Pliimantel ja lainealumiiniumist mantel

Näiteks PLKVJ 15 x d

Sile alumiiniummantel

APAKM 25 x d

Kolmemantlilised alumiiniumkaablid

APYAKMM 20 x d

Näiteks 3x120 APYAKMM kaabli minimaalne käänderaadius on 1,5 m.

TEE- JA ÜLDVALGUSTUSTÖÖD

Raamatu käesolev osa hõlmab teede ja muude üldvalgustusealadega seotud töid. Esiteks käsitletakse teevalgustusega seotud projekteerimispõhimõtteid, valgustuse juhtimise korraldamist, samuti välisvalgustuse elektritoitevõrgu ehitust. Valgustuspaigaldiste käsitlemisel antakse ülevaade valgustatud liikluskorraldusvahenditest ja nende valgusallikatest, vaadeldakse tavapäraseid puit- ja metallmastide ehitust ning valgustite paigaldamist nendele. Edasi vaadeldakse valgustuspaigaldise hoolduse põhimõtteid. Lõpuks käsitletakse valgustusvõrgu kasutuselevõttu ja korralisi ülevaatusi.

1. TEEVALGUSTUSE PROJEKTEERIMINE

1.1. Teevalgustuse projekteerimise põhimõtted

1.1.1. Üldist

Teevalgustuseks nimetatakse teedele alaliseks kasutuseks ehitatud valgustuspaigaldistega tagatavat valgustust, mille abil püütakse parandada liiklusohutust, liikluseeskirjade täitmist ja mugavat liiklust pimedaajal.

Alalise liiklusvalgustuse korraldajaks avalikel teedel võib olla kas riik või kohalik omavalitsus. Liiklusvalgustuse korraldamiseks peab olema seadusele vastav luba tee haldajalt.

Valgustuse mõõtmise ja valgustuse projekteerimise otstarbeks on Soome Maanteeamet avaldanud 2006. aastal teevalgustuse projekteerimise juhise (TIEH 210034-06). See juhise on võetud aluseks ka käesoleva raamatu, eriti teevalgustust käsitleva osa koostamisel.

Kohalike omavalitsuste teedevõrgu planeerimisel püütakse omavahel ühendada teede ja tänavate valgustusprojekteerimine nii, et uusehituspiirkondades valmiks tänavavalgustus samaaegselt koos omavalitsuse muude tehniliste objektidega.

Projekteerimise eesmärgiks on saavutada energiasäästlik ja meeldiv valgustus, lisaks vältida võimalikke puudusi, nagu muuhulgas valgustuse ebaühtlus, pimestamine ja valgustustite paigaldamine liiga sõidutee lähedale.

Teevalgustuseks loetakse ka kõnniteede, jalgrattateede, väljakute, piirete, tunnelite ja muude kohtade erivalgustust.

1.1.2. Valgustehnilised põhisuurused

Valgusvoog

Tunnus Φ

Mõõtühik on luumen (lm)

Nähtava kiirguse (400 nm - 760 nm) valgusvoog silma tundlikkuse (550 nm) suhtes.

Valgustugevus

Tähis I

Mõõtühik on kandela (cd)

Valgustugevus on valgusallika valgusvoog teatud kindlas suunas.

Heledus

Tähis L

Mõõtühik cd/m² (1 cd/m² = 1 lm/m² sr)

Heledus on valgustatavalt pinnalt vaataja suunas peegeldunud valgustugevus, ja see iseloomustab, kui valgustatult pind paistab. Heledust kasutatakse põhisuurusena tee- ja tänavavalgustuse projekteerimisel. Selleks mõõdetakse on kogu sõiduraja heleduse aritmeetilist keskväärtust. Vaatleja pannakse sõiduraja keskele ja mõõtmistulemuseks loetakse heleduse väikseim väärtus.

Valgustustihedus

Tähis E

Mõõtühik on luks (lx) ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$)

Pinna keskmine valgustustihedus on pinnale kõikidest suundadest langeva summaarse valgusvoo ja pindala suhe.

Suurust kasutatakse kergliiklusteede, ülekäiguradade, väljakute, spordiväljakute jms. valgustuse mõõtmisel.

Valgusviljakus

Mõõtühik on lm/W

Valgusti valgusvoog lambi toiteallika sisendvõimsuse suhtes

1.1.3. Valgustusklassid

Tee- ja tänavavalgustuse liiklusohutust ja keskkonda parandav toime saavutatakse piisava ja tõhusa valgustusega.

Valgustusklassid on kasutusele võetud selleks, et erinevate kohtade jaoks oleks võimalik lühidalt ja üheselt määrata valgustuse soovituslikku taset.

AL klassid on mõeldud mootorsõidukiga liiklemiseks kuiva või märja teekattega teedel ja tänavatel, kus sõiduki kiirus võib olla keskmine või suur, vähemalt 50 km/h.

Tabel 1. AL-valgustusklass (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), Tabel 2).

Klass	Kuiva ja märja sõiduraja heledus				Pimestus räägus	Ümbrus- valgustus
	Kuiv			Märg	TI % maks	SR min
	L_m cd/m ² ,min	U_o min	U_l min	U_o min		
AL1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
AL4a	1,0	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL4b	0,75	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL5	0,5	0,4	0,4	0,15	15	0,5

Tabelis on järgmised suurused:

L_m = keskmine heledus,

U_o = teepinna heleduse ühtlus, mõjutab nähtavust,

U_l = teepinna heleduse ühtlus, on oluline sõidu nägemismugavuse tagamiseks,

TI = heledusläve kõrgenemistegur e pimestusräägus, mis raskendab nägemist,

SR= ümbrussuhe on sõiduraja ääres oleva poole sõiduraja laiuse riba valgustustugevus jagatuna lähima sõiduraja

valgustustugevusega.

AE-klassid on ettenähtud avalikele teede sõidukijuhtidele ja muudele teekasutajatele probleemsetes piirkondades, keerulistel ristmikel, mitmetasandilistel ristmikel jms piirkondades, kus helduse mõõtmisel põhinev valgustuse kontroll pole usaldusväärne. Nendes kohtades on nägemisulatuses oleva sõiduraja pikkus alla 60 m. Nendes kohtades tuleb klassidesse jaotus teha valgustustiheduse järgi.

Tabel 2 AE valgustusklassi (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), tabel 3).

Klass	Teepinna rõhttasandiline valgustustihedus	
	E_m lx, min	U_o min
AE 0	50	0,4
AE 1	30	0,4
AE 2	20	0,4
AE 3	15	0,4
AE 4	10	0,4
AE 5	7,5	0,4

K-valgustusklassid on mõeldud jalakäijatele ja jalgratturitele, kõnniteedel ja muudel sõiduteega külgnevale aladel, samuti elamukvartalite- ja õueala tänavatel, jalakäijate tänavatel, parklaaladel ja pargialadel.

Tabel 3. K-valgustusklassid (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), Tabel 5).

Klass	Teepinna rõhttasandiline valgustustihedus	
	$E_m^{1)}$ lx, min	E_m lx, min
K1	15	5
K 2	10	3
K3	7,5	1,5
K4	5	1
K5	3	0,6
K6	2	0,6

¹⁾ Piisav ühtlus on tagatud kui projektiga ettenähtud keskväärtsus ei ole üle 1,5 - korra suurem klassi keskmisest minimaalväärtusest

1.1.4. Valgustusklassi valik

1.1.4.1. Autoliikluse valgustusklassid

1.1.4.1.1. Teed

Valgustusklassi valikul arvestatakse valgustatud tee kasutusklassi (maantee klassid on nt kiirtee, I klassi maantee, II klassi maantee *tõlkija märkus), laiust, teenuse liiki, liikumiskiirust ja kiirusepiiranguid ning liiklussagedust. Avaliku teede tüüpilisemad valgustusklassid on esitatud teevalgustuse projekteerimise juhistes (TIEH 210034-06) tabelis 6.

Таблица 6. Классы освещенности дорог общего назначения

Категория	Сечение	Транспорт	Скорость движения	Развязки	Класс освещенности	
					Освещенный	Неосвещенный
Магистральные дороги	2x12,50/7,50+15,00 	M	≥ 80	Многоуровневая	AL2	AL3
	2x12,50/7,50+4,50 	M				
	12,50/7,50 	M				
Главные дороги	2x9/7+4,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Саморазвязка	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)		Многоуровневая	AL2	AL3
	17,50/14,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Саморазвязка	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	10,50/7,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Саморазвязка	AL4a	AL4a
	8/7 	M+E(Pp+Jk)			AL4a+K4	AL4b+K6
Прочие дороги	8/7 	M+Pp+Jk	≤ 60	Саморазвязка	AL4a	AL4b
		M+E(Pp+Jk)			AL4b+K6	AL4b+K6
	7/6 	M+Pp+Jk	≤ 60	Саморазвязка	AL4b	AL4b
	4_6 	M+Pp+Jk	≤ 40		AL4b	AL4b
Причалы					AL1	AL2

M = автотранспортные средства JK = пешеходы Pp = велосипедисты E = специальный транспорт

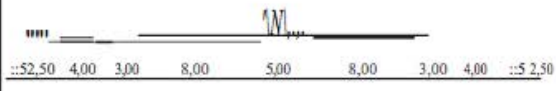
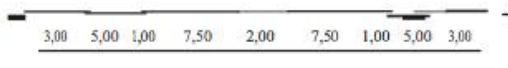
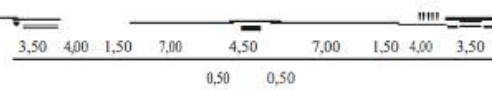
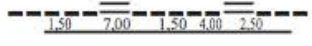
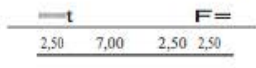
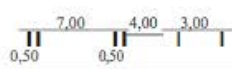
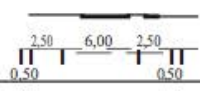
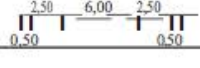
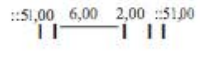
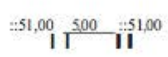
Joonis 1. Avalike teede valgustusklassid (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), tabel 6).

Keskkond on valgustatud kui tee kõrvalt tuleb häirivat valgust, nt lähedalasuvalt teised teed või tänavavalgustus, tanklad, parklad, spordiväljakud, fassaadivalgustus, reklaamvalgustus, valguskunsti teosed jne.

1.1.4.1.2. Tänavad

Kui avalikult kasutatav tee on liiklusrõrgu osa, siis valitakse valgustuse tase vastavalt tänavate liigitusele, kasutades teevalgustuse projekteerimise juhendit (TIEH 210034-06) Tabel 7

Таблица 7. Классы освещенности улиц

Категория	Сечение	Транспорт	Ограничение скорости движения	Развязки	Класс освещенности
Главные улицы					AL2tK2
Центр		MtE(PptJk)	50	Однуровневая	AL2tK2
					ALl+Kl
		MtE(PptJk)	80 60	Многоуровневая Однуровневая	AL2tK2 AL3+K4
Другие регионы		MtPptEjk	50	Однуровневая	AL4atK4
Магистральные улицы		MtE(PptJk)	50	Однуровневая	AL3tK4
Центр		MtPptEjk			AL3tK4
		MtE(PptJk)	60	Однуровневая	AL4atK6
Другие регионы		MtPptEjk	50		AL4btK6
Улицы земельных участков		MtPptEjk	50	Однуровневая	AL4atK4
Центр					
		MtPptEjk	40	Однуровневая	AL4btK6
Другие регионы		MtPptJk	30		AL5

M = автотранспортные средства JK = пешеходы Pp = велосипедисты E = специальный транспорт

Joonis 2. Tänavate valgustusklassid (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), tabel 7)

1.1.4.1.3. Ristmike valgustusklassid

Samatasandilisele ristmikule valitakse üldjuhul sama valgustusklass kui on peatee radadel.

Ringtee valgustusklass peaks olema vähemalt sama kui on liituvate teede kõrgeim valgustusklass.

Eritasandiliste ristmike valgustusklassid valitakse eraldi (nt Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06) Tabel 8.).

1.1.4.2 Kergliiklusteede valgustusklassid

Kergliiklusteede valgustusklassid valitakse vastavalt teevalgustuse projekteerimisnõuete (TIEH 210034-06) tabeli 9 järgi.

Tabel 4. Erinevatel kergliiklusteed trassidel kasutatavad valgustusklassid (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), tabel 9).

Tee või ala	Valgustusklass	Tee või ala	Valgustusklass
KÖNNITEED Linna keskuses: - üksnes kergliiklus - hooldussõit on lubatud		LINNA MUUD ALAD: - üksnes kergliiklus - hooldussõit on lubatud	
	K2		K3
	K1		K2
MAAPIIRKONNAD: - - üksnes kergliiklus - - hooldussõit on lubatud		AEGLA SE LIIKLUSE ALAD JA ÕUEALAD: - tihedama liiklusega - vähekasutatavad	
	K3,K3		K2
	K2		K4,K5
KÖNNITEED LINNA KESKUSES, PLATSID JA VÄLJAKUD		PEATUSTE ALA: - tihedama liiklusega - vähese liiklusega	
			K3
	K1,K2		K4
KERGLIIKLUSTEED - pargirajad - suusarajad, saepururajad		ERILISET KERGLIIKLUSTEED: - tihedama liiklusega - vähese liiklusega	
	K3		
			K4
	K4		

2. LAMBID JA VALGUSTID

2.1. Lambid

2.1.1. Üldist

Raamatu selles peatükis kirjeldatakse vanu, veel kasutuses olevaid maakaableid ja maakaablivõrkude ehitust ning nendega seotud tööde teostamise viise, et ära tunda välja kaevatud vanade võrkude tarvikuid ning leida lahendus nende parandamiseks või jätkamiseks.

Teevalgustuseks kasutatakse valgusallikana erinevaid gaaslahenduslampe nende suure valgusviljakuse ja pika kasutusea tõttu.

- Lampide tähtsamad valgustehnilised omadused:
- valgusvoog,
- valgusviljakus (lm/W koos liiteseadmetega),
- lambi kasutusiga (h),
- läbipõlemine,
- lampide säilivustegur - kindlaksmääratud töötingimustes ja lülitamissageduse juures teatavaks ajaks töökorda jäävate lampide osatähtsus lampide koguarvust,
- valgusvoo vähenemine (%),
- valguse värv ja värviedastus,
- valguse suunatavus,
- hind.

Kasulik eluiga kestab seni kuni lampide valgustustugevus on langenud 30% võrra (nt valgusvoog on vähenenud nt 20% ja lampide läbipõlemine nt 10%). Lampide lõplikku kasutusaega arvestatakse siis, kui 50% lampides on põlenud lõpuni.

Arvestada tuleb valgusti poolt võrgust tarbitavat võimsust (nimivõimsus + liiteseadme võimsuskadu), süttimiseks ja põlemiseks kasutatavaid lisaseadmeid, süttimis- ja taassüttimisaega, soojusvahetust ja vibratsioonikindlust, katteklaasi omadusi jne.

Valgusti väikese nimivõimsuse ja valgusvoo puhul tuleb arvestada suure hulga valgustitega, mille paigaldamine suurendab ehitus- ja hoolduskulusid. Suurem valgusviljakus, pikem eluiga ja väikem valgusvoo vähenemine kasutusajal vähendavad kulutusi.

Valguse värvus on oluline peamiselt keskkonnasõbralikkuse tagamiseks, kuna sellest sõltub nägemisel esemete eristamine ja silmade pimestamine. Elavhõbelambi ja halogeniidlampi valgus on valge, kõrgrõhunaatriumlambi valgus on helekollane ja madalrõhunaatriumlambi valgus on kollane.

Tabel 5. Valgusallikate omadused (Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06), tabel 20).

Valgusallikas	Valgusviljakus lm/W	Eluiga 1000h	Värviesitus- indeks R _a	Värvus- temperatuur K
Kõrgrõhunaatriumlamp	70-120	12-22	20-65	2000-2200
Halogeenlamp, keraamiline	80-95	5-12	80-95	3000-4200
Elavhõbelamp	40-55	12-16	50-60	3200-4200
Luminofoorlamp	60-100	11-40	80-90	2700-4000
Luminofoortorud	60-80	8-12	80-90	2700-4000
Induktsioonlamp	60-80	60	80	2700-4000
Leedlamp ¹⁾	20-30	70		4000-6500

¹⁾ (LED) Leedlampide kohta antakse teave valmistaja tehnilistes andmetes.

2.1.2. Elavhõbelamp

Lambi kohta on käibel ka nimetus - elavhõbe gaaslahenduslamp, sest lambi põlemisel elavhõbe aurustatakse ja lamp kiirgab ultraviolettkiirgust. Lambi väliskesta luminofoorikiht muudab UV-kiirguse nähtavaks valguseks. Luminofoorainega saab muuta ka valguse värviomadusi.

Elavhõbelamp töötab järgmiselt:

Kui lambile lülitatakse pinge peale, tekib gaaslahendustoru kummaski otsas peaelektroodi ja abielektroodi vahel huumlahendus. Huumlahendus tekib abi- ja peaelektroodi vahel pingel 100 - 150 V. Selle lahenduse tulemusena vabanevad elektroodid, mis aitavad omakorda kaasa lahenduse tekkimisele peaelektroodide vahel.

Süttimisel on lambis algul samasugune olukord kui luminofoorlambis, mille takistus on lühikese kaarlahenduse tõttu väga väike ja läbiv vool peaaegu sama suur kui drosseli lühisvool. Luminofoorikiht muudab ultraviolettkiirguse nähtavaks valguseks, mille toon, heledus ja värviedastus olenevad kasutatava luminofooride segust.

Lambi kuumenemisel elevhõbe aurustumine intensiivistub ja valgusvoog kasvab koos kiirguse muundamisega luminofooraines nähtavaks valguseks.

Elavhõbelambi valgusvoog ei saavuta kohe täisvõimsust. Selle süttimisaeg on u 5 min. Kustutatud elevhõbelamp ei sütti kohe pärast kustutamist uuesti ning seda on vaja enne taassüttimist mõni minut jahutada.

Elavhõbelamp ühendatakse võrku läbi drosseli. Nagu luminofoorlamp, on ka elavhõbelamp toitepinge suhtes negatiivse takistusega, seetõttu tuleb normaalseks toimimiseks ühendada lambiga jadamisi drossel, et piirata pärast süttimist lambile rakendatavat pinget.

Elavhõbelambiga valgustid on varustatud drosseliga. Drosselid peavad vastama elevhõbelambi võimsusele.

Elavhõbelambiga valgusteid valmistatakse alati teatud valgusviljakusega.

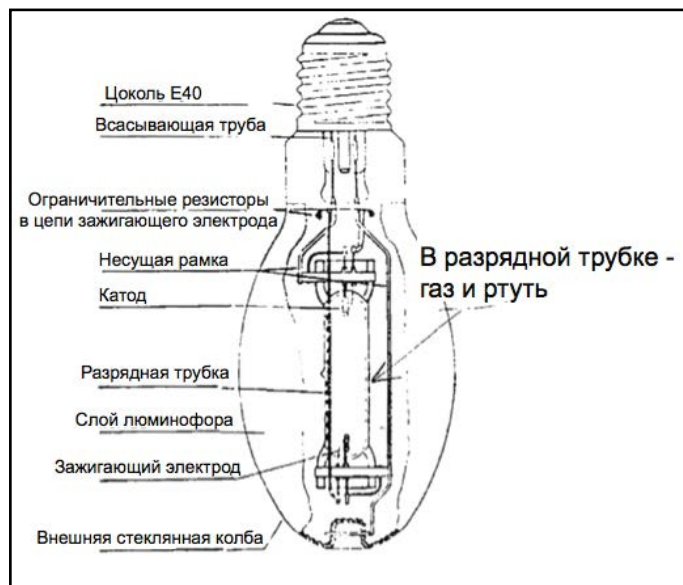
Elavhõbelambi tööpinge on 230 V ja pingetolerants $\pm 10\%$: tööpinge muutumine mõjutab vaid vähesel määral lambi tööiga. Lambi tööiga on ligikaudu 20 000 h, kuid valgusvoo vähenemise tõttu on lambi tegelik kasutusaeg u 12 000 tundi.

Elavhõbelampide kasutamine on vähenenud seetõttu, et kasutusest väljalangenud (läbipõlenud) lambid on keskkonnaohtlikud jäätmed.

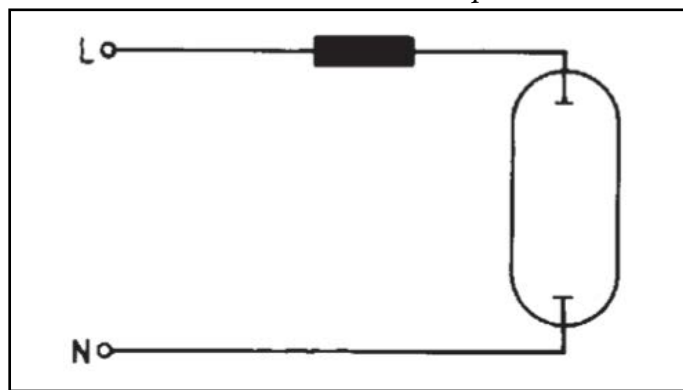
Standardsed elavhõbelambid on ellipsikujulised ja 50...125 W lampide sokkel on E27, suurematel lampidel E40. Lampide võimsus on vahemikus 50...2000 W.

Tänaval ja teevalgustuses kasutatakse üldjuhul lampe võimsusega 125, 250 ja 400 W.

EuP-direktiivi keelab alates 2015. aastast elavhõbelampide kui vähese energiatõhususega valgusallikate müügi.



Joonis 3. Elavhõbelamp.



Joonis 4. Elavhõbelambi ühendamine võrku.

2.1.3. Madalrõhu-naatriumlamp

Metalliline naatrium aurustub lambi lahendustorus ja lamp kiirgab tõhusalt kollast valgust. Rõhk lahendustorus on 0,13 Pa.

Madalrõhunaatriumlambi ehitus on näidatud joonisel 5:

- U-kujuline lahendustoru, milles tööainena on tilk naatriumi ning süttimise hõlbustamiseks haruldast argoon ja neon gaasi
- Elektroodid
- Lahendustoru ümbritseva katteklaasi pind on kaetud luminofoorainega.
- Swan-sokkel B22.

Madalrõhunaatriumlambi süütamiseks on vaja 700 V pinget, mis saadakse liiteseadmelt, milles kasutatakse puiteväljatrafat hajakenttämuuntajalla.

Madalrõhunaatriumlambi valgusviljakus on suurim, mida turult tarnitavatelt lampidelt on võimalik saada, ulatudes 190 lm/W. Lambi kiirgusmaksimum on lainepikkusel, kus silma tundlikkus on umbes 75 % maksimaalsest, seepärast näeb naatriumlambi valguses eriti hästi.

Teisalt kollases valguses pole võimalik eristada värve, kuna esemed paistavad kõik kollastena, hallidena või mustadena. Seetõttu kasutatakse madalrõhu-naatriumlampe peamiselt vaid kiirteede valgustuseks.

Naatriumlambi sokkel on mõõdus B 22 ja selle töoasend on piiratud ligikaudu horisontaalasendiga. Lambi eluiga on umbes 8000 tundi.

2.1.4. Kõrgrõhu-naatriumlamp

Kõrgrõhu-naatriumlambi lahendustorust lastakse läbi suure tihedusega vool, milles naatriumiauru rõhk tõuseb suureks (29...33 kPa). Nii-sugune aur kiirgab tõhusalt valgust, mille spekter katab suures osas kogu nähtava valguse spektriala.

Süütamise poolest on kõrgrõhu-naatriumlampe kahte liiki. Traditsioonilise lahenduse korral on lambi süütamiseks vaja u 2,5 kV pingepulssi ja selle tekitamiseks erist liiteseadet.

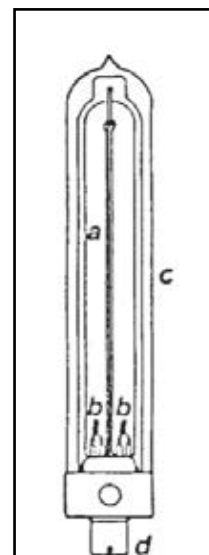
Niinimetatud vahetatavas lambis on süttimispinget ehituslike täiustuste abil vähendatud ja lamp vajab lisaseadmena üksnes drosselit. Neid lampe saab otseselt paigaldada valgustitesse vastavate elavhõbelampide asemele.

Lambi süttimisel kestab soojenemine 5...10 min, mille kestel lambi valgusvoog kasvab maksimaalse väärtuseni.

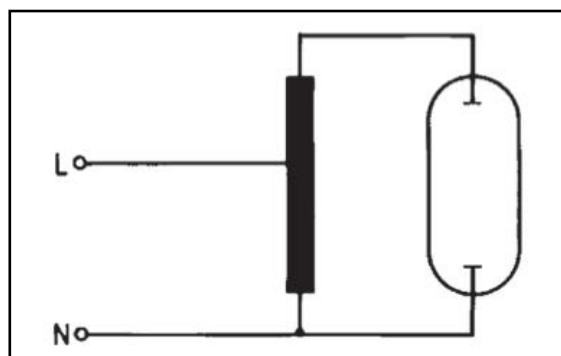
Lambi taassüütamiseks pärast pingekatkestusele järgnenud kustumist kulub 1...2 min ehk see on vähem kui elavhõbelampide korral.

Lambi sokkel on 50 ja 70 W võimsuse korral E 27, ja suurematel võimsustel E 40.

Kõrgrõhu-naatriumlamp sobib hästi tänava ja teevalgustuseks ja on valgusviljakuselt parem kui sama võimsusega kõrgrõhu-elavhõbelamp.



Joonis 5.
Madalrõhu-
naatriumlambi
ehitus.



Joonis 6. Madalrõhunaatriumlambiga
valgusti skeem.

Kõrgrõhu-naatriumlambi talitus sõltub suurel määral tööpingest ja välistest mõjuritest nagu valgusti liigsest soojenemisest. Näiteks, liiga kõrge tööpinge ja liigne soojenemine võivad lambi kustutada enne selleks määratud aega.

Kõrgrõhu-naatriumlambi eluiga sõltuvalt võimsusest on u 12000...16000 tundi.

Joonis 8. Kõrgrõhunaatriumlambiga valgusti skeem (üks võimalik lülitusviis).

2.1.5. Metallhalogeenidlampid

Kaarlahendustorus on lisaks elavhõbedale ka mitmesuguste metallide halogeeniide (tavaliselt jodiide). Kuumas elektrilahenduses metallide halogeeniidid aurustuvad, mille metalliaatomite vabad ergastatud elektronid kiirgavad neile tüüpilise sagedusega kiirgust. Täiteks valitakse metalle, mille kiirgusmaksimumid on nähtava valguse eri sagedustel, selleks et valguse värvi poleks vaja korrigeerida luminofooride abil. Tänu sellele on metallhalogeenidlampi spekter hästi tasakaalustatud, mille tulemusena saadakse valge valgus.

Metall-halogeenidlampi valgusviljakus on 30...60 % suurem kui sama võimsusega kõrgrõhuelavhõbelambil.

Metallhalogeenidlampi kasutatakse muuhulgas spordiväljakute valgustamiseks.

2.1.6 Leedlampid

Leedlampid arenevad käesoleval ajal väga kiiresti ja nende valgusviljakus paraneb järjest.

Leedid on pooljuhtkomponendid, milles valgus tekitatakse väga õhukeses materjalikihis, kvantaugus. Leedkiibid on väga väikesed, pindalaga 1 mm², ja kiirgavad valgust igasse suunda. Kiip on asetatud aluskihi peale. Peegelduvad pinnakihid ja väline lääts koondavad leedi valguskiirguse koonusesse. Kest siirdab ka soojust leedkiibist välisele jahutusplaadile.

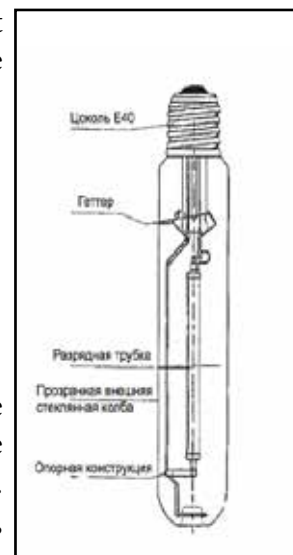
Valge leed koosneb sinisest galliumnitridi alusel olevast leedkiibist ja seda katvast fosforkilest. Fosfori neelab osa leedi sinist valgust ja kiirgab seda välja kollasena või punasena. Tervikuna paistab leedi valgus valgena.

Ühe leedi võimsus on väike, sageli 1 W ümber. Seetõttu on leed valgustites tavaliselt mitu või isegi kümneid leede. Viimaste arengute tulemusena on turule tulnud suurema võimsusega ja soojema kiirgusega leede. Valget valgust kiirgavate leedide valgusviljakus on enamikel juhtudel 20 – 30 lm/W. Eeldatakse, et leedide arendamise käigus kasvab nende valgusviljakus veelgi.

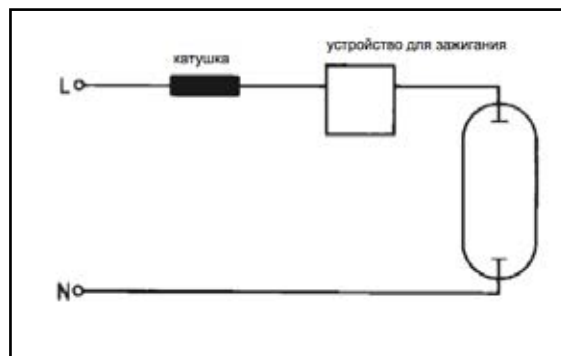
Leedlampide valgusviljakus väheneb vastavalt kasutusajale, näiteks 50 000 töötunni järel on valgusviljakus vähenenud u kaks korda. Mõnede leedvähisvalgustite korral lubatakse tööea pikkuseks üle 70 000 h/80%

2.1.7. Lampide tunnusmärgid valgustitel

Tee- ja välisalavalgustuse hooldustöödel tehtava lambivahetuse hõlbustamiseks on välja töötatud lampide tunnusmärgid, milleks on valgustile liimitud kaugelt märgatavad lambi tunnuskleebised. Tunnussilt on värviline, värv näitab lambi tüüpi. Näiteks sinine värv on kõrgrõhuelavhõbelambi tunnus. Sildi kuju näitab lambi võimsust. Näiteks, ümara sildi korral on võimsus 250 W.



Joonis 7.
Kõrgrõhu-naatriumlambi ehitus.



Joonis 8. Kõrgrõhunaatriumlambiga valgusti skeem (üks võimalik lülitusviis).

Источник света	50 W	70 W	80 W	100 W	125 W	150 W	250 W	400 W	Цвет
Ртутная газоразрядная лампа									синий
Металлогалогенная лампа									зеленый
Натриевая лампа высокого давления (эллипсоид)									желтый
Натриевая лампа высокого давления (цилиндр)									красный

Joonis 9. Lampide tunnusmärgid valgustitel (UR 1:94, joonis 4).

Sildil olev E-täht (External) näitab, et valgusti on varustatud erilise süüteseadmega.

Tabeli valgusallika veerus oleva lambi tähtlühend sõltub alati valmistajast. See ei ole seotud tabeliga.

2.2. Valgustid

2.2.1. Üldist

Valgusti ülesandeks on valguse tõhus suunamine lambilt sõidurajale ja selle lähiümbrusesse. Valgusti ehitus peab kaitsma lampe mitmesuguste kahjulike toimete: mustumise, vahelduvate ilmastikuolude, vibratsiooni, korrosiooni, tolmu, õhu saasteainete jne. eest. Valgusti peab olema hõlpsasti hooldatav ja selle kuju peaks olema niisugune, et selle tuuletakistus oleks võimalikult väike.

Nüüdisajal paigaldatakse vaid suletud ehitusega valgusteid. Kere kaitseklassilt on need vähemalt pritsmekindlad. Standardsed tee- ja tänavavalgustid valmistatakse 80...400 W võimsusega lahenduslampidele.

Kinnituspõhimõttelt jagunevad valgustid järgmiselt:

- konsoolile kinnitatavad,
- masti otsa kinnitatavad,
- riputatavad valgustid.

Ehituse poolest eristatakse avatud ja suletud ehitusega valgusteid. Avatud valgustites on lamp ja reflektoripind ilma kaitseta, suletud valgustites on nii lamp kui ka reflektoripind kaitsekattega kaetud. Kaitsekatte materjaliks on läbipaistev akrüül- või polükarbonaatplast. Kaitsekatte ülesandeks on kaitsta lampe ja reflektoripinda mustumise ja vandalismi eest. Avatud ehitusega valgusteid nüüdisajal enam ei paigaldata.

Valgusti ehitus sõltub ka sellest, kas kasutatavad liiteseadmed paigaldatakse valgustisse või eraldi ühenduskarpi.

2.2.2. Valgustite valgusjaotus-omadused

Valgustites kasutatav reflektor määrab, milline on tee- ja tänavavalgustite omadused. Reflektori ja lambi valguse toimel sünnib valgusti valgusjaotusköver, mis kirjeldab millise valgustuse valgusti teele või tänavale jaotab. Valides sobivat valgustit teelõigule on vaja tähelepanu pöörata teepinna peegeldusomadustele ja sellest tulenevalt valida valgusti, millel on olukorrale sobivaim valgusjaotus.

Valgusjaotusköver

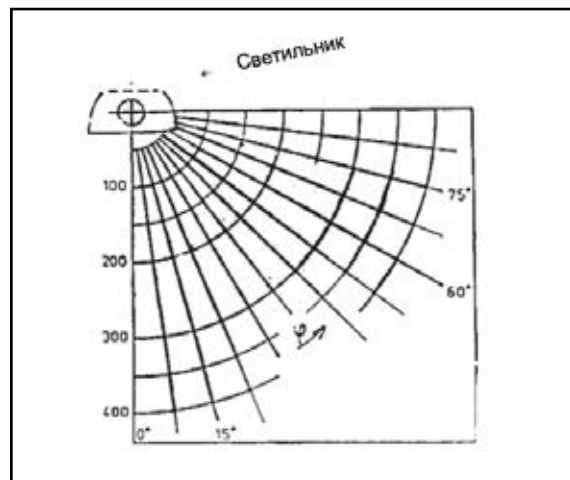
Valguse jaotusköver joonistatakse valgustite ümber eri suundades moodustuvast valgustusala väljalõigetest, mida nimetatakse ka valgusjaotuspinnaks.

Tee- ja tänavavalgustite iseloomustamiseks kasutatakse valgusjaotuskõverat, kus 0° nurgale vastavad tee suunas saadud mõõtetulemused, sageli on jaotuskõver näidatud ka 15° või 45° nurga ja 90° nurga korral, mis vastab valgusti paigaldussuunale.

Need horisontaaltasapinna nurgad C on toodud järgneval joonisel 10.



Joonis 10. Joonisel on näidatud suunad C, mille korral esitatakse tee- ja tänavavalgustite valguse jaotuskõver.



Joonis 11. Valgusjaotuskõvera nurkkoordinaadistik, kus valgusallikas on paigal.

Valgusjaotuskõverad joonestatakse nurkkoordinaatides, mis moodustatakse nii, et valgusallikas paigutatakse nurkkoordinaadistiku vasakusse ülannurka. Skaala numbrid algavad 0° kraadist, mis vastab valgusallikast püstsuunast langevale valgusele ja jätkuvad kuni 90° kraadini, mis vastab valgusallikast horisontaalsuunas langevale valgusele. Teisisõnu võib öelda, et nurk muutub vahemikus 0° kuni 90° kraadini.

Nurkkoordinaadistiku püstteljele on märgitud valgustustugevuse skaala, suunaga ülalt alla ja see kehtib kogu nurkkoordinaadistikule.

Näide valgusjaotuskõverast

Joonisel on näidatud ühe teevalgusti valgusjaotuskõver. Joonise paremal alanurgas on valgusti joonis, millele on märgitud need horisontaalsuunad (C), mille kohta valgusjaotuskõverad on välja joonestatud. Sellel joonisel on nurkadeks 0° , 15° ja 90° .

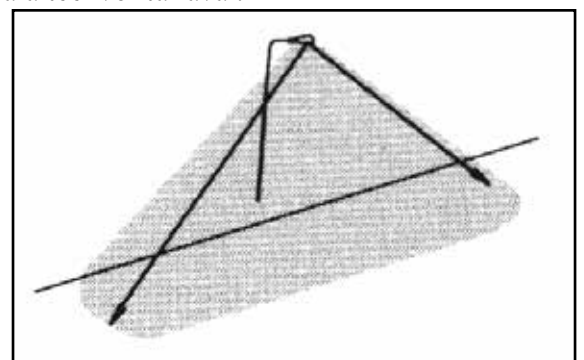
Valgusjaotuskõverate joonistelt selgub, et antud juhul valgusti kõige suurem valgustustugevus saavutatakse teesuunalise nurga $C = 0^\circ$ ja püstsuunalise nurga 60° juures. Valgustustugevuse kõverad valgusti all (0°) langevad kokku.

Valgusjaotuskõvera abil selgitatakse välja valgusti poolt valgustatud ala teel või tänaval.

2.2.3. Valgusti valik

Valgusti valitakse nii, et valgustehnilised nõuded oleks täidetud ja valgusti valgusjaotusomadused vastavad paigalduskohale majanduslikult kõige sobivamal viisil.

Valgusti tõhusus (valgusti poolt kiiratava valguse ja lambi valgusvoo suhe) ja lambi valgusvoo säilimistegur (mustunud ja puhta valgusti valgusvoode suhtearv) peaksid olema võimalikult suured. Valgusvoo tase peaks ka hooldusvälba lõpul olema vastuvõetaval tasemel. Val-



Joonis 13. Eespool näidatud valgusjaotuskõverale vastav valgusti poolt valgustatav osa teest.

gusti vastupidavus välistele kahjulikele toimetele peaks olema hea, seda eriti kergliiklusteedel, liiklusmärkides, tunnelites ja vibratsiooniohtlikes kohtades kasutatavatel valgustitel. Avalikel teedel kasutatakse alati suletud ehitusega valgusteid. Valgustid peavad kokku sobima valitud lampide tüübi ja paigaldusviisiga. Valgusti suurus peab olema õiges proportsioonis muude teel olevate ehituspaigaldistega.

Liiklusamet on 23.6.2011 välja andnud Teevalgustuse/elektrilise juhismaterjali nr 7D, kus on esitatud maanteedele sobivad valgustid. Ameti poolt heakskiidetud valgustitega on läbi viidud kaheastmeline kontroll:

Valgustehniliste omaduste kontroll.

Ehituslike omaduste kontroll.

Eri tootjate poolt valmistatud valgustite ja lambitüüpide tähistamise ja valgustusomaduste näited erinevates valgustuskohades on esitatud joonisel 14 olevas tabelis 5.

Tabelis on järgmised andmed:

Valmistaja/maaletooja

Valmistaja kaubamärk või nimi.

tl = tasapinnaline klaas, k = kuppel, lk = klaaskuppel

Lambi asend

Valmistaja poolt kasutatav tähis, mis ei näita lambi valgusjaotusomaduste sõltuvust asendist

Lamp

Lambi nimivõimsus. Tähised vastavad standardile IEC 1231:1993 International lamp coding system (ILCOS).

SE- 150 elliptilise kujuga 150 W kõrgrõhunaatriumlamp,

ST- 250 torukujuline 250 W kõrgrõhunaatriumlamp,

MT- 150 torukujuline 150 W metallhalogeniidlamp,

LED valgusdiodide arv ja tarbitav võimsus.

Valgusjaotuse andmed

Valmistaja poolt esitatud andmestiku nimi, mis sobib arvutitarkvara programmides standardile SFS-EN13201-3 vastavate valgustusarvutuste tegemiseks.

Mastide vahekaugus

Suurim mastide vahekaugus, mille korral on täidetud eespool esitatud valgustusklassi nõuded kuival ja märjal teekattel.

Таблица 5. Проезжая часть 7 м, монтажная высота 12 м, класс освещенности AL4a

Elektroskandia	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
Lunaly	Pos3	ST-250S	Lunaly-HST250-Pos3-904.LDT	60 m

Fagerhult	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
Arc 90, tl	1D	ST-250S	INR6287.LDT	66 m
Arc 90, k	3B	ST-250S	INR5080.LDT	63 m

Philips	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
CitySoul CGP431, k	P2	ST-250S	Philips Database 01042010	60 m
CitySoul CGP431, tl	P4X	ST-250S	Philips Database 01042010	60 m
Iridium SGS254 GB	P4	ST-250S	Philips Database 06052009	71 m
Iridium SGS254 FG	P5	ST-250S	Philips Database 06052009	66 m
Koffer ² SGP100 GB	P3	ST-250S	Philips Database 06052009	64 m
Koffer ² SGP100 FG	P3	ST-250S	Philips Database 06052009	62 m
611HGV AC TP	LP 15	ST-250S	Philips Database 06052009	71 m
611 HGV FG TP	LP 15	ST-250S	Philips Database 06052009	64 m
614 HGV AC TP	-	ST-250S	614HGV AC TP 1xSONTPP250W.ies	73 m
SGP340 FG	TP P4	ST-250S	Philips Database 06052009	60 m
SGP340 PC	TP P4	ST-250S	Philips Database 06052009	62 m

Schreder/Vialux	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
Ambar 3, k	33/114	ST-250S	270433	61 m
Ambar 3, tl	33/114	ST-250S	270424	60 m

Siteco/Silux	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
SC 100, k	LP4 RP4	ST-250S	...E1ST0B_1xHST_250W_38128.ltd	64 m
SC 100, tl	LP3 RP3	ST-250S	...E1ST0F_1xHST_250W_38069.ltd	63 m
SQ 200	LP 2 RP 3	ST-250S	...ST1C236_1xHST_250W_35624.ltd	70 m
SR 200	LP 40 RP 3	ST-250S	...E1ST01_1xHST_250W_35717.ltd	62 m

Strihl	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
Mistral	-	ST-250S	9101G05S_Mistral 250W SON.LDT	55 m

Thorn/Alpilux	Положение лампы	Лампа	Характеристики светораспределения	Интервал между опорами
Civic 2, tl	V3L6	ST-250S	96009812 --HST V3L6.LDT	60 m
Civic 2, k	V1L4	ST-250S	96009813 --HST V1L4.LDT	67 m
Decostreet2	V2L3A	ST-250S	96002385--HST V2L3A.IES	60 m
Oracle 2C, lk	V5L4	ST-250S	96220583[V5L4].LDT	63 m

Joonis 14. Valgustite sobivuse kontrollimine: sõidurada 7 m, paigalduskõrgus 12 m, valgustusklass AL4a
(Liiklusameti teevalgustuse/elektrilise teataja nro 7D, tabel 5).

2.2.4. Valgustite liiteseadmed

Gaaslahenduslampides on vajalikud liiteseadmed valgusti korpuses või eraldi ühenduskarbis. Samasse liiteseadmesse paigaldatakse ka võimalikud reaktiivvõimsuse kompensatsiooniseadmed.



Joonis 15 Liiteseadmete paigaldamine mastivalgusti korpusesse.



Joonis 16 Liiteseadmete paigaldamine eraldi ühenduskarpi.

2.2.5. Valgustite näiteid

Joonis 17. Avaliku liiklustrassi valgusti (kasutatakse vanas võrgus).

Paigaldus: Kinnitatakse konsooli külge.

Elektriühendus 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: elavhõbelamp 80, 125 tai 250 W.

Kaal: 3,8...7,0 kg.



Joonis 18. Suletud liiklustrassi valgusti.

Paigaldus: Kinnitatakse konsooli külge või masti otsa

Elektriühendus 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: kõrgrõhu-naatriumlamp 70 – 250 W.

Kaal: 11,5...15,6 kg.



Joonis 19. Leedvälisvalgusti

Paigaldus: Kinnitatakse konsooli külge

Elektriühendus 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: 60 LED-lamp, valgustusühik (52 W)

Kaal: 4 kg



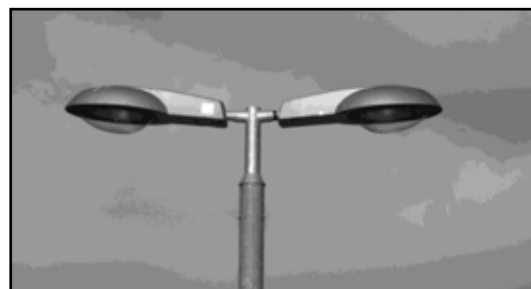
Joonis 20 Kiirtee valgusti .

Paigaldus: Kinnitatakse valgusti konsooli külge

Elektriühendus 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: Kõrgrõhu-naatriumlamp 150-250 W

Kaal: 8,0 ... 14,5 kg



Joonis 21 Tänavavalgusti (kasutatakse vanas võrgus) .

Paigaldus: Kinnitatakse kandetrossi abil

Elektriühendus 4 x 2,5 mm² , toide valgustilt valgustile, tihendid Pk 16

Valgusallikas: elavhõbelamp 250 W või 400 W

Kõrgrõhu-naatriumlamp 250 või 400 W

Kaal: 13,3 ... 14,4 kg



Joonis 22. Asula tänavavalgusti, pargiteevalgusti.

Paigaldus: Kinnitatakse masti otsa

Elektriühendus 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: Kõrgrõhu naatriumlamp 150 tai 250 W (lambi kuju on elliptiline)

Kaal: 8,2 kg



Joonis 23. Väljakuvalgusti

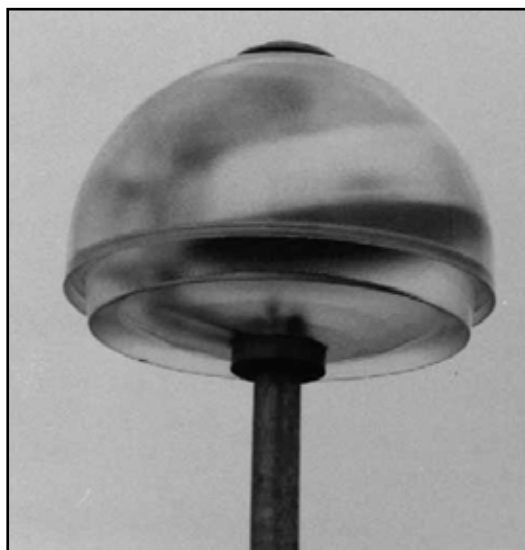
Paigaldus: Kinnitatakse masti otsa

Elektriühendus 5 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile

Valgusallikas: Elavhõbedalamp 2 x 250 W või 2 x 400 W

Kõrgrõhu-naatriumlamp 2 x 250 W või 2 x 400 W

Kaal: u 10 kg



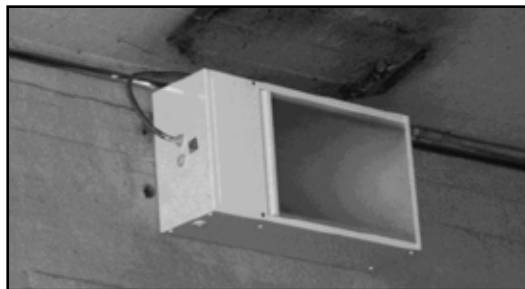
Joonis 24. Jalakäijate tunneli valgusti

Paigaldus: Kinnitatakse lae või seina külge

Elektriühendus: 3 x 2,5 mm², toide valgustilt valgustile, tihendid Pk 16

Valgusallikas: Kõrgrõhu-naatriumlamp

Kaal: u 10 kg



Joonis 25. Liiklusmärgi valgusti, teabetahvli valgusti, reklaamivalgusti

Need valgustid on üldiselt kasutuselt kõrvaldatud, kuna teabetahvlid on nüüdisajal valgust peegeldavad.



3. TEEVALGUSTUSE EHITUS

3.1. Valgustite paigutus

Valgustid on tavaliselt paigaldatud sõidutee kohale, teeservast horisontaalsihis kuni 1,5 m kaugusele moodustuvale püsttasandile. Juhul kui valgustid on vaja erandjuhul paigaldada sõidurajast väljapoole, tuleks piisava valgustatuse saamiseks valgustustugevuse väärtusi oluliselt tõsta.

Valgustid paigaldatakse räguse vältimiseks piisavalt kõrgele. Paigalduskõrgus peaks üldjuhul olema vähemalt 8 m sõidutee pinnast.

Valgustid paigaldatakse nii, et need moodustavad tee suunas ja tee tasandil ühtse mastirea (paigutamine ühte serva või paigutamine tee keskele sõiduradade vahele).

Valgustid paigaldatakse risti tee suunaga. Valgustuse ühtluse seisukohalt on oluline, et valgustite vahekauguse (valgustijaotuse) ja paigalduskõrguse suhe poleks liiga suur. Selle suhte suurim lubatud väärtus sõltub valgusti valgusjaotuse iseloomust ja tee peegeldusomadustest.

Tabel 6. Tabelis on esitatud suhtelised piirväärtused, mille abil saab määrata valgustite esialgse vahekauguse.

Maksimaalse valgustustugevuse suund	> 65°	60°	55°
Valgustite vahekauguse ja paigalduskõrguse suhe	4,0	3,5	3,0

Näide: Valgustite paigalduskõrgus on 8 m, valgustite valgustustugevuse suurim väärtus on valgusjaotuskõvera > 65° nurga korral.

Valgustite vahekaugus on

$$4,0 \times 8 \text{ m} = 32 \text{ m}.$$

=====

Valgustite vahekaugus määratakse üldjuhul vastava arvutustarkvara abil.

Liiklusvalgustuse korraldamiseks vajalike valgustiridade arv määratakse peamiselt valgustatava teepinna suuruse järgi.

Üherealine valgustuspaigaldis on vaatluse all üldjuhul vaid ühe või kahe sõidureaga teedel.

Juhul kui teel on rohkem kui kaks sõidurida, tuleb mõlemas sõidusuunas paigaldada omaette valgustirida.

3.2. Valgustite kinnitamine

Valgustid kinnitatakse üldjuhul kas konsooli või riputustrossi külge.

Konsoolkinnitus on sageli pimestamise vältimiseks kõige odavam lahendus, sest valgustite asend jääb sel juhul püsivalt samaks. Konsooli maksimaalne pikkus on üldjuhul u 3...4 m. Pikka valgustikonsooli kasutatakse vaid üksikutel erandjuhtudel, nagu nt autobussipeatustes tulevatel mastidel.

Trossile riputamist kasutatakse üldjuhul siis, kui valgustite tavapärase konsoolkinnitusega pole võimalik saavutada rahuldavat valgustuslahendust.

Trossile riputatud valgustite puhul tuleb neid toetada ja vältida valgustite liigset kõikumist tuules.

3.3. Valgustusmastide paigutus

3.3.1. Mastid

Mastide põhitüübid valitakse vastavalt paigalduskohale teevalgustuse projekteerimisel järgmistes kooslustes:

Metallmastid ja maakaabel

Puitmastid ja maakaabel

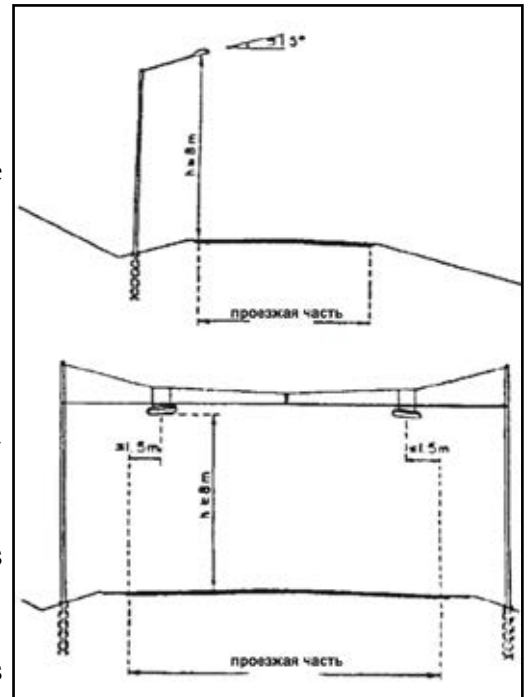
Puitmastid ja õhuliin

Metallmastid ja õhuliin

Metallmasti ja maakaabli kombinatsiooni kasutatakse esteetilistel põhjustel linna tänavatel ja tiheda liiklusega teedel.

Puitmasti ja maakaabli kombinatsiooni kasutatakse kohtadesse, kus õhuliinivõrgu ehitamine pole võimalik

Puitmasti ja õhuliini kombinatsiooni kasutatakse üldjuhul kohtades, kus õhuliini ehitamine on võimalik.



Joonis 26. Valgustite kinnituspõhimõtted.

Metallmasti ja õhuliini kombinatsiooni kasutatakse kohtades, kus soovitakse kokkupõrkke mõju vähendavaid maste ja maakaablist odavamaid õhuliine.

3.3.2. Mastide asukoht

Liiklusohutuse ja korrashoiu huvides tuleb mastid paigaldada sõidurajast võimalikult kaugemale. Kuna valgustid tuleb üldjuhul paigaldada sõiduraja kohale ning konsooli pole suure maksumuse või esteetiliste põhjuste tõttu otstarbekas teha liiga pikaks, siis ei saa üldjuhul ka maste viia teeservast kaugemale kui 3,0...4,0 m.

Maantee välisservas on masti keskkoha kaugus teepeenra servast üldjuhul 1,6 m.

Sellest erinevat kaugust võib kasutada nt järgmistel juhtudel:

Kitsastes oludes ja maantee laiendamiseks võib leppida ka 0,8 m kaugusega.

Põhjaveekaitsealal paigaldatakse mastid vähemalt 1 m kaugusele kraavi põhjast, kuna läbiviiku ei saada täiesti veekindlaks.

Kitsastel alla 3 m laiustel teepeenardel mastid paigaldatakse üldjuhul teepeenra keskele, kuid mitte vähem kui 0,5 m kaugusele kraavi põhjast.

Kergliiklusteedel masti keskkoha kaugus tee servast on tavaliselt 1 m. Kitsastes oludes on piisav ka 0,5 m. Mäest allalaskuva tee puhul on soovitatav kaugus 2...3 m. (Vt Teevalgustuse projekteerimine 2006 (TIEH 210034-06)).

Üldjuhul tuleb mastide asukoha määramisel järgida järgmisi reegleid:

- Valgustimastid tuleb üldjuhul paigaldada sõidurea servast vähemalt 3,0 m kaugusele.
- Valgustimastid tuleb üldjuhul paigaldada vähemalt 0,5 m kaugusele teepeenra servast.
- Valgustimastid tuleb paigaldada võimalikult nii, et need asetseksid tee suunas ühel joonel ja et tee hooldamine oleks võimalikult lihtne.

Mastide paigutus tuleb erijuhtudel lahendada koos teehaldajaga. Õhuliinide paigaldamisel mõjutavad tehtavad tööd omalt poolt mastide paigutust.

Teehaldaja kontrollib mastide paigutust jooniste järgi enne valgustuspaigaldustööde algust.

Teevalgustuse projekteerimise 2006. aasta juhendis on esitatud näited erinevate teeliikide teevalgustuse standardlahenduste kohta, mida võib kasutada eeskujuna valgustuse projekteerimisel vastavates kohtades. Standardlahendustes on esitatud:

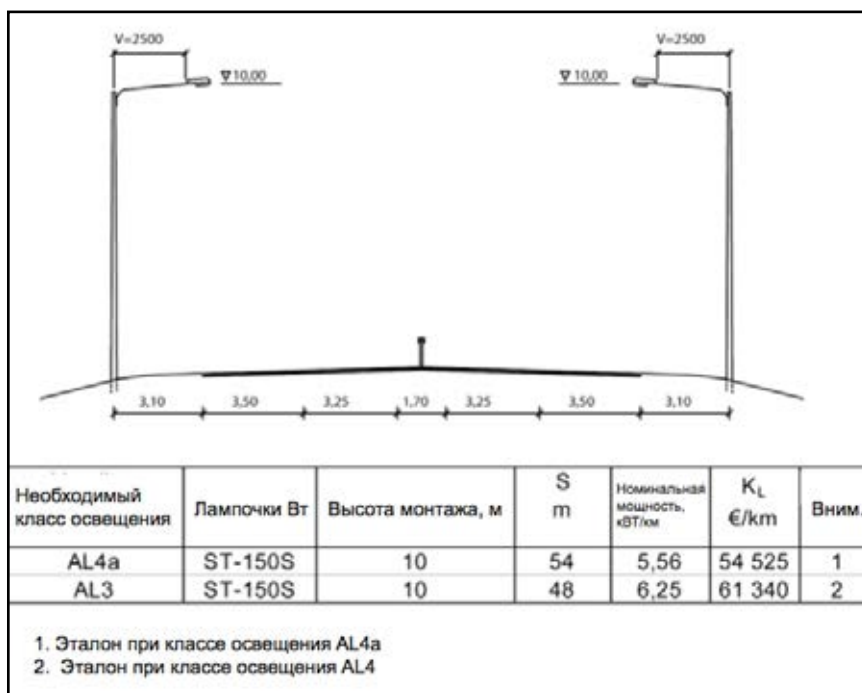
valgustusklass,
lambi tüüp ja võimsus,
mastide vahe,
nimivõimsus pikkusühiku kohta,
referentstüüp lahendused,
arvutuslikud hoolduskulud.

3.3.3. Järeleandvad (lööke pehmendavad) mastid

Teehaldaja juhise „Teevalgustuse projekteerimine 2006“, kohaselt kasutatakse lööke pehmendavaid maste uutes paigaldistes järgmiselt:

Vilka liiklusega teedel, kui masti taga on paljukasutatav kergliiklustee.

Muudel tiheda liiklusega teedel, kui masti taga, suurel osal valgustatava tee pikkusest on üsna lähedal mets, kaljusein või muud ohtlikud tõkked.



Joonis 28. Standardlahenduse näide: Kitsa neljarealise ümbersõidu valgustuslahendus, paigalduskõrgus 10 m (Teevalgustuse projekteerimine 2006 (TIEH 210034-06), joonis 3a).

Teede liiklussuundi eristavate kitsaste teepiirete alguses, et vältida sellega kokkupõrget.

Vilka liiklusega teedel, kus liiklustihedus on üle 1000 autoa/h ja üle 50 km/h kiirusega liigeldavatel teedel on tekkinud vajadus asendada jäigad valgustimastid kokkupõrke korral järeleandvate (lööke pehmendavate) mastidega.

Lööke pehmendavad mastid on käesoleval ajal järgmised:

Järeleandvad mastid, kokkupõrke korral kaldub mast auto alla ja peatab auto.

Eralduvad mastid, kokkupõrke korral eraldub mast oma jalamilt ja mastiga kokkupõrganud auto jätkab teed.

Murduvad mastid, kokkupõrke korral masti alaosa murdub ja aeglustab mastiga kokkupõrganud auto liikumist.

Vt joonis 29.

Joonis 29. Lööke pehmendavate mastide põhimõttejoonis (UR 1:94, joonis 2).

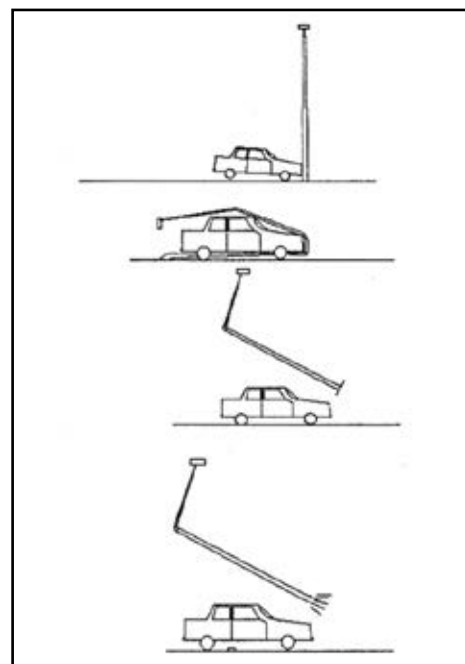
Kokkupõrke suhtes turvaliseks on muudetud ka kasutuses olevad teevalgustuse puitmastid. Sellest on lähemalt juttu peatükis 8. Tee- ja välisalavalgustuse hooldamine.

3.4. Erivalgustuspaigaldised

3.4.1. Kõnnitee ja jalgrattatee valgustus

Sõidurajast täiesti eraldatud kõnni- ja jalgrattateede valgustamiseks kasutatakse üldjuhul suhteliselt madalale paigaldatud valgusteid, nt pargivalgusteid.

Kui kõnni- ja rattateed asuvad sõiduraja lähedal, siis püütakse valgusteid paigaldada nii, et need ei pimestaks sõidurajal liiklejaid.



Vahetult sõiduraja kõrval olevaid kõnni ja rattateid valgustatakse samade valgustitega kui tegelikku sõidurada.

3.4.2. Pargivalgustus

Ratta- ja kõnniteed asuvad sageli pargialadel, mille valgustuse projekteerimisel tuleb eelnimetatule lisaks arvestada ka esteetilisi nõudeid. Pargivalgustuse projekteerimisel on oluline valgustite valik ja nende paigaldus.

3.4.3. Väljakuvalgustus

Väljakuvalgustuse all mõeldakse neis juhendites kõrgetele mastidele paigaldatud võimsate valgustitega loodud valgustust.

Väljakuvalgustid sobivad suure liiklusega alade valgustamiseks enamasti juhtudel, kui tavalise teevalgustusega ei õnnestu saada küllalt rahuldavaid valgustusolusid või kui tavapärase valgustusliini hooldustoimingud võivad põhjustada lubamatuid häireid liikluses nt mitmetasandilistel ristmikel. Väljakuvalgustuse kasutamise eemärgiks või erijuhtudel olla ka esteetilised kaalutlused, nt peatuste- jms alal.

Spordiväljakute, ooteplatvormide, sadamakaide ja tööstuslike väli-alade valgustuseks kasutatakse ka väljakuvalgusteid, nt prožektoreid.

3.4.4. Piirete valgustus

Piirete valgustuse kasutamine tuleb kõne alla vaid erandjuhtudel, nagu nt koos kõrgeklassilise sillaehitusega, kui valgustimastid võivad halvasti mõjutada silla esteetilist väljanägemist või kui mastidele paigutatud valgustuse kasutamine pole võimalik, kui nt lennuväljade läheduses vaba ruum püstsuunas on piiratud.

3.4.5. Tunnelivalgustus

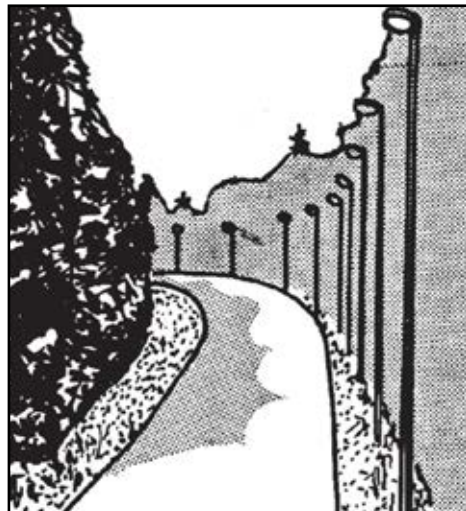
Tunnelivalgustuse all mõeldakse pinnasesse ja kaljusesse ehitatud tunnelite ning teede ristumisel kasutatavate altkäigutunnelite või ristuvate sildade alla planeeritud valgustust. jaoks.

Lühikestesse altkäigutunnelitesse või ristuvate sildade alla rajatud valgustus rajatakse üldiselt koos teevalgustusega.

Juhul kui on erilised põhjused, nt üldised turvalisusnõuded, võib tunnelit valgustada ka muul ajal ja viisil.

Tunnelite ja pikkade altkäikude korral on valgustuse korraldamine alati vajalik isegi juhul, kui neid ümbritsevatel teedel valgustust ei ole korraldatud. Valgustus on neis kohtades kasutusel ka päevasel ajal.

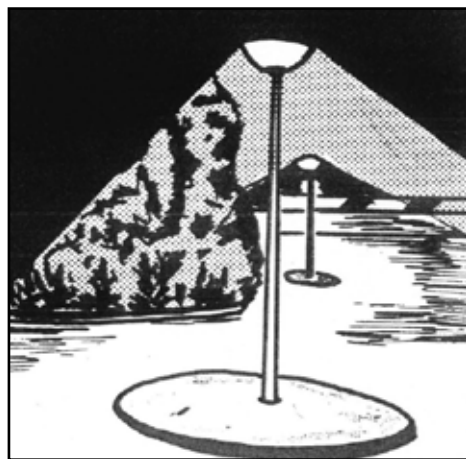
Tunneli otstesse tuleb ehitada erilised kohanemisalad, kus valguse intensiivsust muudetakse vastavalt tunnelist väljapool valitsevatele valgustusoludele. Sellistel juhtudel on vajalik pöörata tähelepanu sellele, et nt päevavalguse tugevus tunnelist väljas võib olla mitu tuhat korda suurem kui teevalgustus tunnelis. Seetõttu on valgustuse juhtimiseks sageli vaja päevasel ajal lülitada tunnelis sisse lisalampe ja ööajaks valgustuse intensiivsust vähendada.



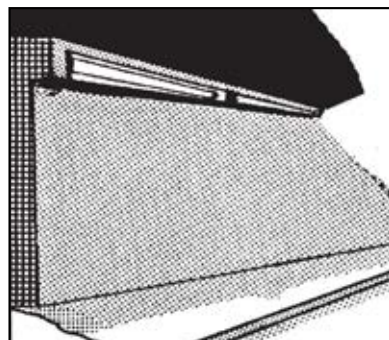
Joonis 30. Jalgrattateevalgustus.



Joonis 31. Pargivalgustus.



Joonis 32. Väljakuvalgustus.



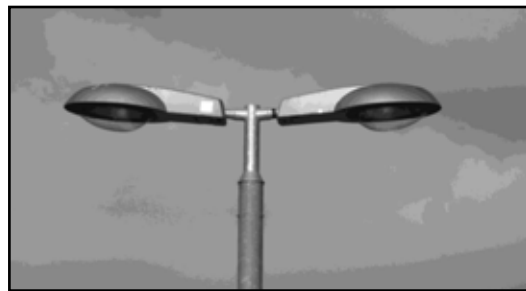
Joonis 33. Piirete valgustus.

Autoliiklustunnelite valgustus projekteeritakse omaette erinõuete alusel (vt Teevalgustuse projekteerimine (TIEH 210034-06) Autoliiklustunnelid).

3.5. Teevalgustuse elektrivõrk

3.5.1. Üldist

Elektrivõrk tuleb ehitada maakaablite kasutamisel Madalpingepaigaldiste standardi SFS 6000-8-801 kohaselt. Õhuliinide ehitamisel AMKA-juhtmetega kohaldatakse lisaks ka Madalpinge õhuliinide standardit SFS 2200.



Joonis 34. Tunnelivalgustus asustatud kohas.

Teevalgustuse elektrivõrku liigitatakse järgmiselt:

Liitumisjuht on jaotusvõrgu liitumispunkti (trafo või jaotuskapi) ja valgustuskeskuse vaheline 3-faasiline juht. Linnapiirkondades on juhiks üldiselt maakaabel, kuid väljapool asulaid sageli AMKA-juhe.

Püstjuhtideks on üldiselt keskuskapi sisemised juhid, kuid selleks võib olla ka nt silla- või tunnelikeskust toitev kaabel. Püstjuht võib toita ka liiklusvalgustuskeskust.

Rühmajuht on üldjuhul 3-faasiline valgustuspaigaldise maakaabel või õhuliin, mille kaudu lülitatakse välisvalgustuskeskusest juhitava juhtimiskontaktori abil sisse kõik või osa toitepingeid.

Valgustijuhid on eraldi faasi-, neutraal- ja kaitsemaandusjuhte sisaldav juht, millega valgusti ühendatakse rühma-juhi külge.

Juhtahela juht on valgustussüsteemi juhtimiskeskusest muudele täituritele sisse- ja väljalülitamiskäske edastav juht.

PEN-juht = liitumis- ja rühmajuhtides olev juht, mis toimib nii neutraal- kui ka kaitsejuhina.

Teevalgustuse elektrivõrgud erinevad oma omadustelt madalpingelistest jaotusvõrkudest. Tänaval- ja teevalgustuse elektrivõrke käsitletakse elektriohutuse mõttes vastavalt järgmiselt mainitud tingimustele. Vt SFS 6000-8-801 punkti 801 Jaotusvõrgud.

Valgustusvõrkudele on omane, et koormuspunktid on ühtlaselt jaotatud kogu võrgu pikkuse ulatuses ja moodustavad kas sümmeetrilise või ebasümmeetrilise kolmefaasilise koormuse. Valgustuskoormus on sisselülitatud u 4000 h aastas. Koormusvool on lampide süütamisel suurim ja seejärel väheneb põlemisele vastava väärtuseni.

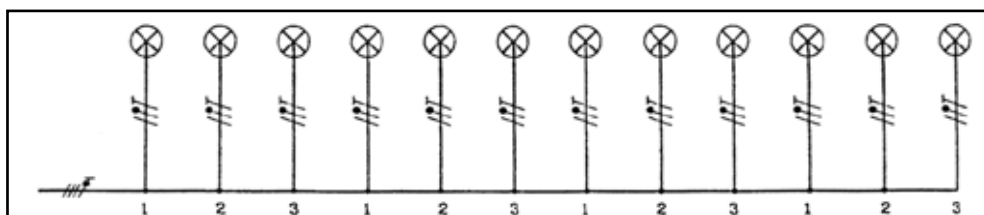
Valgustusenergia määratakse tavaliselt põlemisaja ja liitumisvõimsuse kaudu või valgustuse elektrikeskuses paigaldatud kWh-arvesti näidu abil.

Välisvalgustusvõrkusid kasutatakse radiaalvõrkudena, kuid eriti linnades püütakse varutoitevõimaluste tagamiseks ehitada hargnemispiiridel (jagamispiiridel) külgnevaid silmuseid. Hargnemiskohal on eri rühmajuhtide äärejuhid galvaaniliselt eraldatud, kuid PEN-juhid on ühendatud üksteisega kokku.

Välisvalgustuskeskusi ja valgustuse rühmajuhte projekteeritakse peamiselt kahel eri põhimõttel:

a) Sobivaim põhimõte on niisugune, mille korral juhitas kasutusrühmas juhitakse rühma-juhi kõiki valgustus-punkte ühe kontaktoriga.

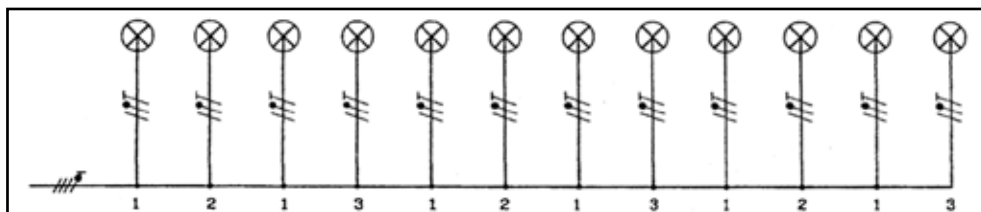
Elektriühenduse seisukohalt on selle teostamiseks sümmeetriline ja selge lahendus lülitada järjestikulised valgustus-punktid vaheldumisi rühma-juhi külge järjestuses 1-2-3-1-2-3- (vt joonis 35).



Joonis 35. Sümmeetriliselt koormatud liiklusvalgustuse rühmajuht (US 4:92, joonis 1).

b) Valgustatava tee valgustuspunktid lülitatakse vaheldumisi kahte eri kasutusrühma, milles teine neist on eraldi kustutatav (Vt joonis 36).

Kui rühmajuhi alal iga teist valgustuspunkti soovitakse sisse või välja lülitada nt kaugjuhtimisega, võidakse kasutada joonisel 36 näidatud põhimõtteid. Siin rühmajuhi järjestikulised valgustuspunktid lülitatakse eri juhtide külge nt järjestuses 1-2-1-3-1-2-1-3- jne. Osavõimsuse ajal on 1. juhti toitva kontaktori kontaktid avatud ja 2. ning 3. juhti toitva kontaktori kontaktid suletud. Numbrid 1, 2 ja 3 ei tähenda siinkohal madalpinge toitevõrgu faase, vaid rühmajuhi eri juhte. Erinevate rühmajuhtide juhid ühendatakse keskuses madalpinge toitevõrgu faasijuhtidega nii, et keskuse kogukoormus oleks võimalikult sümmeetriline.



Joonis 36. Ebasümmeetriliselt koormatud, võimsuse osalise lülitamise võimalusega varustatud liiklusvalgustuse rühmajuht (US 4:92 joonis 2).

Niisuguse lülitusviisi puuduseks võrreldes eelnevaga on rühmajuhtide ebasümmeetriline koormamine, suurem pingelang ja piiratud võimalused esimeseks taaslähtestamiseks (algseisundi taastamiseks).

3.5.2. Teevalgustuse elektrivõrgu pinge

Elektrivõrgu ja sellega liitunud seadmete faasi- ja neutraaljuhi vaheline nimipinge U_n on 230 V.

Standardi SFS-EN 50160 "Üldjaotusvõrgu ja jaotuspinge omadused" aastast 2000 kohaselt on kliendi ja jaotusvõrgu haldaja vahelises lepingus määratud, et võrgu liitumispunktis ei tohi jaotusvõrgu 230 V pinge muutuda enam kui $\pm 10\%$ ja suurim pinge võib olla 230 V +10% ja vähim 230 V -15%. Seega on pinge muutumise suurim vahemik 196 – 253 V.

Eri lambitootjate poolt soovitatavad pingetolerantsid elavhõbe- ja kõrgrõhunaatriumlampide muutuvat nimipinge suhtes $\pm 5 \dots \pm 20\%$ piirides. Kõrgrõhunaatriumlampidele on see tolerants üldjuhul veidi väiksem kui elavhõbe-lampidele.

Välisvalgustusvõrgu kogemuspõhiseks sobitusjuhiseks võib lugeda lampide põlemisvoolu vastavat arvutust ja madalpingevõrgu muu koormuse arvessevõtmist, maksimaalselt 6...8 % kogupinge alanemist trafolt kuni viimase valgustini. Sellega tagatakse lampide süttimine, valgusvoo ja eluea optimeerimine ja nt see, et tavapäraste koormuste esinemisel madalpinge jaotusvõrgus lambid kergesti ei kustuks.

3.5.3. Teevalgustuse elektrivõrgu rikkevoolukaitse

3.5.3.1. Maaühendused

Standardis SFS 6000 käsitletakse seda nimetuse all „Kaitse elektrilöögi eest“. Kaitse toimimine tagatakse toite automaatse väljalülitamisega. Vt SFS 6000-8-801, punkti 801.411.3.2

Valgustusseadmed peavad olema kas kahekordse isolatsiooniga või kaitsemaandatud, kuna need on käiduoludes ohtlikud. Valgusti kaitsemaanduseks tuleb kasutada neutraaljuhust eraldiasuvat kaitsemaandusjuhti, mis lülitatakse valgusti kaitsemaandusklemmi ja rühmajuhi PEN -juhi vahele.

Kahekordse isolatsiooniga seadmetes ei saa olla kaitsemaandusklemmi. Neid valgusteid ega valgusti konsoole puitmastidega paigaldistes ei maandata. Juhul kui niisugused valgustid ühendatakse kahekordse isolatsiooniga valgustijuhtmetega (nt MMJ) rühmajuhi abil, pole vaja metallist valgusti konsooli eraldi kaitsemaandada.

Metallmastid ja valgustuskeskused tuleb alati maandada.

Jaotusvõrguga võrreldavas tänava- ja teevalgustusvõrgus ei ole eraldi kaitsejuhti, vaid rühmajuhi PEN-juht täidab neutraaljuhi ja kaitsemaandusjuhi ülesandeid. Küsimuseks on TN-C juhistiküsteemi maandusviis, ja sel juhul peab rühmajuhi äärejuhi ristlõige olema vähemalt 10 mm² Cu või 16 mm² Al. Juhul kui välisvalgustuspunkti rühmajuhtide äärejuhi ristlõige on alla 10 mm² Cu või 16 mm² Al, peab nendes juhtmetes olema alati lisaks neutraaljuhile ka eraldi kaitsejuht.

3.5.3.2. Valgustuse toitevõrgu maandused

SFS 6000-8-801 punkt 801.411.4:

”TN-juhistiküsteemis jaotusvõrgu tähtlülituse keskpunkt tuleb maandada võrgu toitepunktis (trafo või generaatori juures) või mitte rohkem kui 200 m kaugusel toitepunktist ja iga üle 200 m pikkune juht või juhiharu lõpus või mitte rohkem kui 200 m kaugusel lõpust. PE- või PEN-juht on soovitatav maandada lisaks ka mujal, kus juht või sellega ühendatud seadmete lähedal on kasutamiseks sobiv korralik maanduselektrood. Lisamaandus soovitatakse teha alati kaablijaotuskapis. Maanduselektroodide maandustakistus peaks olema, kui maandusolud seda võimaldavad, väiksem kui 100 Ω. Üksiku maanduselektroodi maandustakistuse väärtust pole vaja eraldi mõõta”

Maandusjuhi vähimad ristlõikepinnad on 16 mm² vaskjuhi korral või 25 mm² alumiiniumjuhi korral. Maanduselektroodina kasutatakse vähemalt 16 mm² ristlõikega vaskjuhte.

3.5.3.3. Nõuded sulavkaitsmetele

SFS 6000-8-801 kohta 801.411.3.2 Toite automaatne väljalülitamine rikke toimel.

”Jaotusvõrgu rikkekaitse peab üldjuhul vastama punkt 411.3.2.3 nõuetele, või peab toite automaatne väljalülitusaeg olema mitte suurem kui 5 s...”

Tabel 7. Jaotusvõrgu rikkekaitse valimine väikese lühisvoolu korral, kui kasutatakse liigvoolukaitset (SFS 6000-8-801, tabel 801A).

Liigvoolukaitse	Väike ühefaasiline lühisvool jaotusvõrgus
gG tüüpi sulavkaitse $I_N \leq 63$ A	2,5 x I_N
gG tüüpi sulavkaitse $I_N > 63$ A	3,0 x I_N

Eespool nimetatud standardi SFS 6000-8-801 punkt, 801.411.3.2 järgi: --- ” Kui liigvoolukaitsena kasutatakse kaitselüliti, mis rakendub kiiresti ka väikese liigvoolu korral, võib kaitselüliti valida ja reguleerida nii, et selle rakendumisaeg ei oleks üle

5 s. Jaotusvõrgu töökindluse tagamiseks peab kaitse olema selektiivne.

Juhul kui jaotusvõrgu lühisvoolu ei lülitata välja, tuleb vastavalt tabelile 801A ehitada jaotusvõrk nii, et pinge lühisvoolu ajal ei põhjusta ohtu. Selle võib tagada kas lisapotentsiaaliühtlusega või jaotusvõrgu PEN-juhi valikuga nii, et pinge maa suhtes ühefaasilise lühise ajal ei ole suurem kui 75 V. Lisapotentsiaaliühtlustust soovitatakse kasutada üksnes trafoalajaamade peajaotuskeskustes ja muudes taolistes kohtades.”

3.6. Valgustusprojektid

3.6.1. Üldist

Püsiva tee- ja välisalavalgustuse korraldamiseks koostatav projekt võib koosneda järgnevaist osadest.

Valgustusprojekt koosneb üldjuhul neljast osast: vajaduse põhjendusest, üldprojektist, tee valgustusandmetest ja

4. TEE JA - VÄLISALAVALGUSTUSE JUHTIMINE

4.1. Üldist

Täna- ja teevalgustuse juhtimise ülesandeks on valgustuse sisselülitamine hämardumisel ja väljalülitamine siis kui looduslikku valgust on piisavalt. Valgustust on vaja juhtida ka siis, kui pimedaajal soovitakse valgustust vähendada või lülitada öösel valgustus teatud ajaks täielikult välja.

Hooldustööde ajal võib olla vajalik valgustuse sisselülitamine ka päeval ajal.

Täna- ja teevalgustuse juhtimist võidakse teostada valgustuspaigaldise asukohas olevate kohtjuhtimisseadmetega või juhtida mitut valgustuspunkti ühes kohas oleva keskuhtimisseadmega.

4.2. Kohtjuhtimine

4.2.1. Üldist

Kohtjuhtimist kasutatakse üksikutes valgustuspaigaldistes, milleks võivad olla näiteks asulatest väljapool olevad teede ristmikud, sillad ja teede ühendusteks kasutatavad üleveopraamid ning mõnikord ka tänavavalgustuskohad.

Kohtjuhtimisel paigaldatakse juhtseade otse juhtimiskeskusesse. Juhtseadmena on kasutatav hämaralüliti, kuigi kasutatakse ka lülituskella. Lülituskella ja hämaralüliti kooskasutamisel saab valgustuse kustutada nt ka öösel.

4.2.2. Hämaralüliti

Hämaralüliti toimimine põhineb fototakisti takistuse muutumisel. Fototakisti (LDR) on valmistatud pooljuhtmaterjalist, mille omaduseks on takistuse suur sõltuvus valgusest. Fototakisti on hämaralülitis ühendatud pooljuhtlülitusse, milles on ka viitelülitus valgustuse hetkeliste muutuste arvestamiseks. Niisuguse ajalise viivitusega välditakse muuhulgas autotulede mõju hämaralüliti toimimisele pimedaajal.

Hämaralüliti paigaldatakse niin, et see võimalikult hästi tuvastaks valgustatava ala valgustust. Teisalt ei tohi lülitatav valgustus paista otse hämaralüliti peale.

Hämaralüliti lülitushetke valgustustaset saab reguleerida lülitis oleva seadistuskruvi abil.

4.2.3. Kohtjuhtimise lülitusskeem

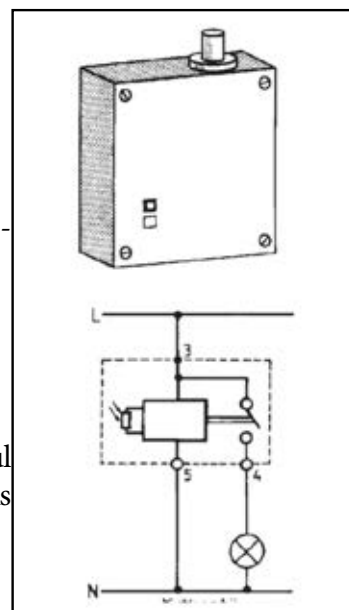
Näitena esitatud lülitusskeemis juhivad hämaralüliti teevalgustuse kontaktoreid läbi juhtimis- kontaktori K1. Juhtimislülitiga S1 saab valida järgmisi funktsioone:
automaatjuhtimine,
käsijuhtimine,
valgustuse kasutusest väljalülitamine.

Niisuguse näidislülitusega saab automaatselt reguleerida valgustust sõltuvalt valgusest (öhtul - hommikul). Juhul kui valgustust soovitakse vähendada või öösel väikese liikluse ajaks täielikult välja lülitada, tuleb juhtimisahelat täiendada lülituskella ja lisakontaktoritega.

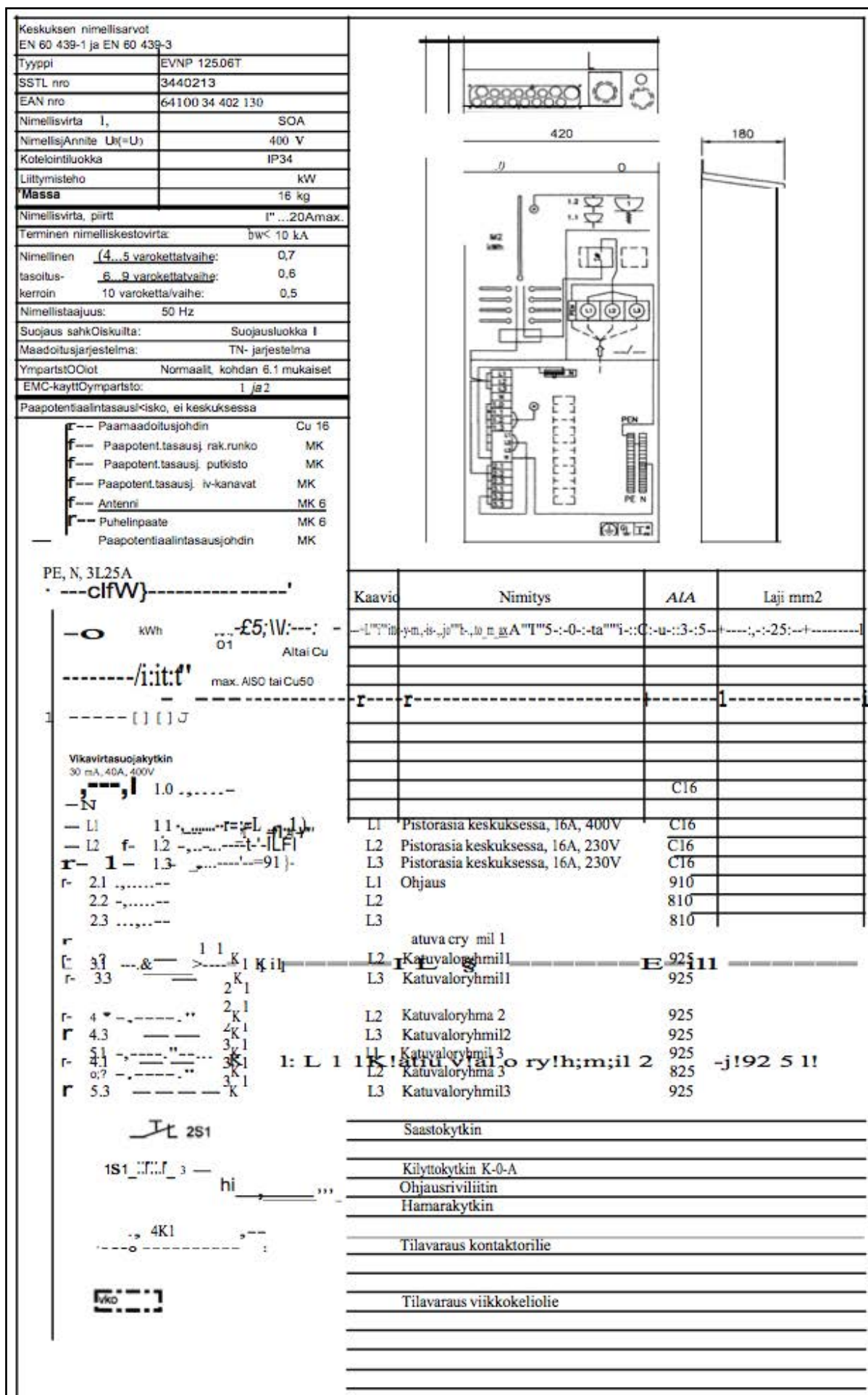
4.3. Keskuhtimine

4.3.1. Üldist

Keskuhtimist sobib eriti suurte valgustusala korral (linnade tänavavalgustus), kuid sel puhul saab edasi kasutada ka kohtjuhtimisega hallatavaid valgustuspunkte, kui juhtkäskude edastamine võib osutada liiga kulukaks.



Joonis 39. Hämaralüliti.



Joonis 40. Kohtjuhtimiskeskuse lülitusskeem, mille korral juhtimisseadmeks on hämaralüliti.

Keskjuhtimisel edastatakse juhtimiskäsud erinevatele valgustuskontaktoritele ühest kohast, juhtimiskeskusest, milleks üldjuhul on elektripaigaldise talitlusjärelvalvekeskus.

Valgustuse juhtimiseks keskjehtimissüsteemis annab hämaralüliti käske valguse sisse- või väljalülitamiseks. Hämaralüliti võib otsevalguse sisse lülitada või anda signaali, mille põhjal paigaldise käidupersonal hoolitseb valgustuse sisselülitamise eest.

Kui hämaralüliti toimib signaalseadmena saab välisalavalgustuse sisselülitamise- ja väljalülitamise taset täpsemalt jälgida.

Õhtul, kui tegutsetakse looduslikus valguses, kohaneb silm hämaraga ja valgustuse sisselülitamine võib toimuda valgustatuse langemisel nt alla 20 lx.

Juhtimiskäskude edastamine

Keskjuhtimisel on vaja juhtida käskude edastamist valgustuskontaktoritele. Käskude edastamiseks kasutatakse järgmisi meetodeid:

püsijuhtahelatel põhinevat juhtimissüsteemi,
võrgukäskude süsteemi,
raadiotelefoniga juhtimist,
juhtimist telefonivõrgu kaudu,
juhtimine GSM-võrgu kaudu.

4.3.2. Juhtahelate juhistikusüsteem

Lihtne juhtimissüsteem on niisugune, milles toitepunkti juhtimiskeskusest antud käsku keskus ainult kordab. Saab eelmise keskuse rühmajuhilt valgustuse juhtimispinge ja niin edasi.

Eelmisest parem süsteem saadakse alati juhtimiskeskusest lähtuvate juhtimisahelate abil, mille korral ühe keskuse viga ei mõjuta muid valgustuskeskusi.

4.3.3. Võrgukäskude süsteem

Võrgukäskudega keskjehtimisel juhitakse kõiki valgustuskeskusi. Keskuses oleva saatja poolt tekitatud juhtimisimpulsid saadetakse elektri jaotusvõrgu kaudu valgustuskeskustes olevatesse vastuvõtjatesse. Võrgukäskude vastuvõtja lülitab valgustuse sisse- või välja vastavalt saadud juhtimpulsile.

Niisugune süsteem ei vaja eraldi juhtimisahelaid vaid, nagu eespool selgitati, juhtsignaalid lähevad sinna kuhu ulatuvad jaotusvõrgu toitejuhid.

4.3.4. Raadiotelefoni- ja mobiiltelefonikäsud

Nagu eespool kirjeldatud võrgukäskudega keskjehtimisel juhitakse ka nendes süsteemides kõiki valgustuskeskusi ühest keskjehtimispunktist. Juhtimisimpulsid saadetakse raadiosignaali või mobiiltelefonivõrgu kaudu, mille vastuvõtmiseks on valgustuskeskuses lisaks vastuvõtjale vaja ka antenni.



Joonis 41. Keskjuhtimisega valgustusalakeskus (UTU).

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS

Joonis 42. Valgustusala keskuse põhimõttejoonis (UTU).

4.4. Valgustuse juhtimine pimedal ajal

4.4.1. Üldist

Valgustuse juhtimist pimedal ajal tehakse energiasäästu eesmärgil. Mõnedel juhtudel lülitatakse valgustus hilistel öötundidel täielikult välja või vähendatakse valgustuse intensiivsust.

4.4.2. Valgustuse väljalülitamine öisel ajal

Kohtjuhtimissüsteemis saab valgustust öisel ajal hõlpsasti ajaliselt juhtida lülituskella ja hämaralüliti jadälülituse abil ja soovitud katkestusaja seadmisega kellale.

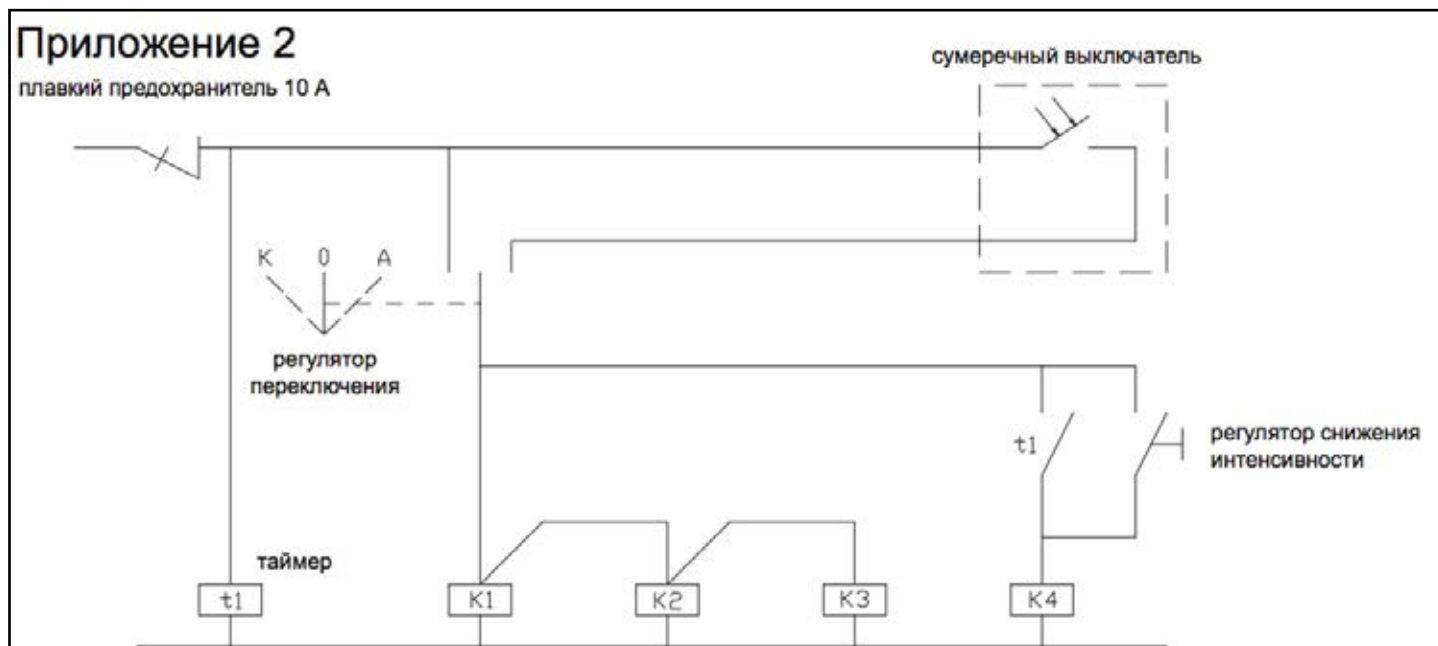
Keskjuhtimissüsteemis saab valgustuse soovi korral hõlpsasti vajalikes kohtades kustutada, andes selleks katkestusimpulsi.

4.4.3. Valguse intensiivsuse vähendamine öisel ajal.

Üheks võimalikuks lahenduseks on jagada valgustid ühtlaselt eri faaside vahel ja öise valgustuse ajal lülitada eraldi kontaktoriga igale kolmefaasilisele valgustusrühmale ühefaasiline toitepinge. Lülituskäsk antakse nt keskse juhtimissüsteemi poolt.



Joonis 43. Valgustuse kaugjuhtimisseadmed (UTU).



Joonis 44. Skeem valgustuse intensiivsuse vähendamiseks programmuhtimiskellaga.

Niisuguse süsteemi näitena võib käsitleda eespool vaadeldus keskuhtimisega valgustuskeskuse näidet. Täisvalgustuse ajal on mõlemad kontaktorid 1 ja 2 sisse lülitatud ja igale lähtuvale juhile antakse kolmefaasiline toide. Poolvalgustuse korral on sisse lülitatud vaid üks kontaktor 2 ja igale lähtuvale juhile antakse ühefaasiline toide. Valgustuse vähendamist saab teostada ka tänavavalgustuse elektroonse reguleerimisega (hämardiga). Regulaator toimib tavalise valgustusregulaatori põhimõttel, kuid selle võimsus on suurem kui sisepaigaldiste regulaatoritel.

Juhtimisseadmete juhtimiskäsk võidakse anda kesksest juhtimisseadmest. Lampide hämardamisel on viivitus, mille kestust saab reguleerida. Regulaatori kasutamisel valgustus väheneb aeglaselt kogu valgustuselal ning ei jäta pimedaid valgustamata kohti.

Hämardamise seade paigaldatakse valgustuskeskusesse. Hämardamiseks sobivad naatrium-, halogeeni- ning elavhõbelambid.

5. PUITMASTIDEGA VALGUSTUSPAIGALDISED

5.1. Kasutusala

Puitmastidega valgustuspaigaldisi kasutatakse kohtades, kus sarnased paigaldised on jaotusvõrgus juba varem olemas, nagu nt maa- ja linnalähipiirkondades asuvate ühepereelamute juures. Puitmast-paigaldised ja AMKA juhtmed sobivad võrguettevõtete ühispaigaldistega, kus kasutatakse kõrgepinge- ja madalpingekaableid ning kaugsidekaableid. AMKA kaablitega paigaldises, peaks juhtidel olema piisavalt ruumi. Puitmastpaigaldisi kasutatakse ka koos maakaablivõrguga.

Järeleandvate (lööke pehmendavate) mastide kasutamisel, tuleb kontrollida, kas paigalduseetapil saab mastidele ronida.

5.2. Mastide paigaldamine, trossidega toestamine, toitejuhtide ja maanduste paigaldamine

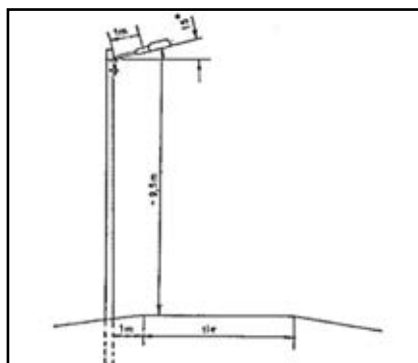
5.2.1. Teevalgustusprojekt

Valgustuse paigaldustöö põhineb teevalgustusprojektil, mille põhjal saab töid teostada.

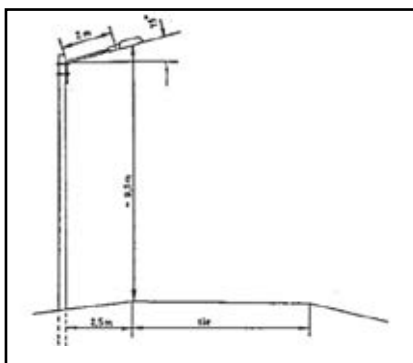
Valgustikonsoolide korral kasutatakse nüüdisajal 5° kaldenurka. Näidisjoonistel on see nurk veel 15°.

5.2.2 . Maastikuprojekt

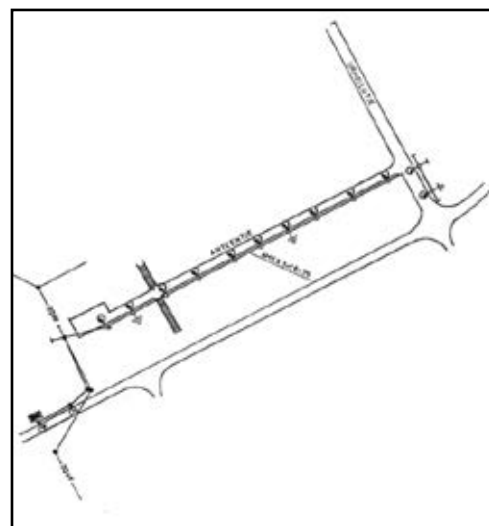
Teevalgustusprojekti põhjal märgitakse tee äärde maha mastide ja nende (tross-)toestuse asukohad.



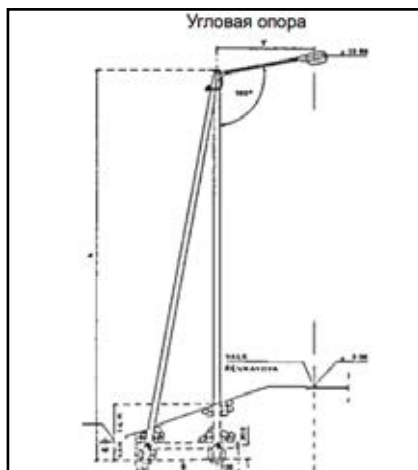
Joonis 46 Näide masti paigutamisest joonisel 45 esitatud Ahteentie äärde.



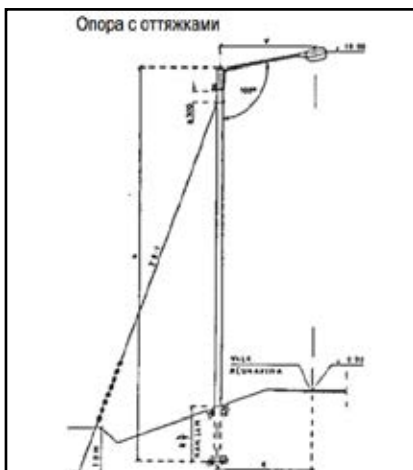
Joonis 47 Näide masti paigutamist joonisel 45 esitatud Urheilutie äärde.



Joonis 45 Puitmastidel ja AMKA liinil põhineva teevalgustusprojekti näide.



Joonis 48 Välistoega masti paigutamine tee äärde.



Joonis 49 Trossitoestusega masti paigutamine tee äärde.

Valgustusmastide paigaldamist tee äärde tuleb teha hoolikalt, et valgustid oleks pärast paigaldamist sirges ravis ja ühel kaugusel tee servast.

Tee suunas ebaühtlane valgustirivi jätab pimedaajal mulje, et tee on kääneline.

5.2.3. Mastide paigaldamine

Mastid püstitatakse mahamärgitud kohtadesse tavapärasel viisil üldjuhul ilma valgustiteta. Töö tegemisel tuleb vastavalt tööde iseloomule arvestada teel toimivat liikluskorraldust.

Koos mastidega süvistatakse pinnasesse ka toetuseks vajalikud ankrud ja maanduselektroodid.

5.2.4. Toiteliini paigaldamine

Toitejuhina kasutatava AMKA-juhi kinnitused paigaldatakse üldjuhul valgustikonsooli alla nii, et juht ei sega valgustikonsooli paigaldamist ja, et valgustilt tulevad ühendusjuhid ei oleks liiga pikad.

Pehmes pinnases, nt terviseradade ja kõrvalteede puhul, oleks hea kui toitejuhi saaks paigaldada valgustikonsooli vastasküljele, mil see toimib valgusti tasakaalustajana. Nii saab vältida valgustimasti hilisemat viltuvajumist. Elektriliini kinnituse paigalduskõrgust tuleb alati kontrollida mastiga ühendatud valgustikonsooli mõõtmete järgi.

Toiteliini paigaldamine toimub tavapärasel viisil.

5.2.5. Maanduste paigaldamine

Toitekaabli PEN-juht ühendatakse maanduskohas maanduselektroodiga. Maanduselektroodi tuleb tee lähedal kaitsta kuni 2 m kõrguseni.

5.3. Valgusti paigaldamine

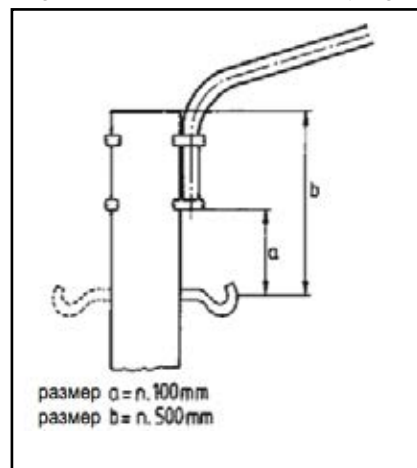
5.3.1. Valgusti ühendamine

Juhtidest kasutatakse üldjuhul MK-juhte või MMJ-kaableid. Kohtades, kus juhtide liikumine on märgatav, on kasutuseks sobivamad painduvad MKEMP-juhid.

Kasutatava juhi ristlõige on siiani määratud Elektrikontrollikeskuse poolt avaldatud juhise A1-93 25.2-20 tabeliga, sest juhi kaitseks on vaja ainult lühisekaitset. Standardis SFS 6000 seda tabelit enam ei ole. Seda vana tabelit saab kasutuseks soovitada juhul kui lühisvool ei kesta kauem kui 5 s (vt. SFS 6000-8-801 punkt 801.411.3.2)

Tabel 8. Juhtme ristlõike määramine lühisekaitse järgi.

Vaskjuhi ristlõikepind mm ²	gG sulavkaitsme suurim lubatav nimivool, A
1,5	25
2,5	32
4	40
6	63
10	80
16	125



Joonis 50. AMKA-juhi kinnituste paigaldamine valgustimastile.

Juhid viiakse valgustikonsooli sisse ja ühendatakse valgustiga lülituskarbis, kaitsemaandusjuht (kollaroheline) ühendatakse valgusti maandusklemmiga, nulljuht (sinine) nullklemmiga ja faasijuht (must) faasiklemmiga.

Juhid tuleb valgustis paigaldada nii, et ei tekiks tõmmet ühenduskruvidele.

Valgustikonsoolist tulevad juhid valitakse toitejuhi ühendamiseks piisava pikkusega.

Valgusti asetamine valgustikonsoolile ja valgusti ühendamine juhtmetega teostatakse üldjuhul enne töökohale viimist töökojas.

5.3.2. Valgustikonsool

Valgusti kinnitatakse puitmastile erilise valgustikonsooli abil. Valgustikonsoole valmistatakse terasest ja alumiiniumsulamitest.

Valgustikonsoole valmistatakse üldjuhul järgmiste pikkustega: 500, 1000, 1500 ja 2500 mm.

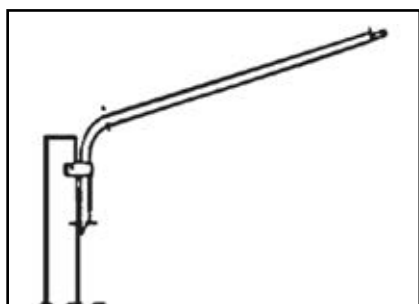
Valgustikonsool kinnitatakse mastile kas katekruvide või klamberkinnitusega või nende mõlematega. Konsooli kinnitus on üldjuhul jäik, kuigi on olemas ka näidised, mille korral saab konsooli hooldustööde ajaks alla lasta.

Valgustikonsooli mõõtmed valitakse järgmiselt: konsooli läbimõõt peaks vastama valgusti kaalule ja konsooli pikkuse määrab masti kaugus sõiduraja servast. Valgustid tuleks paigaldada sõiduraja serva kohale, sest sel juhul on valgusjaotus võimalikult ühtlane.

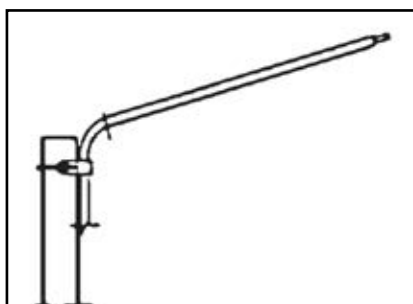
Valgustikonsooli kaldenurk on üldjuhul 5° tasapinnast ülespoole.



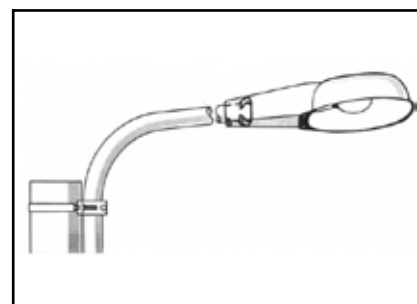
Joonis 51. Teevalgusti ühendusplokk.



Joonis 52 Kruvikinnitusega valgusti .



Joonis 53. Klamberkinnituse ja kruviga kinnitatav valgustikonsool.



Joonis 54. Valgusti kinnitamine konsoolile.

5.3.3. Valgusti kinnitamine konsoolile

Kui valgustitele on valitud sobiv valgustikonsool, on valgusti kinnitamine konsoolile lihtne. Valgustitel olevad kinnitusklambrid lastakse vabaks ja konsool lükatakse valgustisse nii palju kui see konstruktsiooni tõttu on võimalik.

Valgustite asendit konsooli suhtes kontrollitakse ja kinnitusklambrid pinguldatakse.

5.3.4. Valgusti paigaldamine mastile

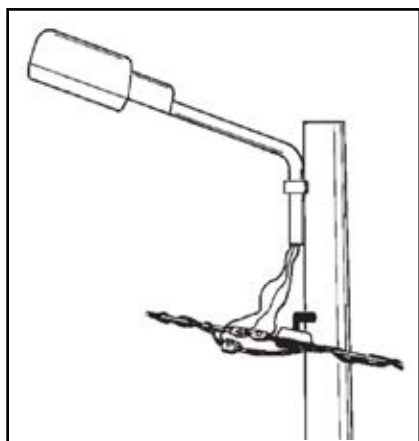
Enne valgusti paigaldamist mastile tuleb määrata valgusti paigalduskõrgus sõidurea pinnast. Mastide pikkus ja pinnasesse süvistamise sügavus võib olla erinev, mistõttu ei saa usaldada ainult masti tipust tehtud mõõtmisi. Seda mõõtmist tuleb teostada eriti hoolikalt, et valgustiterivis ei oleks vertikaalsuunalisi ebatasasusi.

Valgustikonsoolile kinnitatud ja külgeühendatud juhtmetega valgusti paigaldatakse mastile.

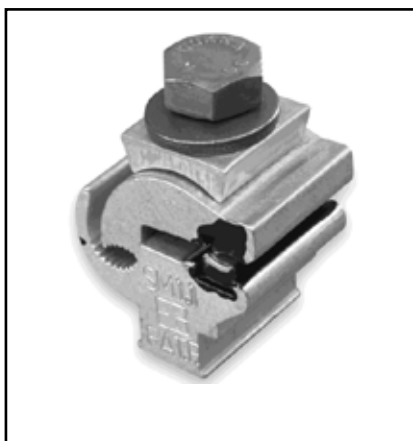
Valgusti asetatakse risti teega ja püstisuunas mastile vastavalt. Valgustikonsool kinnitatakse kindlalt masti külge ja valgusti ühendusjuhtmed ühendatakse AMKA-juhiga.

Ühendamisel tuleb arvestada alumiinium- ja vaskjuhtide ühendamiseks antud soovitusi. Valgustuskoormus jaotatakse ühtlaselt eri faaside vahel, mille ühendamisel tuleb arvestada tööjoonistel esitatud juhiseid: missugune faasijuht, missuguse valgustiga tuleb ühendada.

Üldise juhiseks tuleb silmas pidada, et ühe sulavkaitsme läbipõlemisel ei tohi kustuda kaks kõrvutiolevat valgustit.



Joonis 55. Valgusti paigaldamine puitmastile.



Joonis 56. Valgustijuhtme siirdeklemm ehk tänavavalgustiklemm.



Joonis 57. Isolatsiooni läbiv siirde- ehk tänavavalgustiklemm

Valgusti ühendusjuhtme ühendamiseks AMKA-juhiga on olemas oma siirdeklemm, milles vaskjuhi ristlõikepind on 2,5...10 mm².

5.3.5. Puitmastvalgustuse toitmine maakaablivõrgust

Kohtades, kus näiteks jaotusvõrgu maakaablite paigaldamise tõttu ka valgustuse rühmajuhid asendatakse maakaablitega ja valgustimastideks on puitmastid, paigaldatakse puitmastidele toide maakaablitega.

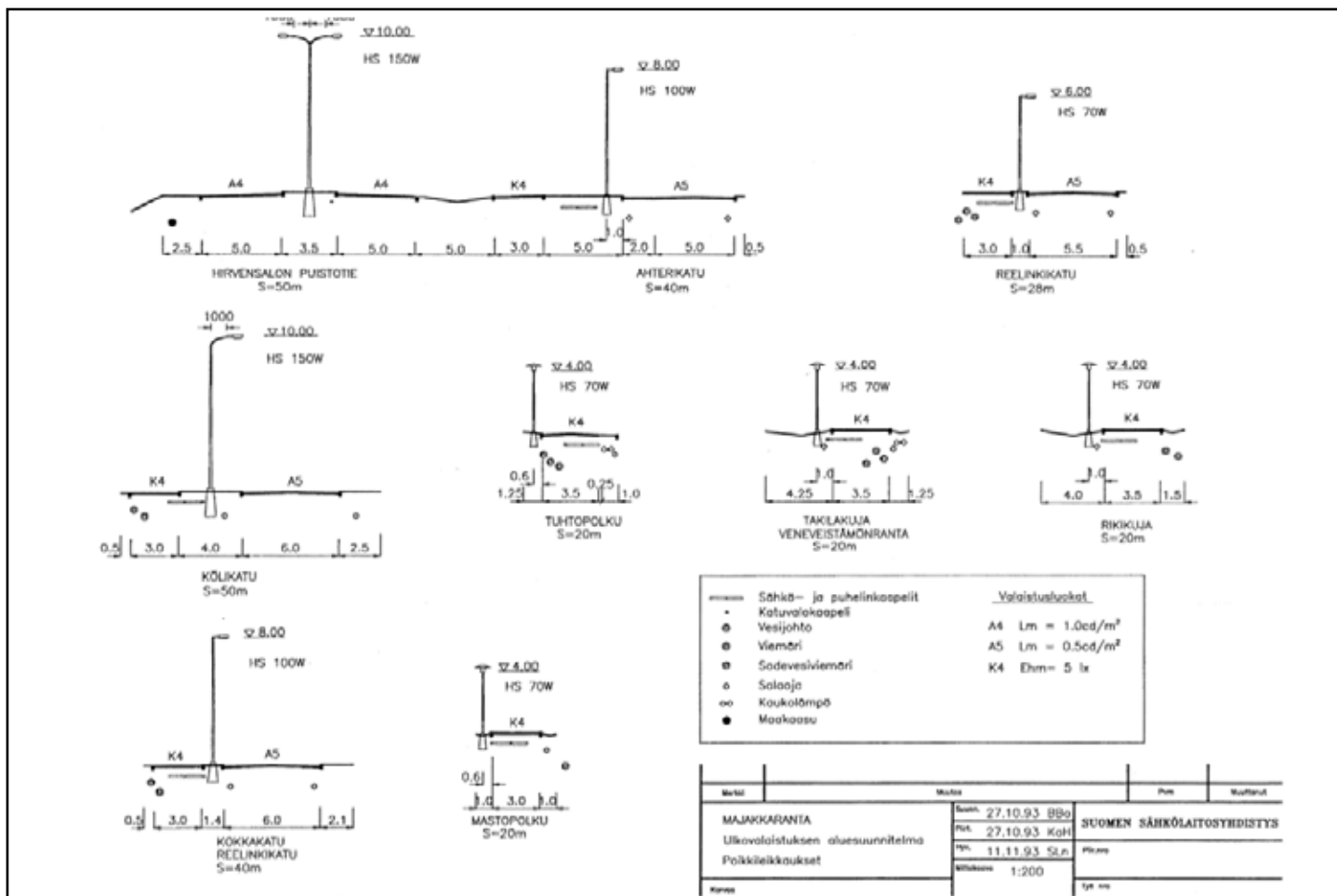
Maakaablipaigaldus teostatakse eriliste mastidele paigaldatavate valgustimasti kappide abil, mis toimivad ka maakaablivõrgu hargnemispaigana ja valgusti rühmajuhi ühenduskohana ning ka maakaablite kaablikaitsena.

Valgustimastikapid võib paigaldada ka valgusti rühmajuhti kaitsev sulavkaitse.

Rühmajuht valgusti mastikapist kuni valgustini paigaldatakse pindpaigaldusega MMJ-kaabliga.

Joonis 58. Puitmastvalgustuse toitmine maakaablivõrgust.





Joonis 64. Näide mastide paigutusest välisalavalgustuse projektis (US 3:94, LIITE 2).

6.2.2. Jalandi paigaldamine

Valgustimastide jalandina kasutatakse terasest ja betoonist pinnasesse süvistatud jalandeid aluseid. Jalusesse on valmistamise käigus tehtud juba paigalduskoht valgustimasti paigaldamiseks, pääsud kaablite jaoks ja kinnitusplaat valgustimasti kinnitamiseks jalandi pealispinnal. Kõikidel mastide korral kinnitusplaati ei kasutata.

Mõnel juhul kasutatakse betoonjalandi aluspinna ääristamist nii, et see püsiks tugevamini pinnases. Masti jalandite kõrgused on 580...2300 mm. Masti jaland valitakse vastavalt valgustimasti mõõtmetele.

Jalandi süvistamiseks kaevatakse süvend nii, et enne jalandi paigaldamist saaks selle põhja alla teha u 10 cm pakuse liivakihi, mis tihendatakse vibraatoriga. Pärast paigaldamist peaks jalandi ülapind jääma u 10 cm maapinnast ülespoole. Süvend tuleks kaevata nii lai, et aluse ümbrust saaks täita piisava hulga vettläbilaskva liiva ja/või killustiku pinnasetäitega.

Jaland tõstetakse sillutatud põhjaga süvendisse ja asetatakse täpselt paigale. Eriti täpselt tuleb kontrollida jalandi püstasendit.

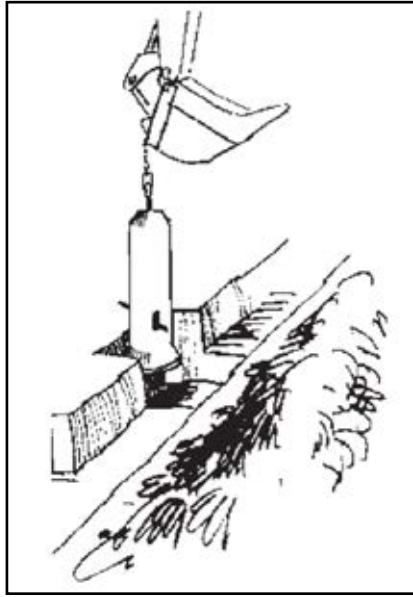


Joonis 65. Äärikuga mastijaland, kui kaabli sisestusava asub äärikust üleval pool.

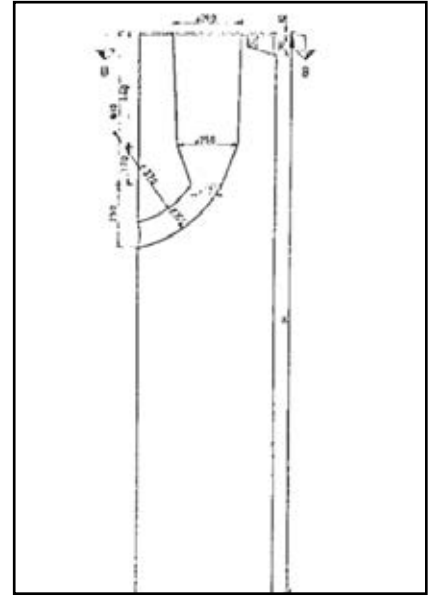
Süvend täidetakse ja tihendatakse vettlabilaskva killustikutäitega kuni kaabliavani (mõnede mudelite korral jääb kaabliava peaaegu süvendi põhja ja täitmist saab teha pärast kaablite kohaleasetamist) ja lõplik täitmine tehakse kaablite paigaldamise järel. Süvendi täitepinnas tuleb hoolega tihendada, et mast püsiks kindlalt püstasendis.



Joonis 66. Kõrge teevalgustus-masti mastijaland.



Joonis 67. Jalandi tõstmine süvendisse.



Joonis 68. Pikkade valgustusmastide jaland.

6.2.3. Kaablite ühendamine ja maanduse paigaldamine

Valgustirühmale paigaldatakse maakaabel tänavavalgustuskeskusest ühendades omavahel valgustusmastid. Paigaldusetapil veetakse läbi jalandi ühendamiseks piisavalt pikk kaabli ots. Kaabel peaks ulatuma masti ühenduskambrisse, mis on u 1500 mm kõrgusel maapinnast (mida tuleks kontrollida vastavalt masti mudelile).

Lõpumasti juurde või muusse määratud kohta paigaldatakse maanduselektrood PEN-juhi maandamiseks (vt SFS 6000 801.413.1). Maanduselektroodi ühendus tuuakse valgustimasti jalandist kaabliava kaudu. Elektrood ühendatakse kindlalt PEN-juhiga ja masti karkassiga (Tähelepanu: ohtlikud on vase ja alumiiniumi liitekohad).

Juhul kui kaablid jäävad pikaks ajaks ootama mastide püstitamist, tuleks neid kaitsta nt plasttoruga.

6.3. Valgustimasti koostamine, püstitamine, juhtmete paigaldamine ja ühendamine

6.3.1. Valgustimasti koostamine

Valgustimaste valmistatakse kas kokkuehitatud või eraldiseisva valgustikonsooliga. Kokkuehitatud valgustikonsooliga valgustimastid viiakse niisugusel kujul ka püstitamiseks paigalduskohale. Eraldiseisva valgustikonsooliga varustatud valgustimaste kasutatakse kahel eri viisil:



Joonis 69. Kaablile ühendamiseks jäetakse piisavalt vaba pikkust.

Valgustimast pannakse konsooliga kokku laoruumis ja veetakse tervikuna püstituskohale, või montaaž tehakse paigalduskohal.

Paigalduskohal tehtaval koostamistööl võidakse valida muuhulgas ühenduskambrile sobiv suund ja samas asetada ka valgustikonsool õigele kohale. Paigaldustöid võib teha ka vastupidises järjekorras, mil valgustid paigaldatakse ja konsoolile kinnitatud valgustid kinnitatakse juba püsti olevatele mastidele. Kasutatav tööde organiseerimise viis sõltub sellest, missuguseid tõsteseadmeid ja personaalseid tõstevahendeid saab kasutada.

Valgustikonsool kinnitatakse masti karkassi külge kruvidega või eriliste kinnitusklambritega. Ühenduse peale pannakse plasttihend, mis tõkestab vee valgumise masti sisemusse. Kui koostetööd tehakse enne masti püstita-

mist, on oluline kindlaks määrata, kaabliava ja ühenduskambri asukoht masti lõplikus püstituskohas.

6.3.2. Valgustimasti püstitamine

Metallist valgustimast püstitatakse pinnasesse süvistatud betoonjalandisse. Vastavalt paigaldusviisile tõstetakse tarvikutega varustatud mast tõstukiga jalandisse. Masti haaramiseks tõstukiga võidakse kasutada erilisi tarindeid ja tõstevahendeid, millega saab masti mugavalt tõsta ja seada õige paigaldusasend. Värvitud mastide tõstmisel tuleb kasutada tõsteseadme ja masti vahel värvi kaitseks erivahendeid.

Tõstmisel tuleb olla ettevaatlik lähedal olevate elektriliinide suhtes, millest tuleb tõstmise ajal hoiduda turvalisele kaugusele.

Mast lastakse jalandisse 500...700 mm ulatuses, olenevalt mõõtmetest. Süvend jalandis võib olla koonilise kujuga, kuhu masti tüvi kiilutakse kinni. Mast kinnitatakse jalandisse kiiludega, kinnitusplaadiga või jalandis olevate kruvidega.

Paigaldamisel suunatakse masti jalandisse veetud kaablid valgustimasti sisse.

Masti kinnitamine jalandile ja fikseerimine kiiludega toimub nii, et jalandisse tõstetud mast viiakse õigesse asendisse, masti püstasendit kontrollitakse ning püstasendis olev mast fikseeritakse nelja plastkiiluga aluses.

Masti ja jalandi vahelise lõhe võib kinni katta kummist kaitsekraega, mis on asetatakse masti ümber enne masti paigaldamist jalandisse.

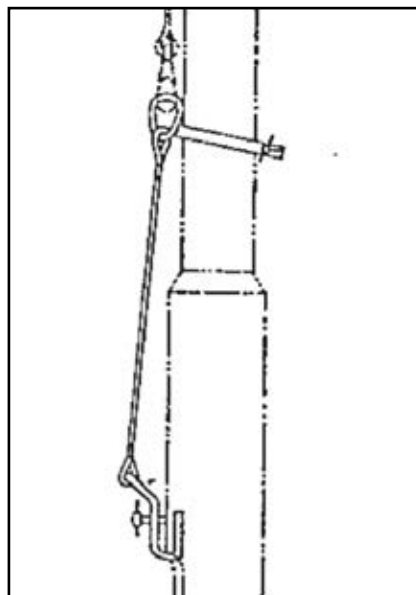
Masti saab kinnitada ka kinnitusplaadiga. Sel juhul on masti jalandi aluse ülapinda valatud on alusplaat, mille külge kruvidega kinnitatakse masti kinnitusplaat ja mast fikseeritakse omakorda plaadi külge klambritega.

Mastide kinnitamiseks võib lisaks eespool vaadeldud meetoditele kasutada ka erilisi äärikkinnitusi.

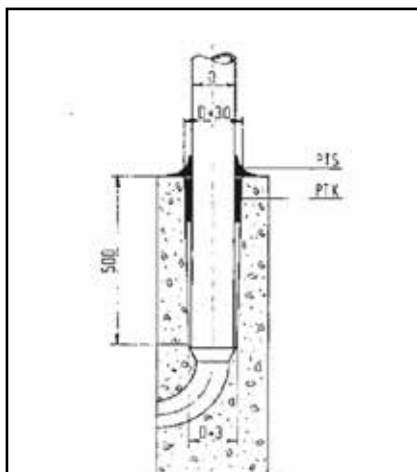
Masti tüvi on korrosiooni vältimiseks jalandis tõstetud piisavalt, u 100 mm võrra, maapinnast kõrgemale. Sel juhul pestakse mastilt maha selle tüve võimalikult mõjutavad kemikaalid nagu nt koerte väljaheited. Masti tüvi on alumiiniummastide korral kaitstud korrosioonikindla värviga.



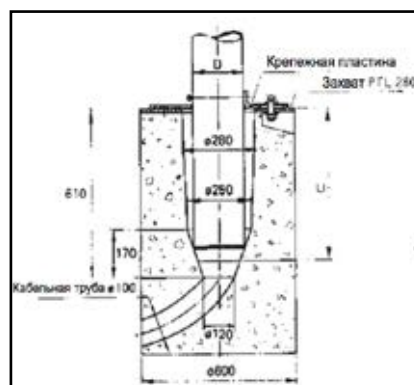
Joonis 70. Üksiku valgustimasti koostejoonis.



Joonis 71. Näide masti tõstmisel kasutatavast abivahendist.



Joonis 72. Masti asendi fikseerimine kiiludega.



Joonis 73. Masti kinnitusplaadi paigaldus.

6.3.3. Juhtmete paigaldus ja ühendamine

Valgusti rühmajuhina kasutatakse plastmantliga kaablit MMJ, mis ühendatakse valgusti paigaldamisel valgusti konsoolile. Valgusti kest maandatakse.

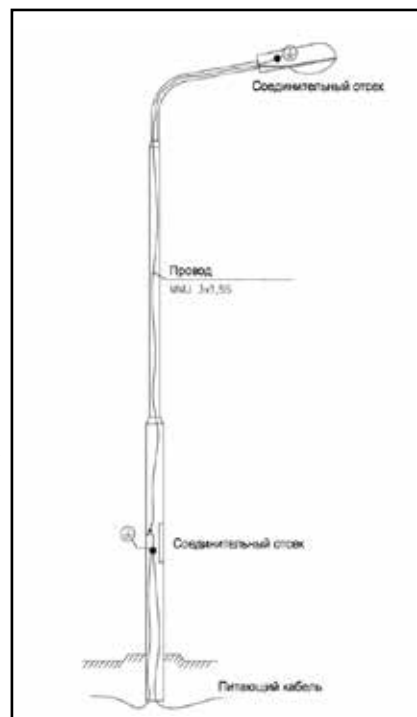
Rühmajuht viiakse masti sisse. Hõlpsamini saab seda teha ülalt alla nii, et see ulatab valgustimasti ühendustarvikuteni ja seda saab ühendada sulavkaitsmega.

Valgustimasti ühendustarvikud paigaldatakse masti ühenduskambrisse.

Ühendustarvikuteks on rühma sulavkaitse või -masti valgustite sulavkaitsmed ning vajalikud ühendusklemmid.

Valgustimasti ühendustarvikute hulka kuuluvate klemmidega ühendatakse valgustuse toitekaablid, mis ühendatakse seal. Valgustimasti kaitsemaandus tehakse samade ühendustarvikutega.

Valgusti rühmakaabli faasijuht ühendatakse sulavkaitsmega ning N- ja PE-juht ühendatakse PEN-latiga. Rühmakaabel on üldjuhul ristlõikega Cu 2,5 mm².



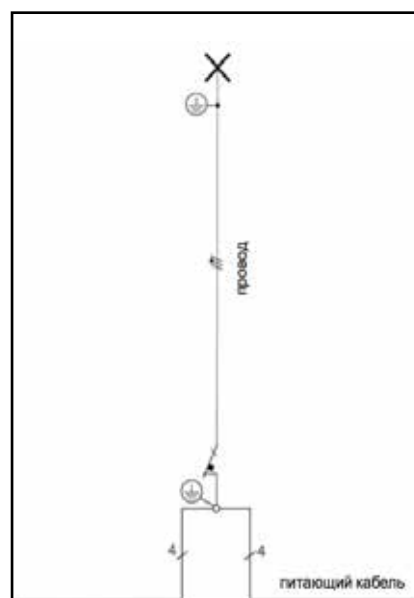
Joonis 74. Metallist valgustimasti juhtmete ühendamine.



Joonis 75. Valgustimasti ühendustarvikute sari (Ensto).



Joonis 76. Valgustimasti ühendustarvikud paigaldatuna masti ühenduskambrisse.



Joonis 77. Valgustimasti paigaldise ühendusskeem.

7. LIIKLUSMÄRKIDE VALGUSTUS

Liiklusmärke üldjuhul eraldi ei valgustata. On olemas kohti, kus liiklusmärkide valgustamine on vajalik, nagu näiteks:

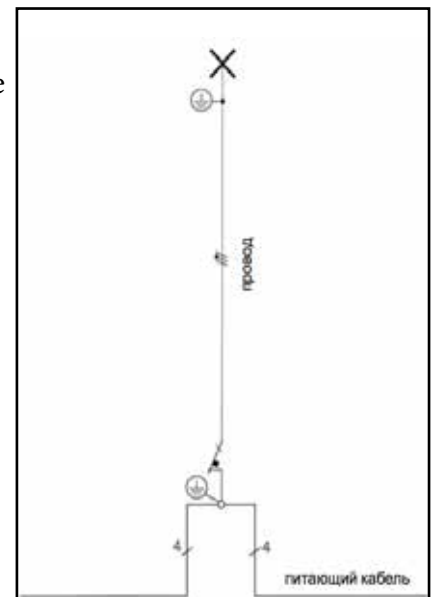
- tiheda liiklusega kiirteede ja maanteedel,
- teedel, kus valgustuse värviedastuse on halb (madalrõhunaatriumlampide korral),
- juhul kui liiklusmärgid asuvad sõidutee kohal.

Liiklusmärgivalgustus tuleb paigutada liiklusmärgist kõrgemale nii, et valgustus märgi pinnal on võimalikult ühtlane, kusjuures valgustus ei tohi häirida märgi tuvastamist päeval ajal ja valgus ei tohi olla üle märgi nähtav vastusuunas liiklejaile.

Metallist valgustimastid püstitatakse pinnasesse süvistatud metall- või betoonalusele (jalandile).

Valgustimasti mõõtmed määratakse kasutatava valgusti, valgusti välismõõtmete ja kaalu järgi. Konsooli pikkus määratakse sõltuvalt sellest, kui kaugel on mast sõiduraja servast.

Eraldi liiklusmärgivalgusteid üldjuhul enam ei kasutata, sest liiklusmärkide kattematerjalid on päeval ja öösel valgust peegeldavad.



Joonis 77 Liiklusmärkide
valgustus 80 .. 125 W.

8. TEE- JA VÄLISALAVALGUSTUSE HOOLDAMINE

8.1. Üldist

Valgustuse hooldamise eesmärk on tagada mõistlikku töömahuga piisav valgustustase.

Hooldustööd võib jaotada järgmisteks osadeks:
üksikhooldus,
rühmahooldus ehk süsteemne korraline hooldus,
rikete parandamine.

8.2. Üksikhooldustööd

Välisvalgustuse aastane põlemisaeg on u 4000 h, millest 75 % jaguneb perioodile septembrist kuni märtsini. Mai-, juuni- ja juulikuus on valgustus sisselülitatud tavaliselt alla 500 h, mistõttu sel ajal üksikhooldustöid üldjuhul rühmahooldustööde ja puhkuste perioodi tõttu ei tehta.

Üksikhooldusel vahetatakse lõpuni põlenud ja riknenud lambid ning tehakse valgustite väikseid parandustöid. Üksikhooldus põhineb valgustuse veateadetil või valgustuse kontrollimisel, mida tehakse 1 - 2 korda nädalas.

Üksikhooldusel asenduseks kasutatavad lambid on sageli rühmahooldusel välja vahetatud ja juba kasutuses olnud lambid.

8.3. Rühmahooldus

Rühmahooldus viiakse läbi kindla ajaperioodi (vahetusvälba) järel ning see hõlmab: lampide rühma- ehk tähtaegset vahetust, reflektorite vahetust ning pesu.

Lampide rühmavahetusvälbad on üldjuhul järgmised:

Elavhõbelampe soovitatakse vahetada rühmavahetusega iga 3 aasta järel; piiranguks on valgusti mustumine ja valgusvoo vähenemine.

Kõrgrõhunaatriumlampe soovitatakse vahetada rühmavahetusega iga 3 aasta järel; piiranguks on valgusti mustumine ja valgusvoo vähenemine.

Madalrõhunaatriumlampe soovitatakse vahetada rühmavahetusega iga 2 aasta järel.

Rühmavahetusel kasutatakse alati uusi lampe.

Üksikvahetusel kasutatakse uusi lampe 2 aastat pärast rühmavahetust ja 2 aasta järgselt rühmavahetusel kõrvale pandud paremaid kasutatud lampe.

Rühmavahetuste vahel viiakse vastavalt vajadusele läbi valgustite ja lampide puhastamine kogunenud mustusest.

Valgustite puhastamine

Järgmises tabelis on esiatud valgustite eri osade puhastamiseks soovitatavad ained ja menetlused. Nüüdisajal on sadaval erinevaid valmis eripuhastusainete pihusteid ja jms, mida vastavalt kasutusjuhendile saab kasutada ka valgustite puhastamiseks.

Tabel 9. Valgusti eri osade puhastamiseks soovitatavad ained ja menetlused (UT 1:88, tabel 1).

Pesemismenetlused	Anodeeritud reflektorid	Pulbervärvitud osad	Lakitud osad	Klaas-osad	Plast-osad
Sünteetiline pesuaine	x	x		x	
Seebilahus	x	x	x	x	x
Orgaaniline pesuaine		x		x	
Puhastuspasta	x				
Veega loputamine	x	x	x	x	x
Kuivatamine hõõrudes	x	x	x	x	
Kuivatamine vajutusega	x	x	x	x	x

Anodeeritud reflektorid ja muud alumiiniumpinnad

Puhastada saab sünteetilise pesuainega või lahjendatud seebilahusega. Tugevaid aluselisi pesuaineid ei tohi kasutada. Kulunud pindu võib töödelda anodeeritud alumiiniumi pesupastaga, mis sisaldab pinda mittekahjustavat abrasiivainet.

Plastkorpused ja -pinnad

Puhastada ei saa kuiva lapiga hõõrudes, kuna sellega plastil suureneb staatilise elektri laeng ning suureneb ka tolmu kogunemine. Pesemine tehakse sooja seebi- või pesuainelahusega, millele on lisatud plasti puhastamiseks väljatöötatud, vees lahustuvat tolmu kogunemist vähendavat ainet. Orgaanilisi puhastusaineid näiteks tärpentiini, ei saa kasutada plastide pesemiseks. Plastosad kuivatatakse pehme riidega kergete vajutustega ning vältides hõõrumist.

Pulbervärvitud pinnad

Pinnad puhastatakse seebi vesilahusega või sünteetilise pesuainega. Kulunud pindade leotuspesuks sobivad piirituslahus, lakibensiin, tärpentiin, õlivärvide lahusti, akna- ja autopesuained.

Klaaspinnad

Puhastatakse samuti nagu pulbervärvitud pindu.

8.4. Rikke parandamine

Valgustusvõrgus esinevad süsteemi toimimisel rikked, nt elektritoitega seotud rikked parandatakse kõigepealt. Üksikute lampide vahetamist üldjuhul ei tehta enne järgmist plaanitud hoolduskorda.

8.5. Hooldustööde turvalisus ohutus

8.5.1. Üldist

Valgustihoidus toimub maapinnast kõrgel, mis nõuab korrasolevaid abivahendeid personalitõstukeid vms, millega tööd saaks teha ohutult ja tõhusalt. Kokkupõrkeohututele puitmastidele ei saa pärast paigaldamist ronimisraudadega mastile toetudes ja samas masti vigastamata ronida. Kokkupõrkekindlaid maste peaks valgustusvõrgus olema võimalik selgelt ära tunda.

Lampide eemaldamisel valgustitest peavad töötajal käes olema kaitsekindad ja võimaluse korral ka näokaitse ja kaitseprillid. Pikalt käidus olnud lampide keere on kinni jäänud ja võimalik on ka lambi purunemine eemaldamisel.

Kasutatud lambid on probleemsed jäätmed ja nende jäätmekäitlusele tuleb järgida ametlikke ettekirjutusi ja ettevõtte erijuhiseid.

Hooldetöödel tuleb eriti arvesse võtta õhuliinipaigaldiste lähedal asuvate tööalade nõutavaid mõõtmeid (vt SFS 6002 lisa Y, tabel Y.1).

Valgustuse hooldust tehakse tavalist liiklust katkestamata, kusjuures piisav on liiklejate hoiatamine toimuvast. (Vt Tööohutuskeskus, Liikluse korraldamine võrgutööde ajal 2011).

8.5.2. Personalitõstukite kasutamine

Liiklusvalgustuse paigaldus, hooldus- ja remonditööd tehakse nüüdisajal mitmesuguste personalitõstukite või tõsteplatvormide abil.

Elektritöödel kasutatakse isikute tõstmiseks ka sõidukitele või kraanale kinnitatud tõstekorve ning ka spetsiaalseid tõstukautosid.

Isikute tõstmine tõstekorviga

Isikute tõstmisel tuleb arvestada valitsuse otsuse 793/1999 juhiseid ja määruseid.

Tõstekorviga võib isikuid tõsta juhul, kui arvestatakse järgmisi nõudeid:

Tõstetööde järelvalveisikul peavad olema ülesande täitmiseks piisavad tehnilised teadmised ja oskused tõsteseadmete kasutamiseks inimeste tõstmisel. Üldjuhul on tõstetööde järelvaatajaks töödejuhataja, kes on ka muidu vastutav nende tööde tegemise eest.

Tõsteseadmete kasutajal peab olema vähemalt 12 kuuline kogemus kasutatava tõstuki juhina ning teadmised isikute tõstmisega seotud tööde tegemiseks.

Inimestele ettenähtud tõstekorvides tohib tõsta ainult üle 18 aasta vanuseid isikuid, kellel pole niisuguseid haigusi ega kehalisi puudeid, mis võiksid ohustada töö turvalisust.

Kraanajuhtide koolituste ja inimeste tõstmise koolituste kohta tuleb pidada koolitusregistrit.

Inimeste tõstmiseks ettenähtud tõstekorvile tuleb teha kasutuselevõtukontroll. Kasutuselevõtukontrolli viib läbi volitatud asutus ja selle kohta tuleb pidada protokolliraamatut.

Enne tõstetööde alustamist peab tõstetööde järelvalvaja veenduma, et tõstemasina kasutuselevõtu kontroll on toimunud ja et tõstemasin on silmnähtavalt heas ettenähtud korras.

Enne tõstetööde alustamist peab tõstemasina juht läbi viima igapäevase ülevaatus, mille käigus kontrollitakse vaatlusega tõstuki ja korvi kandeseadmete korrasolekut ning katsetatakse tõstuki ja turvaseadmete toimimist.

Joonis 78. Valgustustöödeks sobiv tõstekorv-auto (Empower).



Isikute tõstmisel tõstekorviga tuleb arvestada järgmisi põhimõtteid:

Isikute tõstmine on lubatud vaid hea nähtavuse korral ja niisuguste tõsteseadmetega, mille korral ilmaolud, nt tuulekoormus ei põhjusta ohtu tööde läbiviimisele.

Tõstukijuhil ja korvis olev töötajal peab alati olema piisavalt võimalusi teineteisega suhtlemiseks. Juhul kui neil pole silmsidet, tuleb sidet pidada raadiotelefoniga või muul vastaval viisil.

Isikute tõstekorvi ei tohi kasutada kaupade tõstmiseks ning tõstukiga ei tohi inimestega koos tõsta muid koormusi. Korvis tohib siiski tõsta tööks vajaminevaid tarvikuid ja tööriistu, kui ei ületata korvile lubatud suurimat koormust ning ei kahjustata korvi vastupidavust. Tähelepanu tuleb pöörata, sellele, et töövahendid ja tarvikud ei ulatuks korvi piirdest väljapoole ja ei põhjusta ohtu.

Tõstekorvi viimist allpool töötavate inimeste kohale tuleb vältida ja korvi all olevat ala tuleb tõhusate vahenditega ära piirata, et juhuslikult korvist allakukkuvad esemed ei kukuks inimestele peale.

Tõsteseadme juht peab pidevalt jälgima korvi liikumist ja tõstetööde ajal ta ei tohi eemalduda tõstuki juhtpuldi juurest.

Tõstekorvis töötavad inimesed peavad alati kasutama rakmete tüüpi kukkumiskaitset, mille turvaköis peab olema alati kinnitatud korvis oleva kinnituskoha külge.

Korvis peab olema hädapidur. Korvist äratulekuks hädaolukorras, peaks seal olema ettenähtud näiteks vastav allalaskumisköis.

Tõstetööde järelvalvaja peab tõstetööde tegemise ajal olema inimeste tõstmisega seotud töökohas.

Inimeste tõstmine tõstukiga

Võrgutöödel kasutatakse üldjuhul veetavaid teleskoop tõstukeid. Tõstukid on ka elektri- või sisepõlemismootoriga käitatava ajamiga. Tõstmist saab juhtida tõstekorvist, mille korral eraldi tõsteseadmeid vedada pole vaja.

Inimeste tõstuki kasutajal peab olema piisav teadlikkus antud tõstuki kasutamisest ja vastava koolituse kohta on tehtud märge koolitusregistris. Kasutajal peab olema tööandja kirjalik luba inimeste tõstetööde tegemiseks.

Inimeste tõstukiga tõstmisel kehtivad samad ohutusnõuded nagu on eespool loetletud tõstekorvi kasutamise juhistes. Kukkumiskaitset tuleb alati kasutada. Rikkeolukorras tuleb tagada korvi alla laskmise võimalus.



Joonis 79. Kukkumiskaitse inimeste tõstekorvis (Empower).

8.5.3. Kokkupõrkeohutute puitmastide tuvastamine ja ronimispiirangud

Juhul kui teevalgustuse täiendamiseks või koos kasutatavate juhtide paigaldamiseks on oluline ronida enam kui viie külgneva masti otsa ja juhul kui ronimine ohustab maste, tuleks kasutada tõsteplatvormi (tõstelava). Valgustuse hooldust tuleks alati teha tõsteplatvormilt (tõstelavalt).



Joonis 80. Comwood liimpuitmast (Teevalgustuse/elektriala teatis nr 13, 1511. 2001 lk 3)



Joonis 81. Turvamast, õõnes (Teevalgustuse/elektriala teatis nr 13, 1511. 2001 lk 4)



Joonis 82. Saetud sektoritest mast (Teevalgustuse/elektriala teatis nr 13, 1511. 2001 lk 8)

Seest tühi või õõnestatud liimpuitmast, millele ei tohi ronida

Ronida võib kuni 10 aasta vanuste mastide otsa. Sellest vanemaid maste tuleb enne ronimist kontrollida. Enam kui 30 aasta vanuste mastide otsa ronida ei tohi.

Õõnsaks saetud materjalist valmistatud mast, millele ei tohi ronida.

8.5.4. Liikluskorraldus teevalgustuse hooldustööde ajal

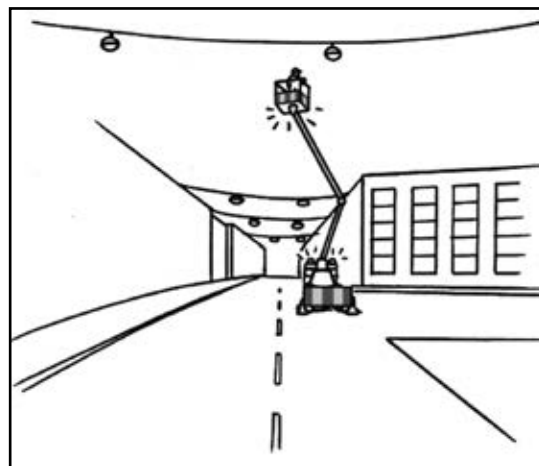
Järgnevalt on esitatud näited liikluskorraldusest teevalgustuse hooldustööde ajal. Hooldustööde allhankepingutes määratakse igal teeosal liikluskorralduse ulatus ja kokkupõrkekaitsenõuded.

Teealal töötajatel nõutakse Teeohutuse 1. pädevust.

Hoiatused:

Sõltuvalt nähtavusest kasutatakse lisaks teele paigaldatavaid hoiatusvahendeid.

Puna-kollased hoiatusvärvid auto taga ja töökorvil platvormil.



Joonis 83. Valgustuse hooldus asulates, kus suurim liiklemiskiirus on kuni 50 km/h (Liikluskorraldus võrgutööde ajal 2011, joonis A3).

Hoiatused:

Nähtavusoludest sõltuvalt kasutatakse lisaks teele paigaldatavaid hoiatustarvikuid või veetavaid hoiatusseadmeid.

Tiheda liiklusega teedel toimitakse vastavalt joonisele C2.

*Joonis 84. Valgustuse hooldamine väljapool asulat
(Liikluskorraldus võrgutööde ajal 2011, joonis B3).*



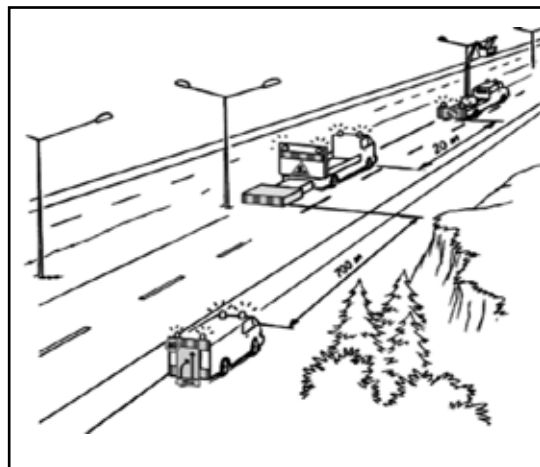
Hoiatused:

Hooldustöid ei tohi teha piiratud nähtavuse korral, libedate teeolude ega liikluse tipptundide ajal.

Tööde tegemisel tuleks erilist tähelepanu pöörata turvalisusele, erijuhitudel on vaja kasutada ka sõidukite peatumismärke.

Hoiatussiltidega turva-auto kokkupõrkekaitsevarustus.

*Joonis 85. Teevalgustuse hooldus kaheajalisel teel
(Liikluskorraldus võrgutööde ajal 2011, joonis C2).*



*Joonis 86. Kokkupõrkekaitsega varustatud turva-auto
(Empower)*

9. VALGUSTUSE KÄIDUKULUD

Liiklusvalgustuse käidukulude põhiosa moodustavad kulutused energiale. Kulutused energiale sõltuvad otseselt valgustuse sisselülitusajast. Paljudel juhtudel mõõdetakse valgustuse sisselülitusaega kasutustunniloenduriga

Väiksema osa käidukuludest moodustavad hoolduskulud, mis sõltuvad eelpool loetletud ülesannete täitmisest.

Õigesti ajastatud hoolduse korral saab valgustuse hoolduskulusid hoida mõistlikes piirides.

Loodusliku valguse muutumist järgiva valgustuse juhtimisega ja võimaliku pimendamisega öisel ajal, saab kulutusi energiale vähendada.

10. VÄLISVALGUTUSE REGULAARNE ÜLEVAATUS

10.1. Ülevaatus ajakava

Välisvalgustuse ülevaatusel hangitakse teavet valgustussüsteemi korrasoleku kohta ja seal toimunud muudatustest. Teavet kasutatakse hooldustööde plaanimisel ja realiseerimisel (vt Võrgueeskirj UT 4:91). Soovitatav ülevaatusperiood on kuus aastat. Samas täitub nõue jaotusvõrgu haldaja poolt tehtava korralise kontrolliperioodi tähtaeg.

Niisugune ajakava on sobiv ka töötavas valgustussüsteemis tehtud muudatuste avastamiseks.

10.2. Ülevaatus sisu

Kontrollimisel selgitatakse välja konstruktsioonide ja kaablivõrgu vananemisest ning muudest asjaoludest juhtuv omaduste halvenemine.

10.3. Ülevaatusega kontrollitavad kohad

Kontrollimisel tuleb tähelepanu pöörata vähemalt järgmistele asjaoludele:

Valgusti:

valgusti korrasolek,
kaitsekatte korrasolek,
kaitsekatte/reflektori puhtus,
valgusti kinnitus ja suund.

Mast ja muud konstruktsioonid:

masti püstisus,
valgustikonsooli kinnitus ja suund,
masti jalandi korrasolek,
puitmasti mädanevus või pehkivus,
metallmasti pinnakatte korrasolek,
metallmasti tüviosa korrosioon,
masti mehaanilised kahjustused,
kaablite ühenduskapi korrasolek ja kinnitus mastil,
Ühenduskambri kaane kinnitus metallmastile,
valgusti riputustrosside korrosioon ja kinnitused,
masti tugi või trosskinnitus harus,
maandusjuht, klemmid, kinnitus ja kaitse,
kaablid, kinnitus ja kaitse,
ühiskasutusmasti hoiatusmärgid ja -sildid.

Juht ja juhi ümbrus:

õhuliini ohutusvahemikud,
vaba ruum juhtide ümber, puuoksad,
õhuliini kinnitused ja pingsus,
õhuliini tähised.

Keskus:

väline kontroll: pinnakate, lukk, kinnituskonstruktsioonid, mehaanilised kahjustused,
sisemine kontroll: puhtus, aparaatide ja seadmete korrasolek, vooluahelate tähised,
puutekaitsed, liigvool.

10.4. Ülevaatus

Ülevaatus põhineb üldjuhul silmaga nähtavate kahjustuste avastamisel. Tõsisemaid menetlusi ja abivahendeid vajatakse siiski nt metallmastide tüveosade korrosiooni ja puitmastide pehkimise väljaselgitamiseks.

Ülevaatuse tulemused registreeritakse nt võrgueeskirja UT 4:91 lisa 3 vastav ülevaatuseeskiiri.

[illegible]

Joonis 87. Välisvalgustusvõrgu ülevaatuseskiri (UT 4:91, Liite 3).

LIIKLUSE VALGUSSIGNAALPAIGALDISED (VALGUSFOORID)

Selles raamatu osas kirjeldatakse liikluse signaalvalgustuse (valgusfooride) paigaldamise põhimõtteid. Raamatus kirjeldatakse, missugused liikluse signaalvalgustusseadmeid on olemas ja kuidas neid juhitakse. Valgusfooride paigaldamine algab paigaldusjooniste koostamisest, jätkub foorimastide püstitamise ja kaablite, andurite ja signaalitulede paigaldamise, juhtseadmete paigaldamise ning, kaablite ja liikluse signaalvalgustuskeskuse ühendamisega elektrivõrguga.

1. VALGUSFOORIDE PAIGALDUSPÕHIMÕTTED

1.1. Üldsätted

Valgusfooride kasutamist liikluse korraldamiseks reguleerivad Teede- ja sideministeeriumi määruse 1012/2001 sätteid:

„§ 1 Valgusfooride kasutamisel liikluse juhtimiseks liiklusseaduse (267/1981) paragrahv 2 järgi tuleb nimetatud teedel järgida käesoleva määruse sätteid.

§ 2. Valgusfoore tohib kasutada vaid teedel, kus suurim lubatud sõidukiirus on kuni 70 km tunnis.

§ 3 Enne valgusfoori paigaldamist ülekäiguraja ette, tuleb sellest avalikult teavitada nägemispuudega inimesi esindavat ühendust.

§ 4 Valgusfoorid tuleb vastavalt antud määruse sätetele paigutada nii, et need oleks võimalikult hästi märgatavad ja, et oleks selgelt näha, mis suunas liikluse juhtimiseks on mingi signaal ette nähtud. Valgusfoorid ei tohi halvendada olukorda ega põhjustada ohtu liikluses või põhjendamatuid takistusi teede hooldamisel.”

1.2. Valgusfooride paigaldamise põhimõtted

Signaalvalgustuse projekteerimise jaoks on Soome Maanteeamet avaldanud 2005. aastal juhised, Liikluse signaalvalgustuse projekteerimine, LIVASU, TIEH 2100040-05. Seda juhist on kasutatud alusmaterjalina käesoleva raamatu koostamisel, eelkõige liikluse signaalvalgustuse projekteerimise osas.

1.3. Valgusfooride juhtimise vajadus

Valgusfoorid ei ole alati universaalne lahendus liiklusvoo reguleerimiseks ja ohutuse parandamiseks, kuid valgusfooride kasutamise vajadus tuleb välja selgitada ja planeerida. Liikluse juhtimise vajadust valgusfooride abil mõjutavad kõige enam ristteedel liiklevate sõidukite ja jalakäijate arv, samuti aga ka liiklusohutusega seotud asjaolud.

1.4. Liikluskeskkond

Liikluskeskkonna moodustavad muuhulgas järgmised asjaolud:

- tee ristlõige ja geomeetrilised mõõtmed,
 - puude ja ehitiste asukoht,
 - kergliikluse korraldus,
 - maantee seotud seadmed nagu nt valgusfoorid.

Liikluskeskkonna otseste ja kaudsete mõjurite muutumine on praktiliselt lõputu protsess), kuid liikluskeskkonna võib liigitada klassidesse sõltuvalt põhilistest liikluskeskkonna mõjuritest.

Valgusfooridega liikluskeskkonda ilmestab hästi see, kui suured on kiiruspiirangud ja kuidas on korraldatud jalakäijate ja jalgratturite liiklemine. Nende mõjurite põhjal saab liikluskeskkonna liigitada tüüpkeskkondadeks.

Tabel 1. Tüüpilised liikluskeskkonnad (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 210040-05, tabel-1.1).

TÜÜPKESKKOND		
KLASS		Liikluskeskkonna omadused
A	I	Kõrgeklassiline peatee või -tänav piirkiirusega 70 km/h
		- suurim piirkiirus 80 km/h ja signaaltulede kohal 70 km/h
		- kergliiklus omaette radadel; sõidukite ristsuunaline liiklus eri tasanditel
		- nt kahe sõidureaga sissesõiduteed ja linnade ringteed
	II	Peatee või -tänav piirkiirusega 70 km/h
		- suurim piirkiirus 80 km/h ja signaaltulede kohal 70 km/h
		- kergliiklus omaette radadel; sõidukite ristsuunaline liiklus peateega eri tasanditel ja kõrvalteega samal tasandil
		- nt ringteed, übersõiduteed
B	III	Peatee või -tänav piirkiirusega 60 km/h
		- suurim piirkiirus 60 km/h
		- kergliiklus omaette radadel; sõidukite ristsuunaline liiklus samal tasandil
		- nt kaherealised peatänavad, sissesõiduteed
	IV	Peatee või -tänav piirkiirusega 50 km/h
		- suurim piirkiirus 50 km/h
		- kergliiklus omaette radadel; sõidukite ristsuunaline liiklus samal tasandil
		- mõned sissesõiduteed krundile
C	V	Kohalik tee või keskuses olev tänav
		- kiiruse piirang 40 – 50 km/h
		- kõnniteed, parkimine tänaval, palju sissesõiduteid kruntidele

1.5. Liikluse signaalvalgustuse projekteerimise lähtekohad

Liiklustee klass ja kiiruspiirang määratakse tee- ja tänavavõrgu projekteerimisel või projektijoonistega kaasasoleva liikluskorralduskavaga. See sõltub juurdesõiduteede vahekaugusest. Vanalinna piirkonnas, kus on vana tänavavõrk, sõltuvad tee klass ja kiirustase liituvate teede vahekaugusest ning tänava seisundist.

Signaalvalgustussüsteemi toimimist mõjutavad oluliselt ristuvate teede vahekaugused. Selle tõttu määratakse valgusfooride juhtimistase pärast seda, kui on vastu võetud otsus valgusfooridega ristteede asukoha ja arvu kohta. Peatee või peatänav liigeldavus ja liikluse sujuvus tagatakse valgusfooride omavahelise koostööga. Rohelise laine abil saab vähendada sõiduaega ja liiklusvoo katkestusi ning koos sellega kütuse kulu ja heitmete koguseid. Rohelise laine hea toimimise eelduseks on see, et kiirusepiirang vastaks ristmike vahekaugustele.

Tee või tänavalõigu foorisüsteemid jagunevad nelja klassi (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 210040-05, punkt 7B - 2) :

- A1 Valgusfooride lahusjuhtimine
- Ristuva tee valgusfoori talitlust ei seota teiste valgusfooride talitlusega.

- A2 Valgusfooride seotud lahusjuhtimine
Üldjuhul talitlevad signaaltuled omaette, kuid osaliselt sõltub nende talitus ka teiste lähedal asuvate valgusfooride talitlusest. Näiteks teave kaudu sõidukivoo lähenemisest.
- B1 Valgusfooride seotud rohelise lainega juhtimine tippliikluse ajal mõlemas sõidusuunas
Valgusfooride talitus seotakse lähedalasuvate fooride talitlusega. Liikluse tipptundidel saab peatee rohelist lainet korraldada liiklussagedusest sõltuva perioodiga mõlemas sõidusuunas. Muul ajal saab korraldada rahuldava rohelise laine liiklussagedusega kõige enam sobiva perioodiga. Liikluse seisukohalt vaadatuna eeldab rohelise laine korraldamine mõlemas sõidusuunas liiga pika perioodi kasutamist.
- B2 Valgusfooride seotud roheliste lainega juhtimine tippliikluse ajal põhiliikumissuunas
Tipptunni liiklussageduse eeldatava perioodi kestel tekitatakse roheline laine vaid põhiliikluse suunas. Muul ajal võidakse roheline laine tekitada mõlemas liiklemissuunas vastavalt liiklussagedusega sobiva perioodiga.
- B3 SYVARI – sünkroniseeritud liiklusfaasi juhtimine
SYVARI on uus meetod valgusfooride sünkroniseeritud juhtimiseks. See ühendab endas valgusfooride tavalise lahusjuhtimise ja tavalise sünkroniseeritud juhtimise omadusi. Selle meetodi tuumaks on lahus juhitud valgusfooride talitlused: suunapõhine juhtimine ja liiklusfaasi juhtimine. Traditsioonilise sünkroniseeritud juhtimise korral lülitatakse roheline tuli sisse ja kustutatakse vastavalt tsükliloenduri sekundinäidule. SYVARI puhul lülitatakse rohelise tule sisse- ja väljalülitamine tsükliloenduri järgi välja ja teostatakse lülitamist faasijuhtimise põhimõttel. Traditsioonilise lahusjuhtimisega võrreldes erineb SYVARI-juhtimine selle poolest, et liiklusfaas on sünkroniseeritud tsükliajaga. Kui ristmikul pole eelistusi, siis toimib SYVARIN liiklusfaasi juhtimine sarnaselt traditsioonilise valgusfooride sünkroniseeritud juhtimisega.

2. VALGUSFOORID

2.1. Üldsätted

Valgusfoorid on seadmekomplekt, mille signaaltulede abil liikluse signaalvalguskeskuses asuv programmeeritav kontrolleri juhivad liiklust. Kontrolleriid saavad sõidukite liiklusest teavet kas sõiduteele või valgusfooridele paigutatud anduritelt. Kontrolleriid võtavad nupplülitite sõnumina vastu signaale jalakäijate tänaväletussoovist ning annavad helisignaale nägemispuudega jalakäijatele. Valgusfoori seadmete üksikasjalikud kirjeldused on antud Soome Maanteeameti juhendis TIEH 2100040-05, millel põhineb ka järgmine tekst.

2.2. Foorisignaaliid

2.2.1. Foorisignaaliid piliid

Liiklust reguleerivas valgusfooris on kolm signaallampi: punane, kollane ja roheline, millest ülemine on punane ja alumine roheline. Erandjuhtumil, kui foori ei saa rakendada püstasendis, paigaldatakse see horisontaalselt nii, et punane lamp jääb vasakule ja roheline paremale.

Liiklust reguleeriva valgusfoori tuled vahelduvad järgmises järjestuses: punane, punane ja kollane samaaegselt, roheline, kollane ja punane. Valgusfoori signaaltuled on kas ümmargused või noolekujulised. Noolekujuliste signaaltuledega fooridel on rohelise tule kohal noolekujuline roheline signaaltuli, kuid punase ja kollase tule kohal on rohelise noole suunas osutavad musta piirjoonega nooled.

Jalakäijate fooridel on kaks signaaltuld. Ülemine signaaltule kohal on seisev jalakäija ja seda näidatakse ühtlase punase valgusega. Alumine signaaltuli näitab kõndivat jalakäijat ja seda näidatakse kas ühtlase või vilkuva rohelise valgusega.

Jalgratturitele ettenähtud fooridel on samuti nagu autoliikluses, kolm ümarat signaaltuld. Ülemise signaaltule ülaosas on valgustatud jalgratturi tunnus. Signaaltuled vahelduvad samuti nagu autoliikluses kasutatavatel fooridel.

Muudeks valgusfoorideks on veel ühe ja kahe signaaltulega autoliiklusfoorid ja raudteefoorid.

2.2.2. Autoliikluses kasutatavad foorid

Autoliiklust juhitakse põhifooridega ja vähesel määral ühe lisasektsiooni fooritulega.

Fooridega juhitava risttee korral on sõidukite kõik liiklemissuunad varustatud valgusfooriga. Nüüdisajal on olemas ka võimalus anda eriluba nn vabaks parempöördeks, mida fooriga juhtimine ei puuduta.

Peafoor näitab, kas ristteele sõitmine on lubatud. Peafoor näitab ka peatumiskoha, juhul kui see pole näidatud stoppjoonega. Stoppjoon peab olema enne valgusfoori ja foorist mitte kaugemal kui 5 m.

Peafoori asukoht valitakse järgmiselt:

Valgusfoor paigaldatakse enne ristmikku sinna saabuva fooriga juhitava sõidusuuna või sõiduraja ette tee paremale servale või sõiduraja kohale; peafoori ja juhitava liiklusuuna vahel ei tohiks olla ühtegi rada, mida fooriga ei juhita.

Kui liiklusuuna vasakpoolset liiklust juhitakse muust liiklusest erineval viisil, siis paigaldatakse valgusfoor tee vasakule servale või kaheajalise kahe sõidusuunaga tee



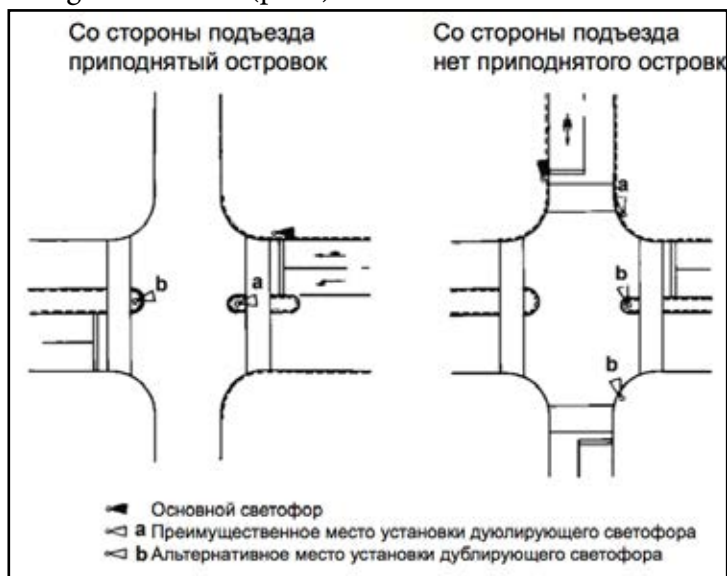
Joonis 1. Autoliikluses kasutatavad foorid (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 2100040-05, joonis 7F-1.1).

korral sõiduraja ohutussaarele või raja kohale.

Valgusfoor paigaldatakse liikluse kulgemise suunas vähemalt 1 meetri kaugusele ja mitte enam kui 5 meetri kaugusele stoppjoonest, kuid alati enne ülekäigurada.

Kordusfoori tähtsaim ülesanne on, et peafoori signaaltule muutumine roheliseks oleks nähtav peafoori või stoppjoone taha seisma jäänud sõidukijuhile. Kui sõidusuunas või selle osal on mitu sõidurada, on kordusfooride ülesandeks ka tagada valgusfoori nähtavus. Kordusfooride asukoht valitakse nii, et juhul kui signaaltuledele liginedes varjab teine sõiduk tema ees peafoori, näeb sõidukijuht kordusfoori. Juhul kui sõidusuunas või osasuunas pole väikest kordusfoori, paigaldatakse vähemalt üks kordusfoor vähemalt 2,5 m kaugusele peafoori järele.

Kordusfoor paigaldatakse tavaliselt enne ristmikku vastavalt joonisele 2, juhul kui selle nähtavus või paigaldamine teise foori kõrvale ei eelda muud asukohta. Väike kordusfoor paigaldatakse alati enne ristmikku kas peafoori või normaalmõõtmetega kordusfooriga sama masti (posti) otsa.

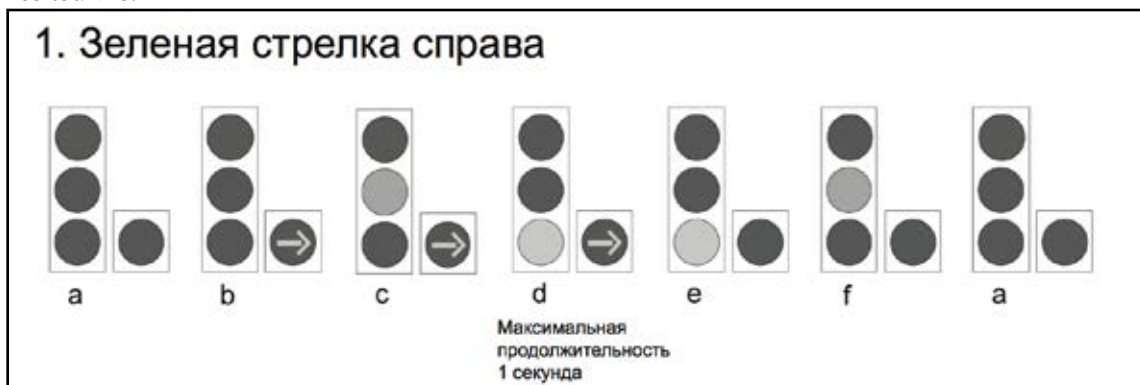


Joonis 2. Kordusfooride asukohad ristmikul (Liiklusvalgustuse projekteerimine, ТИЕВ 2100040-05, joonis 7F-1.4).

Nooltuledega foorid

Nooltuledega foore kasutatakse siis, kui ärapööravaid sõidusuundi juhitakse otsesuunast erineva foorirühmaga. Nooltuledega foori abil võib liiklust juhtida nii paremale kui vasakule. Otseliiklust nooltuledega foori abil ei juhita. Lisasektsioonidega foorid

Ühe või kahe signaaltulega lisasektsioone kasutatakse tavaliste kolme signaaltulega fooride kõrval. Lisasektsioonide abil saab parandada ristmiku läbilaskevõimet, siis kui mahapöörduvaile sõiduradadele saab näidata rohelist tuld enam kui ühes tsüklis.

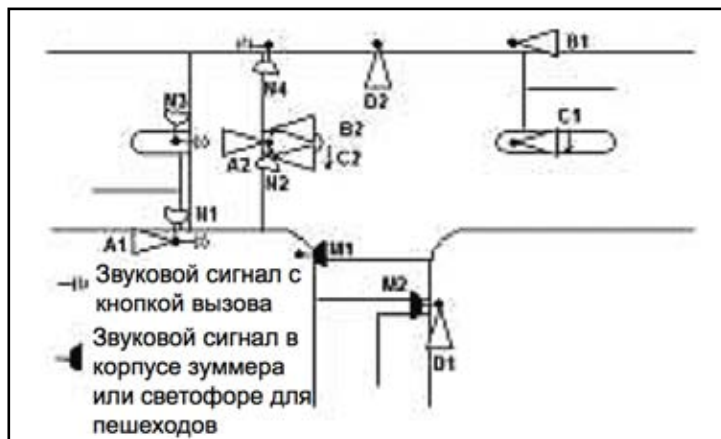


Joonis 3. Ühe signaaltulega lisasektsiooni kasutamine, eelis-roheline paremale (Liiklusvalgustuse projekteerimine, ТИЕВ 2100040-05, joonis 7F-1.6).

2.2.3. Jalakäijafoorid

Fooridega juhitalval ülekäigurajal kasutatakse jalakäijate foore. Ülekäigurajal peab mõlemas liiklussuunas olema vähemalt üks jalakäijate foor. Foor paigaldatakse liiklussuunas ülekäiguraja taha. Juhul kui ülekäigurada on ohutusaartega jagatud mitmesse ossa, juhatakse iga ülekäiguraja osa omaette fooriga.

Nägemispuudega inimeste jaoks paigaldatakse helisignaaliid nii, et ülekäiguradu või selle osa ületama hakanud nägemispuudega inimene kuuleb helisignaali sealtpoolt, kust sõidukid saabuval ülekäigurajale; tingimisel, et erinõuded, nagu masti paigutus kitsastes oludes, ei muuda olukorda. See on nn parema käe reegel (-juhtimine) (vt joonis 4.). Juhul kui ülekäigurajal ei ole surunuppe, võib helisignaaliid paigaldada eraldi kesta või jalakäijafooridega kokku.



Joonis 4. Helisignaali asukoht ülekäigurajal (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 2100040-05, joonis 7F-1.5).

2.2.4. Jalgrattafoorid

Jalgrattafoore ülekäiguradade liikluse juhtimisel tavaliselt ei kasutata. Foore võidakse kasutada näiteks siis, kui küsimuse all on eriline jalgrattatee või kui jalgrattatee teisel pool sõiduteed ei jätku ning jalgrattaliiklus suunatakse edasi sõiduteele. Jalgrattafoor paigaldatakse sõidusuunas tee paremale poole enne ülekäigurada. Kordusfoor pole tingimata vajalik, kui liikluse eriolud seda ei eelda.

2.2.5. Fooritulede ehitus

2.2.5.1. Fooride suurus ja kasutamine

Normaalsuurusega fooritule valgusava läbimõõt on $200 \text{ mm} \pm 10\%$. Suure foori puhul on valgusava läbimõõt $300 \text{ mm} \pm 10\%$. Jalakäijafoori valgusava läbimõõt on $200 \text{ mm} \pm 10\%$. Jalgrattafoori ja väikese kordusfoori on fooritule valgusava läbimõõt on $80 \text{ mm} \pm 10\%$ või $100 \text{ mm} \pm 10\%$.

Liikluses kasutatakse normaalmõõtmetega foore. Suuri, sõidukijuhtidele mõeldud foore võidakse erandjuhul kasutada kõrgeklassilistel teedel (kiirused $60 \dots 70 \text{ km/h}$) ülalasuvate fooridena.

Väikeseid kordusfoore kasutatakse linnasisestel tänavaristmikel, kus normaalmõõtmetega kordusfooride kasutamine nõuaks liiga palju fooriposte või kohtades, kus normaalsuurusega kordusfoori nähtavus pole sõidukijuhile, nt pimestava päikese tõttu, piisav.

2.2.5.2. Fooride lambid ja elektripaigaldised

Valgusfoori tuledena kasutatakse väikepingelisi ja madalpingelisi (230 V) hõõglampe või leedlampe. Ühel ja samal ristmikul tuleb kasutada samu lambitüüpe. Foorides tuleb kasutada spetsiaalselt fooride jaoks toodetud foorilampe.

Nüüdisajal toodetavad valgusfoorid on varustatud leedlampidega.

Valgusfoorid tuleb varustada piisavalt pika painduva ühenduskaabliga, et nende ühendamine foorimasti riviklemmidega oleks võimalik.

Valgusfoorid tuleb maandada vastavalt elektripaigaldiste standardi SFS 6000 nõuetele.

2.3. Foorimastid

2.3.1. Foorimastide pikkus ja kasutuskohad

Foorimasti tavaline pikkus on 4,5 m. Lühike foorimast on 4,0 m ja pikk foorimast 6 m pikkune. Eraldi surunupuposti pikkus on 1,8 m.

Lühikesi maste kasutatakse kohtades, kus enne ristmikku asetsev kordusfoor tuleb paigaldada normaalkõrgusest madalamale. Pikki maste kasutatakse siis, kui foor tuleb selle nähtavuse parandamiseks paigaldada normaalkõrgusest kõrgemale.

Valgusfoor asetatakse foorimasti otsa. Valgusti- ja portaalmasti kasutamisel paigaldatakse foor ristmikul foorimastile vastavale kõrgusele 4,0 või 4,5 m.

2.3.2. Foorimastide paigaldamine

Masti paigalduskoht määratakse järgmiselt:

Kaugus sõiduraja servast on 0,75 m, kui teel on äärekivid;

Kitsa kõnnitee puhul võib kaugus tee servast olla minimaalselt 0,5 m;

Kaugus äärekividega teeservast on 1,1 m, juhul kui mastidele paigaldatakse surunupud ja sõidurada on kergliiklusteest vaheeribaga eraldatud;

Kaugus teepeenra servast on 1,1 m, kui tee servas ei ole äärekive või tõkkeid;

Tõkete taga oleva masti kaugus tõketest on vähemalt 0,6 m;

Kaugus ülekäiguraja servast on 0,5 m.



Joonis 5. Masti asukohta ja foori suund (Maanteeameti juhised Ty12/233, osa).

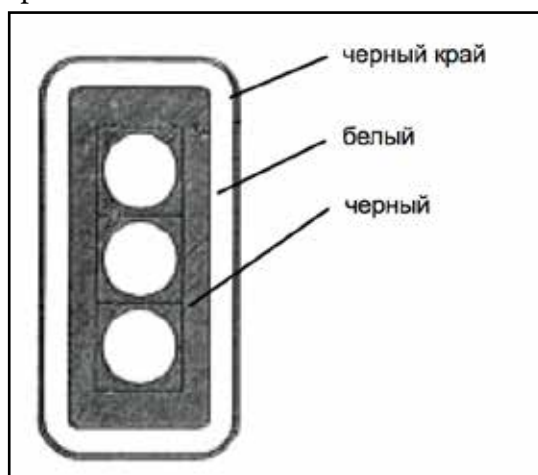
2.3.3. Sõidukifooride taustaplaadid

Fooritulede nähtavusel on suur tähtsus liikluse turvalisusele. Nähtavuse parandamiseks kasutatakse fooride taustaplaate. Taustaplaat lisab foori ja tausta vahelist kontrasti. Taustaplaatidena kasutatakse joonisele 6 vastavaid taustaplaate.

Sõiduraja kohal oleva foori korral kasutatakse taustaplaate. Lisaks kasutatakse taustaplaate peafoori ja stoppjoonel olevate kordusfooride korral siis, kui:

- 1) Lubatud kiirused on suuremad kui 50 km/h.
- 2) Kiirusepiirang on 50 km/h ja kui üksikud valgusfoorid, jalakäijafoorid, tee- ja tänavaosa esimesed foorituled pole nähtavad või kui tulede nähtavus ei ole piisav, nt madalalt paistva päikese tõttu.

Väikeste kordusfooride puhul taustaplaate ei kasutata.



Joonis 6. Sõidukifoori taustaplaat (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 2100040-05, joonis 7F-1.8).

2.4. Andurid

2.4.1. Üldist

Valgusfoorides kasutatakse liikuva või seisva sõiduki või jalakäija tuvastamiseks andureid. Anduri abil toimub foorirühma rohelse tule päring ja pikendamine. Anduri abil saab teostada ka kiiruse mõõtmist ja liiklussageduse uuringut.

Üldjuhul kasutatakse järgmisi andureid:

- silmusandurit,
- infrapunaandurit,
- radarandurit (Doppleri-radar),
- surunuppu,
- kaameratuvastust.

2.4.2. Silmusandur

Silmusandur moodustatakse teepinda paigaldatud juhikeerdudest moodustatud silmusest, silmuse ja aparatuuri vahelisest ühenduskaablist ja juhtseadmes olevast võimendus-muunduraparaadist.

Silmusandurid jaotatakse kolme rühma:

Kohaloluandur (lähioluanduri) ülesandeks on tuvastada stoppjoone ees peatunud sõidukid. Lähioluanduri kasutamine on paratamatu nende ristmike puhul, kus on üldine punase tule vaikesead. Lähioluandurina kasu-

tatakse nelja ja kaheksa sensoriga süsteeme. Juhul kui sõidusuunas ei ole liiklusvoo andureid, siis on parimaks lähiolunduriks kaheksa sensoriga süsteem, sest see suudab tuvastada mopeede ja mootorrattaid suurema tõenäosusega kui nelja sensoriga andurisüsteem.

Liiklusvoo anduri ülesandeks on tuvastada andurit ületav sõiduk

Muud andurid on põhianduri kombinatsioonid, nagu nt:

- ummikutuvastusandur,
- jalgrattaandur (kasutatakse anduripaari),
- autorongide andur,
- kiirusmõõteandur (kasutatakse anduripaari),
- bussandur (kasutatakse pikka silmust).



Joonis 7. Silmusandurid (Liiklusvalgustuse projekteerimine, TIEH 2100040-05, joonis 7F-2.1).

Pikkade autorongide andurina kasutatakse kahte sõidusuunaga risti asetatud ristkülikukujulist sensorit, mis paigaldatakse teineteisest u 10 m kaugusele. Arvutiprogrammiga määratakse tingimused, mille korral järjestikuliste sensorite signaali tõlgendatakse pika autorongi poolt tekitatud signaaliks.

Jalgrattaandur on valmistatud kahe ristkülikukujulise sensoripaari abil. Sensorid paigaldatakse sõidusuuna suhtes 45 ° nurga alla ja sõidusuunas teineteisest 20 cm kaugusele. Sensori pikkade külgede vahekaugus on 80 cm. Sensori suunatundlikkus põhineb sensorite tuvastusjärjekorral. Arvutiprogrammiga saab määrata, et üksnes soovitud sõidusuunas liikuva jalgratta mõjutavad valgusfoori tulede juhtimist.

Nelinurksete sensorpaaridega saab mõõta ka sõidukite liikumiskiirust. Sensori asukoht ja mõõtmed määratakse vastavalt kasutatavatele seadmetele.

Pikki nelinurkseid sensoreid võidakse kasutada ka bussanduritena. Nende abil saab piisava tõenäosusega eristada busse muudest sõidukitest.

Eritüüpi silmusandurite valikuks ja paigaldamiseks antakse liikluse signaalvalgustuse projekteerijatele järgmised andmed:

- tunnus,
- juhtmete tüüp,
- asukoht sõidurajal,
- pikkus ja mõõdud,
- paigaldusnurg sõidusuuna suhtes,
- mustrisügavus,
- juhtmestiku (pooli) keerdude arv,
- harukarp / süvise asukoht.

2.4.3. Infrapunaandurid ja radarid

Infrapunaandurite talitus põhineb koha soojuskiirguse muutumise tuvastamisel. Valgusfooride juhtimisel on infrapunaandurite kasutusala kitsas. Infrapunaandurite kasutusvõimalusi piirab nende tundlikkus ümbrusolude suhtes, nt lumi või mustus anduri avas, sõidukite poolt põhjustatud sooja õhu vool vms, võivad põhjustada anduri väärtalitlust.

Juhul kui infrapunaandurilt soovitakse eraldi signaale eri sõiduradade liiklusvoo kohta, ei saa andurit suunata paigaldusmastist kaugemale kui 10 m.

Radarandurite talitus põhineb anduri poolt saadetava mikrolainekiirguse lainepikkuse muutumisel selle peegeldumisel liikuvalt objektilt. Radarandurite kasutusala on lai ja need tuvastavad valgusvihu suunas liikuvad objektid. Radarandureid võib kasutada vaid, juhul kui anduri poolt tuvastatavatelt radadelt väljapoole ulatuva valgusvihu osa saab suunata alale, kus ei ole tuvastatavas suunas kulgevat liiklust.

Radarandureid on kõige parem kasutada sõidukite tuvastamiseks tiheda liiklusega sõidusuuna laial alal.

Võrreldes infrapuna- ja radaranduritega, sobivad silmusandureid oma talitusomadustelt paremini fooritulede juhtimiseks. Infrapuna- ja radarandurite eeliseks võrreldes silmusanduritega on see, et nad asuvad väljapool sõidurada, mistõttu:

- anduri ehitamine ja hooldamine- on lihtsamad, sest töid pole vaja teha sõidurajal,
- andurid ei saa kahjustatud sõidurajal tehtavate kaevetööde või pinnakatte riknemise tõttu,
- andurite talitus ei sõltu teepinna paksusest ega korrasolekust.

2.4.4. Surunupp

Surunupuga saab jalakäija tellida omale fooriga juhitava ülekäigurajal rohelise tule.

Surunupul on tavaliselt olemas ka valgussignaal, mis näitab kas jalakäija tellimus võeti vastu. Nägemispuudega inimeste jaoks ettenähtud helisignaali allikas paigaldatakse üldjuhul surunupuga samasse kesta.

2.5. Juhtseadmed

2.5.1. Üldist

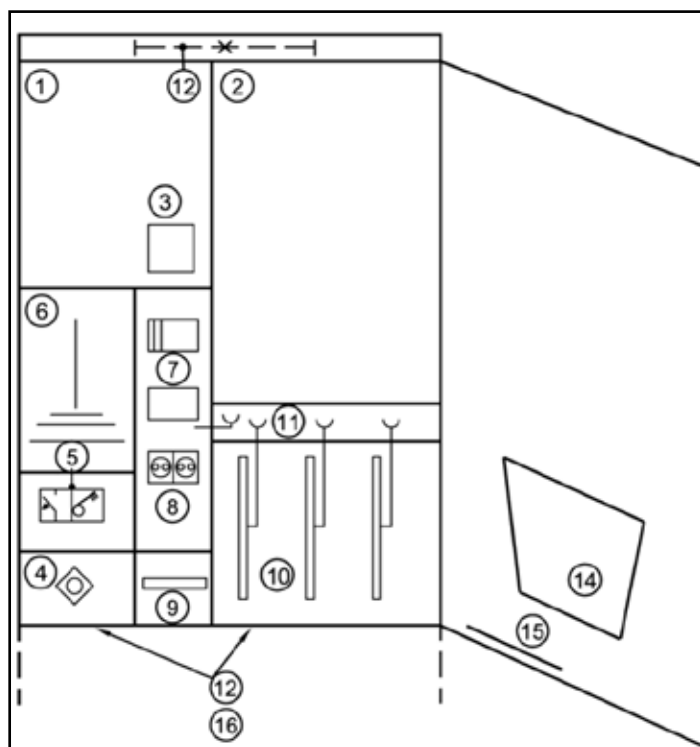
Valgusfooride juhtimine toimub ristmikul oleva juhtplokiga, mis koosneb seadmekapist ja seadmetest. Kõik ristmiku liikluse juhtimisega seotud toimingud on programmeeritud juhtseadmesse. Juhtseadmele esitatavad tehnilised ja funktsionaalsed nõuded on esitatud dokumendis „Teeehitustööde üldised kvaliteedinõuded ja töökirjeldused“, Valgusfoorid (TIEH 2200025-04).

2.5.2. Seadmekapp

Seadmekapp on üldjuhul terasplekist valmistatud kaablijaotuskapi taoline erikapp. Kapi ukSED on avatavad nii, et kogu juhtseadmestik oleks nähtaval. Kapi uste lukustuselt nõutakse, et sulgemisel ukSED riivistuksid keskelt ning ka üla- ja alaservast. Lisaks peab kapis olema lukustuse käsijuhtimiseseade.

Joonisel 8 on näidatud:

- andmeside,
- loogika,
- kohtjuhtimislüliti,
- faasijuhtide klemmid ja elektrivõrguettevõtte liitumisjuht,
- peasulavkaitse ja pealüliti,
- kWh-arvesti,
- rühmade liinikaitselülitid,
- hooldustööde pistikupesad,
- maanduslattu,
- võrgukaablite juhi ristlõikele vastavad vedruklemmid 230 V madalpingele,
- kiirühendused loogikaseadmetele,
- kaablite tihendatud läbiviiguavad,
- teisaldatav töövalgusti,
- jooniste tasku,
- õhutusava,
- kapi alus.



Joonis 8. Seadmekapi seadmete paigutusjoonis
(Maanteeamet, TY12/227).

2.5.3. Juhtimisseadmed

2.5.3.1. Üldist

Juhtseadmed peavad vastama standardis SFS-EN 12675 „Fooritulede juhtseade, nõuded talitlusele, esitatud nõuetele“.

2.5.3.2. Juhtimisviisid

Ajastamine ja ümberlülitusajad

Tulede juhtimine peab olema foorirühmade kaupa. Iga foorirühma rohelise, kollase ja punase foori aegasid saab muuta sõltumata muude foorirühmade ajastusest. Lülitusprogrammi seadistusviga 0...20 sekundise lülitustsükli korral peaks olema alla 0,2 sekundi ja muudel juhtudel mitte üle 1 sekundi.

Rakendumisviivitus (ajavahemik alates anduri tuvastussignaalist, kuni selle põhjal foorile antava juhtimiskäsuni) võib olla kuni 0,5 sekundit.

Sõidukirühmade vahetumisajad peaksid olema:

- punane-kollane 1,5 s (säte 1...1,5 s). Punase-kollase vaikeväärtus on 1 s;
- kollase säte 1...10 s. Üldjuhul kasutatakse kindla kestusega kollast 3 – 4 s. Võib olla ka muudetav aeg vahemikus 3 – 4 s.

Helisignaali sätted peaksid olema üldjuhul samad kui vastaval jalakäijafooril või vastama projektile.

Kui projektis pole määratud teisiti, on punase tule minimaalne kestus 2 sekundit.

Juhtseadme programmeerimine

Juhtseadme teatud liiklustehnilisi parameetreid saab programmeerida kasutaja puldilt. Ekraanilt peab olema võimalik lugeda ka seadme tööprogramme. Volitamata programmeerimine tuleb tõkestada tarkvaraliste blokeeringutega. Samuti tuleb tõkestada volitamata ligipääs etherneti-pordile ehk võrgupordile (väratile). Väikeste muudatuste tegemine peaks olema võimalik ilma talitlust katkestamata.

Juhtimiseks on kasutusel järgmised programmeerimisvõimalused:

- 4 eraldi juhtprogrammi, sh vähemalt 8 etappi;
- 8 seotud juhtprogrammi, programmipõhine juhtimine etapijärjestusega;
- Foorirühmade programmijuhtimine vastavalt Maanteeameti tüüpjoonisele Ty12/251...252;
- Andurite signaalidel põhinev loogiline juhtimine vastavalt Maanteeameti tüüpjoonisele Ty12/253;
- Liikluse tehniline eriprogrammeerimine vastavalt Maanteeameti tüüpjoonisele Ty12/254;
- Programmide vaheldumine- ja talitluse/fooritulede aegjuhtimistabel.

Talitluse/signaaltulede sisse ja väljalülitamine

Projekti ulatuses võib seadmeid lülitada talitlusse/signaaltuled sisse/talitlusest välja liiklusandmete põhjal ja/või aegjuhtimisega programmkella abil.

Näiteks, talitluse katkestuse järel tuleb foorituled sisse lülitada juhtumipõhiselt valitud aja kestel pärast vilkuvat kollast tuld.

Normaaltalitluses kollase vilkuva või täielikult kustunud tuledega foori korral tuleb üldjuhul toimida järgmiselt:

- kui liiluse peasuunas põleb roheline foorituli, tuleb foori juhtimisega muuta foorituli kohe vilkuvkollaseks või kustutada;
- kui liikluse peasuunas roheline foorituli ei põle, tuleb foori juhtimisega võimalikult ruttu üle minna tulede aegreguleerimise olekusse, mille korral kõik foorirühmad on punased.

Rikke tuvastamisel seadmetes ja käsijuhtimisel minnakse kohe kollasesse vilkuvasse või kustunud olekusse.

Programmi muutmine

Programmivahetuspunktid näidatakse ära projektis. Koos programmivahetusega võidakse mööda minna ka ooteaja kontrollist.

Kalenderjuhtimine

Kellaga juhitud programmivalik peab olema klaviatuurilt programmeeritav. Programmi ajaline täpsus peaks olema umbes 10 min. Eri nädalapäevade jaoks peab olema võimalik programmeerida ajakava nii, et päevad saaks jagada vähemalt viide rühma.

Sundjuhtimine

Kaugjuhitav sundjuhtimine (nt tuletõrje läbipääsu juhtimine) peab olema võimalik. Sundjuhtimine on vilkuv kollane ning teatud foorirühmade üleminek pidevale rohelisele tulele. Sundjuhtimine peaks minema üle normaaltalitlusega kaugjuhtimisele ja aegjuhtimisele. Sundjuhtimise vajadus ja normaaljuhtimisele üleminek esitatakse projektis. Nüüdisajal kasutatakse normaaljuhtimispaigaldistes vilkuva kollase asemel "sundrohelist".

Varuprogramm

Vajadusel (nt juhul kui lumi ja jää häirivad andurite talitlust) peab liiteseadmes olema võimalik valida käsitsi või automaatselt varuprogrammi.

Niisuguseid varuprogramme kasutatakse nüüdisajal vaid vähestes kohtades. Nõudeks seda nüüdisajal enam ei loeta.

Katsetamine

Juhtseade peab võimaldama käidukatsetusi. Käidukatsetuste ajal peavad seadmed ja signaallambid talitlema normaalselt, kuid foorituled ei põle.

Juhtimine anduri vea korral

Anduris esinevate häirete (nt andur on kulunud, rikkis) korral tuleb muude foorirühmade normaaltalitluse korral saada foorirühmade anduriga juhtimisel maksimaalse kestusega roheline tuli. Anduri riket saab sel juhul käsitleda kestvaks vahemiku- ja pikenduspäringuks. Erandid näidatakse projektis.

Surunuppude talitus

Surunuppude karbil olev signaallamp peab süttima pärast päringu registreerimist. Signaallamp peab süttima kõigil neil ülekäiguradadel või ülekäiguradade osadel, mille foorituled muutuvad roheliseks ilma, et sealt otsest päringut oleks tulnud, nt sundpäringu tõttu, s.t teise ülekäiguraja surunupu või sõidukifoori päringu tõttu. Erandid on näidatud projektis.

Juhtimisviiside eelistused

Erinevate juhtimisviiside eelistuste rida on järgmine:

1. vilkuv kollane
2. käsijuhtimine
3. sundjuhtimine
4. aegjuhtimine
5. liiklusjuhtimine

Erinevate juhtseadmete eelistuste rida peab olema järgmine:

1. ühendusaparatuur,
2. peajuhtimiskeskus/juhtimiskeskus.

2.5.3.3. Kontrollseadmed ja signaallambid

Käidulülitid

Lülitusseadmete hulgas peaks olema vähemalt järgmised käidulülitid:

- 1) Lüliti/lülitid, millega saab valida:
 - pimedatele mõeldud juhtsignaalid
 - vilkuv kollane
 - normaaltalitus (keskjuhtimine/erijuhtimine ja muud võimalikud juhtimisviisid mida saab valida programmjuhtimisseadmega)
- 2) Lülitid vms, millega saab kunstlikult tekitada signaale, nt andurite või surunupu päringu või ajavälba pikenduse signaale

Käsijuhtimislülite vajadus ja peajuhtimisseadme käidulülitid näidatakse ära projektis.

Signaallambid

Liiteseadmes peavad olema signaallambid, millelt on näha fooritulede juhtimise olek:

1. Fooritulede talitlushäire korral vilkuva või kustunud olekuga.
2. Fooritulede signaallambid (roheline, kollane ja punane), mis näitavad iga juhitava foorirühma tulesid.

3. Foorirühmade juhtimissignaali signaallambid, mis annavad iga foorirühma talitluse kohta järgmist infot:
 - Rohelise ajal: minimaalse kestusega rohelise tule või pikema ajavälbaga rohelise tule korral;
 - Punase ajal: tellitud rohelise tule päringu või järgmise tsükli rühma korral;
 - Rohelise ja punase ajal: foorirühm puhkerežiimis;
4. Andurite (silmused, surunupud, infrapunaandurid jne) olekunäitude lambid, mis teavitavad kas andur on aktiivses või passiivses olekus.
5. Eritalitluse aktiveeritud või passiivse oleku signaallambid. Nende näitude otstarve esitatakse projektis.
6. Keskjuhtimise, erijuhtimise ja kasutusel oleva programmi signaallambid.

Rikketuvastus

Liiteseadmes peab rikete tuvastamiseks olema kontrollisüsteem ja järgmised talitluse järelvalvetoimingud:

1. Punaste fooritulede talitlusjärelvalve. Kasutada saab kahte järelvalvelülitust. Kui projektis pole sätestatud teisiti, toimub peafoori tulede järelvalve eraldi muude foorirühmade järelvalvest, kusjuures muid foorirühmi valvatakse koos. Üldjuhul lülitatakse rühma punased foorituled ridamisi samal hetkel ja järelvalve toimub voolu tuvastamisega (sõidurea kohal olevaid fooritulesid üldjuhul ei valvata). Vea lokaliseerimiseks peab seadmes olema süsteem, millega saab tuvastada missuguses järelvalvatavas lülituses viga on tekkinud.
2. Kokkupõrkeohtlike foorirühmade roheliste fooritulede järelvalve. Nüüdisajal valvatakse ka kollaseid fooritulesid.
3. Ajaliste turvavahemike (turvavälpade) järelvalve.
4. Juhtimisaja või maksimaalse tsükliaja järelvalve (hoolimata foorirühma rohelise tule päringust ei hakka foorituli teatud aja kestel põlema).
5. Puuduva andurisignaali järelvalve. Jälgitakse kavandatud maksimaalset ajavahemikku, mil andurilt ei ole tulnud ühtegi impulssi. Järelvalve selgitab projektis näidatud anduri ja kellaaja.
6. Pidevalt kestva andurisignaali järelvalve. Jälgitakse kavandatud maksimaalset ajavahemikku, mil anduri sensor on pidevalt hõivatud (rakendunud).

Järelvalve peab hõlmama ka võimalikke helisignaale.

Loetelu punktide 1 ja 2 järelvalve toimib voolu tuvastamise põhimõttel või mõnel muul rakendataval viisil. Punktides 1...4 loetletud häiringute ning muude tõsiste häiringute ja rikete ilmnemisel tuleb foorituled lülitada vilkuvasse talitlusse.

Punktis 5 osutatud häiringu ilmnemisel tuleb anduri poolt juhitud foorirühm viia pidevale rohelise tule päringule ja pikendada maksimaalset ajavahemikku, tingimusel, et projektis pole ette nähtud muid toiminguid.

Punktides 1...6 loetletud häiringute korral tuleb liiteseadmest anda häiresignaal (väljapoolt nähtav häire), mis vastavalt projektile edastatakse kas peajuhtarvutile või valvekeskusele.

2.5.3.4. Andurite talitus

Andur koosneb sõltuvalt tehnilisest lahendusest üldjuhul sensorist, ühenduskaablist ja sensori signaali tuvastavast signaaluundurist. Sensoriks on tavaliselt silmus, surunupp või infrapunasensor.

Andurisignaali töötlemise loogika on juhtprogrammi osa, milles töödeldakse andurist tulevaid impulsse nii, et väljundit saaks soovitud viisil kasutada foorirühma juhtimiseks.

Induktiivse anduri tundlikkust peab olema võimalik tasakaalustuvalt seadistada nii kiire liikumise (vaid 2 s) kui ka aeglase liikumiseks (reguleeritav 5...30 min) tuvastamiseks.

Induktiivse anduri tundlikkust peab olema võimalik sättida nii, et sensori sobiva silmusega saaks tuvastada järg-

misi sõidukeid (soovitud tundlikkus näidatakse ära projektis):

- kõik sõidukid, välja arvatud jalgrattad,
- eriti jalgrattad, kuid ka muud sõidukid,
- üksnes autobussid.

Andur peab edastama signaali kiirusega 5...90 km/h sõitvate sõidukite korral, kui sensori silmus on 10 cm sügavusel teepinnast.

Anduriloogika nõutavad talitlustingimused on esitatud Soome Maanteeameti tüüpjoonisel Ty12/253.

Juhtseadmes peab olema ka võimalus salvestada üksikute andurite kaupa liiklussageduse andmeid. Andmed edastatakse keskarvutisse (serverisse).

2.5.3.5. Iseseisvalt talitlevad juhtseadmed

Iseseisvalt talitleva juhtseadme põhitalitluseks peab olema liikluse täielik juhtimine sõidukiandurite ja surunupude abil. Muud vajalikud või erandlikud juhtimisviisid tuleb ära näidata projektis.

Juhtimine peab toimima foorirühmade kaupa rühmajuhtimise põhimõttel (osasõidusuunad ja ülekäigurajad). Projektis näidatakse ära foorirühmad, nendest moodustatavad pea- ja vaheetapid ning muud juhtimistoimingud. Üldjuhul saab rohelise tule esile tuua vaid rühma oma päringuga. Projektis näidatakse ära ka muud rohelise tule päringusisendid.

Eri rühmade rohelise tule algus ja lõpp peavad vastama, mitte ainult turvavälpadele, vaid need sõltuvad ka muudest programmistest asjaoludest.

Foorirühmade nõutav talitus on esitatud Soome Maanteeameti tüüpjoonistel Ty12/251, 252 ja 254).

Juhtimise võimalik eripära (nt ühistranspordi eelistamine, nn liikluseelistused jne) näidatakse ära projektis.

2.5.3.6. Keskjuhtimine

Peajuhtimiskeskus koordineerib liiteseadmete tööd ja jälgib nende talitlust. Juhtseade juhib programmide valikut ja vahetust. Keskjuhtimise korral on liiteseadmete talitus allutatud keskjuhtimisseadmele või juhtimiskeskusele. Juhtseadmed tagavad tsükliaja seadme tasandil.

Programmivahetus peab toimuma võimalikult ruttu pärast programmivahetuskäsu saabumist. Programm tuleb vahetada sujuvalt ilma asjatute viivitusteta. Programmivahetuse ajal ei saa vähendada eri rühmadele määratud minimaalse kestusega rohelise tule või turvavälpade kestusi. Programmivahetus ei tohi sõltuda eri programmide alguspunktide vastastikkusest suhtest.

Projektist on näha liiteseadme juhtimisviisi keskjuhtimise puudumisel, nt rikke tagajärjel. Suures juhtimiskeskuses (nt liiklusfooride juhtarvutis) koostatakse eriplaan.

2.5.3.7. Andmeedastus

Juhtimissüsteemis (juhtimiskeskus/juhtseade) peab olema alarmisignaali edastamine kas releeväljundi või andmeväljundi kaudu.

Releeväljund on releede sulgekontaktide kaudu riviklemmidele koondatud ja iga häire jaoks eraldi edastatav rööpsignaali.

Andmeväljundiks on Ethernet siin ja võimalik teabeedastus eri seadmete ja seadmetüüpide vahel. Väljundites tuleb kasutada ühesuguseid andmesideprotokolle ja programmeerimiskeeli.

Informatsioon, mis saadetakse välja või võetakse vastu jadavärati kaudu, tuleb alati üksikasjalikult bititasemel registreerida vastavalt andmevormingule.

3. VALGUSFOORIDE PAIGALDAMINE

3.1. Joonised

3.1.1. Ehitaja poolt koostatavad dokumendid

Ehitusprojekti dokumendid on:

- Töökoha tööde kirjeldus.
- Üldised kvaliteedinõuded ja tööde kirjeldused.
- Projektijoonised:
 - projekti kaart, millel on näidatud juhtseadmete asukoht, kaablite trassid ja liitumispunkt elektrivõrguga,
 - ajakavad ja koostejoonised,
 - muud joonised.
- Tööde loetelu.
- Tüüpjoonised.

3.1.2. Seadmete tarnija poolt koostatavad tööjoonised

Tööjooniste hulka kuuluvad:

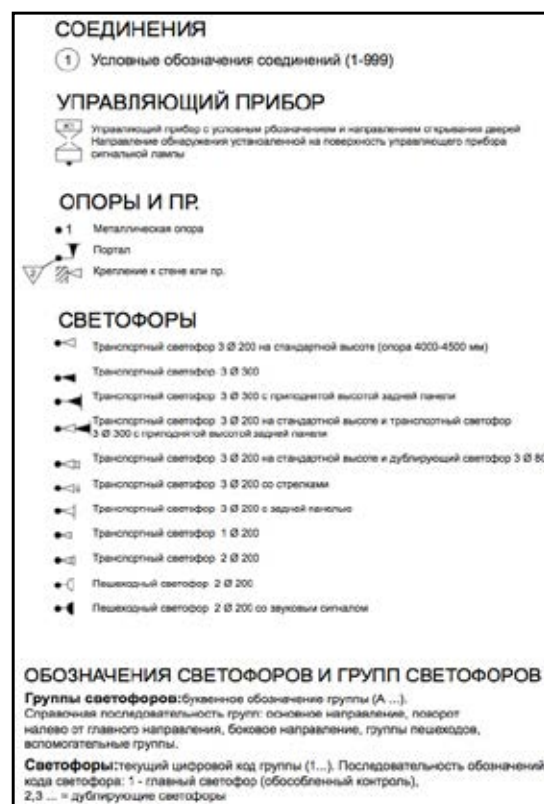
- juhtseadmete (kappide, fooritulede jne.) ehituslikud tööjoonised,
- juhtplokkide loetelu ja üksikseadmete paigaldusskeemid,
- seadmete käiduks vajalikud funktsionaalskeemid ja seadmete talitluse kirjeldused,
- lülitusskeemid ja/või -loetelud,
- paigaldusjoonised,
- täielikud programmeerimisdokumendid

Seadmete tarnija peab säilitama teabe info koos juhtseadmega tarnitavate esialgsete programmide ja tehtud programmimuudatuste kohta vähemalt 15 aastat.

3.1.3. Projektikaardi tingmärgid

Projektikaardil kasutatakse Soome Maanteeameti tüüpjoonise dokumendile Ty12/201 „Valgusfooride tingmärgid“, 2.3.2004 vastavaid tingmärke.

*Joonis 9. Valgusfooride tingmärgid 1
(Soome Maanteeamet Ty12/201).*



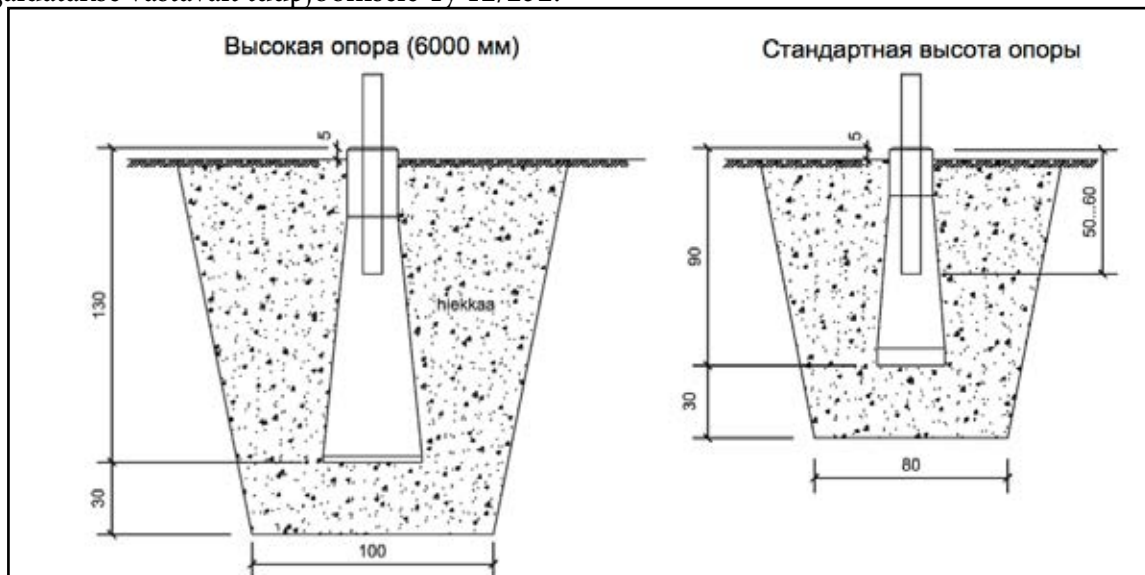


Joonis 10. Valgusfooride tingmärgid 2
(Soome Maanteeamet Ty12/201).

3.2. Mastide püstitamine ja paigaldamine

3.2.1. Mastide püstitamine

Mast paigaldatakse vastavalt projektikaardile ja tüüpjoonisele Ty 12/233 kuni 10 cm lubatava asukohaveaga. Masti jaland paigaldatakse vastavalt tüüpjoonisele Ty 12/232.



Joonis 11. Foorimasti püstitamine (Soome Maanteeamet Ty12/232).

Paigaldussüvend kaevatakse nii järskude nõlvadega kui see on võimalik pinnase ja tööturvalisuse seisukohalt. Süvendi kohal olevad kivid kaevatakse välja. Juhul kui auku põhjas on kivi (kalju), tuleb kalju pealispind enne paigaldusjoonisele vastavate tööde tegemist täita killustikuga ja siluda kruusaga.

Pärast jalandi paigaldamist täidetakse süvend jämeda liivaga või külmumata kivideta pinnasega, tihendades pinnast 30 cm paksuste kihtidena.

Masti kaldumisohu tõttu tohib masti kinnitada jalandile alles pärast paigaldussüvendi täitmist.

3.2.2. Masti püstitamine

Mast paigaldatakse kindlalt jalandile nii, et kaablid ei saaks kahjustada ega jääks mehaanilise pinge alla. Üldiselt võib kaableid paigaldada alles pärast mastide paigaldamist. Masti ühendusava tuleb suunistada nii, et seda ei tabaks veepritsmed ja nii et see ei jääks paigaldatava liiklusemärgi alla.

3.3. Juhtkapi jalandi paigaldamine

Juhtseadmete kapile tagatakse koht hoolduspinnal, mis on u 2 m laiune ja u 10 m pikkune ala. Sellel pinnal peab olema koht hooldameeskonna autole.

Juhtimiskapi jaoks paigaldatakse kapi jaland samuti nagu kaablijaotuskappidele.

3.4. Kaablite paigaldamine

3.4.1. Kaablitele esitatavad nõuded

Soome Maanteeameti Ty 12/225, 2.3.2004 juhistes esitatakse liikluse signaalvalguspaigaldiste kaablitele järgmised nõuded ja soovitusel.

Ringkaablid

Ringkaabel on valgusfooride maste jadamisi ühendav juhtimiskaabel.

Nõuded

Juht: lõõmutatud vask

Isolatsioon: PVC

Mantel: must PVC-plast

Kaablitüübid: MCMO 12 x 1,5, MCMO 27 x 1,5, MCMO 37 x 1,5

Seadmetevaheline ühenduskaabel

Nõuded

Juht: lõõmutatud vaskjuhe, läbimõõt $\geq 0,5$ mm

Isolatsioon: PE-plast

Rühmad: kaks paariks kokkukeeratud juhti

Mantel: PE-plast

Kaablitüübid: WMOHBU 10 x 2 x 0,5, 20 x 2 x 0,5, 50 x 2 x 0,5

Silmuskaabel

Silmuskaabel paigaldatakse juhtimise eesmärgil sõidukeid tuvastava sensorina asfaldisse sisselõigatud uurdesse.

Nõuded:

Juht: tinakattega painduv vaskjuht ristlõikepinnaga 1,5...2,5 mm²

Isolatsioon: EPDM-kumm, nimipinge 75 V

Mantel: PCP-kumm, mis on mineraalõli toimele sama vastupidav kui kuumale bituumenile, mille temperatuur on u 180...200 C°

Kaablitüübid: UIC 1 x 2,5, PULS 1 x 2

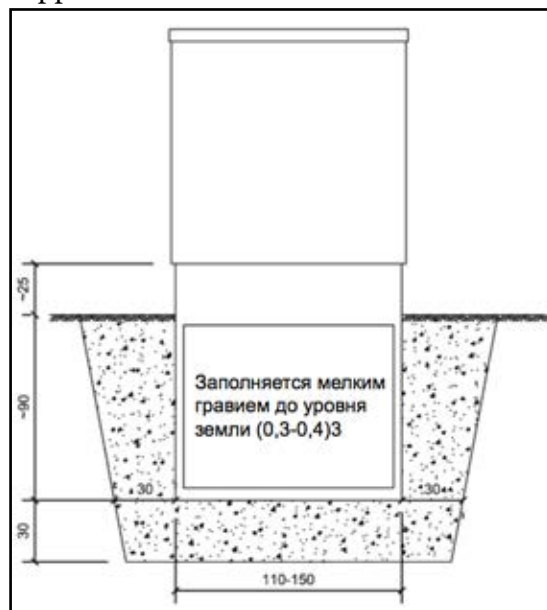
Silmuse ühenduskaabel

Silmusekaabel ühendatakse liitekaabliga ühenduskaabli külge.

Nõuded:

Juht: lõõmutatud vaskjuhe, minimaalne läbimõõt 1,0 mm

Isolatsioon: PE-plast

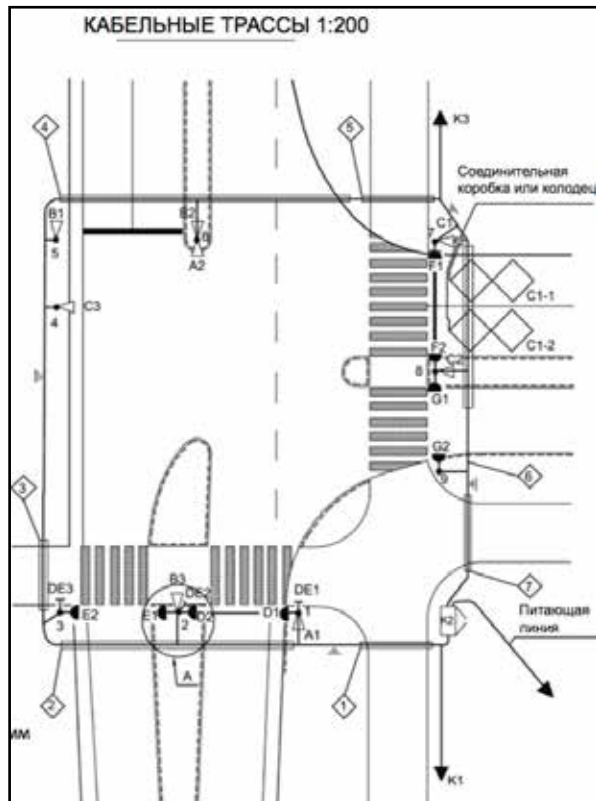


Joonis 12. Juhtimiskapi paigaldamine
(Soome Maanteeamet Ty12/232).

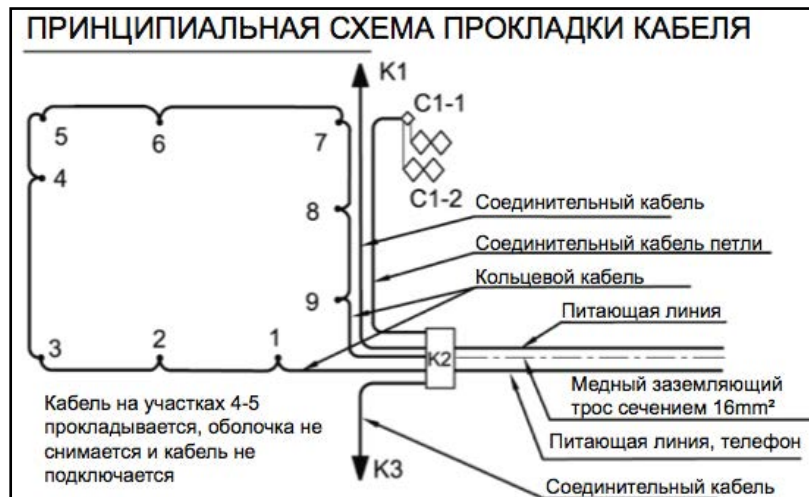
Rühmad: kaks paariks keerutatud juhti (> 2 paari)
 Kaitse: vähemalt alumiiniumlehtmetskaitse
 Mantel: PE-plast
 Kaablitüübid: VMOHBU 3 x 2 x 1,0 , MCMK 4 x 2,5 + 2,5 S

3.4.2. Kaablitrassid

Kaablid paigaldatakse ristumiskohal vastavalt projektikaardile ja tüüpjoonisele Ty 12/231.



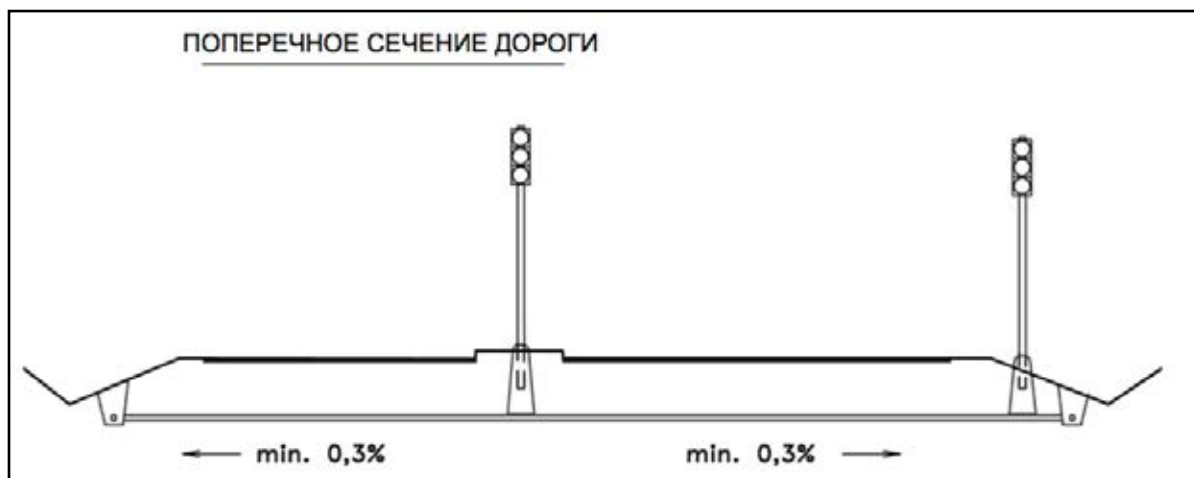
Joonis 13. Kaablitrassi põhimõttejoonis
 (Soome Maanteeamet Ty12/231).



Joonis 14. Kaablite ühendamise põhimõttejoonis
 (Soome Maanteeamet Ty12/231).

3.4.3. Kaablite kaitsmine ja paigaldamine kaablikanalitesse (torudesse)

Kaablite paigaldamiseks pannakse kõigepealt kaablitrassi kaablikanalid (kaitsetorud). Tugevvoolu- ja nõrkvoolu-kaablid paigaldatakse eri torudesse. Kaabli kaitsetorud varustatakse tõmbetrossidega.



Joonis 15. Põhimõttejoonis kaablikanali (kaitsetoru) paigaldamisest (Soome Maanteeamet Ty12/237).

Kaablikaitsetoru ei tohi toimida varjatud drenivee trassina. Kaitsetoru tuleb asetada piisava kaldega, et toru sisse ei koguneks vett.

Kaablikraavi põhi tasandatakse enne kaabli paigaldamist. Kõigepealt täidetakse kraav kvaliteetse liivaga, seejärel võib kaablikraavi täitmist jätkata väljakaevatud pinnasega. Teede alt läbiviimisel tuleb täitmisel luua samad täitekihid nagu need olid tee jaoks esialju loodud ning need kihid tuleb töö käigus tihendada.



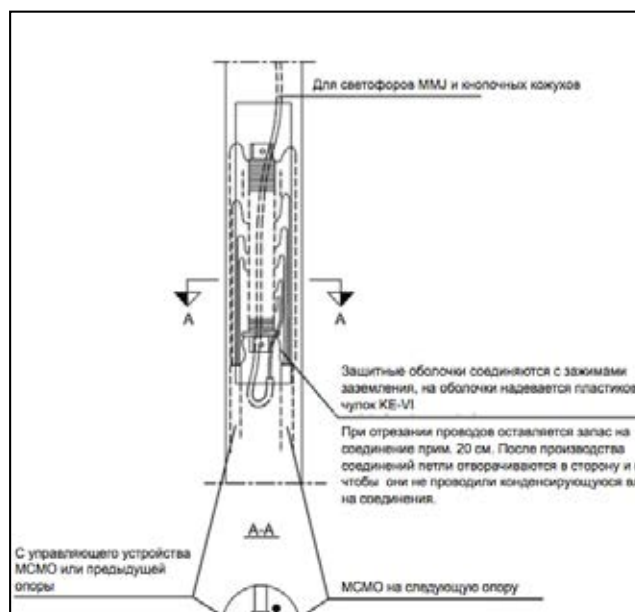
Joonis 16. Põhimõttejoonis kaablikatsetoru paigaldamisest kraavi (Soome Maanteeamet Ty12/237).

3.4.4. Kaablite paigaldamine trassile

Kaableid tuleb alati kasutada vastavalt paigaldusjuhiste vastavalt lubatavatele painderaadiustele ja paigaldustemperatuuridele.

Kaabel tuleb vedada masti jalandis oleva ava kaudu nii, et kaabli otsad ulatuksid 60 cm võrra ühendusruumi ala-servast ülespoole. Juhul kui masti tüüp või ühendusruumi asukoht pole teada, lõigatakse kaabel pooleks nii, et foorimasti korral jääks maapinnast ülespoole 1,8 m ja valgustimasti korral 2,6 m pikkune kaabli ots.

Normaalsest pikem ühendusvaru on vajalik mastide puhul, millel on kolm ühendusruumi, näiteks rakenduste korral, mil foorituled paigaldatakse kombineeritult koos valgustitega valgustimastile.



Joonis 17. Kaablite paigaldamine foorimastidele (Soome Maanteeamet Ty12/241).

3.4.5. Andurisilmuste paigaldamine

Andurisilmused ühendatakse kaablitega ja kaablikanalid (kaabli kaitsetorud) paigaldatakse enne tänava äärekivide paigaldamist.

Andurisilmuste asukoht, kuju, uurde sügavus, keerdude arv ja kaabli tüüp on näidatud projekti plaanil. Andurisilmuse asukoha viga ei tohi olla suurem kui 10 cm.

Mõõtmine ja tähistamine

Projektis näidatakse andurite asukoht tee ristlõikejoonisel, kaugus stoppjoonest ning kaugus sõiduraja või tee servast. Projektis esitatud mõõtmetest ei tohi kõrvale kalduda enam kui 10 cm. Silmuste asukohad märgitakse süvendis sisselõikamiseks sõidurajale.

Projekteerimisel esitatakse näidisjoonisel (joonis 17) mõõdud:

a = anduri esiserva kaugus stoppjoonest,

b = anduri laius,

l = anduri pikkus,

α = anduri paigaldusnurk liikumissuuna suhtes,

b_o ja b_v = anduri parema ja vasaku serva kaugus teeservast, servajoonest või keskjoonest.



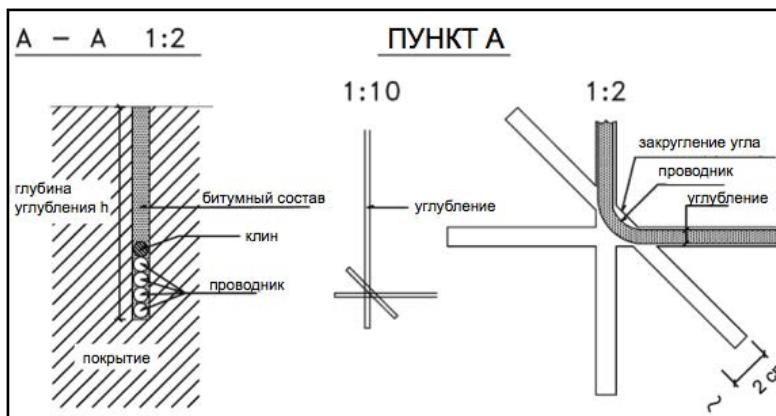
Joonis 18. Andurisilmuse paigaldamise põhimõttejoonis (Soome Maanteeamet Ty12/234).

Uurde lõikamine.

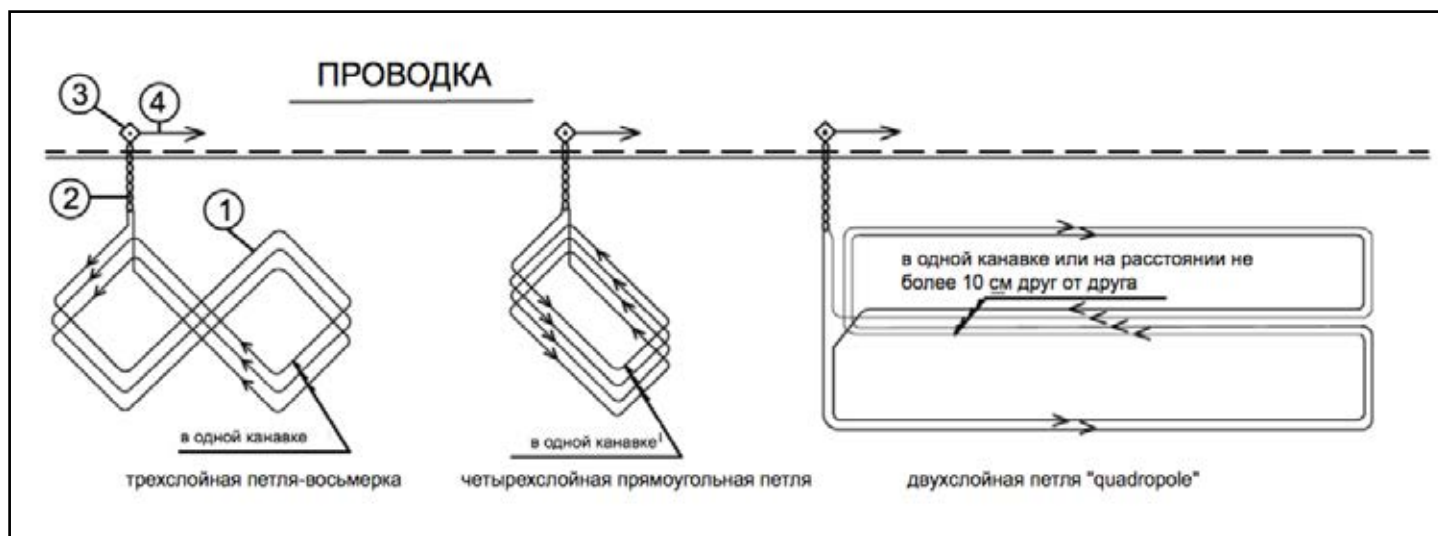
Teekattesse lõigatakse teemantlõikuriga või muu vastava tööriistaga kitsas 7 mm laiune uure (lõige A-A). Uurde sügavus on näidatud projektis. Kokkukeerutatud juhtide korral on uurde laius 14 mm.

Uurde tegemisel tekkivad teravad nurgad ümardatakse (punkt A). Uurded puhastatakse ja kuivatatakse suruõhuga.

Juhtmete ühendamine. Juhtmete paigaldamine puhastatud uurdesse vastavalt projektile.



Joonis 19. Andurisilmuse uurde tegemise, silmuse kinnikiilumise ja uurde täitmise põhimõttejoonis (Soome Maanteeamet Ty12/234).



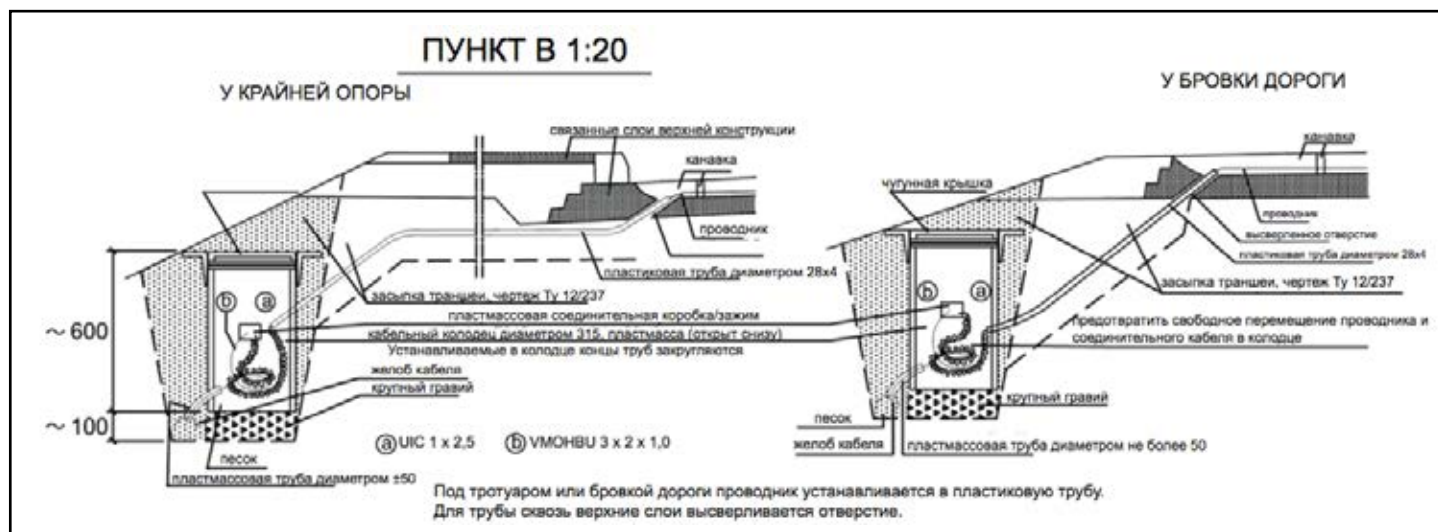
Joonis 20. Andurisilmuste juhtmete ühendamise põhimõttejoonis (Soome Maanteeamet Ty12/234).

Joonisel 20 on näidatud:

1. Juhid paigaldatakse sobiva pingsusega uurdesse. Paigalduskiiludega tagatakse juhi püsimine uurde põhjas. Silmuse juhtmena kasutatakse UIC 1 x 2,5 tüüpi või muud samasuguste omadustega juhtmetüüpi. Kõrvuti asuvate juhtide voolusuund peab olema sama.
2. Silmuse ja ühenduskoha vahelised juhtmed keerutatakse kokku, tehes vähemalt 10 keerdu meetri kohta. Juhid peavad olema kokku keerutatud ka kaablikraavis.
3. Silmuse juht ühendatakse ühendussüvendis ühenduskaabliga kuumuskahaneva plastmuhi abil või isetihendavas valumassiga täidetavas ühenduskarbis. Hilisemate remontide vajadusteks jäetakse juhtidele ja ühenduskaablile 1,5 m pikkune ühendusvaru.
4. Silmus ühendatakse juhtseadmega anduri ühenduskaabliga (VMOHBU 3 x 2 x 1,0). Ühendused tehakse seadmetarnija juhiste kohaselt.

Pärast silmuse juhtide paigaldamist paigaldatakse kiilud. Kiiludena kasutatakse vahtkummiga tihendatud klambreid (50 – 150 mm). Seejärel täidetakse uure vuugiseguga. Vuugiseguna võib kasutada valmissegatud segu või kummibituumenist KB 100 ja täitepulbrist valmistatud segu. Täitepulbrit võib olla kuni 40 % ulatuses segu kaalust.

Andurikaablid ühendatakse kaablikraavis juhtseadmesse mineva ühenduskaabliga vastavalt paigaldusjuhiste. Süvendina kasutatakse üldjuhul 315 mm läbimõõduga alt lahtiseid 30-70 cm pikkuseid plasttorusid ja plastist kaablikaevusid. Kaevu kaas on malmist. Kaevu paigaldamine hõlbustab hilisemaid hooldustöid.



Joonis 21. Põhimõttejoonis andurisilmuse ühendamise kohta ühenduskaabliga kaablikraavis (Soome Maanteeamet Ty12/234).

Pärast paigaldamist tehakse sõidukituvastussilmusele järgmised elektrilised katsetused:

1. Sõidukite tuvastussilmuse isolatsioonitakistuse mõõtmine: Silmusekaabli isolatsioonitakistuse mõõtmine viiakse läbi 500 V alalispingega. Isolatsioonitakistuse mõõtja positiivne poolus ühendatakse maaga ja negatiivne poolus mõõdetava juhiga. Mõõtmised viib läbi silmuse kohale paigaldanud töövõtja enne silmusekaabli ühendamist ühenduskaabliga. Isolatsioonitakistus peab olema 50 k Ω .

2. Aktiivtakistuse mõõtmine: Aktiivtakistuse mõõtmine tagab veendumuse, et kaabel pole katkenud. Takistust mõõdetakse tavalise testriga või vastava väikeste takistuste (< 50 Ω) mõõtmiseks sobiva oommeetriga. Silmuse paigaldaja mõõdab takistust vahetult silmuse paigaldamise ajal. Silmuse ühendaja mõõdab silmusest ja ühenduskaablist koosneva ahela kogutakistust enne ühenduskaabli ühendamist juhtseadme riviklemmidega. Ahela takistus koos kaabliga peab olema alla 10 Ω .

3. Induktiivsuse mõõtmine: Induktiivsuse mõõtmine tagab veendumuse, et anduril on piisav tundlikkus. Induktiivsust mõõdetakse LCR-mõõtjaga või mõne muu sobiva riistaga. Silmuse paigaldaja mõõdab induktiivsust vahetult silmuse paigaldamise ajal. Silmuse ühendaja mõõdab silmusest ja ühenduskaablist koosneva ahela koguinduktiivsust enne ühenduskaabli ühendamist juhtseadme riviklemmidega. Induktiivsuse väärtus sõltub silmuse suurusest ja keerdu arvust ning peaks olema vahemikus 20...1000 mH. Induktiivsuse väärtus peab olema stabiilne ehk ühe ja sama anduri erinevad mõõtmised peavad andma lähedased tulemused.

Tabel 2. Sõidukite tuvastussilmuse katsemõõtmiste aruanne.

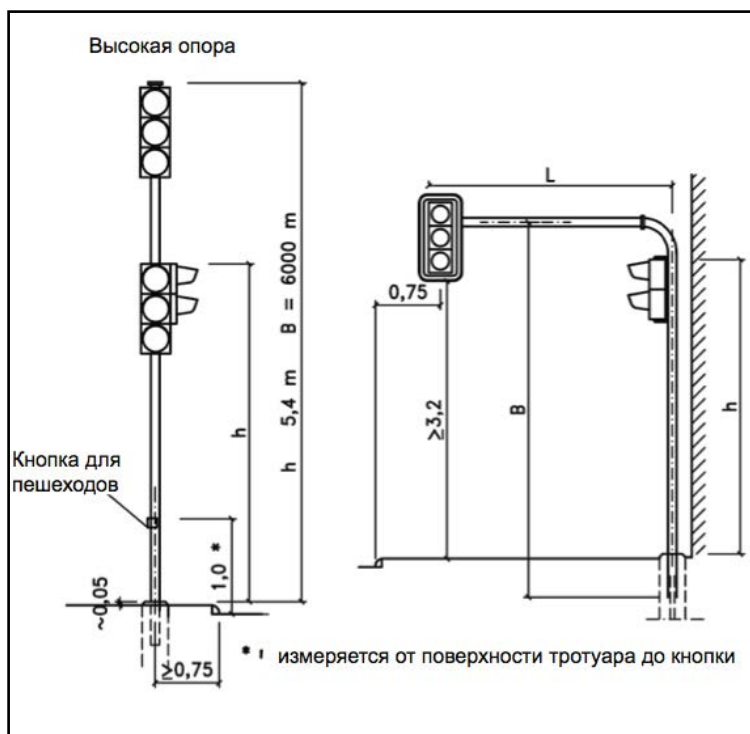
Mõõtepunkt		Mõõtmiste läbiviija		Kasutataud mõõteseade		Kuupäev
Silmuse tunnus	Isolatsiooni-takistus (k Ω)	Takistus (Ω)		Induktiivsus (μ H)		Lisateave
		Silmus	Silmus + ühenduskaabel	Silmus	Silmus + ühenduskaabel	

3.5. Valgusfooride paigaldamine

Sõidukifoorid tuleb suunata nii, et valgus oleks võimalikult hästi nähtav neilt sõiduradadelt, mille liikluse juhtimiseks need on ette nähtud ja pole asjatult nähtav muudelt radadelt. Vajadusel paigaldatakse valgusfoori suunavad nooled. Sõidukifoor suunatakse tavaliselt punkti, mis asub 1,1 m kõrgusel sõiduraja kohal, juhitava sõidusuuna raja keskel ja 60 – 100 m (50 - 70 km/h) kaugusel ristmikust. Sõiduraja kohal asuv kaugoptikaga varustatud valgusfoor suunatakse vastavalt punkti, mis asub 200...250 m enne ristmikku. Kordusfoor peab olema hästi nähtav ka stopppoone taga peatunud autost.

Jalakäijafoor suunatakse nii, et see oleks võimalikult hästi nähtav sellelt ülekäiguraja osalt, mille liiklust see juhib.

Valgusfoori paigaldamisel pika masti otsa (nt valgustimastile) peab selle paigalduskõrgus olema sama kui foorimasti korral.



Joonis 22. Valgusfoori paigaldamise näiteid (Soome Maanteeamet Ty 12/233).

3.6. Nupplülitite paigaldamine

Surunupp paigaldatakse foorimastile kõnnitee tasandist ühe meetri kõrgusele lülitusruumi alla ja suunatakse jalakäijatele sobivasse suunda. Surunupu kohale kinnitatakse kasutusjuhise silt.

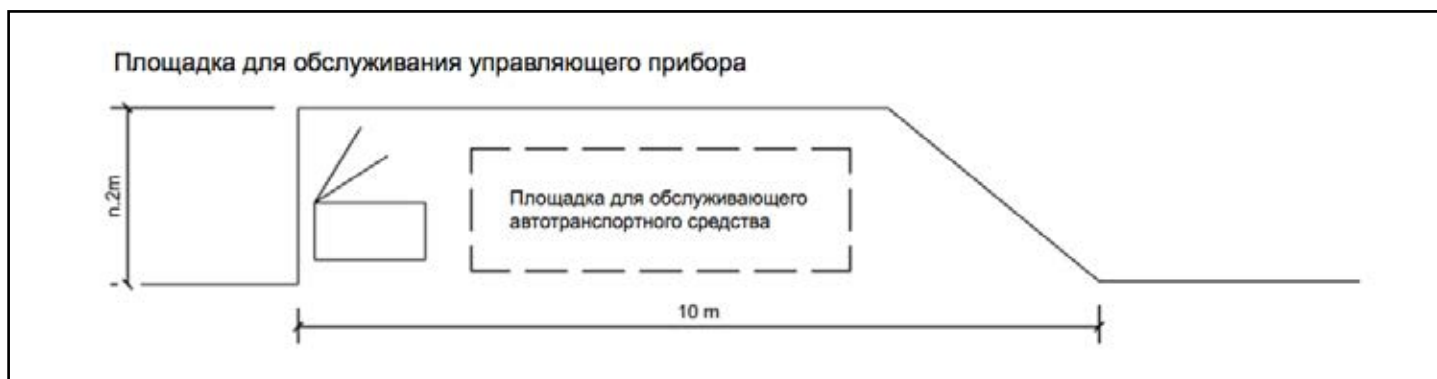
3.7. Helisignaalide paigaldamine

Helisignaalide paigaldamisel tuleb helitugevus reguleerida sobivaks nii, et see oleks tipptunni liiklusemelus piisav, kuid ka mitte liiga tugev. Väikese liiklussageduse ajal võib liiga tugev heli häirida muude lähedal asuvate fooride helisignaalide tuvastamist või ümbrust.

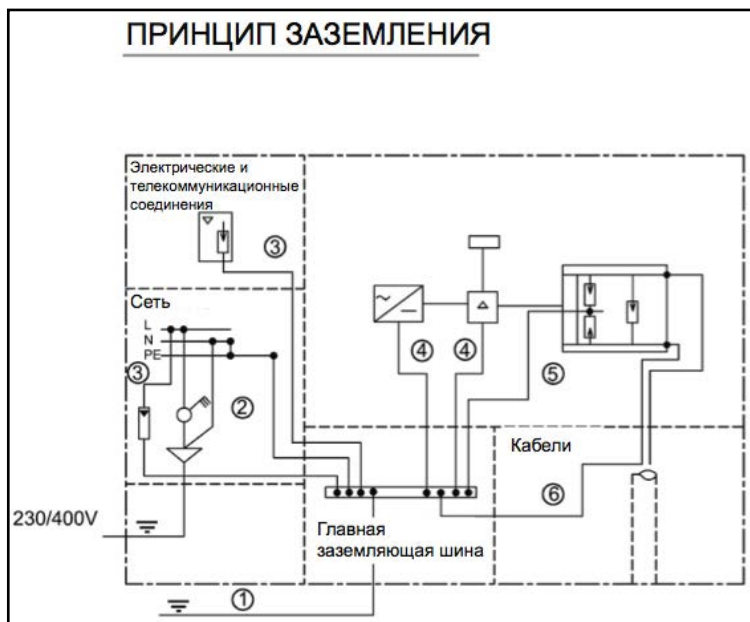
3.8. Juhtkappide paigaldamine

Juhtkapp paigaldatakse alusele vastavalt Soome Maanteeameti tüüpoonisele Ty 12/232. Kapi asend, sh uste avamissuund näidatakse ära projektidokumentides.

Juhtimiskapi paigaldamisel tuleb arvesse võtta elektrivõrguettevõtte ja valmistaja poolt antud erijuhiseid.



Joonis 23. Juhtimiskapi paigaldamine ja uste avamissuunad (Soome Maanteeamet Ty 12/232).



Joonis 25. Juhtimissüsteemi maandamine ja potentsiaaliühtlustus (Soome Maanteeamet Ty 12/245).

Joonisel 25 on näidatud:

- maanduselektrood Cu 16 mm², takistusega alla 30Ω,
- pea-potentsiaaliühtlustusjuht,
- elektri- ja sideliinide liigpingekaitse,
- juhtseadmete maandus,
- silmuse/andurijuhtide liigpingekaitse,
- silmuse/andurikaablite mantli maandus.

Peamaanduslatile tuleb ühendada ka ringkaablite PE-juhgid.

Juhtkapi kest tuleb ühendada peamaanduslatti Cu 16 mm² kaitsejuhiga.

Mastid maandatakse ühendamises ringkaablite mantlid

masti maandusklemmi ja juhtseadme maandusklemmide kokkuühendamisega.

3.11. Signaalvalgustussüsteemi ühendamine

3.11.1. Kaablite tähistamine

Kaablid tähistatakse mõlemas otsas ja võimaluse korral harukarpide ja lülituskappide juures püsivalt kinnitatud tähistega. Tähistelt on nähtav kaabli tüüp ja selle lõpu asukoht.

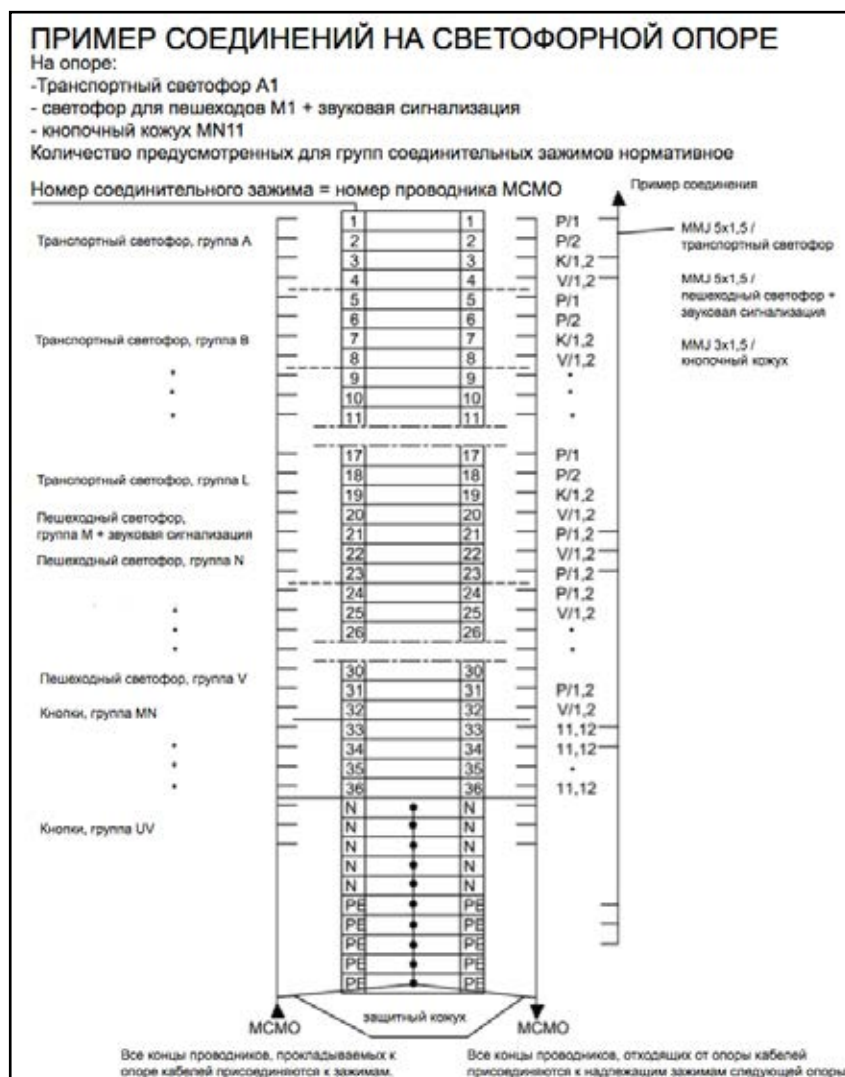
3.11.1.2. Mastid, signaaltuled ja surunupud

Foorimasti sisenev ringkaabel ühendatakse masti riviklemmide vasakule poole ja väljuv kaabel ning antud masti foorituled ja surunupud riviklemmide paremale poole. Sama klemmiga saab ühendada vaid kaks juhti. Juhid ühendatakse kõikides mastides rühmiti samas järjestuses Soome Maanteeameti tüüpjoonisel Ty 12/241 (käesoleva raamatu joonisel 25) näidatud viisil. Mastirühmade jaotuskappidesse edaspidisteks vajadusteks veetud varuühenduskaabli otsad jäetakse ühendamata ja need isoleeritakse ning kaitstakse kindlalt kahjulike toimete eest.

Masti sees olevaid juhte ei tohi jätkata.

Pinnapealse paigaldusega kaablid tule kinnitada mitteoksüdeerivate kinnitustarvikutega. Pinnapealse paigaldusega kaableid tuleb jätkata jaotuskapis. Kaablite läbiviigukohtades tuleb kasutada selleks ettenähtud tihendeid.

Joonis 26. Foorimasti ühendamise näide (Soome Maanteeamet Ty 12/241).



3.11.2. Andurisilmuste ühendamine

Andurisilmused ühendatakse Soome Maanteeameti Ty 12/234 tüüpjoonistel näidatud viisil. Lisaks tuleb arvesse võtta seadmete tarnija poolt esitatud erinõudeid.

3.11.3. Juhtseadme ühendamine

Juhtseadmesse saabuvad ja sealt väljuvad kaablid ühendatakse riviklemmidele ning rühmitatakse järgmiselt:

- sõidukite foorirühmad,
- jalakäijarühmad,
- jalakäijate surunupud,
- andurisilmused,
- juhtseadmete vahelised juhtimiskaablid.

Juhtmete üksikasjalik paigaldus ja ühendamine on näidatud projektis, ühendustabelites ja klemmide loeteludes.