



Alajaamad ja maanduspaigaldised

Kaido Kiil
04. juuni 2025

HTTPS://VOLTAMPER.EE/AJ-JA-MAANDUS/

+3725023581 ✉ Kaido@voltamper.ee

Õpetaja Kaido

AJ ja maandus

ESILEHT **AJ JA MAANDUS** ELEKTRIST AI-NI ELEKTROTEHNIKA PRAKILINE ELEKTER ROBOOTIKA KONTAKT

PDF fail on 24.4 MB.

Search ...

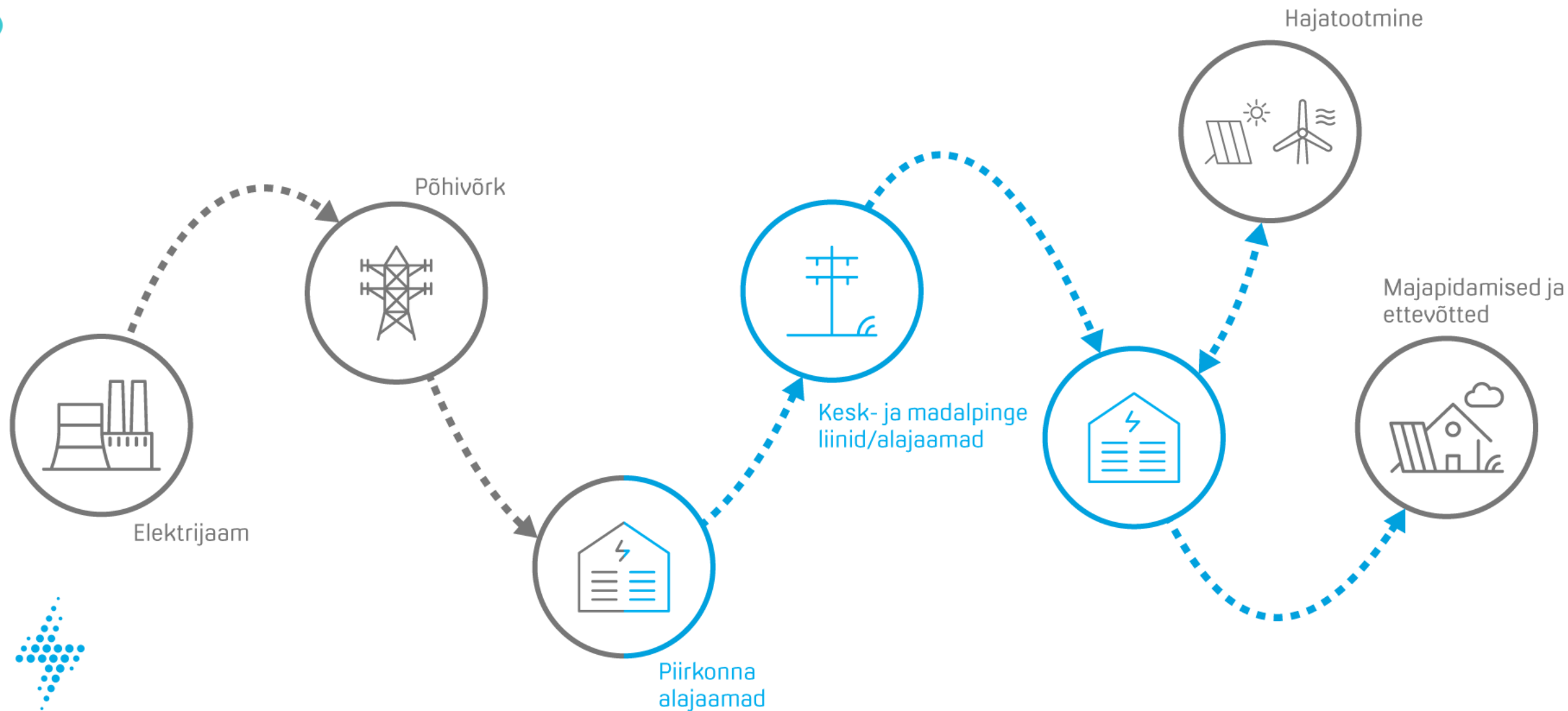
ARCHIVES

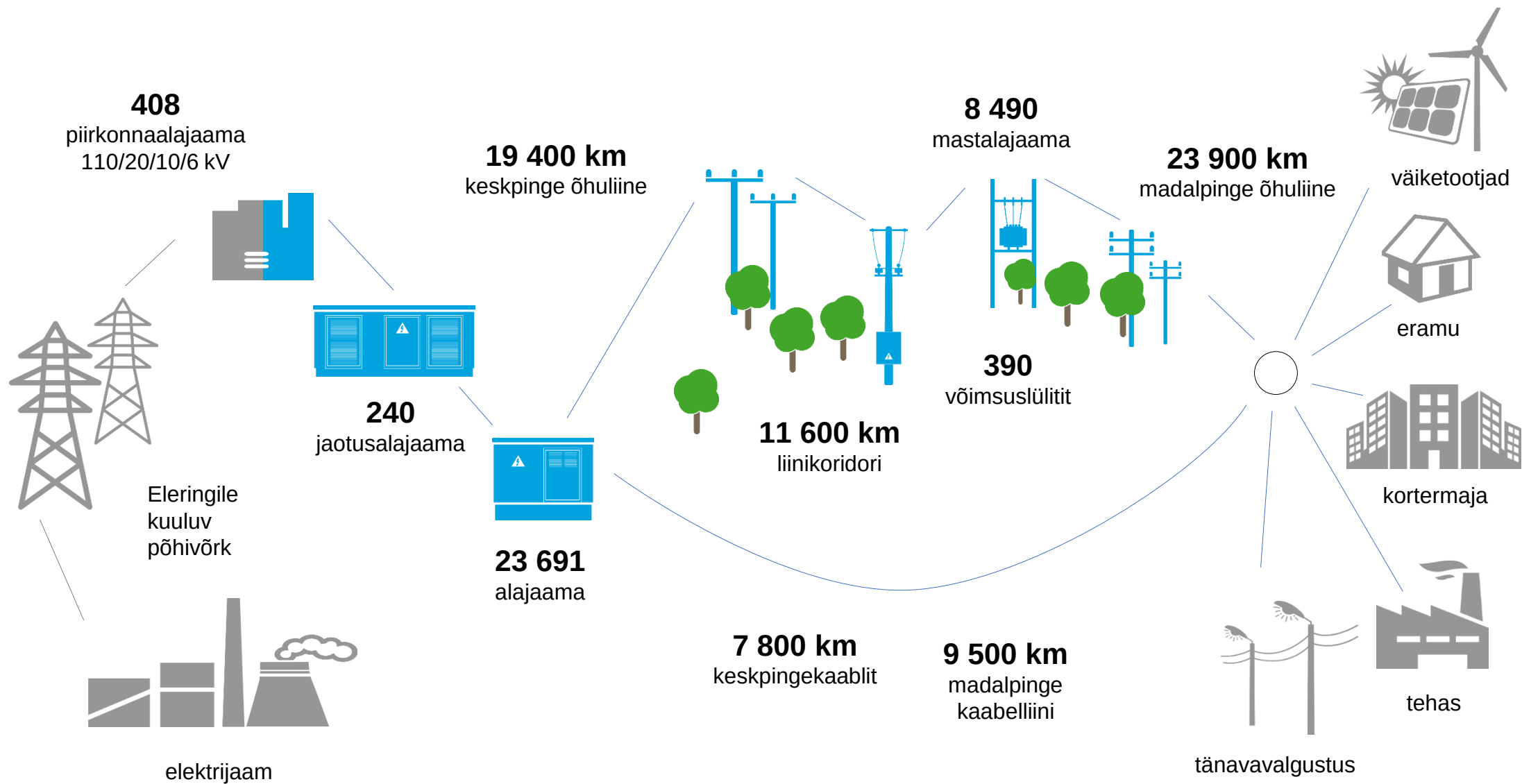
- mai 2025
- aprill 2025
- märts 2025
- veebuar 2025
- jaanuar 2025
- november 2024
- oktoober 2024
- september 2024

The diagram illustrates the power distribution system. It starts with a power plant icon on the left, connected by a dotted line to a high-voltage tower icon labeled 'Põhivõrk'. From there, a dotted line leads to a medium-voltage tower icon labeled 'Kesk- ja madalpinge liinid/alajaamad'. Finally, a dotted line leads to a house icon labeled 'Majapidamised ja ettevõtted'. There are also icons for solar panels and wind turbines connected to the system.

MEIE ASEND ELEKTRISÜSTEEMIS

60% võrgust varustab 5% tarbimist ning annab 7% müügitulu







KP/MP alajaamade tüübid

Tüüp	Võimsus	Kasutuskohad
Mastalajaam	Ühemastiline 50 – 100 kVA Kahemastiline kuni 250 kVA	Hajaasustus
Komplektalajaam (Harju Elekter, ABB, Eltech, KTPN(K), KTP jms)	50 - 2x1600 kVA	Hajaasustus Kesktiheasustus Tiheasustus
Hoonesisene alajaam	Kuni 2x1600 kVA	Tiheasustus Ülitiheasustus
Kioskalajaam (ehk VA tüüpi põllumajanduslik alajaam)	Kuni 2x630 kVA	Hajaasustus Kesktiheasustus (juurde ei ehitata)
Jaotuspunktid Trafota, lülitusseadmestikust koosnev ühepingeline jaotusseade.		





Mastalajaamad

Mastalajaamad (MAJ-d) on kuni 20 kV õhuliinide üheks osaks ning nende väljaehitamisel peab lisaks käesoleva standardi nõuetele arvestama kõiki õhuliinide ehitust käsitlevaid normatiive, pöörates erilist tähelepanu mehaanilise tugevuse ja ankurduse osale. Uues ehitatavas MAJ-s on kasutatava puitmasti minimaalne klass 4.

MAJ-de ehituseks kasutatavad seadmed peavad vastama asjakohastele IEC/EN/EVS standarditele. **Keskpinge osas kasutada 24 kV seadmeid (lahkkaitsmed ja -lülitid, sularid).**

Näited MAJ ehitust reguleerivad dokumendid:

Trafod – „P357 – Nõuded jaotustrafodele“

Liigpingepiirikud – „P383 Nõuded liigpingekaitsele“.

Puitmastid – „P355 Nõuded õhuliinide ehitamisel kasutatavatele puitpostidele“

Masti pikkus ja paigaldussügavus – „J3301 20 kV õhuliinide täpsustavad nõuded projekteerimiseks“.

MAJ märgistus – „P346 Võrguvara tähistamise ja märgistamise nõuded“.

MAJ maandus – „P394 Nõuded mastalajaama maanduspaigaldiste ja liigpingekaitse ehituseks“.



Mastalajaamad

Lõpualajaam (MAL-1 – MAL-4)

Keskpinge õhuliin

Trafo



Kandealajaam (MAK-1 – MAK-4)

Keskpinge õhuliin

Trafo



Nurgaalajaam (MAN-1 – MAN-4)

Keskpinge õhuliin

Trafo





Mastalajaamad

Trafo nimivõimsus [kVA]	Lahkkaitse sulari nimivool [A]		
	10 kV	15 kV	20 kV
30 ja 50	4,0	2,5	2,5
100	6,3	4	4,0
160	10	6,3	6,3
250	16,0	10	10



P340/10 - 0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD – Mastalajaamad – lk 4

Trafo 30 kVA - näiteks olemasolevas mastalajaamas või trafo taaskasutuse korral.



Mastalajaamad

MAJ-de keskpingepoole allaviigud teha ainult kaetud juhtmetega, kusjuures tagatud peab olema kantavmaanduse ühendusvõimalus, vastavad konksud monteerida keskpinge lahkkaitsmetele. Jälgida, et pingutamata allaviigu pikkus ei ületaks 2,5 m. Trafo klemmidelt lähtuvate toitekaablite minimaalsed ristlõiked on esitatud Tabelis 2. Rippkeerdkaablit kasutada juhul, kui väljuva kaitseaparaadina on kasutusel madalpinge sularitega koormus-lahklülitid (SZ).

Tabel 2. Toitekaabli ristlõike valik sõltuvalt trafo nimivõimsusest.

Trafo võimsus [kVA]	50	100	160	250
<u>Rippkeerdkaabel</u>	<u>3x50+70</u>	<u>3x70+95</u>	<u>3x120+95</u>	<u>2(3x120+95)</u>
Jõukaabel (Al)	4x35	4x70	4x150	2(4x120)

Mastalajaamad

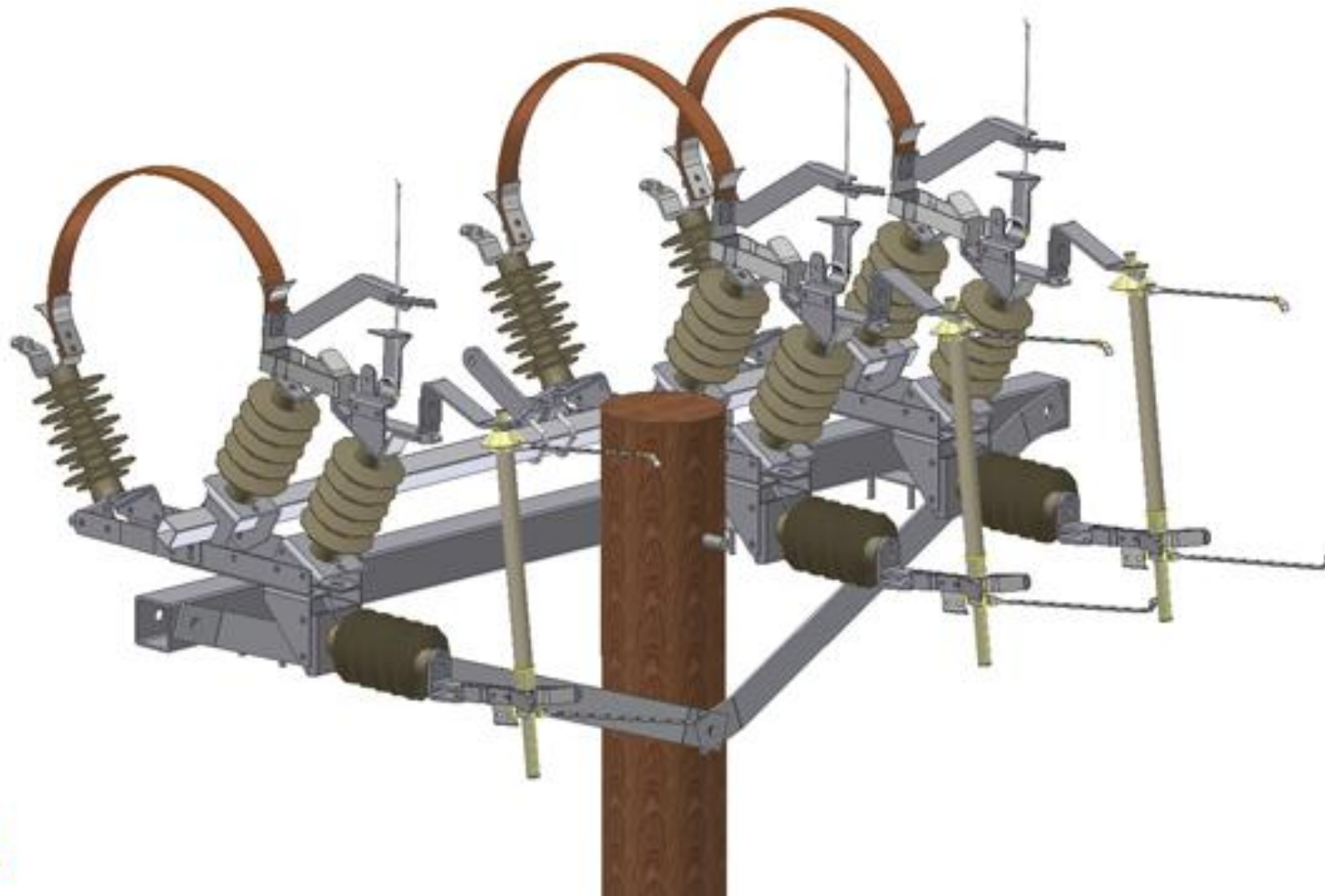
Lahkkaitse:

- MAJ trafo kaitseks, max 160 kVA
- Mastile paigaldatav

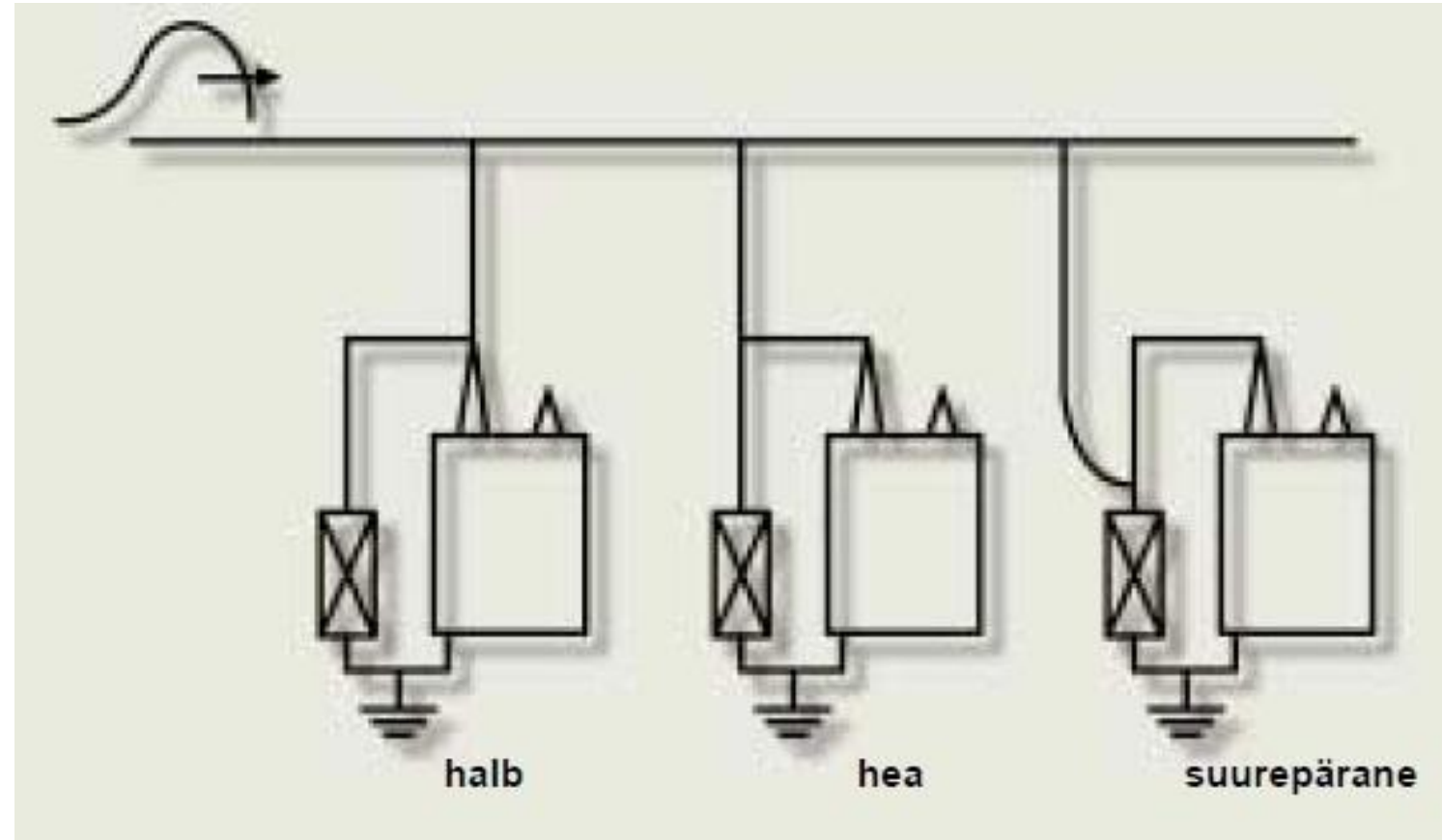
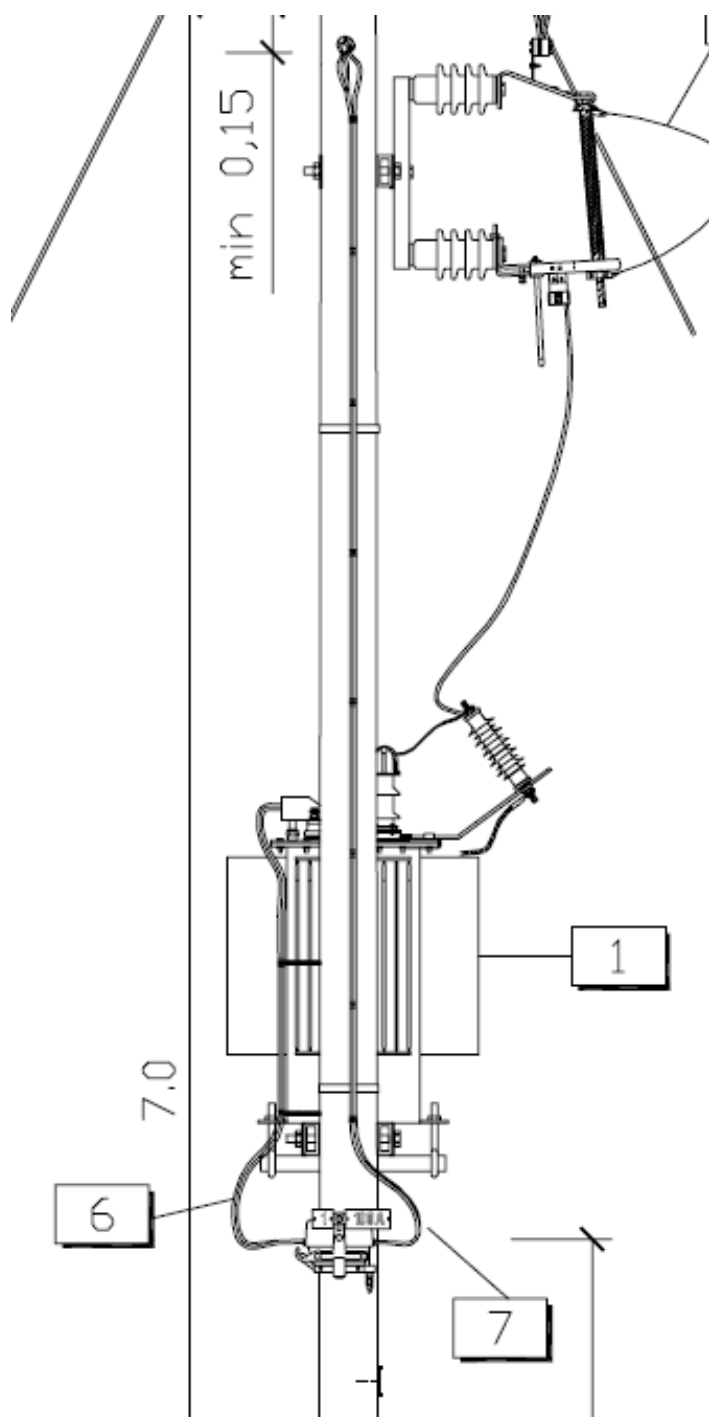


Mastalajaamad

- Lahkkaitsme mooduliga lahklüliti:
- MAJ trafo kaitseks 250 kVA korral
 - Mastile paigaldtav

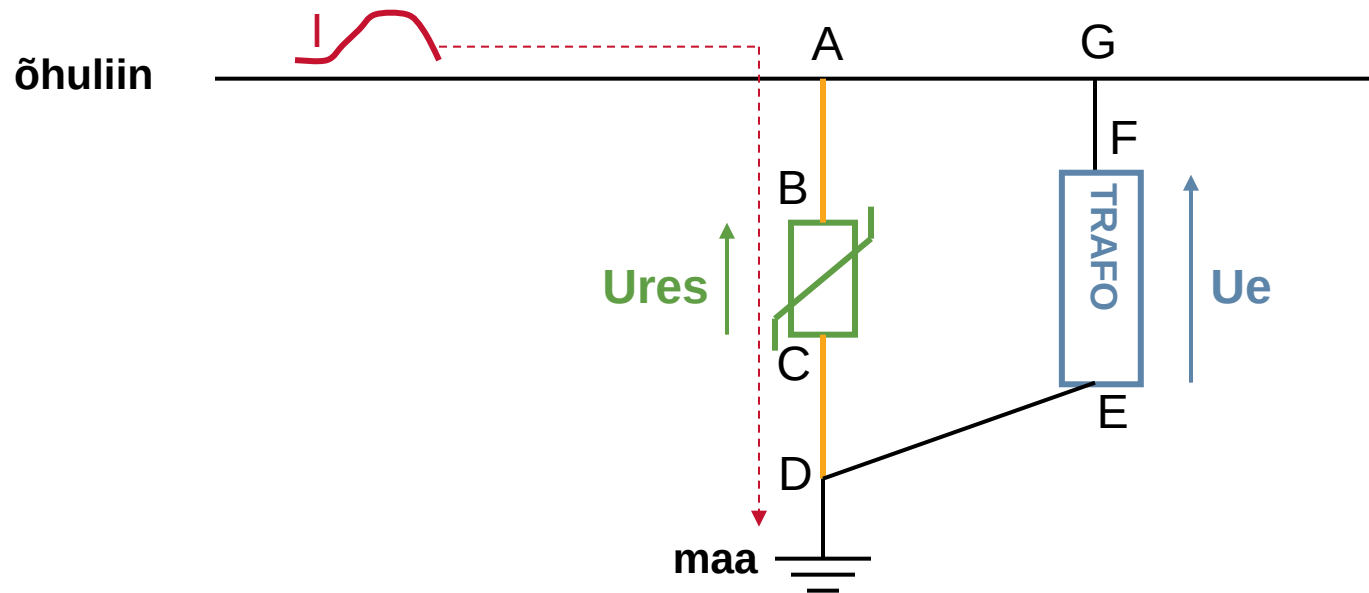


Liigpingekaitse mastalajaamas



Liigpingekaitse aseskeem mastalajaamas

- Lõigud U_{ED} , U_{AG} ja U_{GF} tuleb hoida võimalikult lühikesed



$$U_e = U_{EF} = \cancel{U_{ED}} + U_{DC} + U_{CB} + U_{BA} + \cancel{U_{AG}} + \cancel{U_{GF}}$$

$$U_e = U_{DC} + U_{res} + U_{BA}$$

Liigpingekaitse mastalajaamas



Liigpingekaitse mastalajaamas



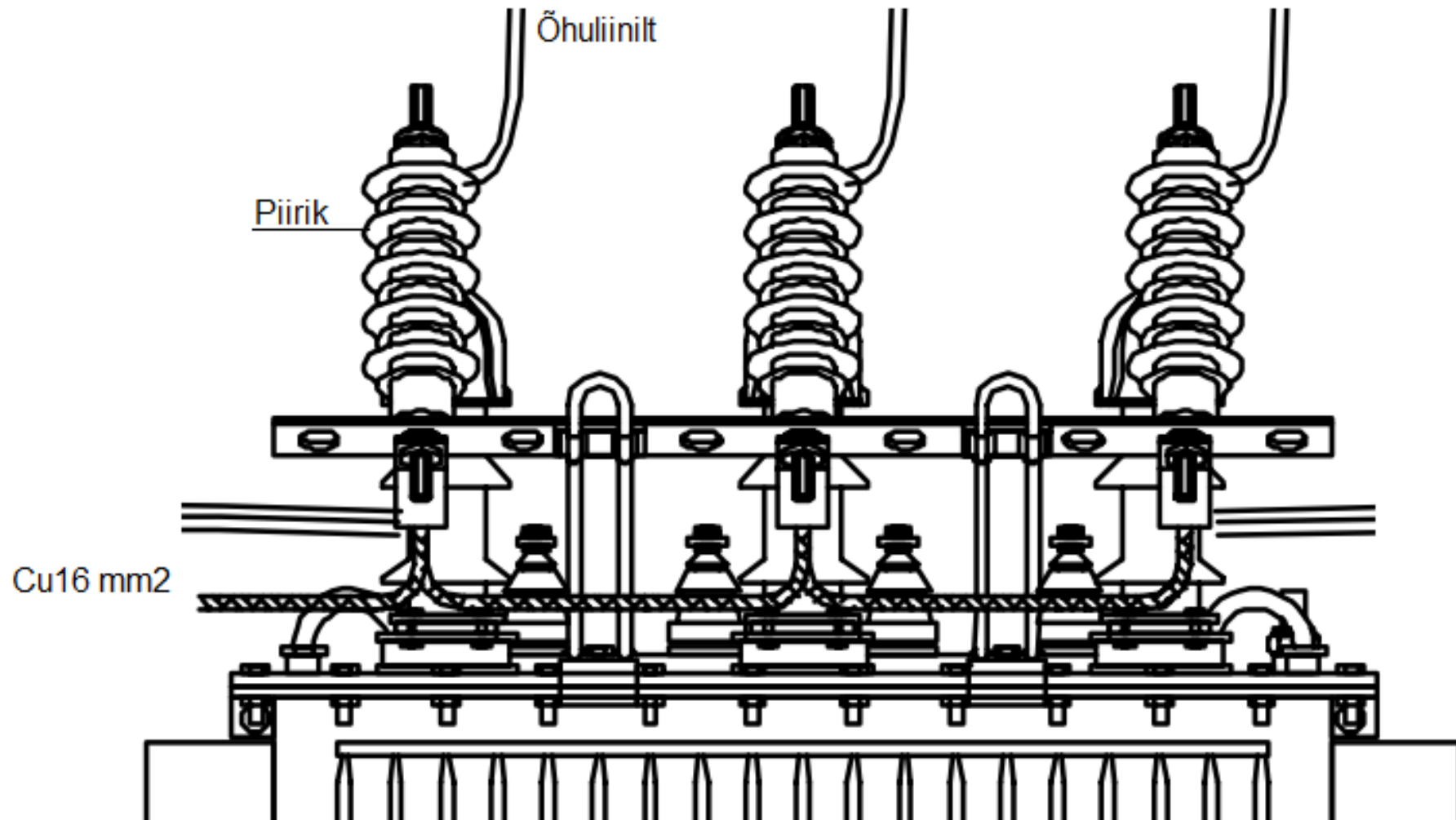
Piirikute vale ühendamine



Piirikute õige ühendamine



Liigpingekaitse mastalajaamas



P340/10 - 0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD – Mastalajaamad – lk 7 joonis 2

Piirikute ühendamine mastalajaamas terasest kandetarindi olemasolul, $S < 50 \text{ mm}^2$

Liigpingekaitse mastalajaamas



P340/10 - 0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD – Mastalajaamad – lk 7 joonis 3
Piirikute ühendamise mastalajaamas piirikutevahelise kandetarindi puudumisel

Liigpingekaitse mastalajaamas

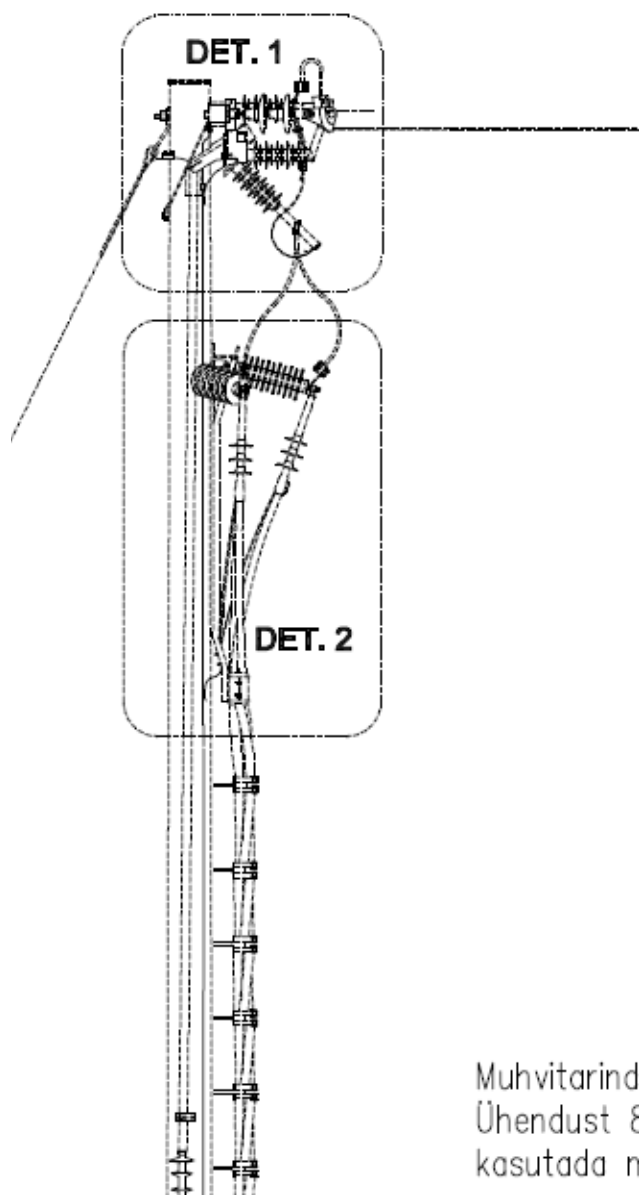
Cu16 ühendus on vajalik ka siis, kui liigpingepiirikute kandetarind on heas elektrilises kontaktis trafo kaanega, sest nii moodustuvat kaks paralleelset ahelat vähendavad ahelate summaarset induktiivsust, tõstes liigpingete eest kaitsmise efektiivsust.



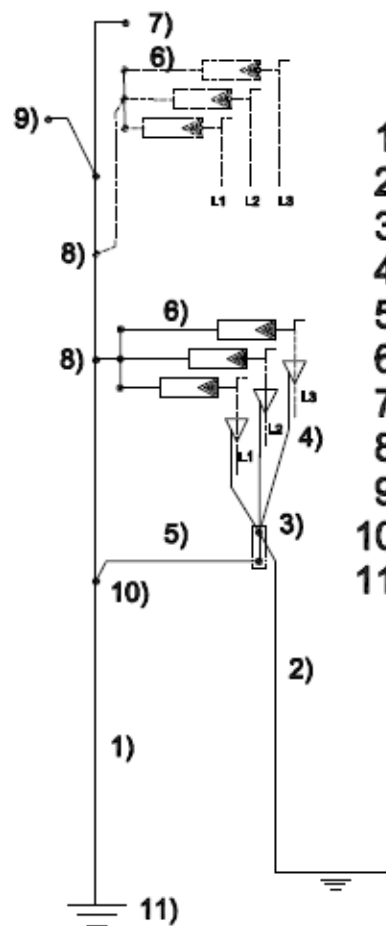
P340/10 - 0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD – Mastalajaamad – lk 8 joonis 4

Piirikute ühendamise mastalajaamas terasest kandetarindi olemasolul, $S \geq 50 \text{ mm}^2$

Liigpingekaitse kaablimastis



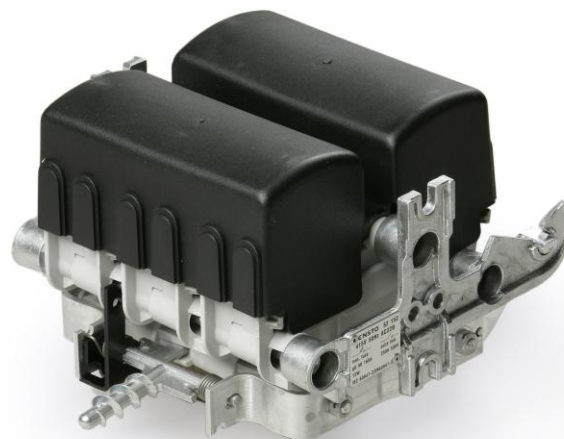
MAANDAMISE SKEEM



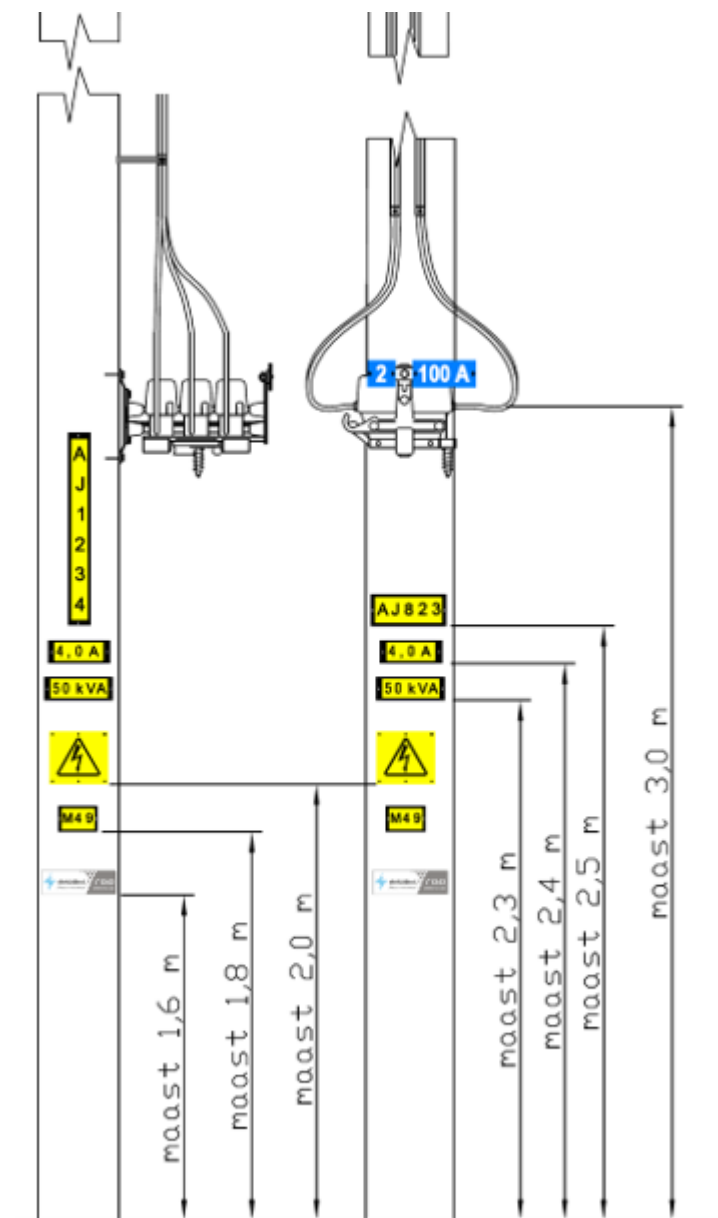
- 1) MAANDUSJUHT
- 2) MAAKAABLI MAANDUSKÖISJUHE
- 3) MUHVITARINDI MAANDUSÜHENDUS
- 4) SOONEOTSAKUTE MAANDUR
- 5) MUHVITARINDI MAANDUR Cu16
- 6) PINGEPIIRIKUTE MAANDUR Cu16
- 7) TRAAVERSI MAANDUR
- 8) PINGEPIIRIKUTE ÜHENDUS MAANDURIGA
- 9) TÕMMITSA(TE) MAANDUR
- 10) MUHVITARINDI ÜHENDUS MAANDURIGA
- 11) MAANDUSELEKTROOD

Muhvitarindi maandamine. Liigpingepiirikute paigutus ja ühendamine kaabli otsamuhviga. Ühendust 8 ei teostata ja maandurit nr 6 ei ole vaja paigaldada, kui tarindit on võimalik kasutada maandusjuhina (vt seletuskirja punkti 7).

Madalpingeseade mastalajaamas



Lihtsaim, mastilüliti SZ152
- Al/Cu 2x(16-120) mm², 3 faasi
- 160 A, 415 V





Kaablite tähistus

Elektrilevi võrgus peab kinni pidama faasi värvidest.

L1 – pruun

L2 – must

L3 – hall

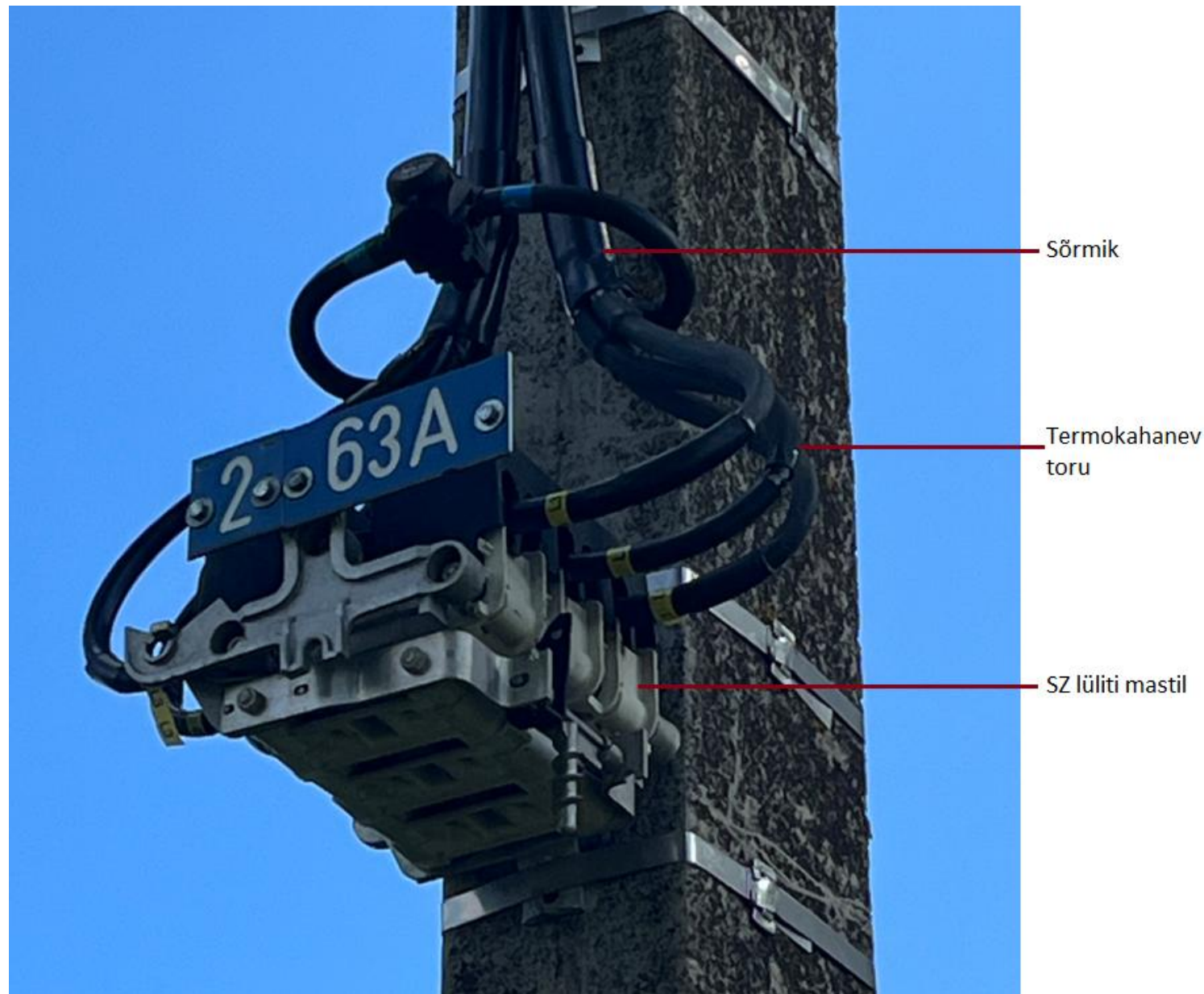


Madalpingeseade mastalajaamas

- Välisotsamuhvide tegemisel toitekaablile AXMK/AXPK tuleb UV-kiirgusele avatud kaablisoonte isolatsioon kaitsta UV-kiirguse eest termokahaneva toru ja sõrmiku abil. Välitingimustes, kui ultraviolettkiirgusele (UV) avatud kaablisoonte isolatsioon on kaitstud UV-kiirguse eest termokahaneva toruga, ei ole kaablisooni (faasid ja PEN) vaja eraldi kleebiste L1; L2; L3, ega värvilise teibiga märgistada.



P340/10 - 0,4 - 20 kV VÕRGUSTANDARD
Mastalajaamad – lk 5 joonis 1
P346/6 – 5.5.5. lk 25/74 – 17.12.2024





Kaablite tähistus

Mitmesoonelise kaabli neutraaljuht (N) peab olema sinist värvi ja selliselt märgistatud juhti ei tohi kasutada muul otstarbel.



Kaablite tähistus

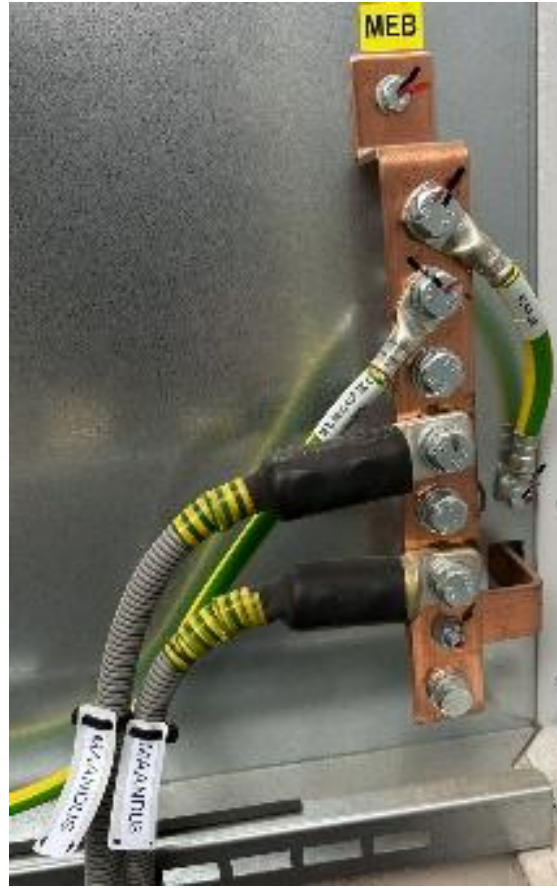
Mitmesoonelise kaabli isoleeritud PEN juht, mis toimib nii kaitsemaandus- kui ka neutraaljuhina, peab olema märgistatud järgmiselt: kollaroheline tunnusvärv kogu pikkuses ja sinine lisamärgistus otstel.

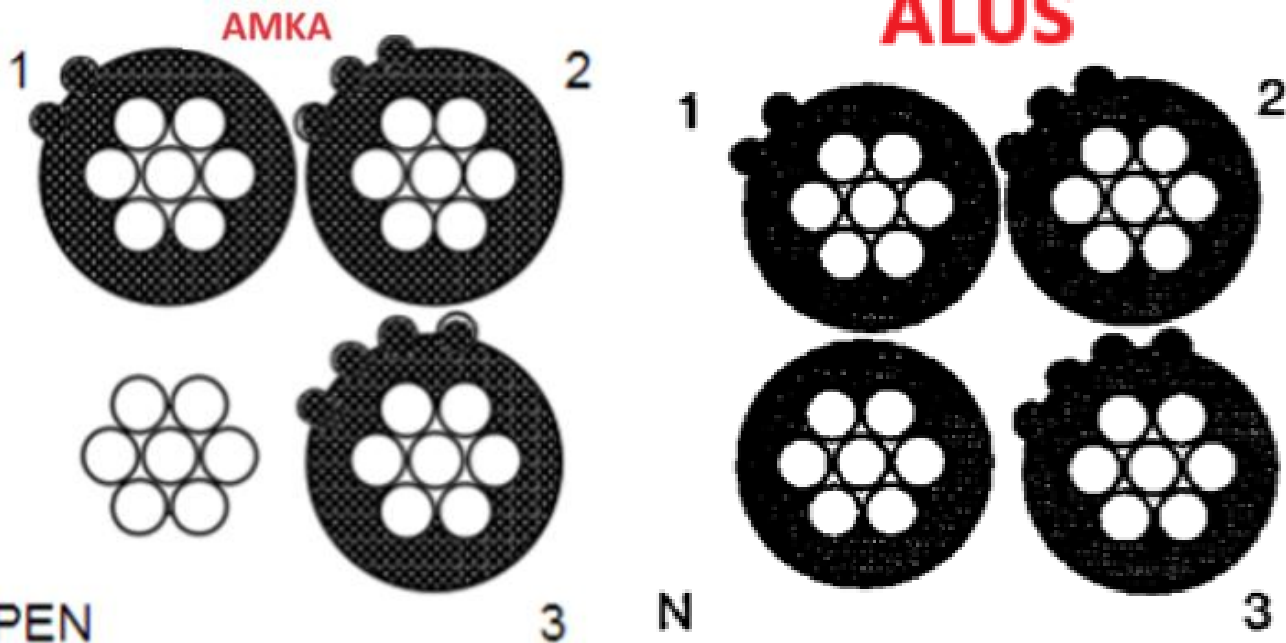


Kaablite tähistus

Isolatsioonita maandusjuhi korral lisatakse juhtme otstesse kollaroheline markeering.

P346/6 - Võrguvara tähistamise ja
märgistamise nõuded – 5.5.5 lk 26/74





Informatiivne lisa rippkeerdkaablite (AMKA, ALUS, EX) faasisoonte ja PEN, N tuvastamiseks

Standard „EVS-HD 308 S2 Kaablite ja paindjuhtmete soonte tähistamine“

P346/6 – Võrguvara tähistamise ja märgistamise nõuded – 17.12.2024

Madalpingeseade mastalajaamas

MAJ mõõtekilp, HELK4

- 150 A, 400 V
- VT võimalus 150/5
- Sularite/automaatidega





06/06/2024 15:44



EVS-HD 60364-4-41

412.2.4 Juhistikud

412.2.4.1 Juhistikud, mis on paigaldatud harmoneerimisdokumendi HD 60364-5-52 kohaselt, tunnistatakse vastavateks jaotise 412.2 nõuetele, kui need sisaldavad

- a) juhte, mille isolatsiooni tunnuspinge ei ole alla süsteemi nimipinge ja on vähemalt 300 V kuni 500 V ning on ümbritsetud karbiku või viiguga, mille elektrilise isolatsiooni omadused vastavad standardisarjale EN 50085, või paigaldustoruga, mille elektrilise isolatsiooni omadused vastavad standardisarjale EN 61386, või
- b) kaablit, mis on adekvaatselt vastupidav elektrilistele, soojuslikele, mehaanilistele ja keskkonna toimetele kaitse samasuguse töökindlusega nagu see on ette nähtud topeltisolatsiooni korral.





Komplektalajaamad

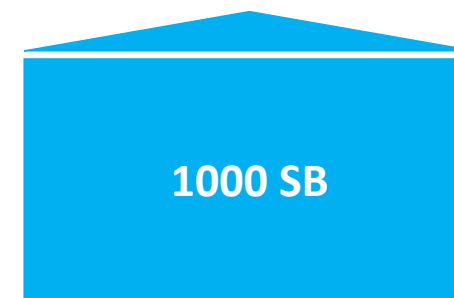
Komplektalajaam (KAJ) – standardi EVS-EN 62271-202 mõistes tehasetooteline ja tüüpkatsetatud kooste, mis hõlmab kaitsekestas sisalduvaid komponente ja funktsioone. Jaotustrafod, arvestid ja kontsentraatorid ei kuulu KAJ/JP tootja mahtu.

V – väljast teenindatav

S – seest teenindatav

B – betoonist

M - metallist



Komplektalajaamad

Keskpingevõrgu neutraali maandusviis – isoleeritud või resonantsmaandatud (IT) 0,41 kV madalpingevõrgu neutraali maandusviis – jäigalt maandatud (TN-C)	
KAJ/JP talitlustingimused	Välispaigalduseks
MPS/KPS/KPMK talitlustingimused	Sisepaigalduseks
Kõrgus merepinnast	< 1000 m
1-faasilise maaühenduse kestvus KP võrgus	≤ 8 h
Töösagedus, faaside arv	50 Hz, 3 faasi
Ümbritsev välisõhu temperatuur	-25 °C ... +40 °C
Tuule kiirus	Kuni 34 m/s
Jäite paksus	Kuni 20 mm
Keskkonna saastatuse aste	II. Vaata ka punkt <u>4.2.</u>
Kasutatavate jaotustrafode parameetrid	Hermeetilised õlitrafod. Vt p <u>27.</u> Kasutada vaid õlitrafosid.

Kui keskkonna saastatuse (tolmususe) aste on kõrgem kui II, siis tuleb KAJ kest valmistada vastavalt projekteerija poolt määratud saastatuse astmele ja kesta kaitseastmele. Erilist tähelepanu tuleb pöörata saekaatriite läheduses. Raamlepinguga on tellitav kaitsekest kaitseastmega IP23D, mis on sobilik kasutamiseks keskkonnas saastatuse astmega II.

P358 Nõuded komplektalajaamadele,
jaotuspunktidele ja madalpingeseadmetele
lk 2 – tabel 1 Talitlustingimused

Komplektalajaamad

H E K A 1 V M 1000

B - betoonkestaga

M - metallkestaga

S - seest teenindatav

V - väljast teenindatav

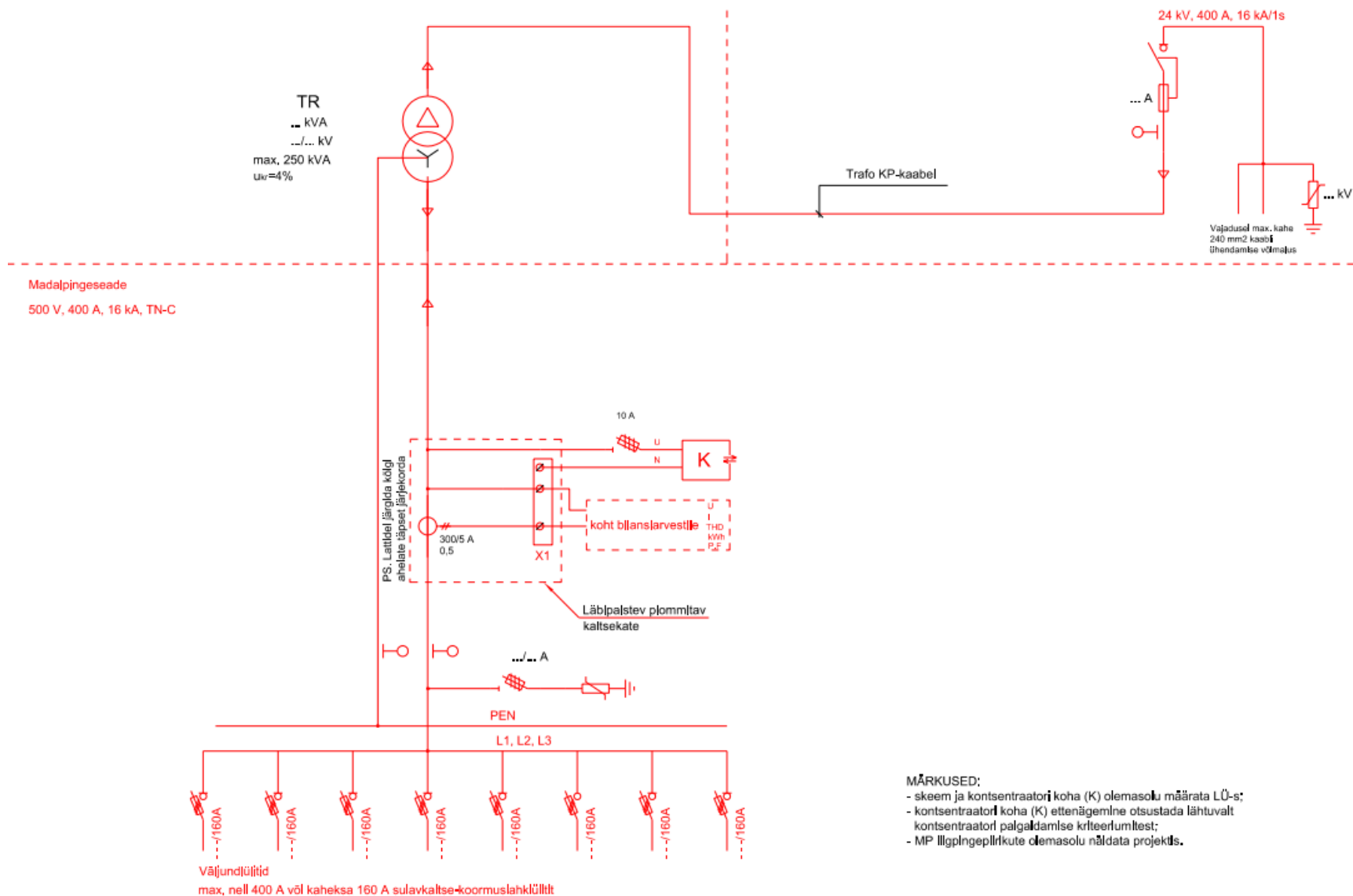
1 - ühetrafoline

2 - kahetrafoline

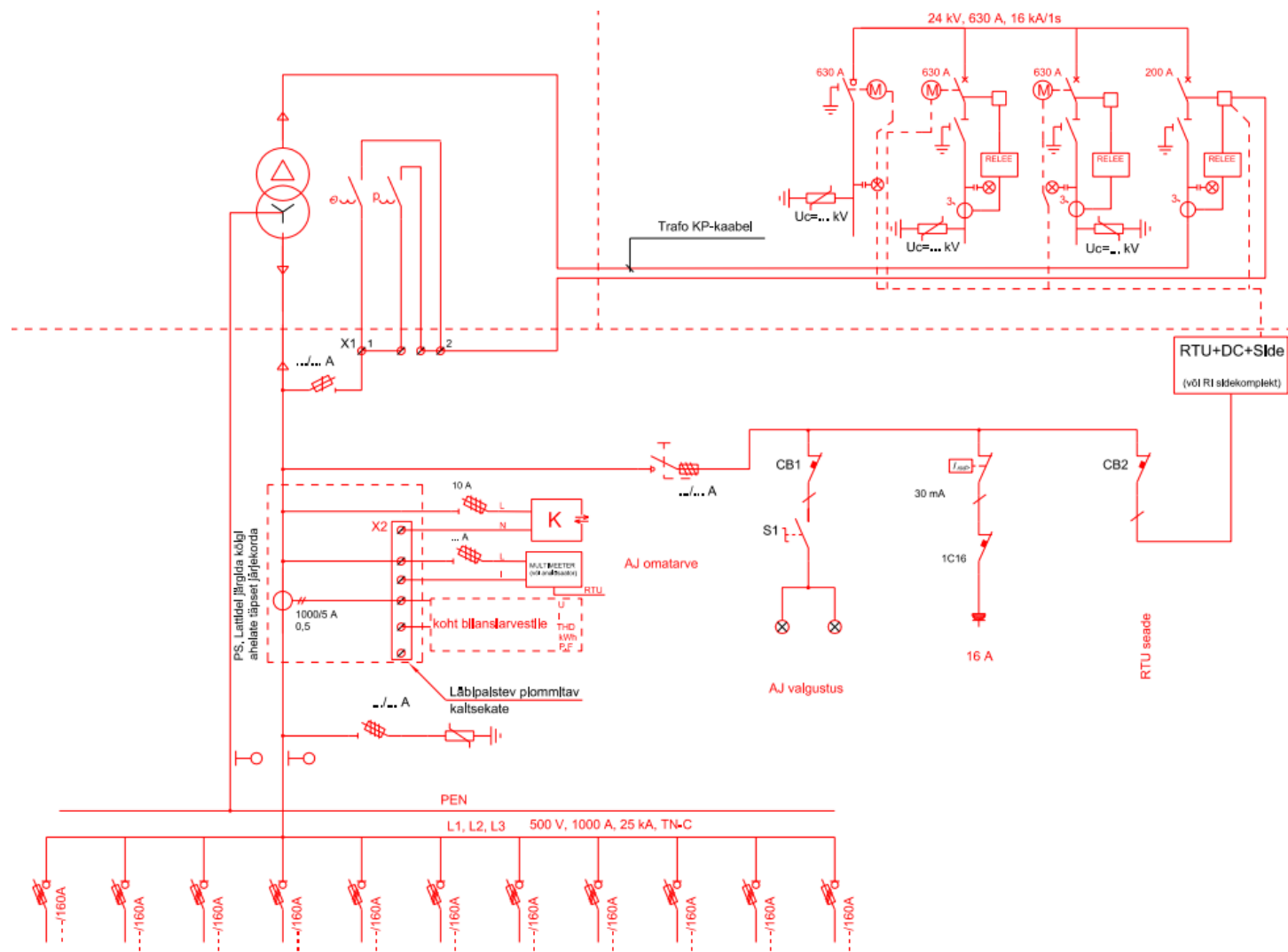
Harju Elekter komplektalajaam (edaspidi alajaam)

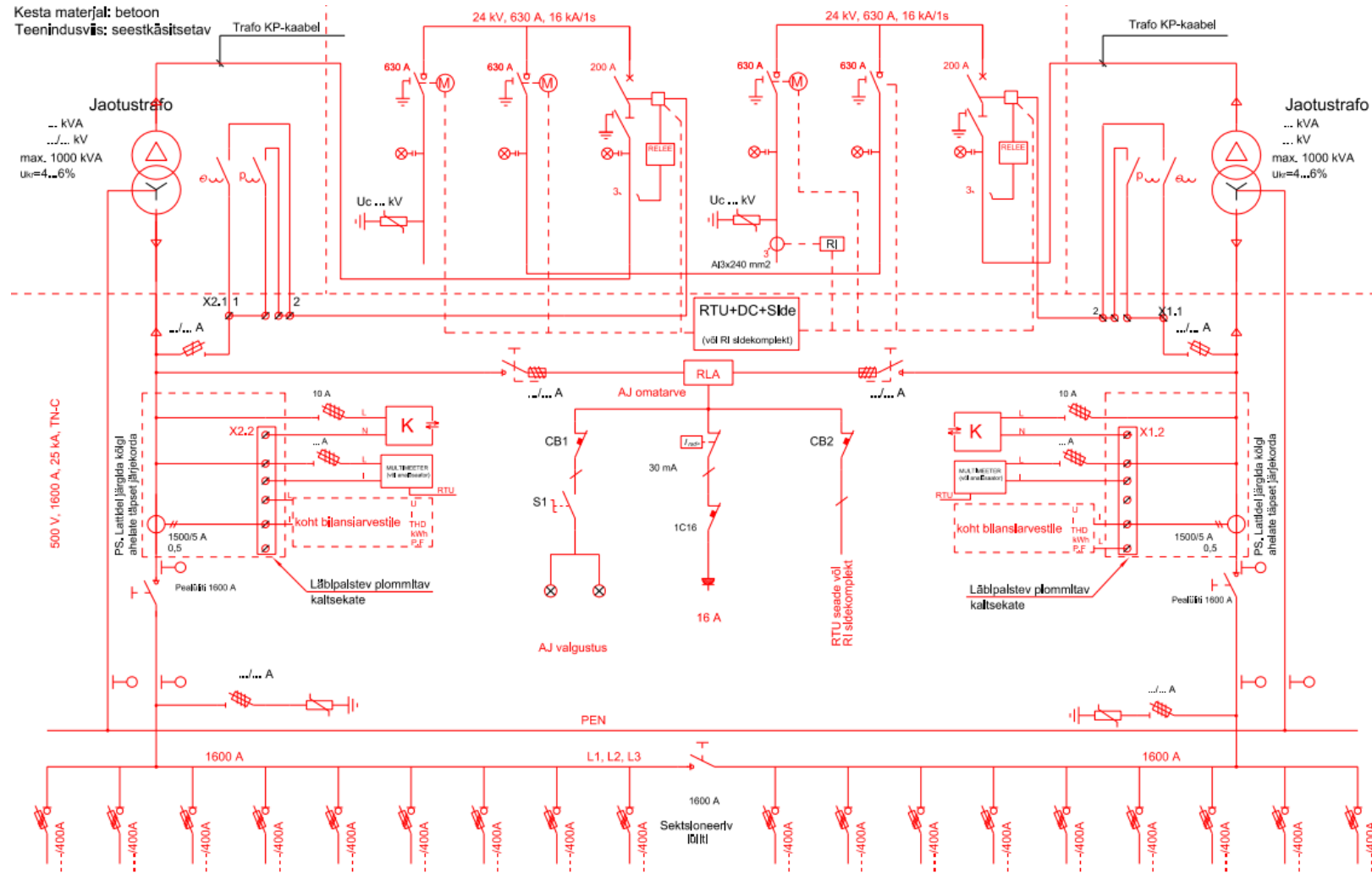


Komplektalajaam – 250 kVA



Komplektalajaam – 630 ja 1000 kVA





Keskpinge lülitusseadmed

	Lahklüliti 	Koormuslahk- lüliti 	Võimsuslüliti 
Lahutusvool	-	I_n	I_n
Lühisvoolu lahutamine	-	-	I_k
Lühisvoolule lülitamine	-	I_k	I_k
Nimivool	(50) - 630 A	I_n	I_n
Kaitselahutus	+	+	+

Keskpinge lülitusseadmed



- Schneider RM6, 100% SF6



- Siemens 8DJH, VL vaakum



- SEL TPR6, VL vaakum



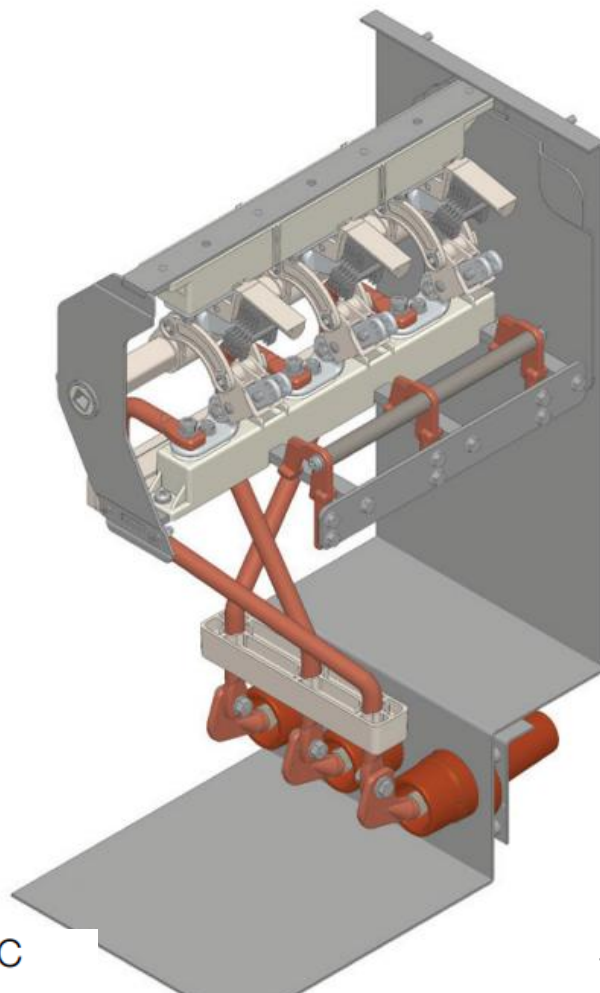
- ABB SafeRing, VL vaakum



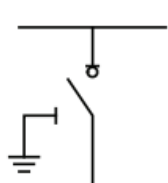
- Eaton Xiria, 100% SF6 vaba

- EVS-EN 62271-200
- Meh. lülitusi KOL kuni 1000, VL 2000
- $U_m = 24 \text{ kV}$

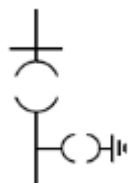
ABB SafeRing ja SafePlus KOL



C



Elektriskeem



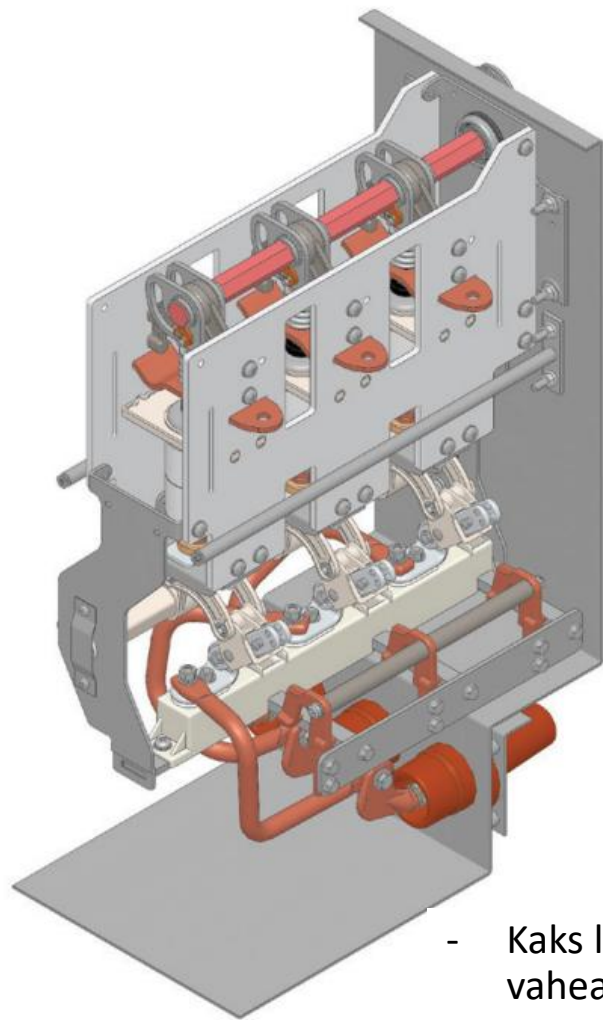
Operatiivskeem



- üks 3-positsiooniline lüliti - suletud, avatud, vaheasend
- kaks käsiajamat juhtpaneeli
- analoogne RM6 KOL-ga



ABB SafeRing ja SafePlus VL



- Kaks lülitiit - üks 3-positsiooniline maandus-lahklüliti (suletud, avatud, vaheasend) ja üks võimsuslüliti (suletud, avatud)
- kolm käsiajamat juhtpaneeli
- EI OLE analoogne RM6 VL-ga (vt järgmine slaid), on analoogne Siemens 8DJH võimsuslülitiga.



ABB SafeRing ja SafePlus VL

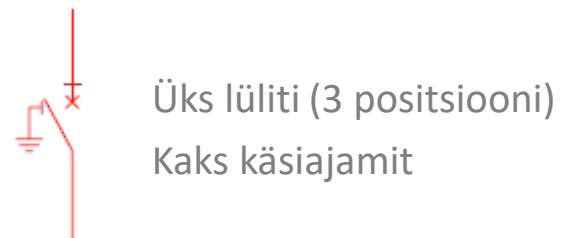
ABB SafeRing/SafePlus

Schneider Electric RM6

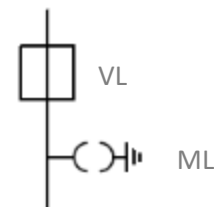
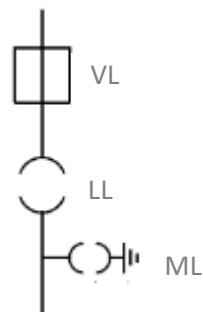
Juhtpaneel



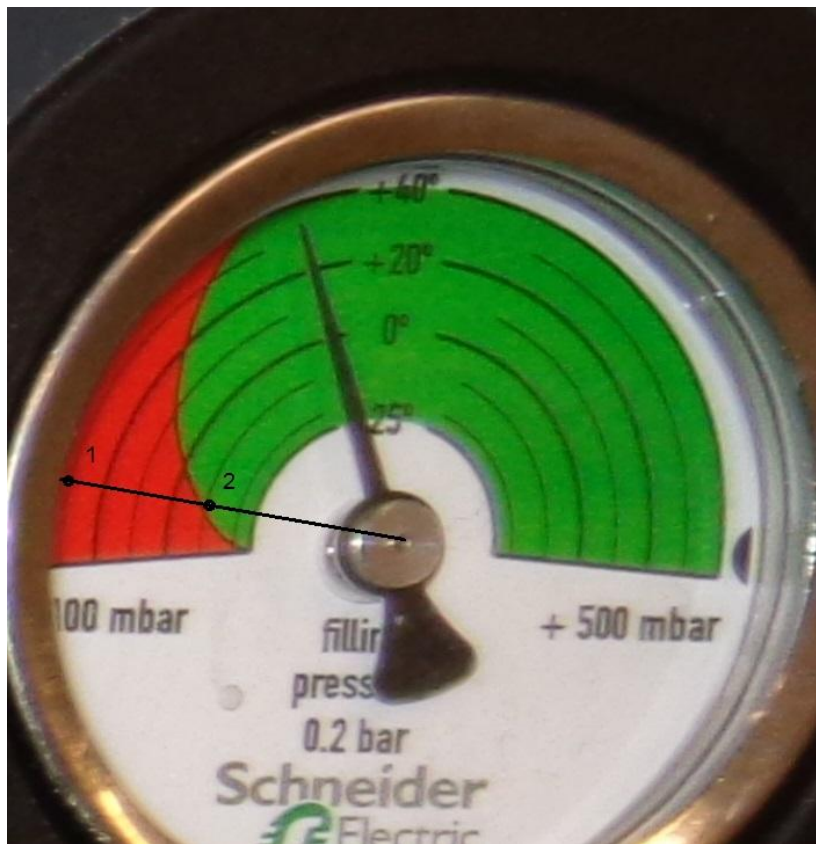
Elektriskeem



Operatiiv-
skeem



Keskpingseseadmete manomeetrid

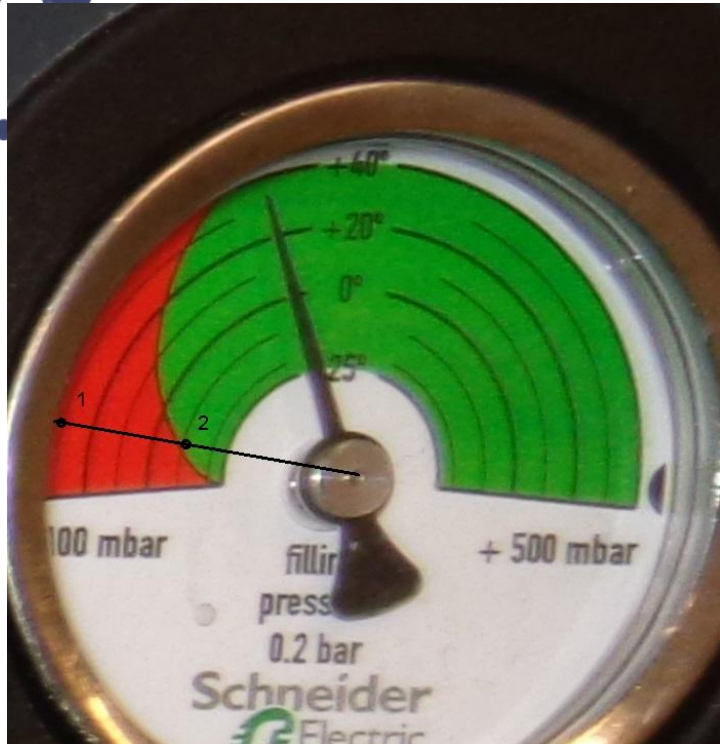


Schneider RM6 manomeeter
Ei ole temperatuurikorrigeeritud.



ABB SafeRing/SafePlus manomeeter.
Temperatuurikorrigeeritud.

Keskpingseseadmete manomeetrid



Schneider RM6 manomeeter
Ei ole temperatuurikorrigeeritud.



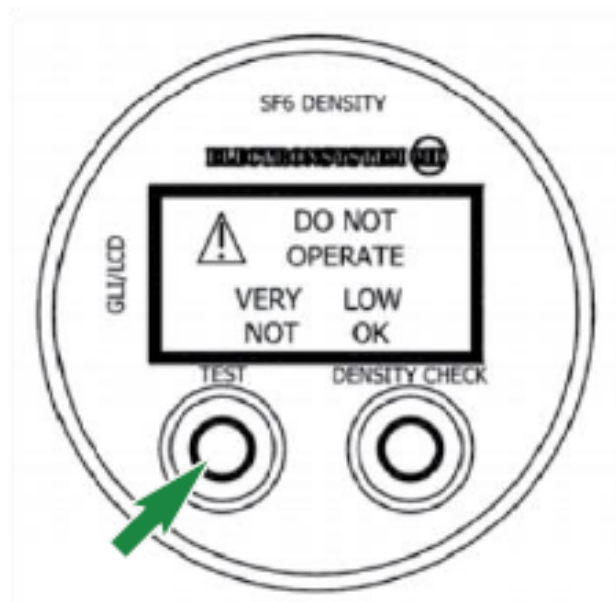
Uus lahendus
Schneideri RM6



ABB SafeRing/SafePlus manomeeter.
Temperatuurikorrigeeritud.
See lahendus ei muutunud!



Keskpingeseadmete manomeetrid



Ekraani toimimise testimiseks lülitada "TEST" nuppu. LCD kuvab:

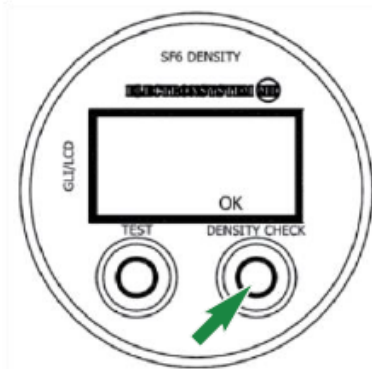
- Kui mitte midagi ei kuvata kontrollida ühendusi.
- Võtta ühendust seadme müüjaga

Märge: LCD ekraan on autonoomse toitega piesoelektriliste nuppude kaudu ("TEST" ja "DENSITY SWITCH"). Nuppude vajutamisel ekraan kuvab infot mõned sekundid.



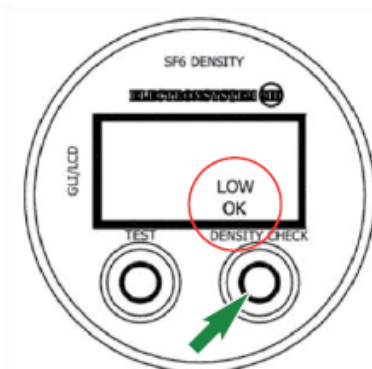
Rõhu kontroll

Vajutage "DENSITY CHECK" nuppu.
LCD ekraan kuvab infot:



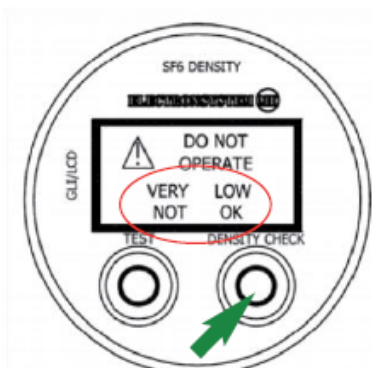
Juhtum 1: OK

RM6 seade on normaaltöö olekus, valmis pingestamiseks



Juhtum 2: Rõhk madal / OK

Seadme RM6 tööstaatus on halvenenud. Vajalik on planeerida seadme vahetus. Võib jääda pingestatuks ja võib teostada lülitusi.

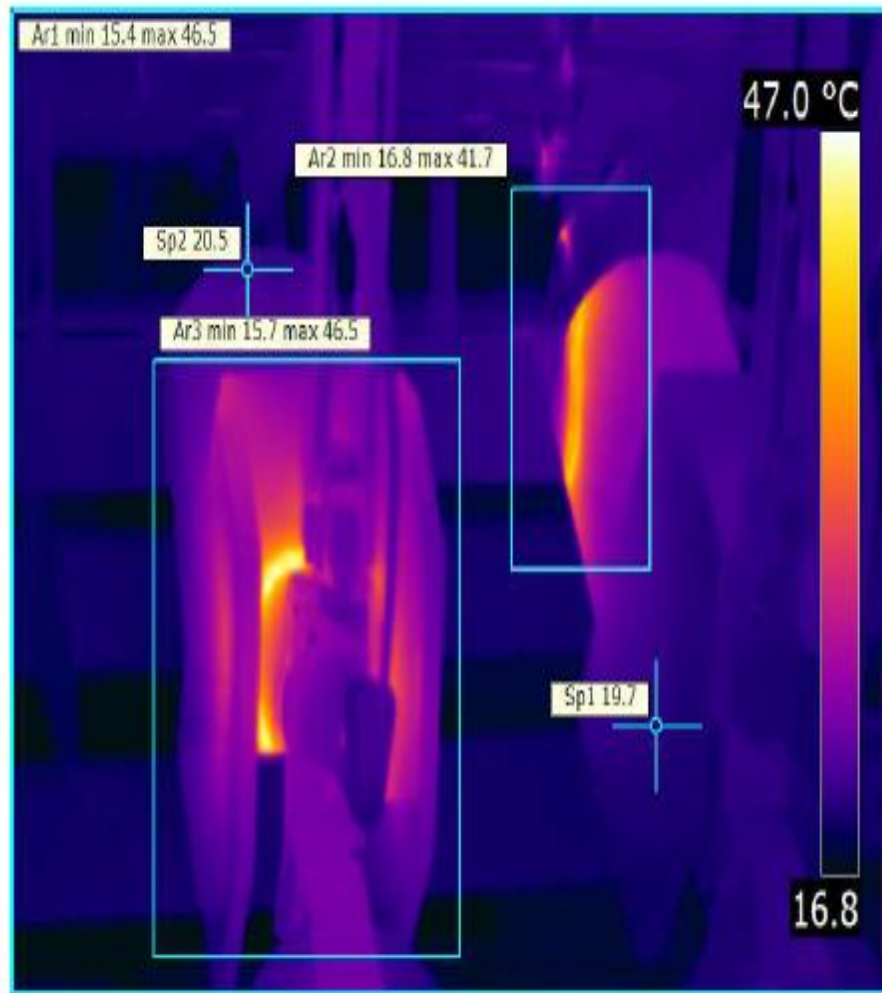


Juhtum 3: Rõhk väga madal / NOT OK

Elektrilöögi, plahvatuse või elektrikaaretekkimise oht
Lülitusi ei tohi teha

⚠ ⚠ WARNING	
	HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION, OR ARC FLASH
	• Do not make any operation on RM6. • Contact immediately Schneider Electric service center.
	Failure to follow these instructions can result in death or serious injury.

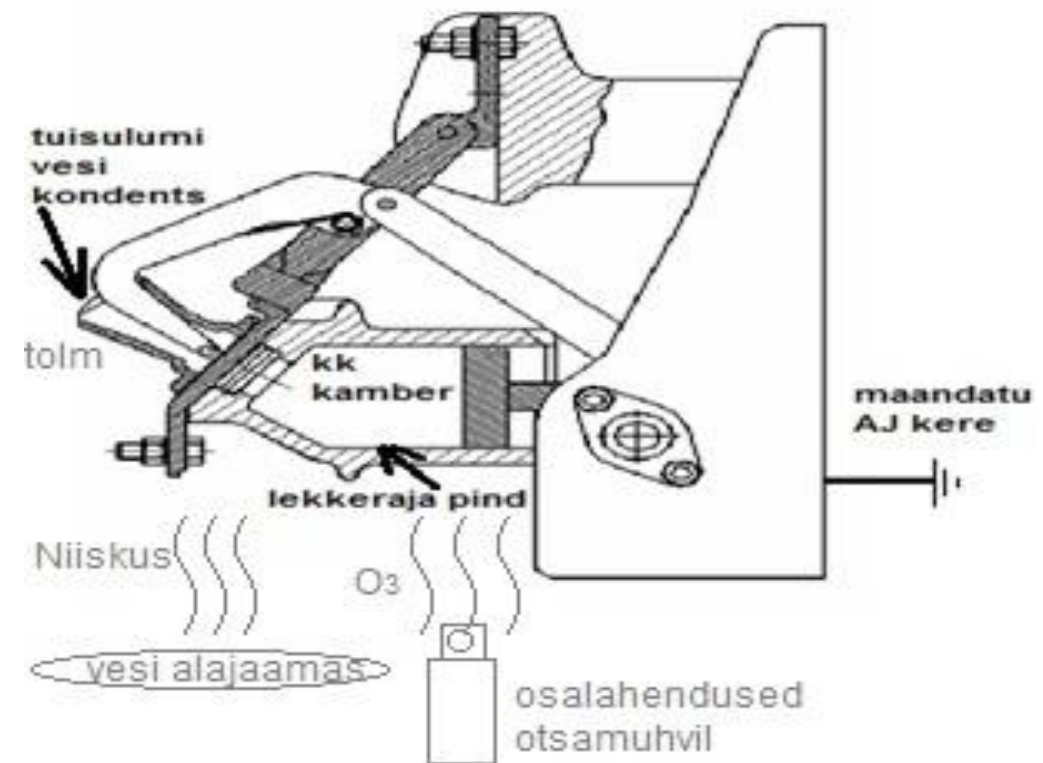
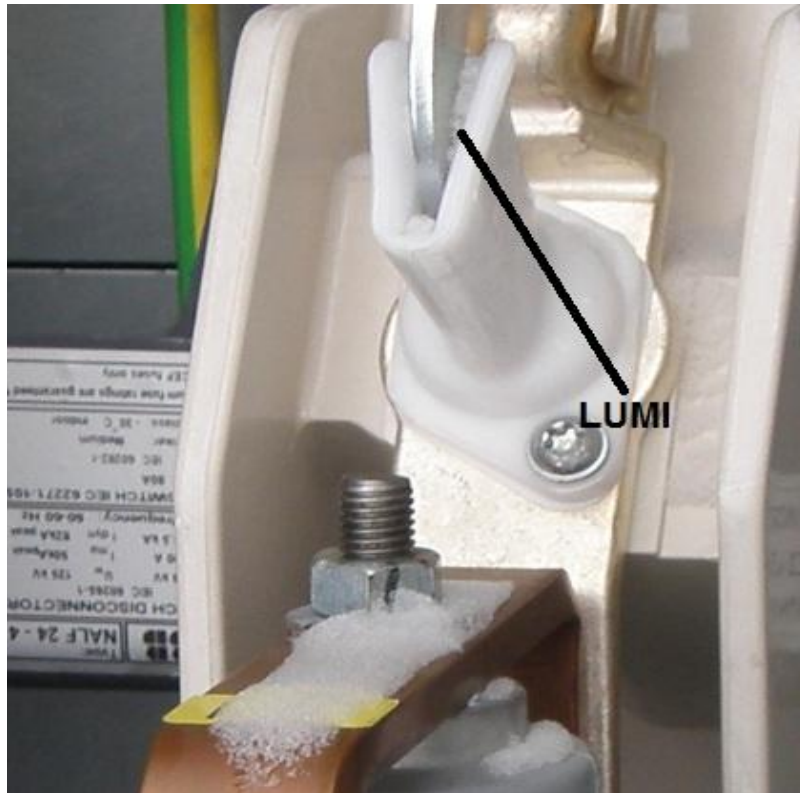
HEKA250 VM – ABB NALF KOL



HEKA250 VM – ABB NALF KOL



HEKA250 VM – ABB NALF KOL



HEKA250 VM

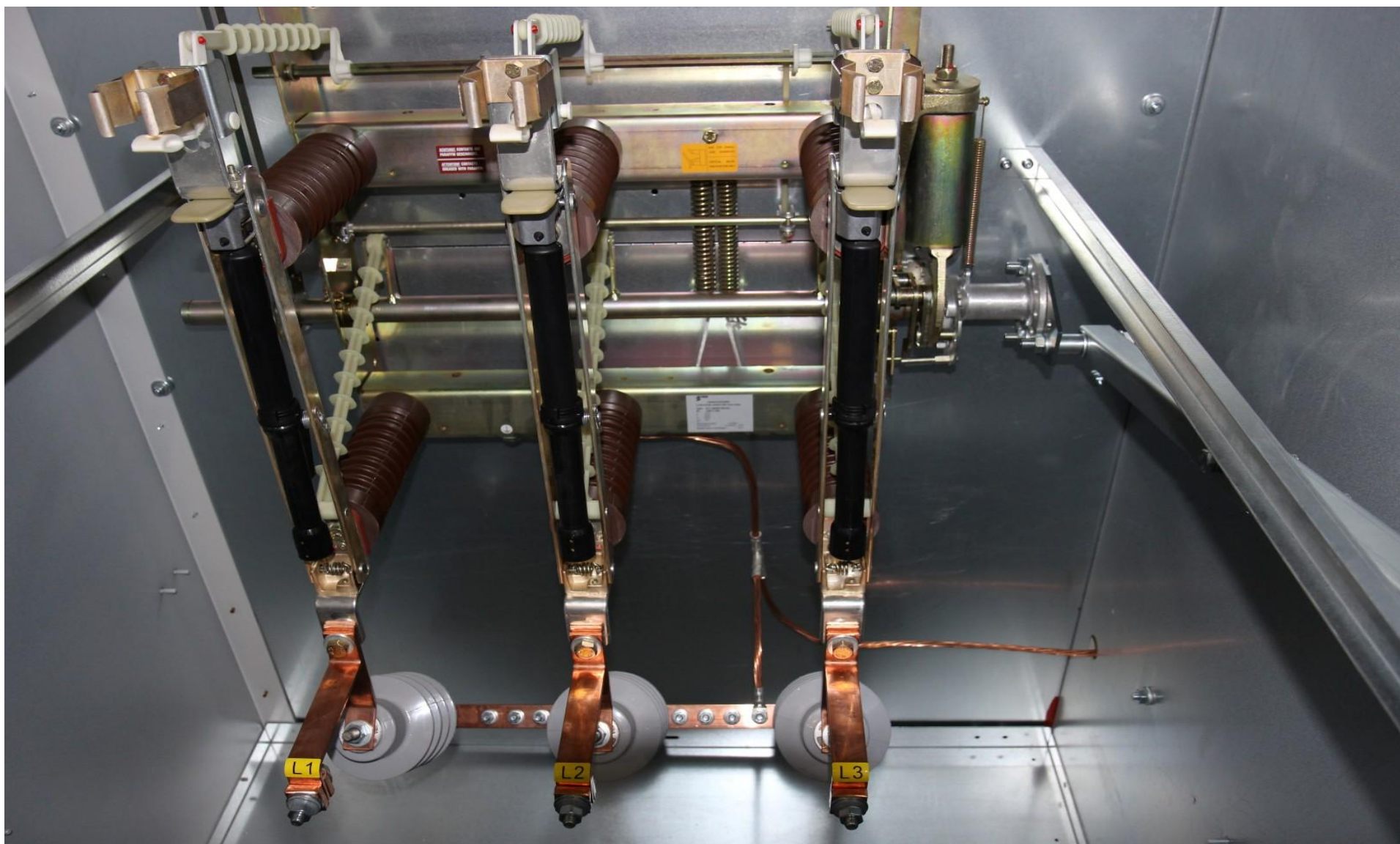


Areva Isarc, KOL

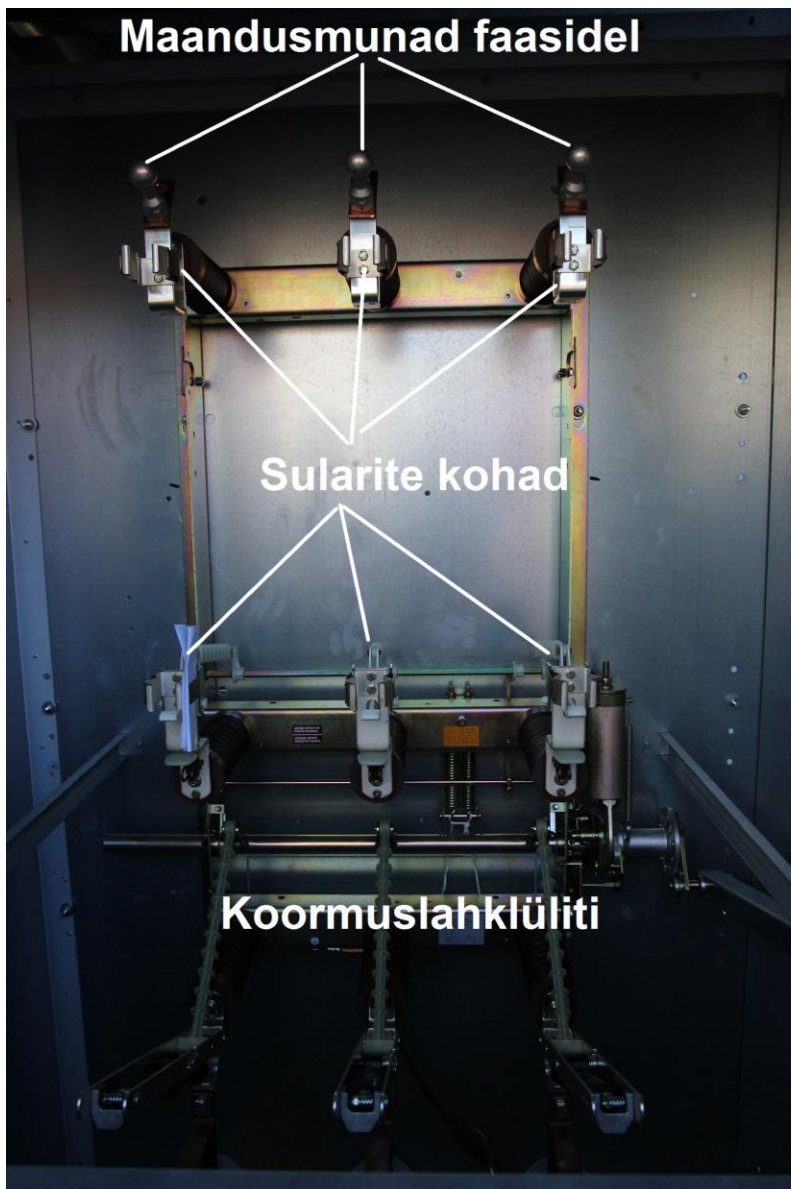
- HEKA250 tupik
- Õhkisolatsioon
- Un 12...24 kV
- Võimeline lülitama In 400-630 A
- Meh. lülitusi kuni 1000
- Enam ei toodeta.



HEKA250 VM – Uesa KLF



HEKA250 VM – Uesa KLF



HEKA250 VM – Uesa KLF



Trafod



Ölitrafod, 50-1600 kVA

- Hermeetiliselt suletud ja paisupaagita
- Enim kasutatavad
- Kaitsmine võimsuslüliti või sularitega



Näide kahe tööpingega trafost - Siemens

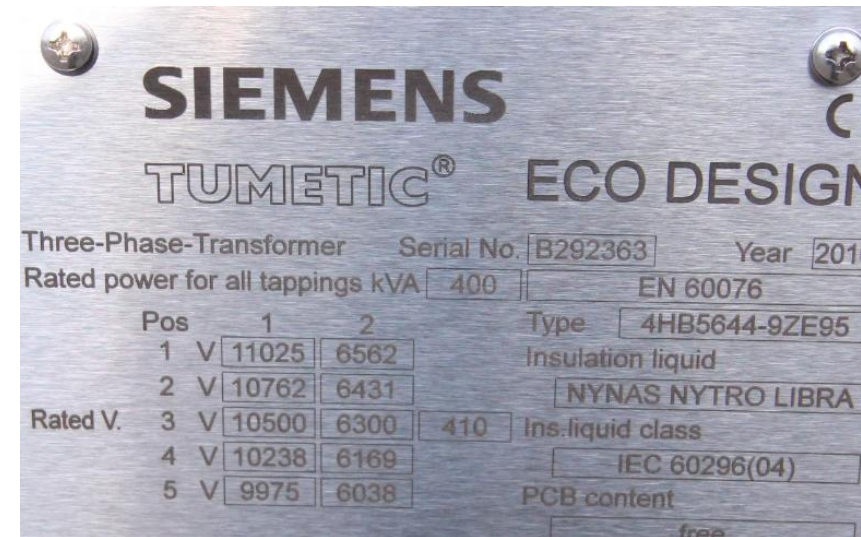


Lüliti 1 – astmelüliti

Lüliti 2 – tööpinge valimine

Positsioon 1 – tööpinge 10,5 kV

Positsioon 2 – tööpinge 6,3 kV



Trafod



Kuivtrafod

- Tuleohtlikes kohtades, keldrikorrustel või kui seda nõuavad tuleohutuseeskirjad
- Kallimad
- Suuremad kaod



Trafo ja madalpinge seadme ühendamine

- Varem – trafo ühendamine lattidega



Nüüd – trafo ühendamine kaablitega



Trafoorium – komplektalajaamad 2024

Trafo all on õlikogumisvann. Betoovundamendi/õlikogumisvanni sisse ei tohi peale alajaama ega tema trafo transportimist ja/või paigaldust jääda vett. Kui alajaama ja tema trafo transportimisel ja/või paigaldamisel on betoovundamendi sisse kogunenud vett, siis tuleb avada betoovundamendi põhjas olev vee äravooluks ettenähtud äravooluava. Enne trafo paigaldamist tuleb betoovundamendi põhjas asuv äravooluava sulgeda poltliite abil.



Eco design trafod

Trafode kaal on suurem, kuna karmistused EL nõuded trafode tühijooksu- ja koormuskadudele.

Näide 100 kVA trafo. Varem ca 550 kg, nüüd ca 800 kg.

Tabel I.1. Suurimad lubatud koormuskad ja tühijooksukaod (W) vedeliktäitega kolmefaasilistel keskmistel jõutrafodel, mille ühe mähise pinge on $U_m \leq 24$ kV ja teise mähise pinge $U_m \leq 1,1$ kV

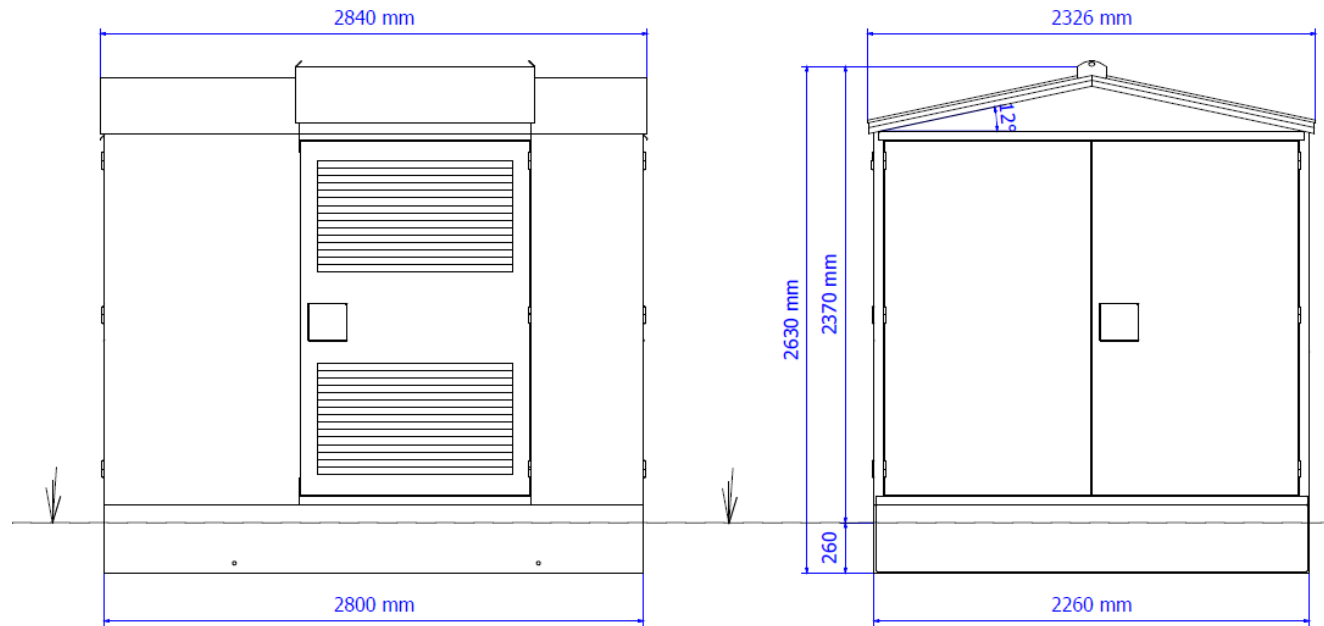
	1. etapp (alates 1. juulist 2015)		2. etapp (alates 1. juulist 2021)	
Nimivõimsus (kVA)	Maksimaalsed koormuskad P_k (W) (%)	Maksimaalsed tühijooksukaod P_o (W) (%)	Maksimaalsed koormuskad P_k (W) (%)	Maksimaalsed tühijooksukaod P_o (W) (%)
≤ 25	C_k (900)	A_o (70)	A_k (600)	$A_o - 10\%$ (63)
50	C_k (1 100)	A_o (90)	A_k (750)	$A_o - 10\%$ (81)
100	C_k (1 750)	A_o (145)	A_k (1 250)	$A_o - 10\%$ (130)
160	C_k (2 350)	A_o (210)	A_k (1 750)	$A_o - 10\%$ (189)
250	C_k (3 250)	A_o (300)	A_k (2 350)	$A_o - 10\%$ (270)
315	C_k (3 900)	A_o (360)	A_k (2 800)	$A_o - 10\%$ (324)
400	C_k (4 600)	A_o (430)	A_k (3 250)	$A_o - 10\%$ (387)
500	C_k (5 500)	A_o (510)	A_k (3 900)	$A_o - 10\%$ (459)
630	C_k (6 500)	A_o (600)	A_k (4 600)	$A_o - 10\%$ (540)
800	C_k (8 400)	A_o (650)	A_k (6 000)	$A_o - 10\%$ (585)
1 000	C_k (10 500)	A_o (770)	A_k (7 600)	$A_o - 10\%$ (693)



Madalpingeseade komplektalajaamas - ABB



Uus „HEKA1VM1000-8“ – kasutatakse nii 630 kui ka 1000 kVA alajaamade korral



Mõõdud

üldpikkus [mm]	2840 (2800)
üldlaius [mm]	2326 (2260)
kõrgus [mm]	2630 (2370)
traforuumi mõõtmed (PxLxK) [mm]	1750x1110x2000

Kaalud

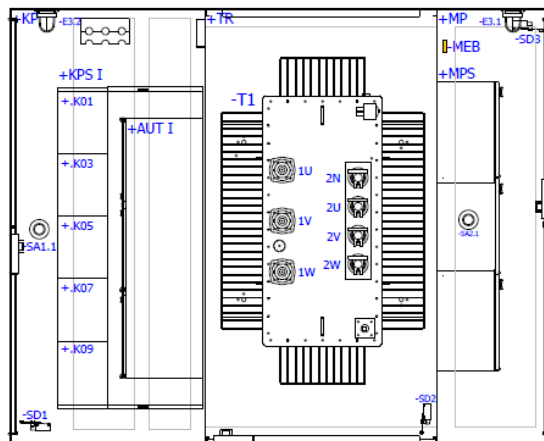
Alajaam [kg]	2280
KP seade [kg]	825
MP seade [kg]	300
kogumass (ilma trafota) [kg]	ca. 3405

Värvid:

korpus	RAL7035
katus	RAL7035

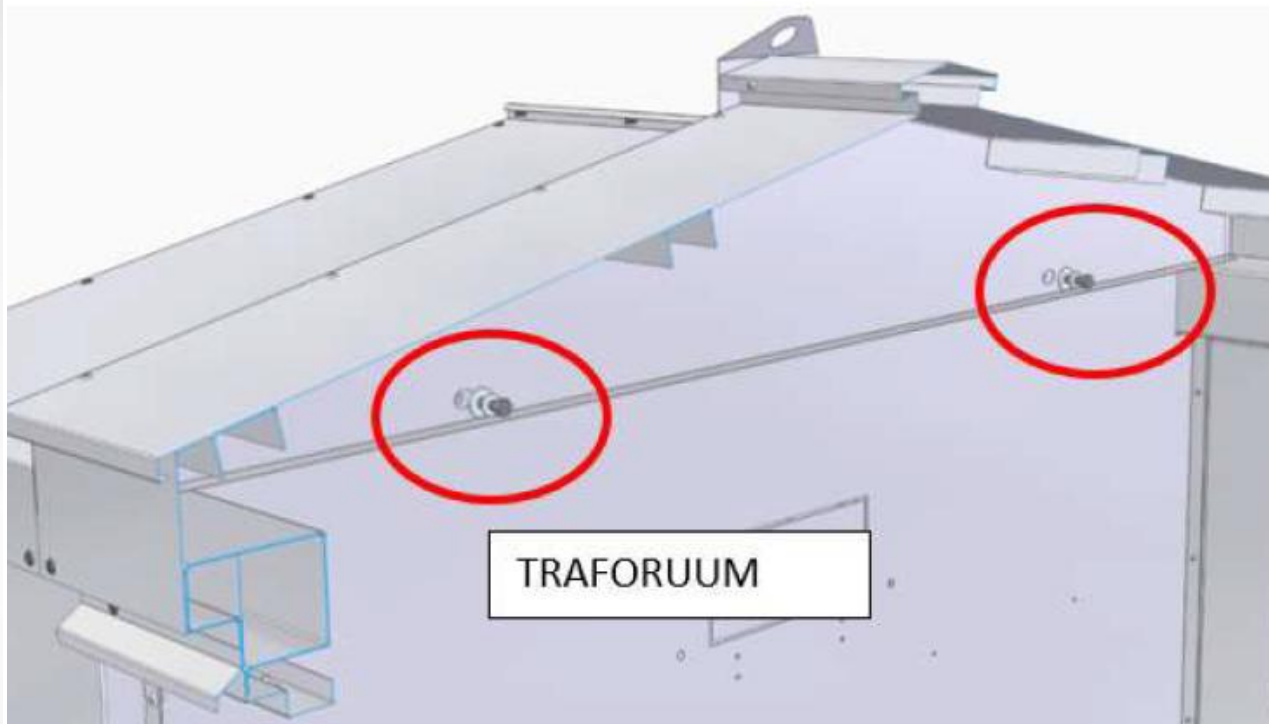
Märkus:

Alajaama transport ja montaaž teha vastavalt seadmetega kaasas olevale transpordi- ja vundeerimisjuhendile



KP -	Keskpinge ruum
MP -	Madalpinge ruum
TR -	Trafo ruum
MEB -	Peamaanduslatt

Uus „HEKA1VM1000-8“ – kasutatakse nii 630 kui ka 1000 kVA alajaamade korral
PS. ELV-le tarnitavad alajaamad on helehallid, sh katus.



Joonis 7. Alajaama traforuumi katuse kinnituskohad



Varualajaamad



J3117/8 Varualajaamade ja varujaotla kasutamise juhend – 20.01.2025



HEKA1VM 250 metallkestaga 6-20/0,4 kV varualajaam

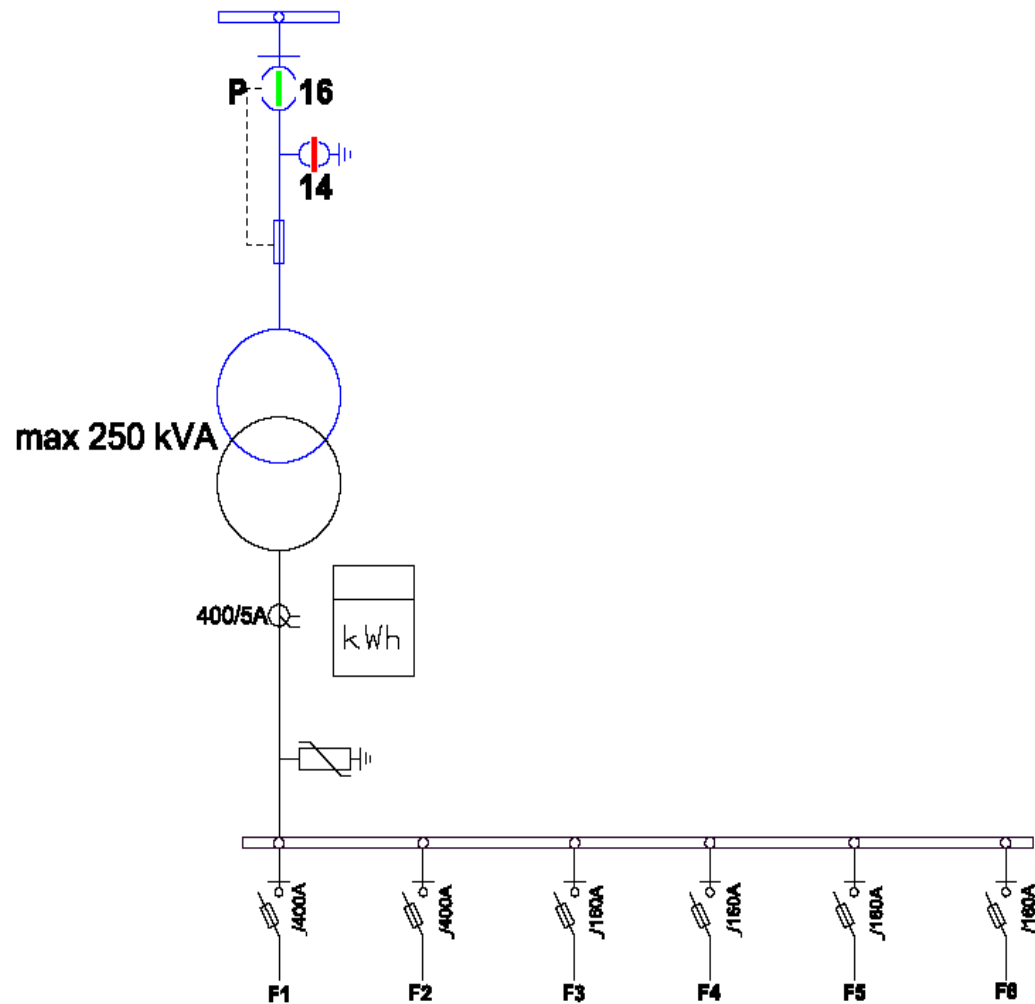
Alajaama koosseis:

- välisteenindusega metallkest;
- trafo fiidris on 24 kV isolatsiooniga ühekambriline sularitega keskpingeseade, näiteks ABB NALF või ISARC. Sularid on olemas 250, 160 ja 100 kVA-se trafo jaoks;
- trafo maksimaalne võimsus kuni 250 kVA (k.a.); alajaamas trafo puudub. Erandina on Tallinnas olevas alajaamas 10/0,4 kV trafo 25 kVA;
- madalpingeseade, kus on neli 160 A jadavinnakut ja kaks 400 A jadavinnakut, madalpingesulareid ei ole;
- madalpingepiirikud;
- üks komplekt piirikuid Tallinnas igale nimipingele;
- kogukaal trafota on 780 kg.



Alajaamade arv on 2, millest üks paikneb Kiili õppeväljakul ja on ühendatud õppevahendina õppeväljaku elektripaigaldiste toitevõrku, teine asub Tartus Turu 16, Kesklinna PAJ territooriumil.

HEKA1VM 250 metallkestaga 6-20/0,4 kV varualajaam



Projekt:	Kõlli Raba	Alustas:	Põhja reserv alajaam	Skemaatiline nõu:
Alustas:	Ülari Viikar			PGH250
Alust:	digitaalne			
	oleksid			
		Alustatakse alust:		Alust:
				09.08.2012



HEKA1SP1000 betoonkestaga 6-20/0,4 kV varualajaam

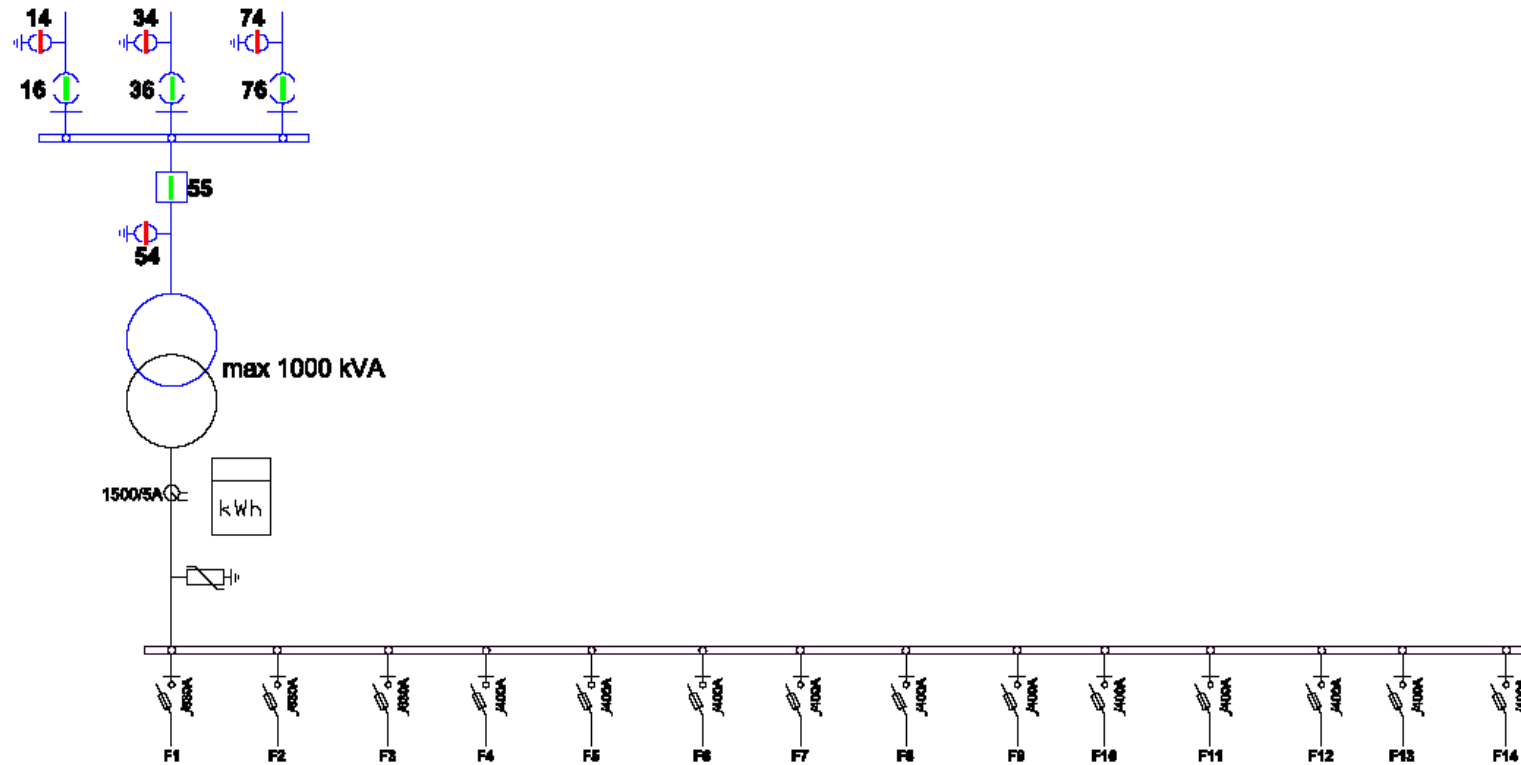
Alajaama koosseis:

- siseteenindusega betoonkest;
- neljakambriline 24 kV jaotusseade, mille trafo fiidris on võimsuslüliti ja liinidel koormuslahklülid 630 A;
- trafo maksimaalne võimsus kuni 1000 kVA (k.a.); alajaamas trafo puudub;
- madalpingeseade, kus on neli 630 A jadavinnakut ja kümme 400 A jadavinnakut, madalpingesulareid ei ole;
- madalpingepiirikud;
- keskpinge piirikuid ei ole, kuna varualajaama võib kasutada 6, 10, 15 või 20 kV pingega võrgus;
- ilma rikkeindikaatoriteta;
- kogukaal trafota on 11 600 kg.



Alajaamade arv on 2, millest üks paikneb Kiili õppeväljakul ja on ühendatud õppevahendina õppeväljaku elektripaigaldiste toitevõrku, teine asub Tartus Turu 16, Kesklinna PAJ territooriumil.

HEKA1SP1000 betoonkestaga 6-20/0,4 kV varualajaam



Trükitseja	Käsimäe Raebans	Avaldaja	Põhja reserv alajaam	Skemaatiline nõu
Alustaja	Oskar Viltmar			POH1000
Arstid	digitaalsüsteemid			
	elektriline		alustajate arvutid:	Kuupäev: 03.08.2012



Piirkonna- ja jaotusalajaamade 24 kV isolatsiooniga varujaotla

24 kV isolatsiooniga SIEMENS 8DJH keskpingeseadmetega jaotla on paigaldatud HEKA betoonkestaga siseteenindusega hoonesse. Jaotla koosneb:

- kahest sektsioonist, ühest võimsuslülitiga sisendfiidrist ja seitsmest võimsuslülitiga väljuvast liinifiidrist; koormuslahklülititega sektsioonidevahelisest ühendusest, sulavkaitsmetega omatarbetrafo fiidrist;
- liinide võimsuslülitid on kaugjuhitavad ja varustatud liigvoolu- ja maaühenduskaitsesega;
- sisendfiidri (35-110 kV trafo) kaitsest;
- kogukaal 25 100 kg, üldine pikkus 4370, laius 3500 ja kõrgus 2875 mm.

Väljuvate liinide alla on võimalik ühendada 2 kõrgepinge kaablit. Omatarbe trafo on ühefaasiline, võimsusega 10 kVA, kahepingeline 6/10/0,23 kV, või 15/20/0,23 kV, ümberlülitatav. Käesoleval hetkel on nimetatud varujaotla kasutusel Jõgeva PAJ-s, kus see on ühendatud rikkejärgsesse skeemi. Asendus-varujaotla asub Kiili õppeväljakul.





Piirkonna- ja jaotusalajaamade 6/10/15/20 kV varujaotusseade

Piirkonna- ja jaotusalajaamade 6/10/15/20 kV varujaotusseadme tüübiks on Schneider Electric GMAe. See on monteeritud konteinerisse, mille kest vastab 20 jalase *high cube* konteineri ISO 668 / ISO 1161 standardite 1CCC mõõtudele. Jaotusseade:

- koosneb 9 fiidrist;
- kogukaal on 13 000 kg, üldine pikkus 6850, laius 2438 ja kõrgus 3110 mm;
- konteineri uks on lukustatav/avatav JV(1-8) seeria võtmetega;
- konteineril on võimalus paigaldada S1 lukk;
- konteiner on transporditav konteinerite veoks ette nähtud veokiga;
- piirkonna- ja jaotusalajaamade 6/10/15/20 kV varujaotusseadet paigaldav/teenindav personal peab olema koolitatud ja läbinud praktilise väljaõppe.

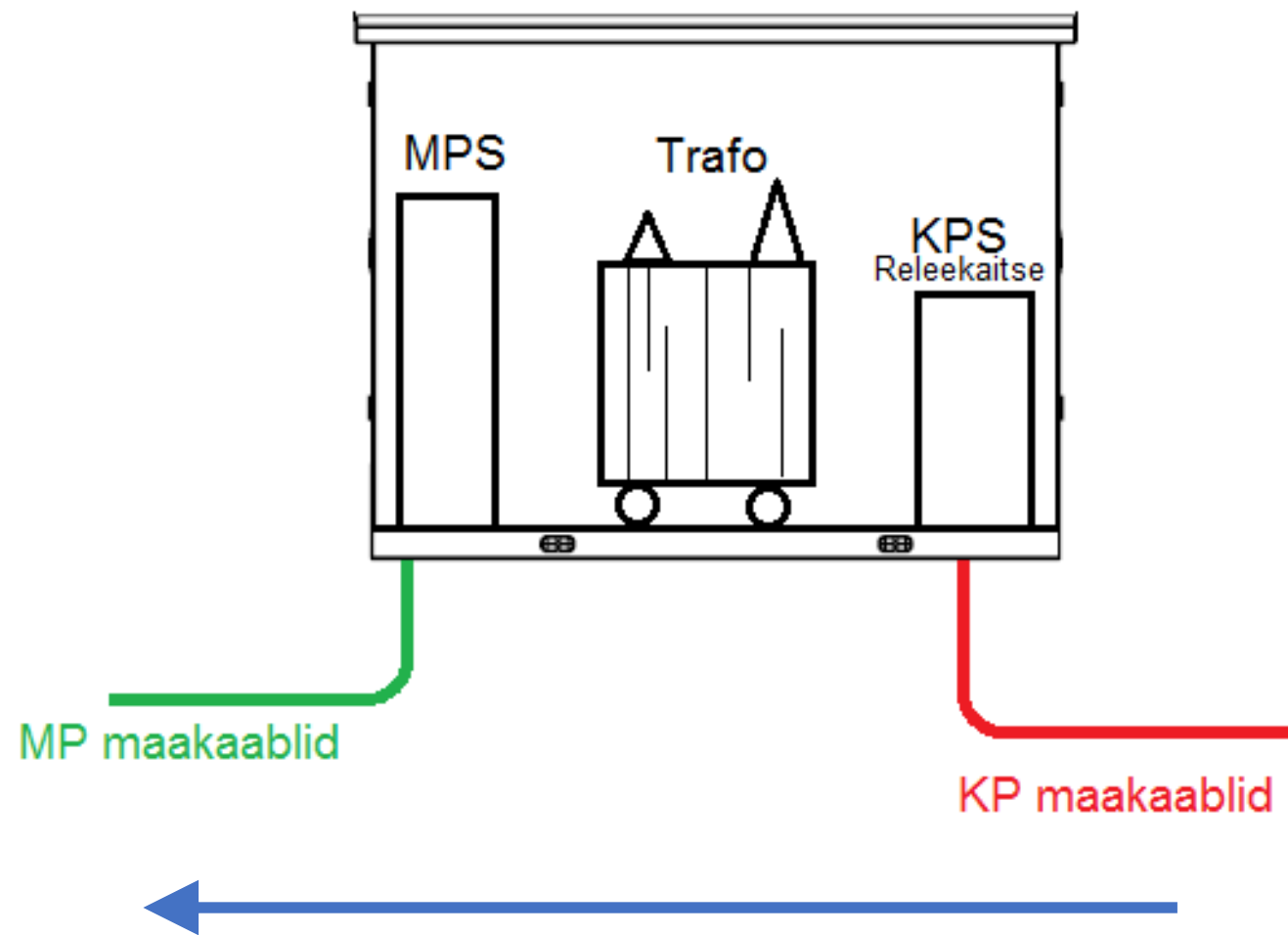


Piirkonna- ja jaotusalajaamade 6/10/15/20 kV varujaotusseadme statsionaarne asukoht on Kiili õppeväljakul.



Elektritööd alajaamades ja paigaldamine







KP kaablite kinnitamine





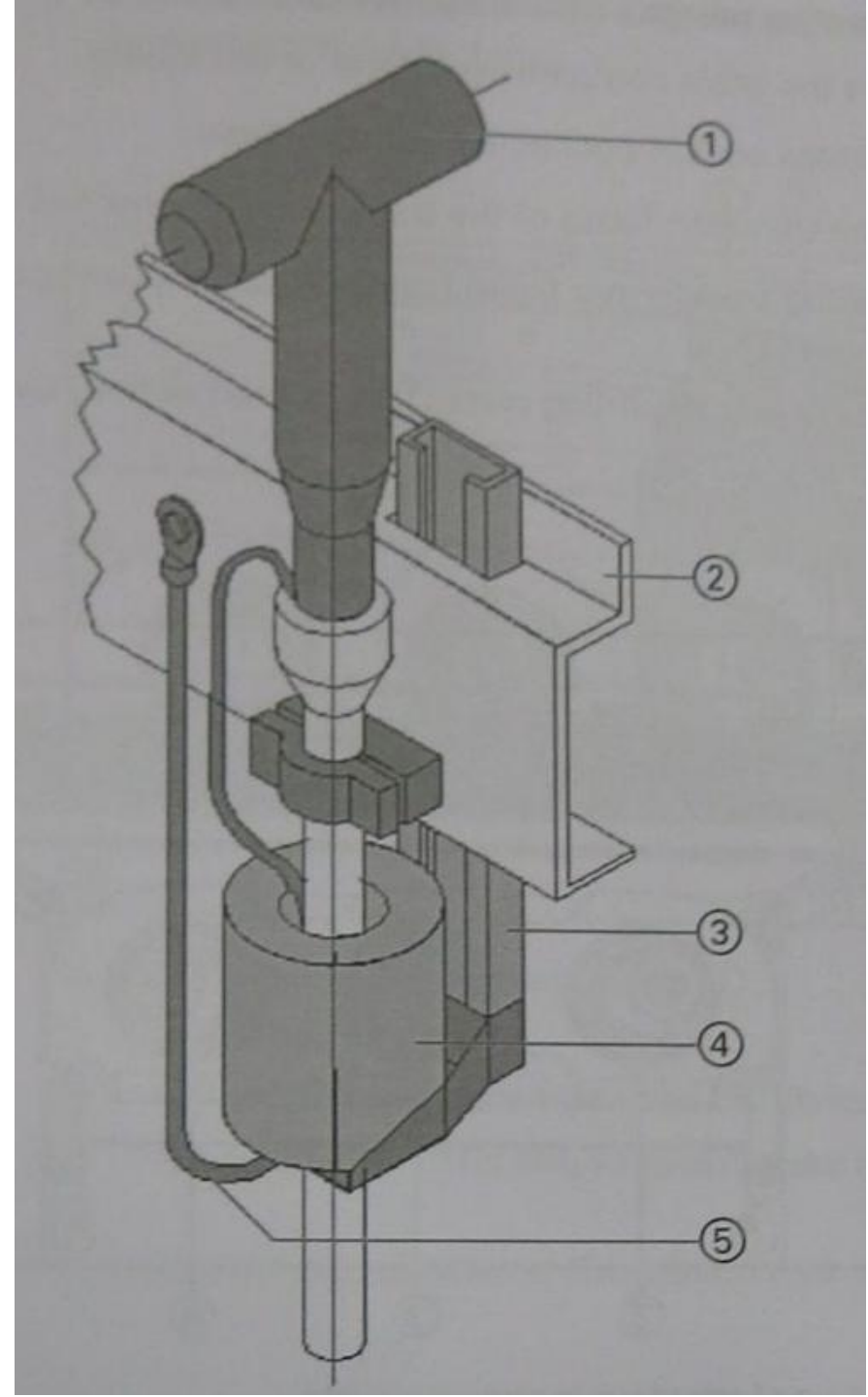
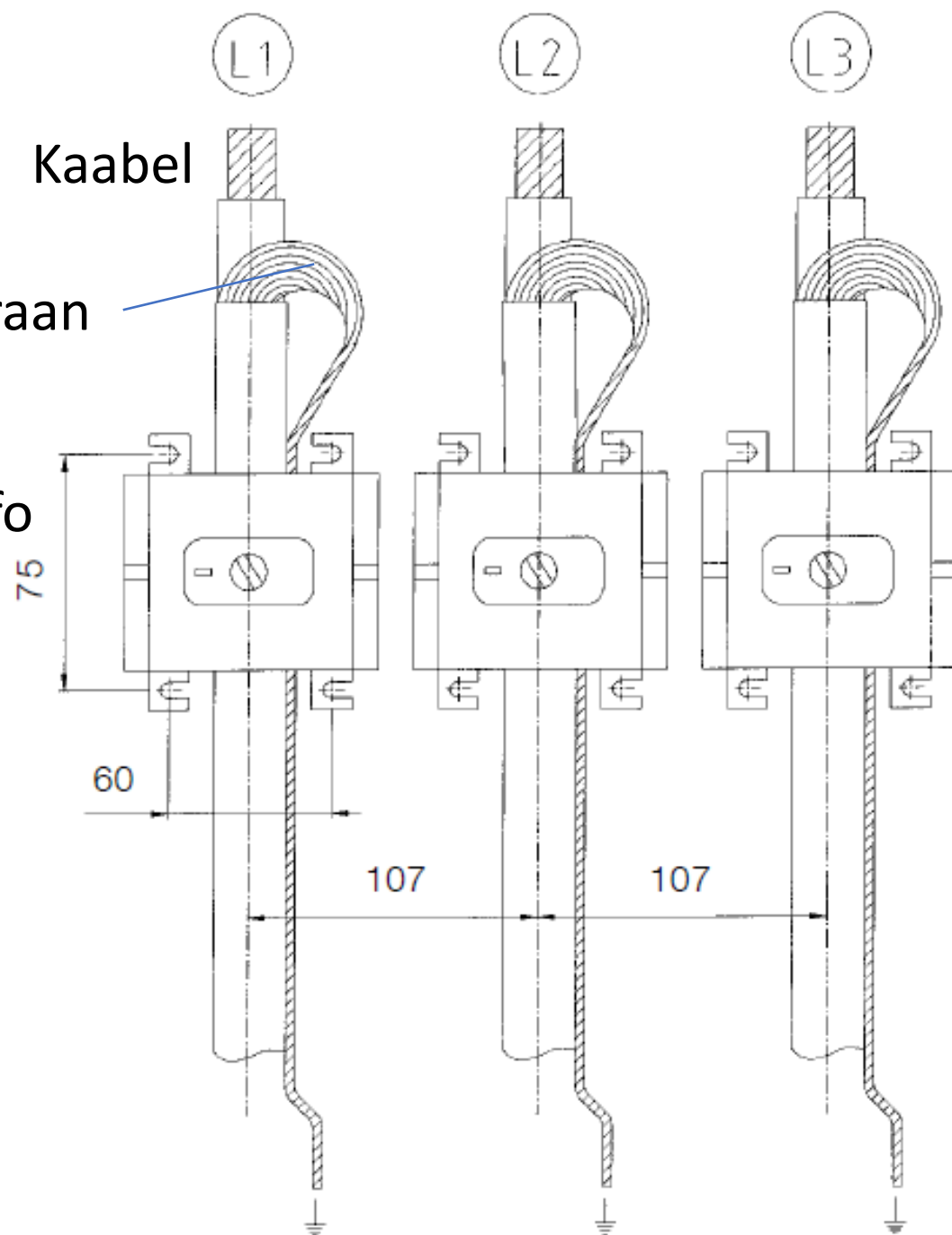




Voolutrafo

Kaabel

Ekraan





Mis ahel on nr 1 ning kas see on õigesti ühendatud?

Mis ahel on nr 2 ning kas see on õigesti ühendatud?





Number 1: Musta värvi ekraneeritud nurkliidese pot ühtlustustraati ei tohi viia läbi voolutrafo nagu on näidatud.

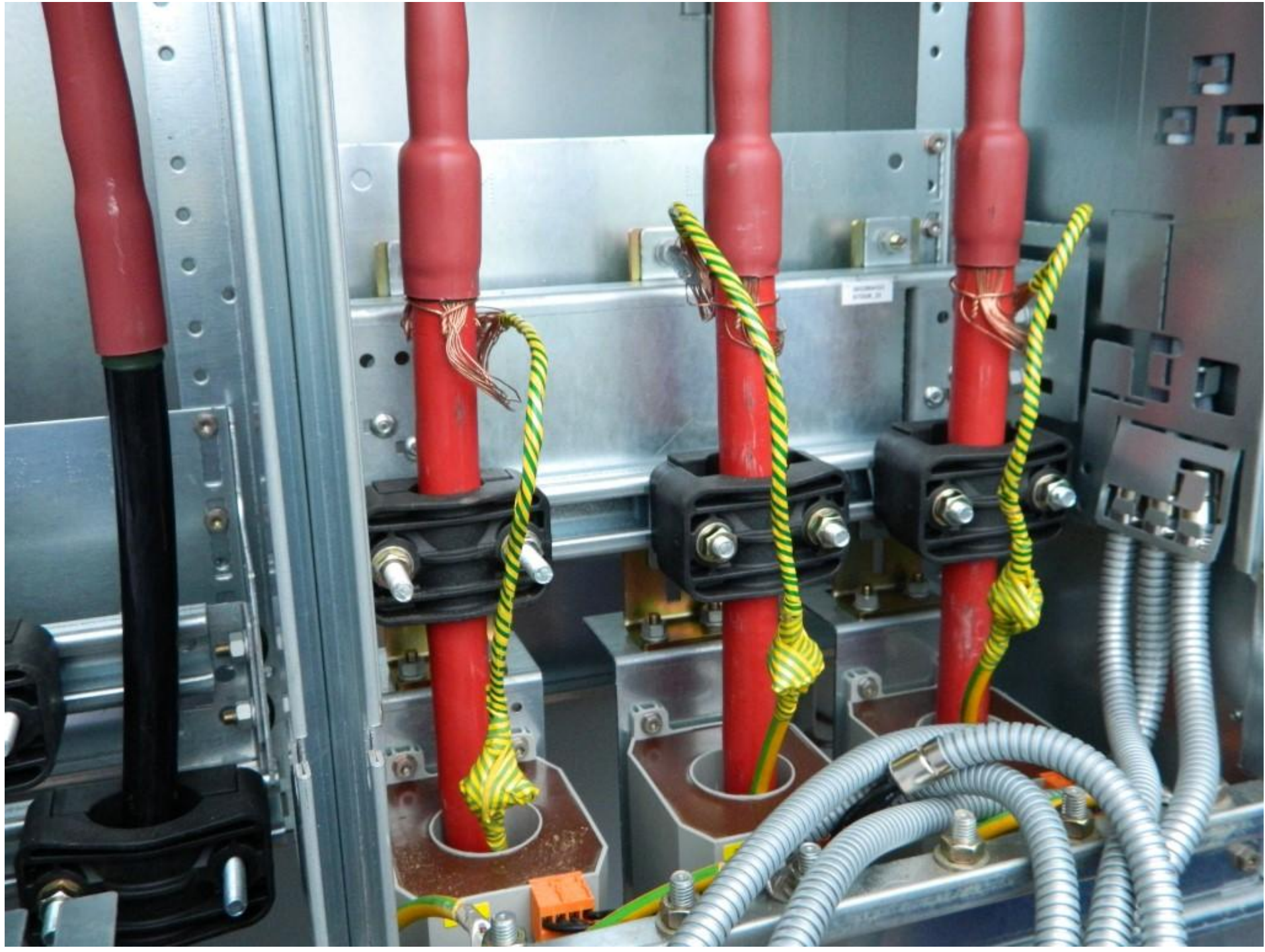
Number 2: Kaabli ekraan tuua tagasi läbi voolutrafo.





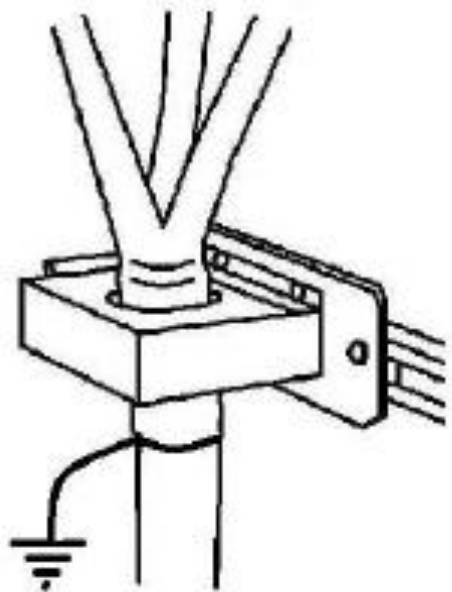
Kas kaabli ekraanid on õigesti ühendatud?



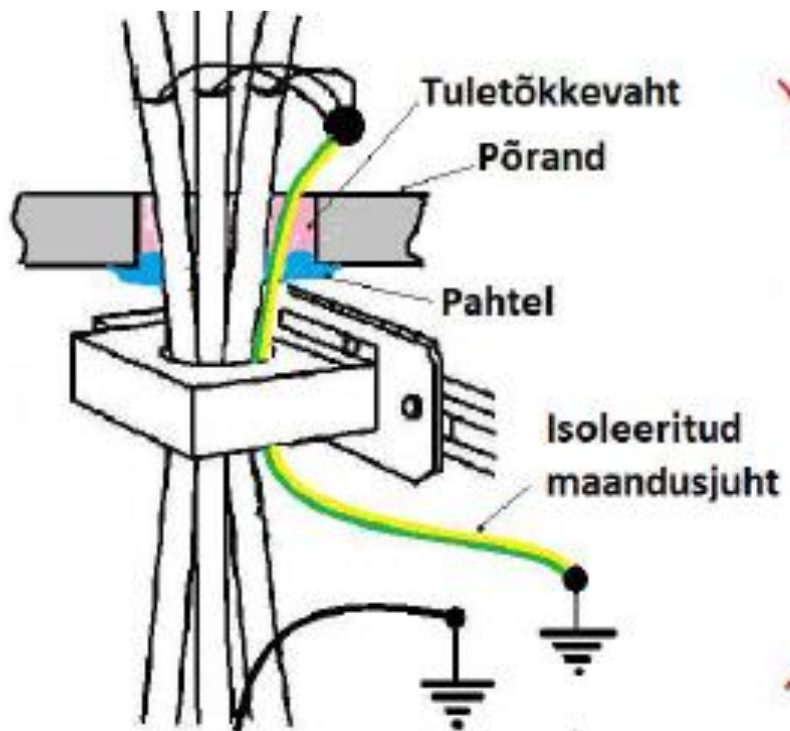


Kas kaabli ekraanid on õigesti ühendatud?

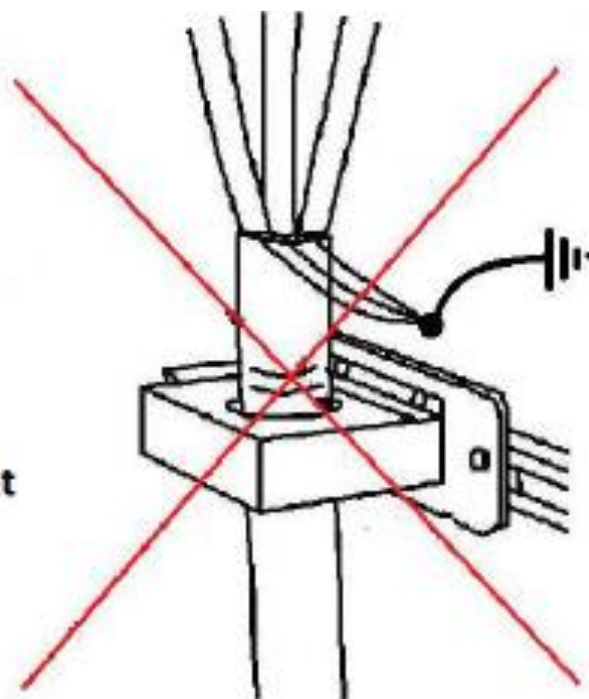




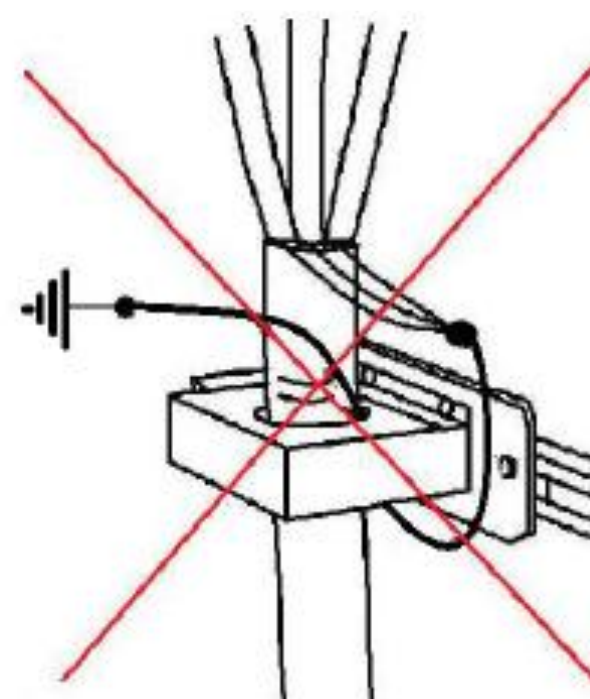
Õige



Õige



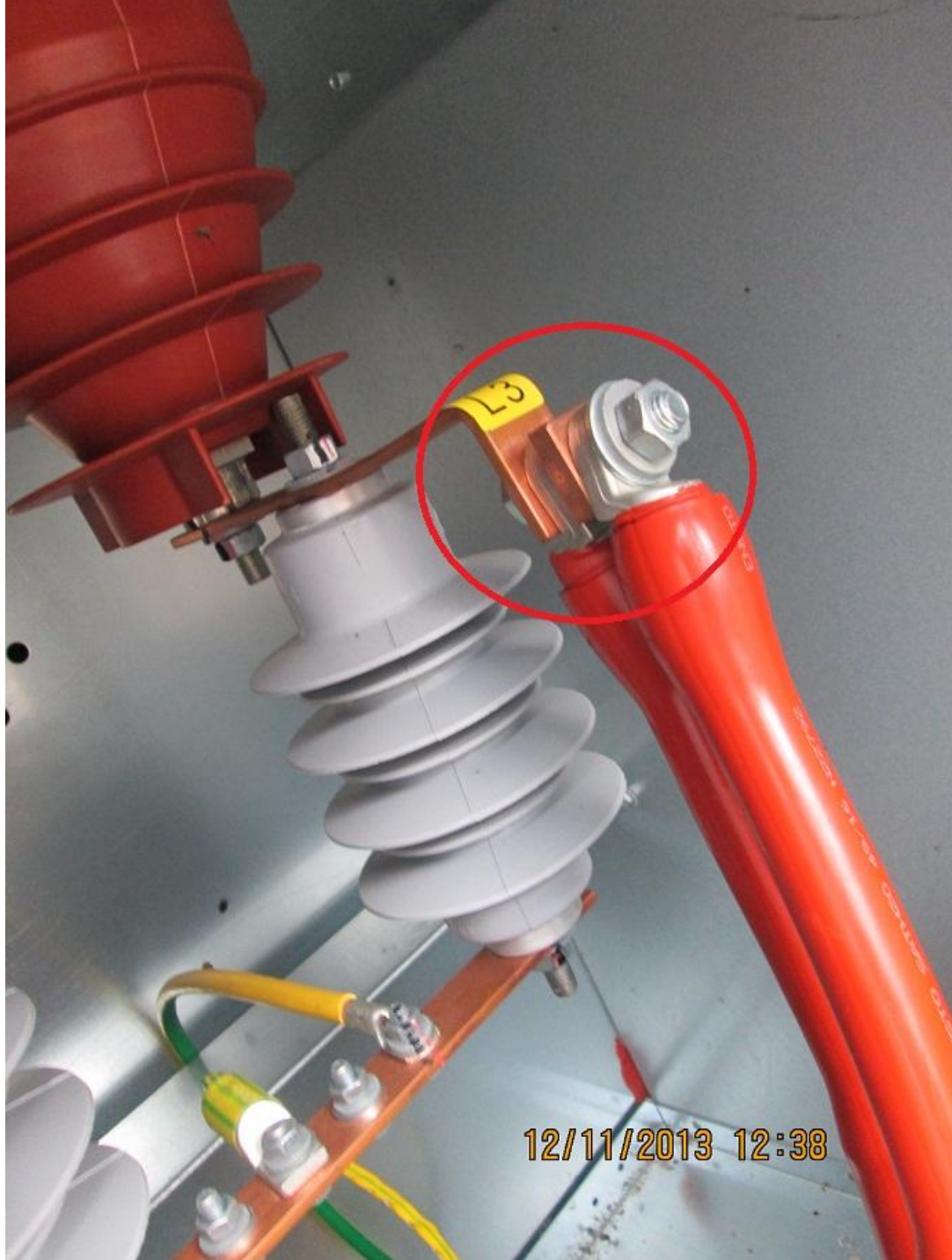
Vale



Vale

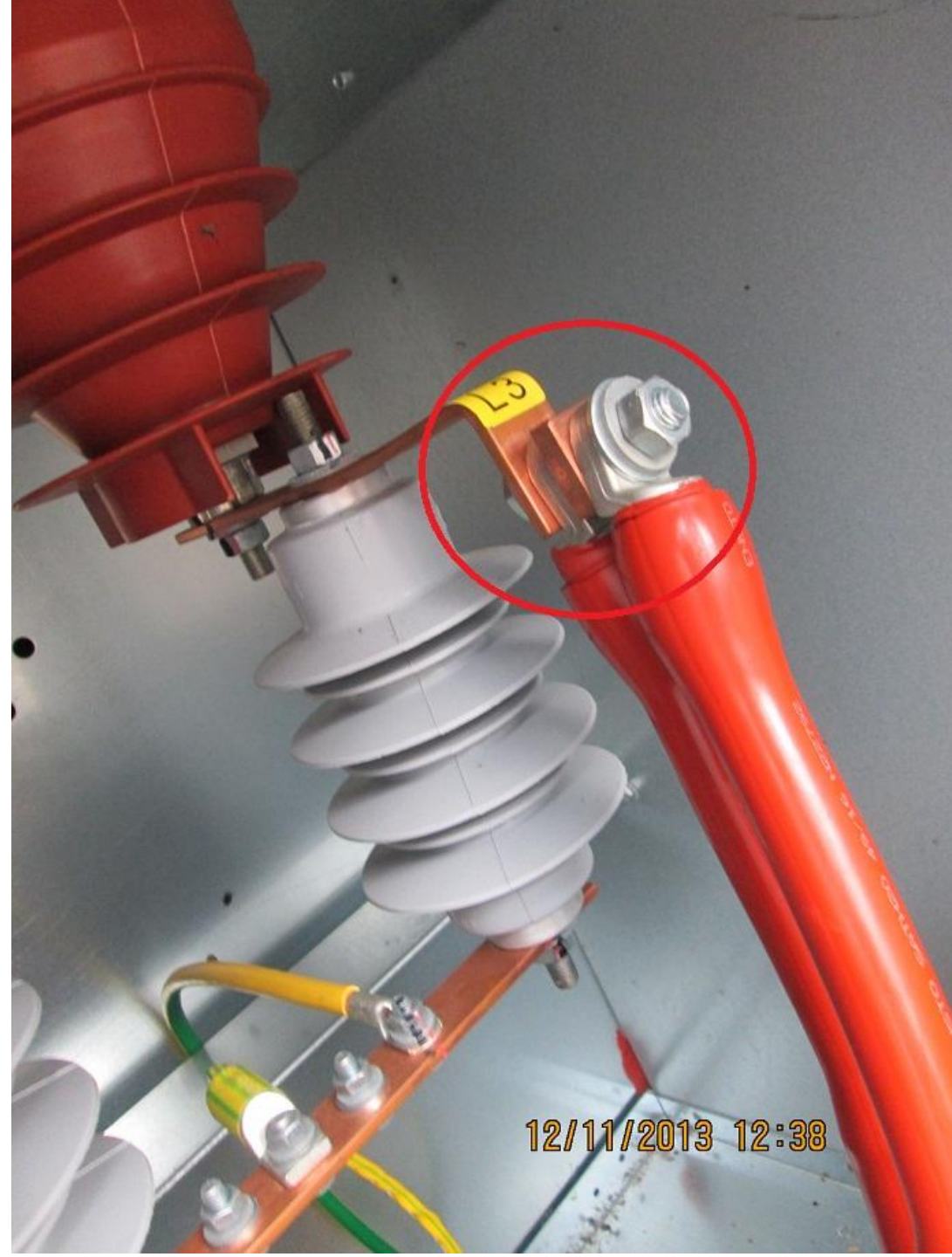




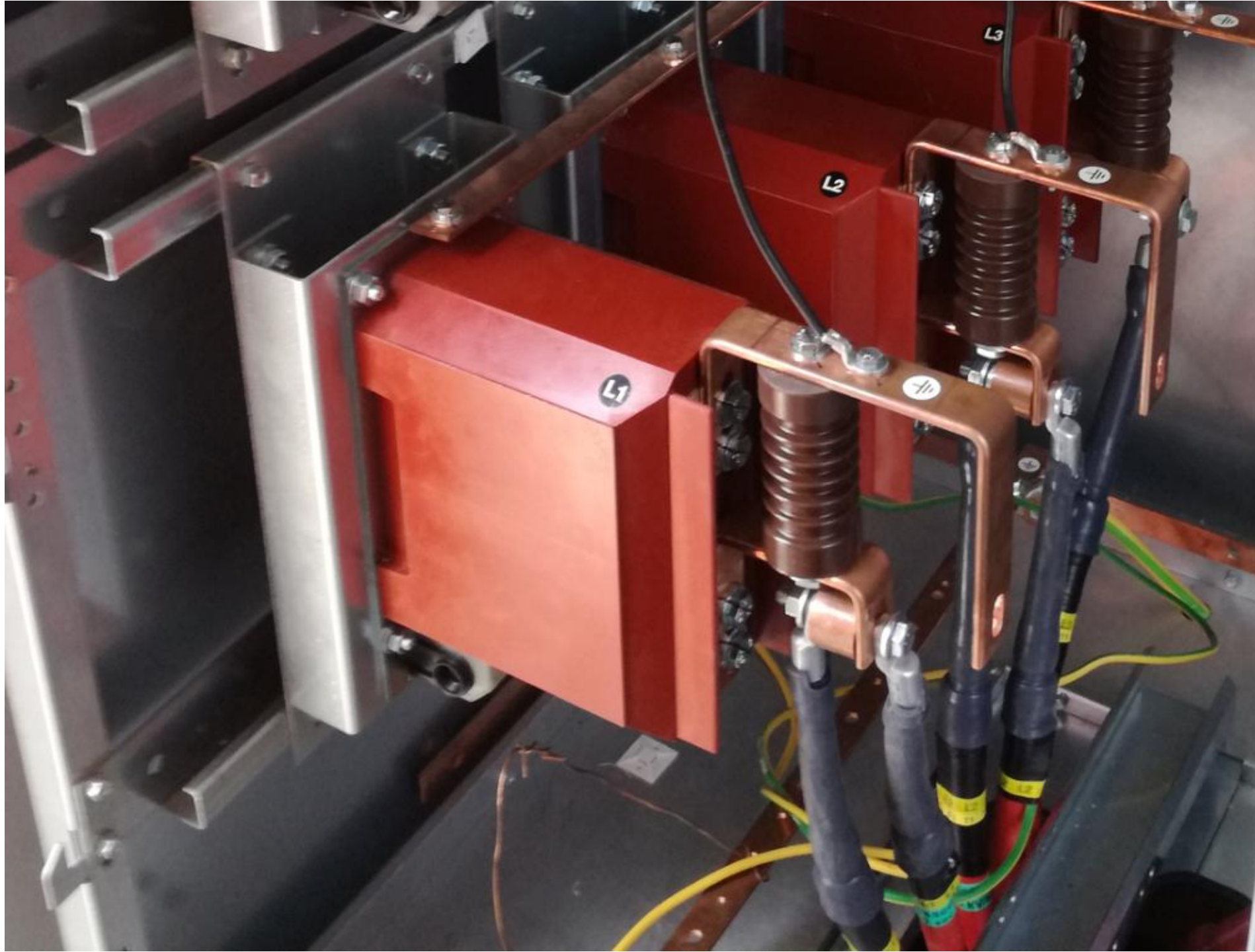


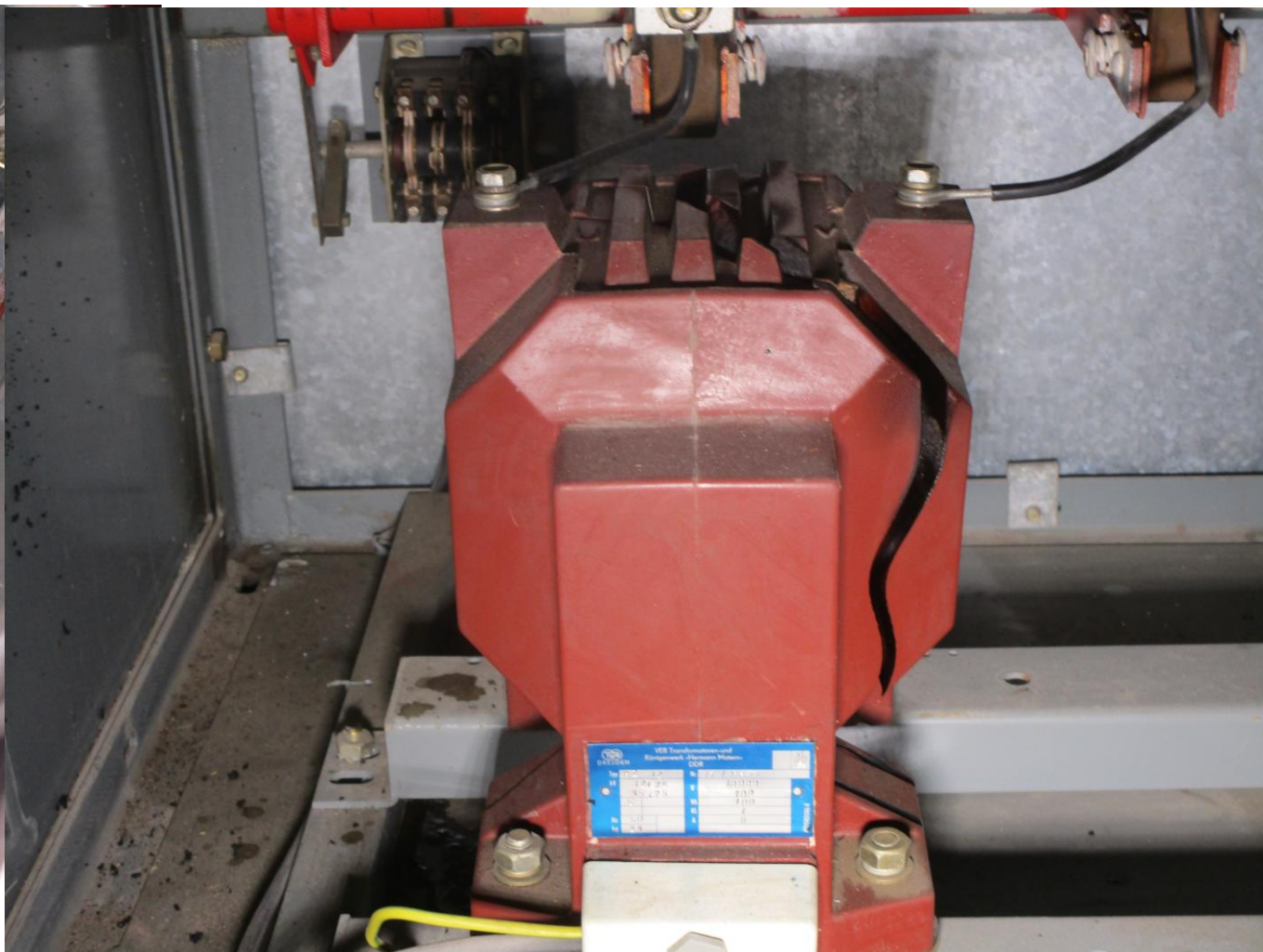
PKVR2164 Tehnilised nõuded
komplektalajaamade (KA), jaotuspunktide (JP) ja
madalpingeseadmete (MPS) tootjate tehastele -
punkt 10.11. lk 9/19

KPS sisendklemmidega peab saama
nõuetekohaselt ühendada vähemalt kaks kuni 240
mm² ristlõikega keskpingeakaablit. Sisendklemmide
konstruktsioon peab tagama, et kaablite
ühendamisel on tagatud 24 kV
isolatsioonitasemele nõutud õhkvahe­mikud, sh
kaablite otsamuhvide vaheline õhkvahe­mik samas
faasis (min 25 mm).

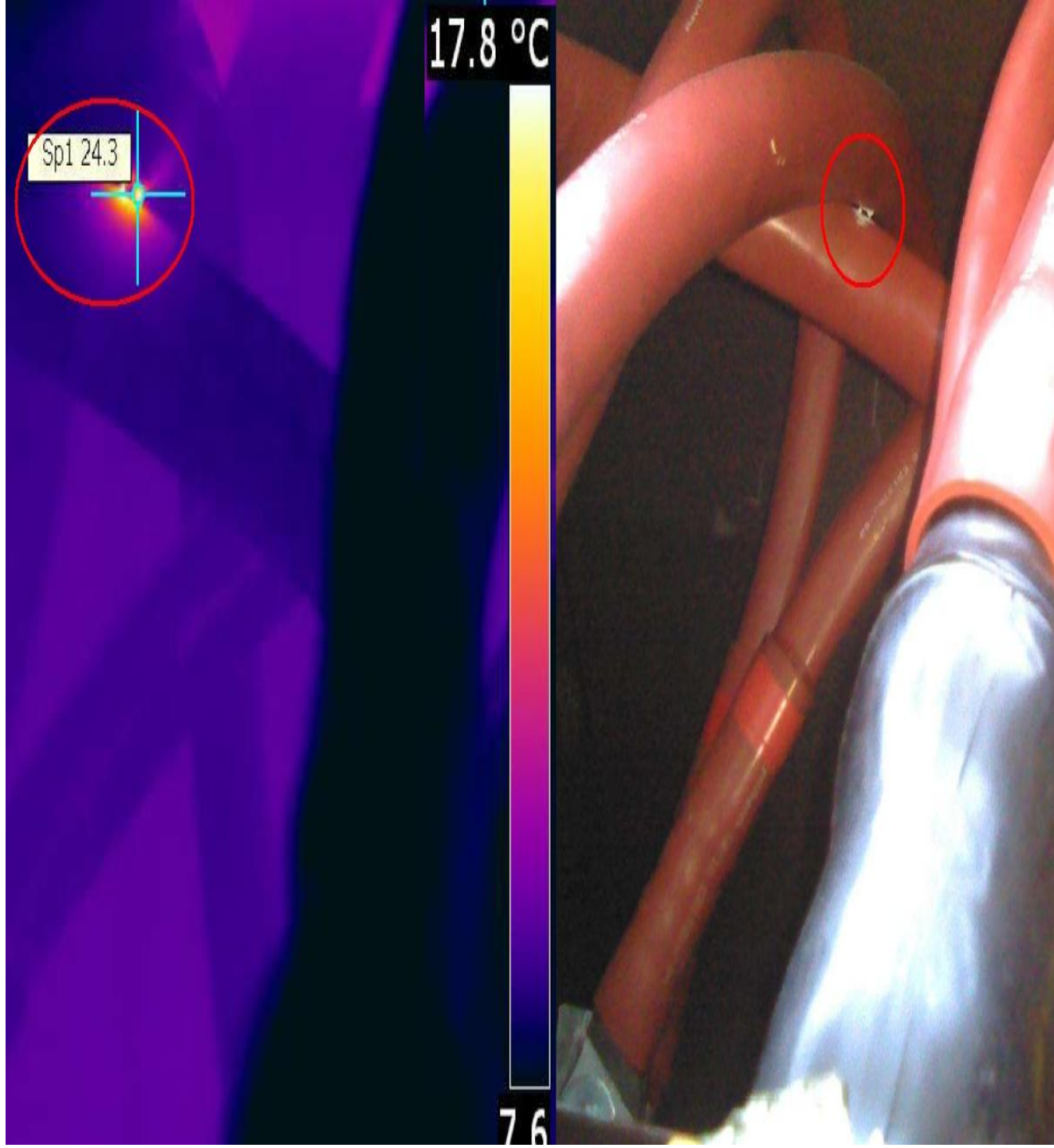


12/11/2013 12:38



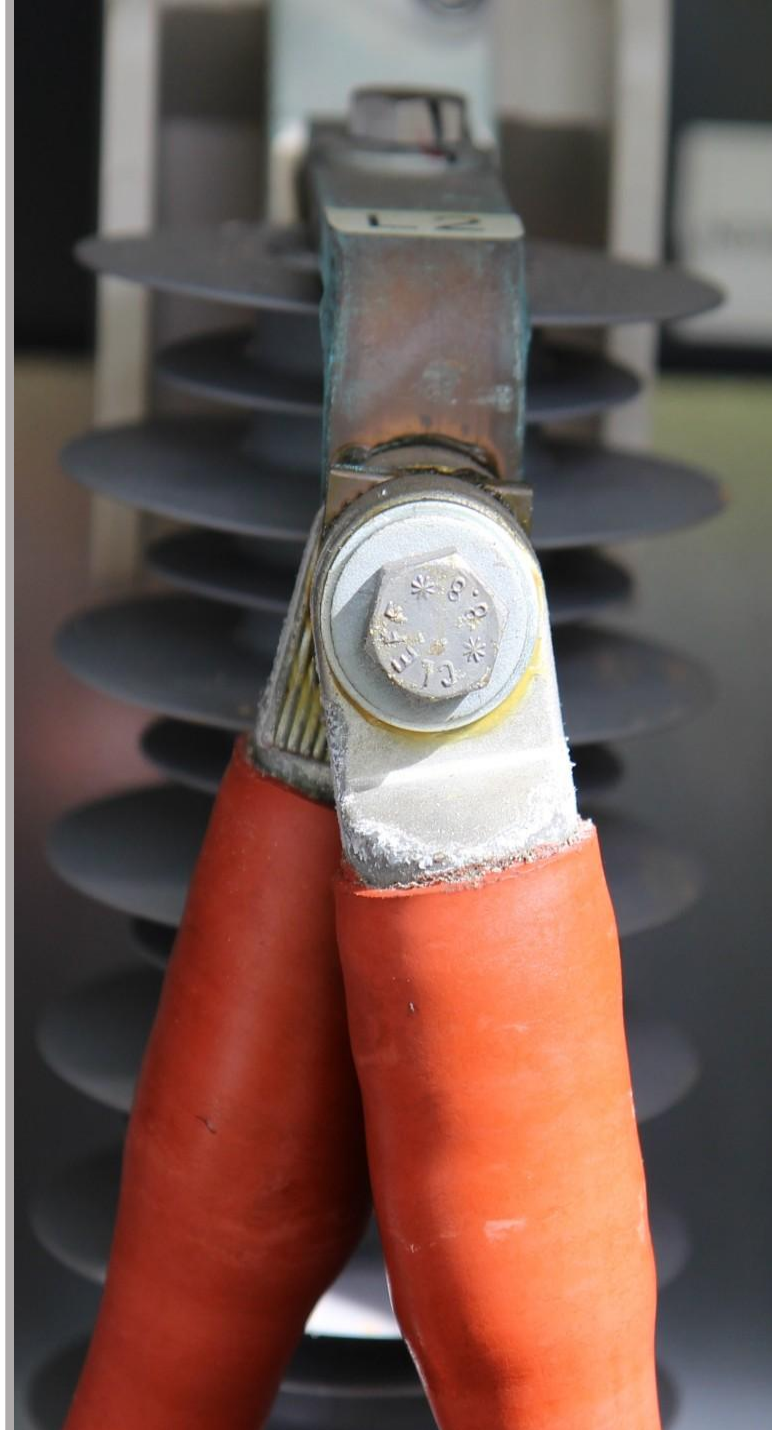








Korrosioon tingituna osalahenduste
käigus tekkivast osoonist (O_3)



Company

Address

Thermographer

Customer

Site Address

Tulva aj.

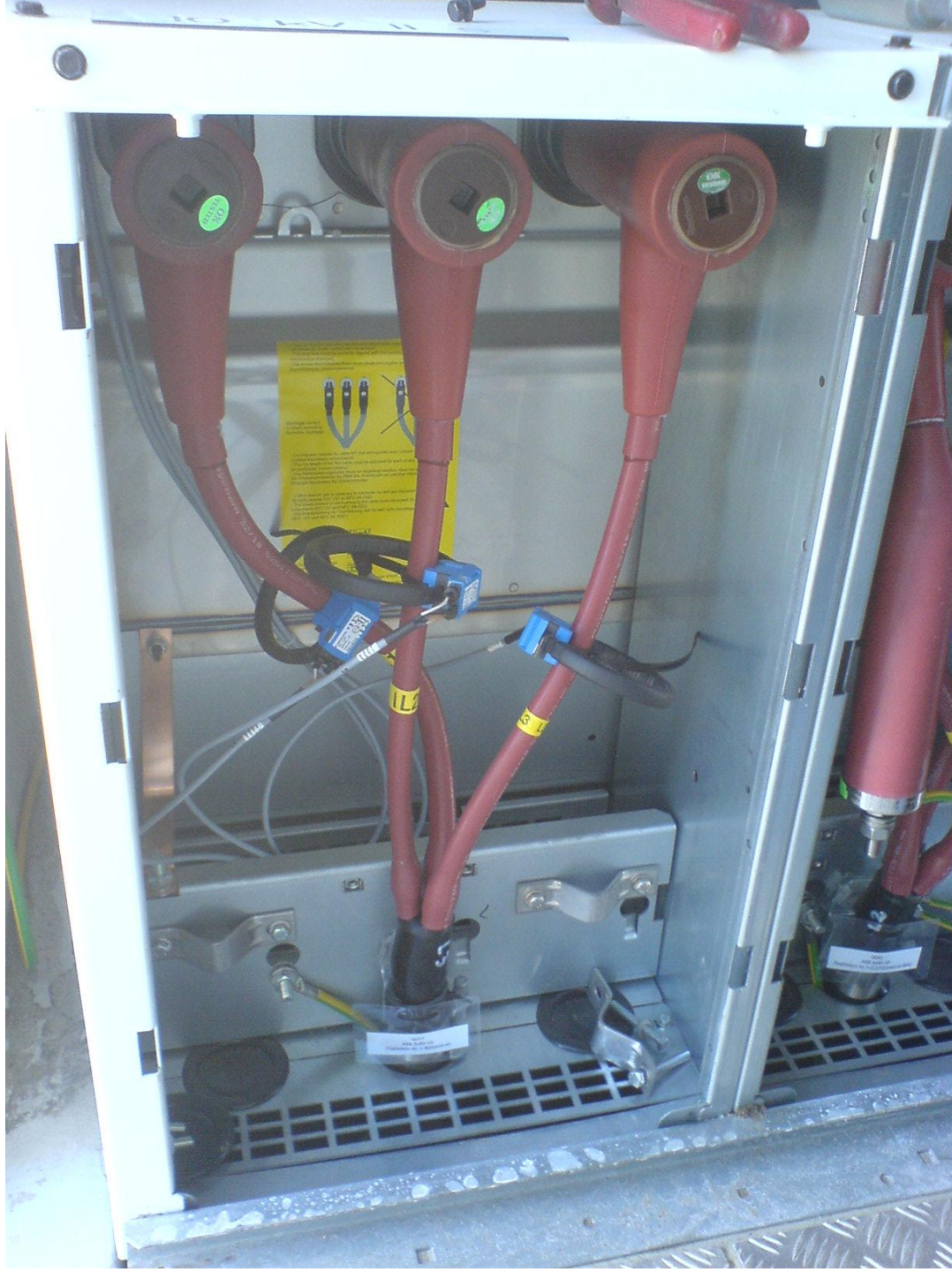
Contact Person











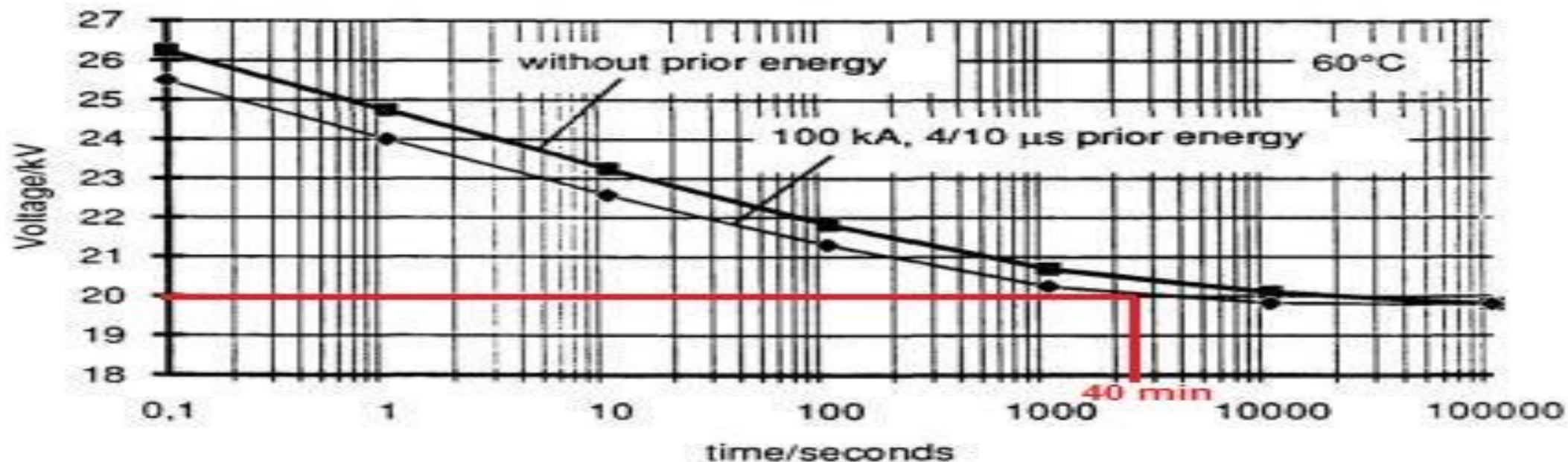
KP kaablite ühendamine 2 faasis (2 faasiline OT-trafo)



P383/9 Nõuded liigpingekaitsele

Võrgu nimipinge U_n , kV	6	10	15	20	35	110
Min kestev piiriku talitluspinge U_c , kV	7.2	12	17,5	24	40,5	Vt J3170
Piiriku nimipinge $\sim U_r$, kV	8,5	14,1	20,6	28,2	47,6	
Nimilahendusklass	1	1	1	1	1	
Nimilahendusvool I_n , kA	10	10	10	10	10	
Max. jääkpinge U_{res} , kV, (10kA juures)	42	53	67	89	148	

Power frequency voltage versus time

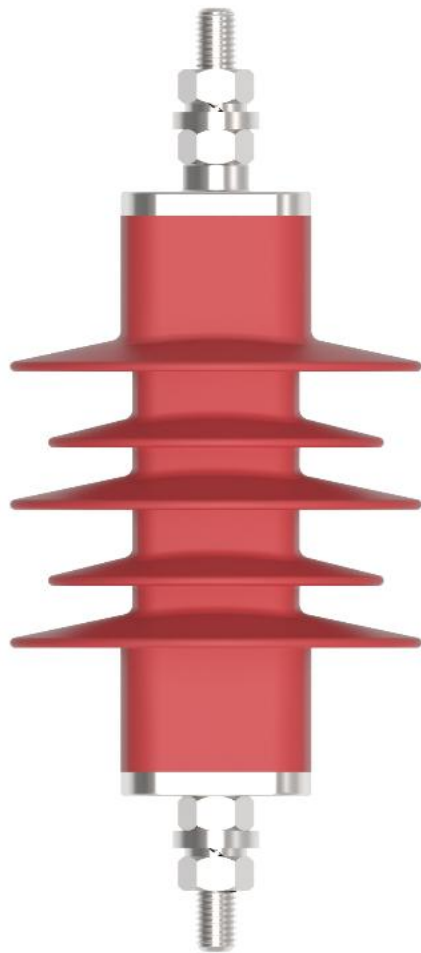




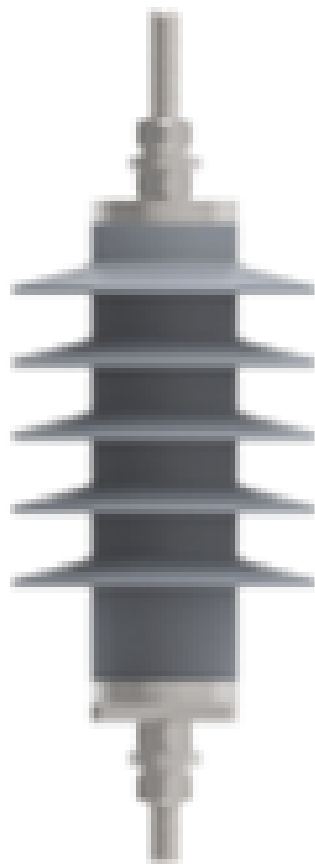
P383/7 Nõuded liigpingekaitsele



Varisil HE või HE-S



Tyco HDA

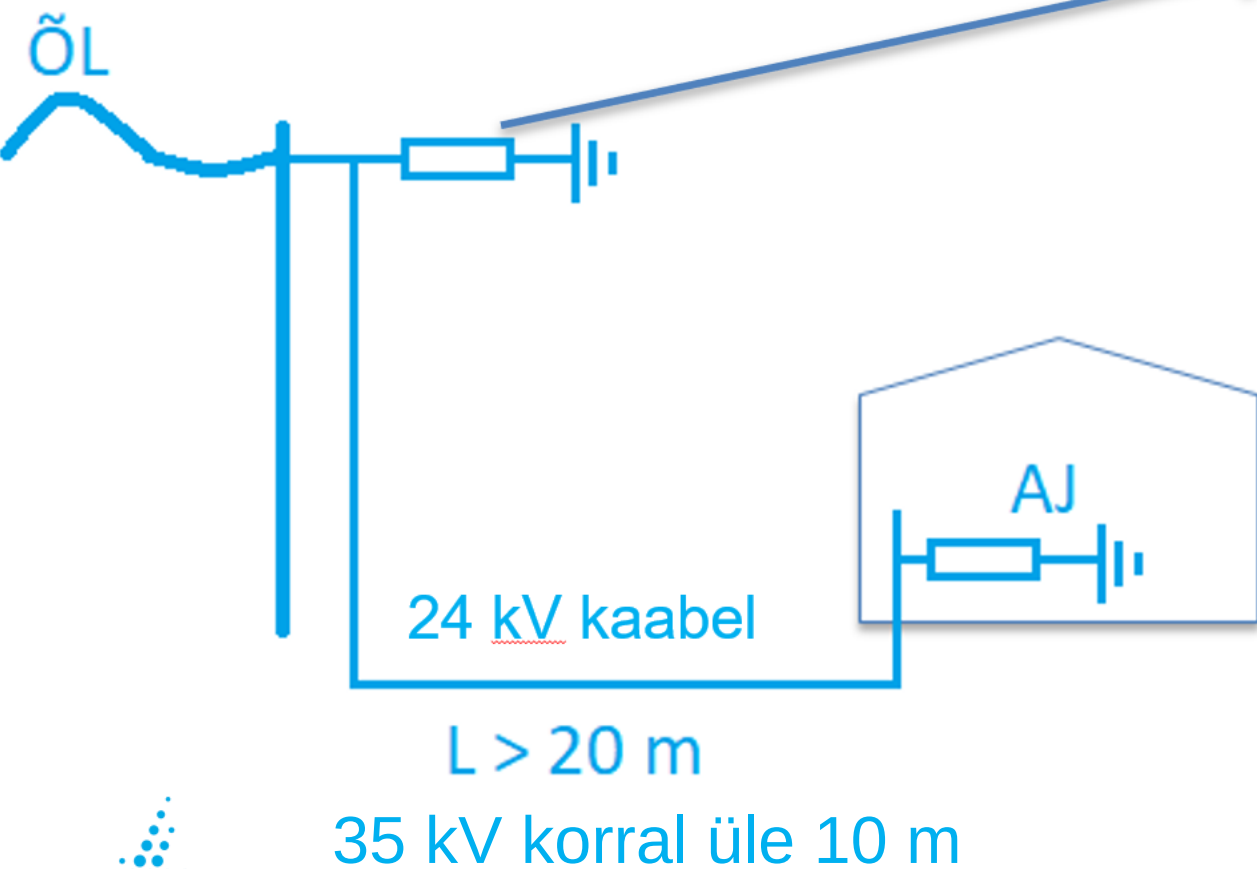


Tyco BOW-DA1



Raychem RDA

P383/9 Nõuded liigpingekaitsele



Tabel 4. Mehhaanilised nõuded keskpinge liigpingepiirikutele.

Määratletud kestevkoormus (specified long-term load SLL)	Min 200 Nm
Määratletud lühiajaline koormus (specified short-term load, SSL)	Min 200 Nm

Tabel 5. Näiteid levinud liigpingepiirikute parameetritest.

	Määratletud kestevkoormus SLL, Nm	Määratletud lühiajaline koormus SSL, Nm	Maksimaalne väändejõud, Nm
Ensto HE	125	100	30
Ensto HE-S	250	200	45
Ensto HI	1000	800	100
Tyco HDA	400	350	50
Tyco DA1	350	350	50
ABB Polym-D	207	207	50
Dervasil AZBD	200	350	70



Tabel 5. Näiteid levinud liigpingepiirikute parameetritest.

	Määratletud kestevkoormus SLL, Nm	Määratletud lühiajaline koormus SSL, Nm	Maksimaalne väändejõud, Nm
Ensto HE	125	100	30
Ensto HE-S	250	200	45
Ensto HI	1000	800	100
Tyco HDA	400	350	50
Tyco DA1	350	350	50
ABB Polym-D	207	207	50
Dervasil AZBD	200	350	70







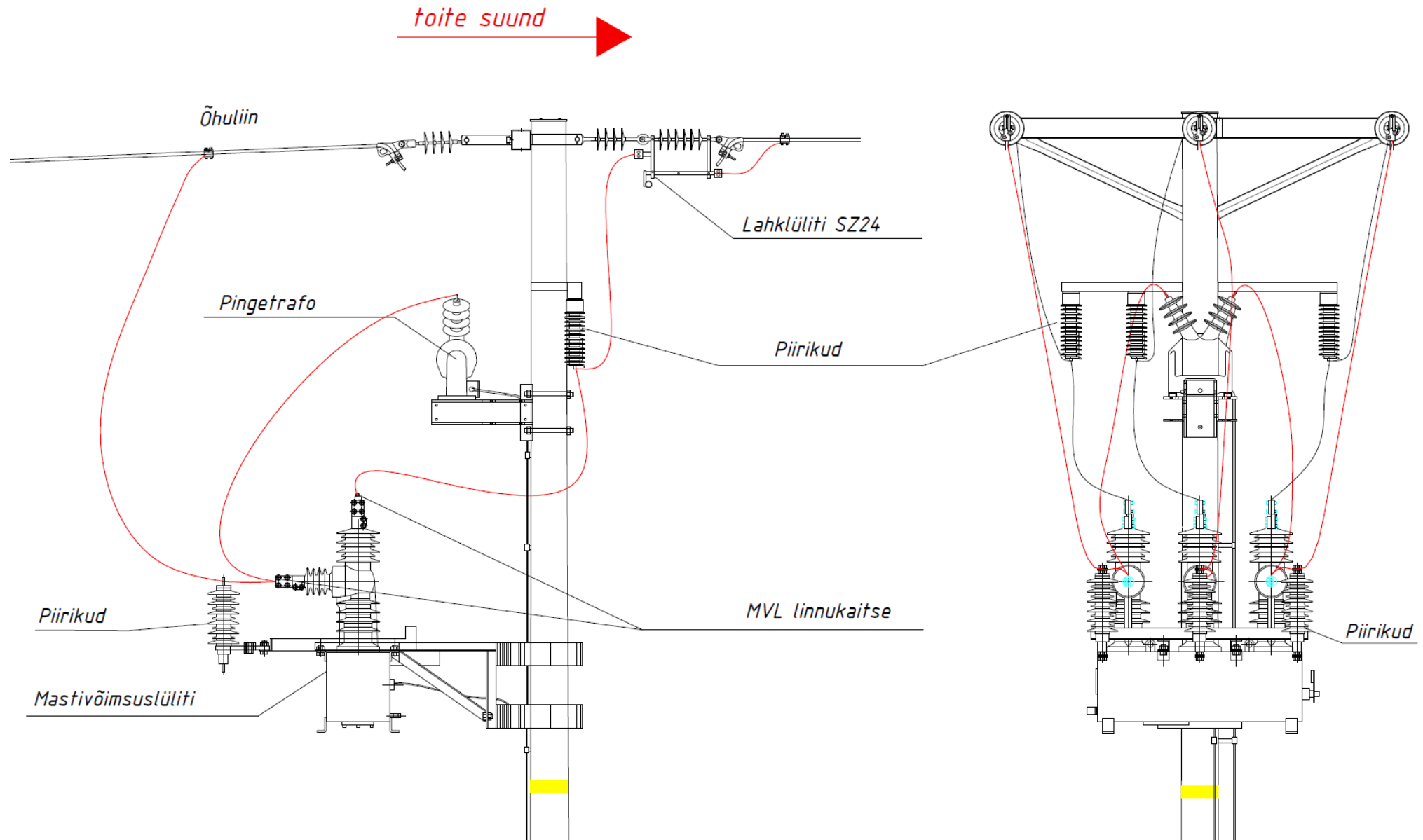
Kui uus keskpinge liigpingepiirik paigaldatakse KP õhuliini mastile 24 kV kaabli ühenduskohta, siis tuleb seal mastis kasutada 24 kV piirikuid järgmistel juhtudel, et vältida piirikute vahetamise vajadust tulevikus võrgu tööpinge muutumisel

- Kaabelliinilõik kahe KP õhuliini masti vahel;
- Kaabelliinilõik KP õhuliini masti ja igasuguse KP jaotusseadme vahel juhul, kui jaotusseadme vastavasse lahtrisse paigaldatakse samuti piirikud - $L > 20$ m.
- Juhul, kui jaotusseadme vastavasse lahtrisse piirikuid ei paigaldata, valida kõigi mastil paiknevate piirikute U_c väärtus vastavalt alajaamas/jaotuspunktis paikneva kaitstavate seadmete (jaotusseade, pinge- või voolutrafo, (maandus)omatarbeträfo, jaotusträfo) madalaima isolatsioonitaseme järgi, sest siis kaitsevad alajaamas/jaotuspunktis paiknevaid seadmeid vaid mastil asuvad piirikud - $L \leq 20$ m.

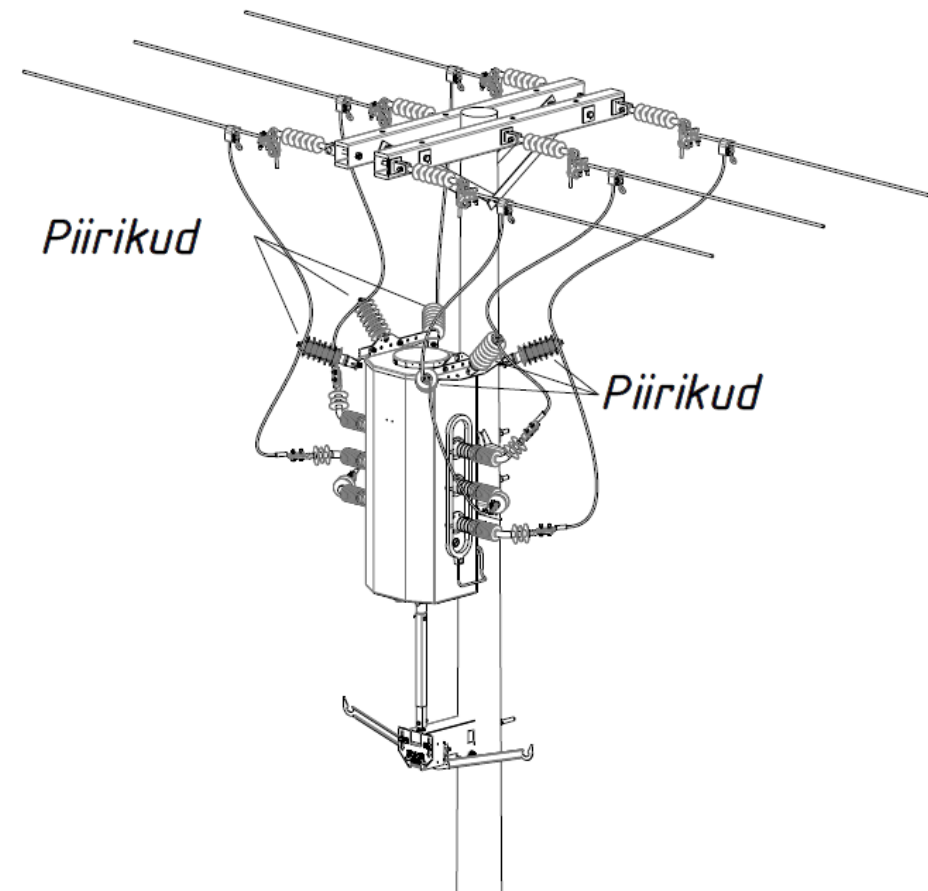
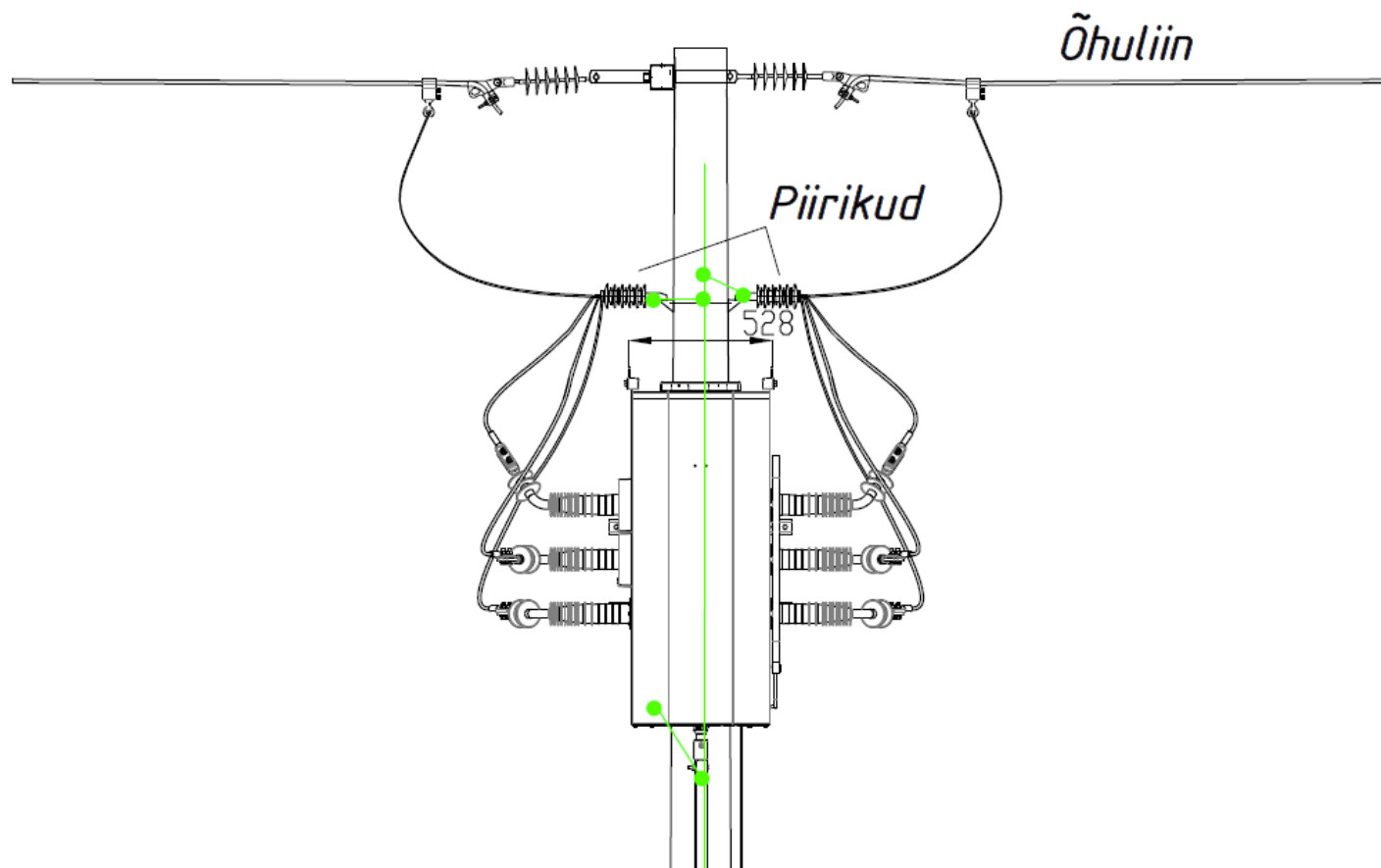


- 
- 
- Kui uued keskpinge liigpingepiirikud planeeritakse kahe tööpingega jaotustrafo kaitseks (näiteks piirikud mastitrafodel või piirikud 24 kV seadmestikuga KP/MP alajaamade jaotlate lahtrites või vahetrafo 24 kV seadmestikuga jaotuspunktides), siis tuleb piirikute U_c valida trafo suuremast tööpingest lähtudes, kui neis alajaamades või jaotuspunktides puuduvad induktiivsed keskpinge pinge- ja voolutrafo või omatarbetratfo.
 - Ühel ja samal mastil/trafol ei tohi kasutada korraga kaarekaitseklemme või kaitsesädemikke koos piirikutega.
 - Iga seadme kaitseks liigpingete eest võib kasutada vaid ühte komplekti ja tüüpi liigpingepiirikuid: kas kaitsesädemikke, sädevahemikke, ventiillahendeid või piirikuid.
 - Ei ole lubatud kasutada koos kaitsesädemikku ventiillahendiga, kaitsesädemikku või sädevahemikku piirikuga, ventiillahendit piirikuga ega mitut kaitsesädemikku sama trafo kaitseks, kuna see võib halvendada trafo kaitset.

Kaugjuhitavate mastil paiknevate mastivõimsuslülitite ja sektsioneerijate liigpingekaitse



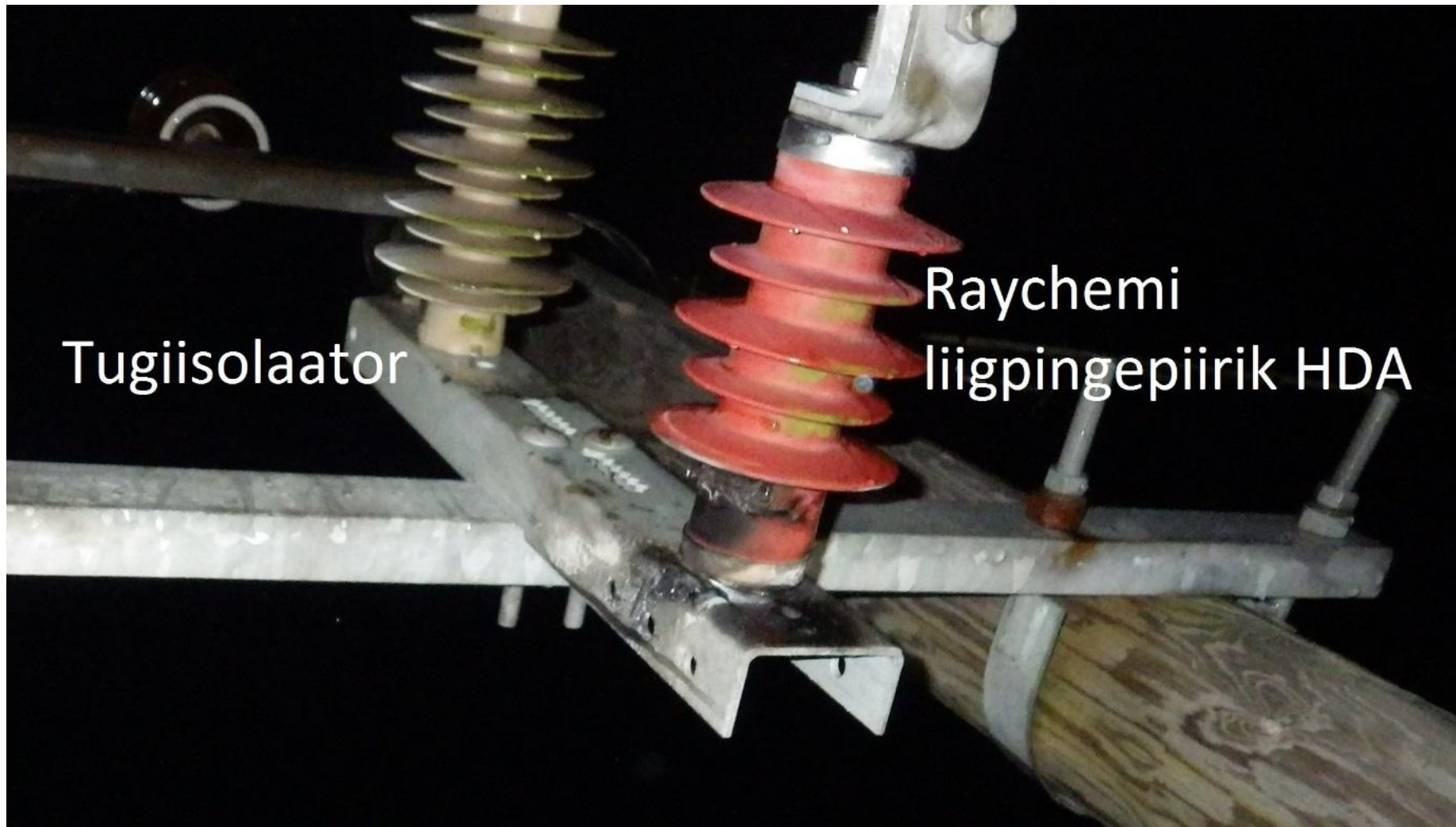
Lahutaja/sektsioneerija/koormuslülite piirikute paiknemise skeem



Kelle töömahus on liigpingepiirikute paigaldus ja tarne?

Piiriku nimetus	Tarnib ja paigaldab
0,4 kV piirikud komplektalajaama MP jaotlas ja jaotuspunkti OT osas	KAJ/JP tootja
0,4 kV piirikud faasiühtlustajatele, pingestabilisaatoritele	Ehitaja
1 kV piirikud KP/1 kV trafodele	1 kV JS või KAJ tootja
6-20 kV piirikud mastitrafodele (mastitrafo läbiviikude linnukaitses tarnitakse trafoga)	Ehitaja (koos linnukaitsetega piirikutele)
6-20 kV piirikud komplektalajaamale KAJ250	KAJ tootja
6-20 kV piirikud kõik ülejäänud komplektalajaamad ja jaotuspunktid	Ehitaja (valib vastavalt ehitaja poolt paigaldatavatele nurkliidestele)
6-20 kV piirikud mastivõimsuslülititele (MVL)	MVL tarnija koos lülitiga
35 ja 110 kV jõutrafode piirikud, neutraalipiirikud, 110 kV piirikud kaablitele	Ehitaja
6-20 kV õhuliini kaetud juhtme (BLL) sädemikud	Ehitaja

Kõik vajalikud liigpingepiirikud peavad kajastuma ehitusprojekti skeemidel. Projekti spetsifikatsioon peab kajastama piiriku olulisemad tehnilised parameetrid.



Kahemastilise mastalajaama lahkkaitse puitmastil. Toimunud on rike, kuna piiriku parameeter U_c ei vastanud võrgu nimipingele.

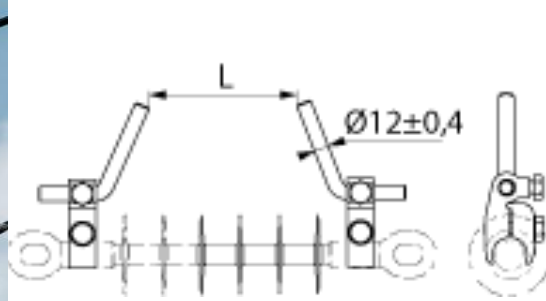
Piiriku mittetüüpne paigalduskoht, kus punane värv peaks tekitama kahtlust, et tegemist ei ole tavalise tugiisolaatoriga.

Sädevahemikud ei ole lubatud





Õhuliini sädemikud



Komplekt SDI 10.2
varrasisolaatorile



Komplekt SDI 20.3
tõirisolaatorile

Kaetud juhtmetega liinidel peab piksealtides kohtades, nagu kõrgendikel, ristumistel, asulates (välja arvatud kõrgemate ehitiste piksekaitsetsoonis) ja mujal selletaolistes kohtades juhtmete ja isolaatorite kaitseks liigpingete eest paigaldama juhtmete ja metalltraaversi vahele sädemikud. Sädemiku sädevahe pikkus 10 kV nimipingega õhuliinil 90 – 100 mm, kuni 20 kV nimipingega õhuliinil 130 - 150 mm. Sädemikud võivad paikneda traaversist suvalisel pool kusjuures keskmise faasi sädemik tuleks mastil paigaldada teisele poole välimiste juhtmete sädemikest.



P378 Nõuded plastisolatsiooniga keskpinge kaablite jätku- ja otsamuhvidele ja nende kasutamisele

	Schneider RM6	Eaton Xiria	ABB SafeRing ja SafePlus	SEL TPR6	Siemens 8DJH
Ühe KP kaabli ühendamine	Ekraneeritud või ekraneerimata	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud või ekraneerimata
Kahe KP kaabli ühendamine	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud
Ühe KP kaabli ühendamine liigpingepiirikuid kasutades	Ekraneeritud või ekraneerimata	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud Ekraneeritud	Ekraneeritud või ekraneerimata

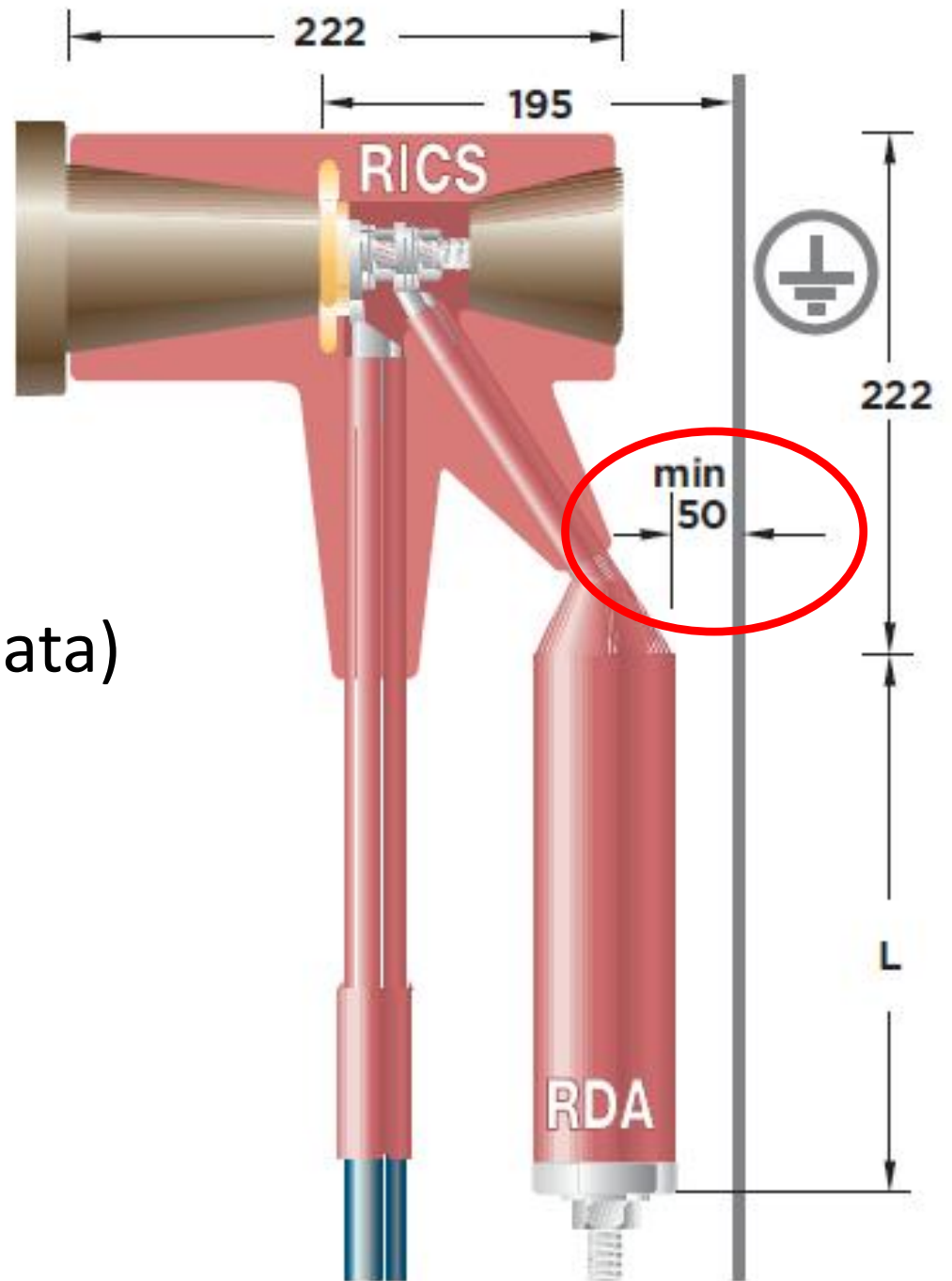
Tabel 2 – Nurkliideste valimine keskpinge kaablite ühendamisel mõningate ringtoiteseadmetega

Ekraneeritud – elektriväli on ühtlustatud, õhkvaahemike nõudeid liidese tootja poolt ei ole.



Ekraneerimata – elektriväli ei ole ühtlustatud (RICS liidesed), tootja poolt on esitatud vähima õhkvaahemiku nõuded KP lahtri detailidest (näiteks 50 mm).

Raychemi nurkliides RICS (ekraneerimata)
koos liigpingepiirikuga RDA

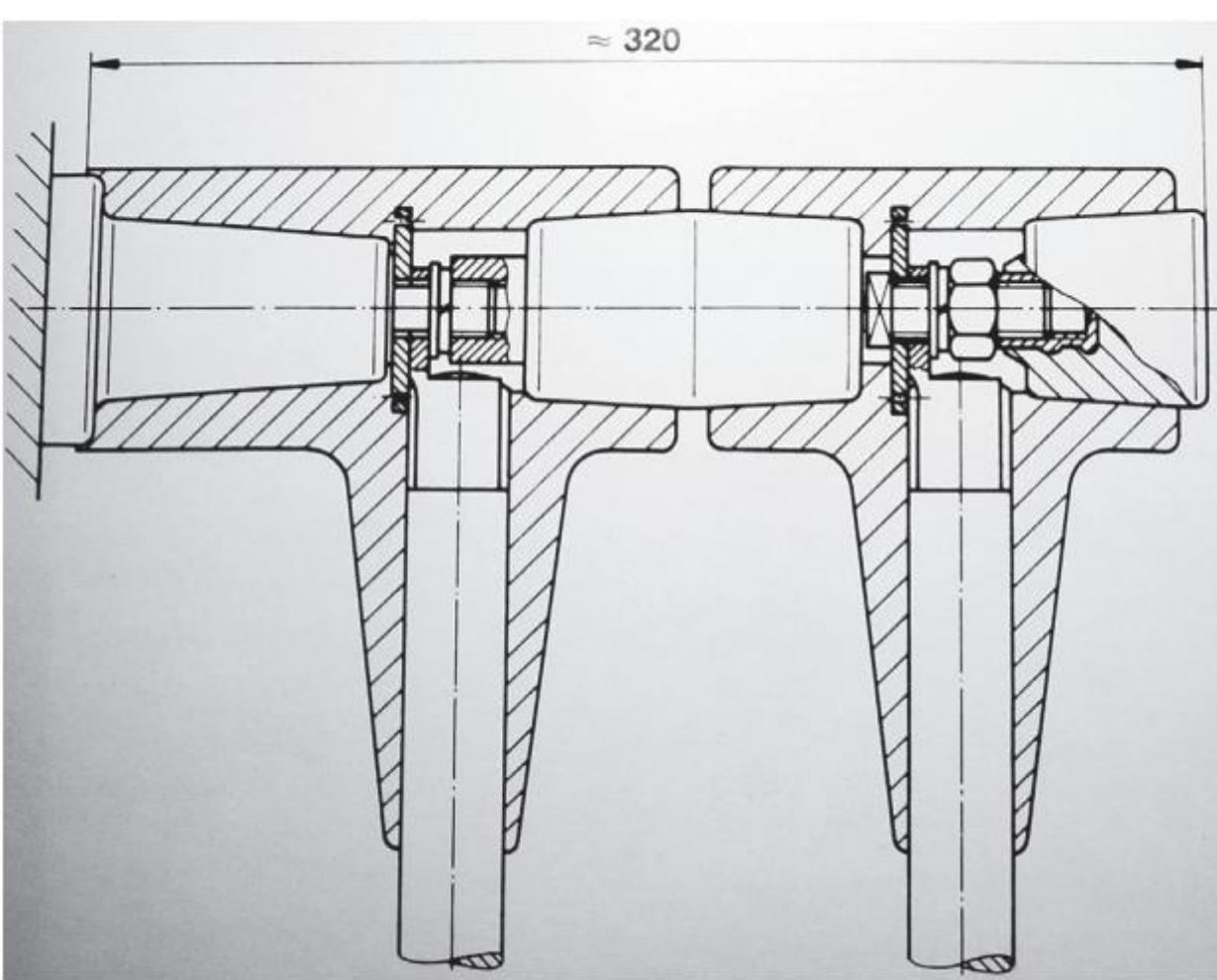




Raychemi nurkliides RICS (ekraneerimata)
ABB SafeRing/SafePlus seadmes.

Kas õige nurkliidese valik?

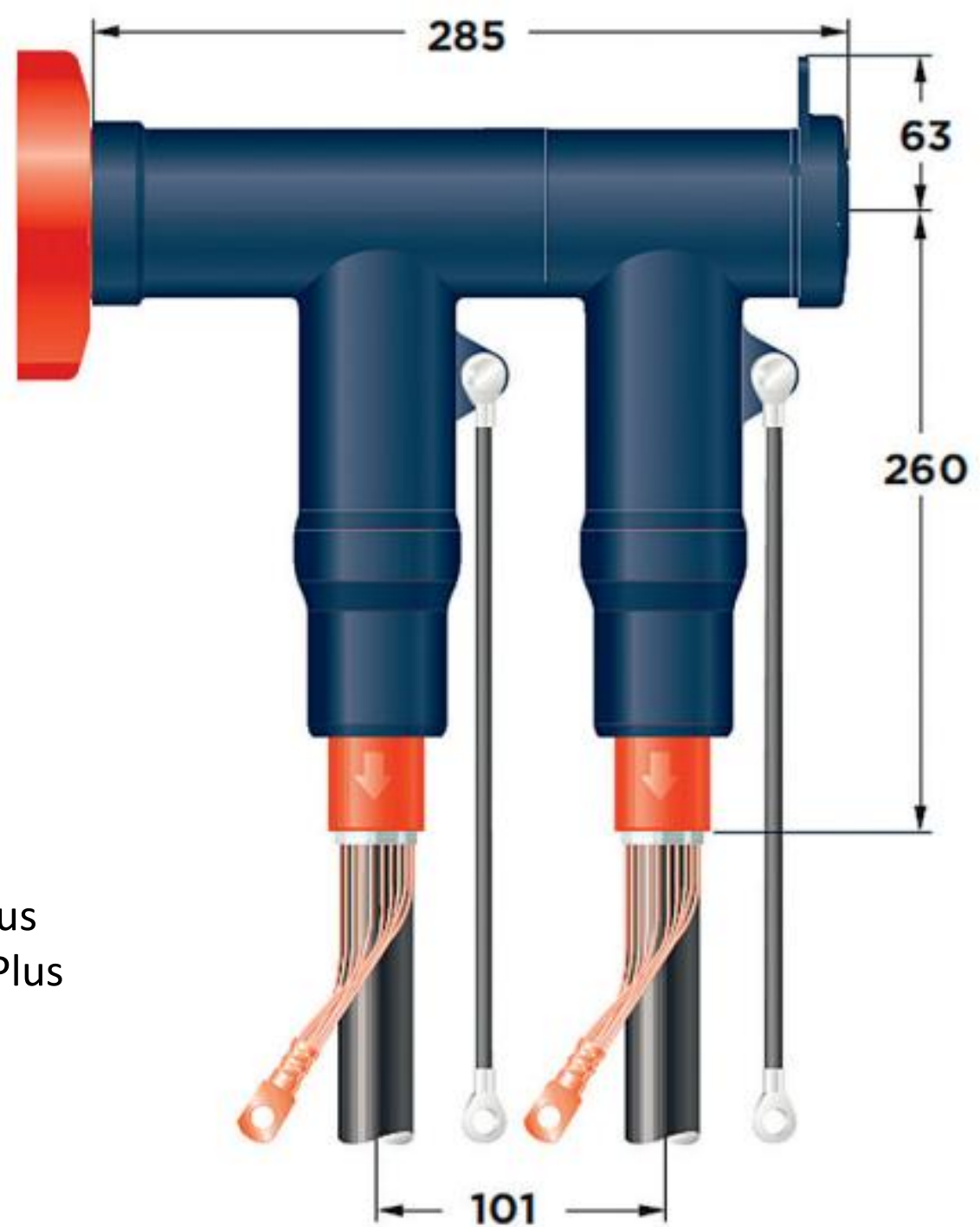


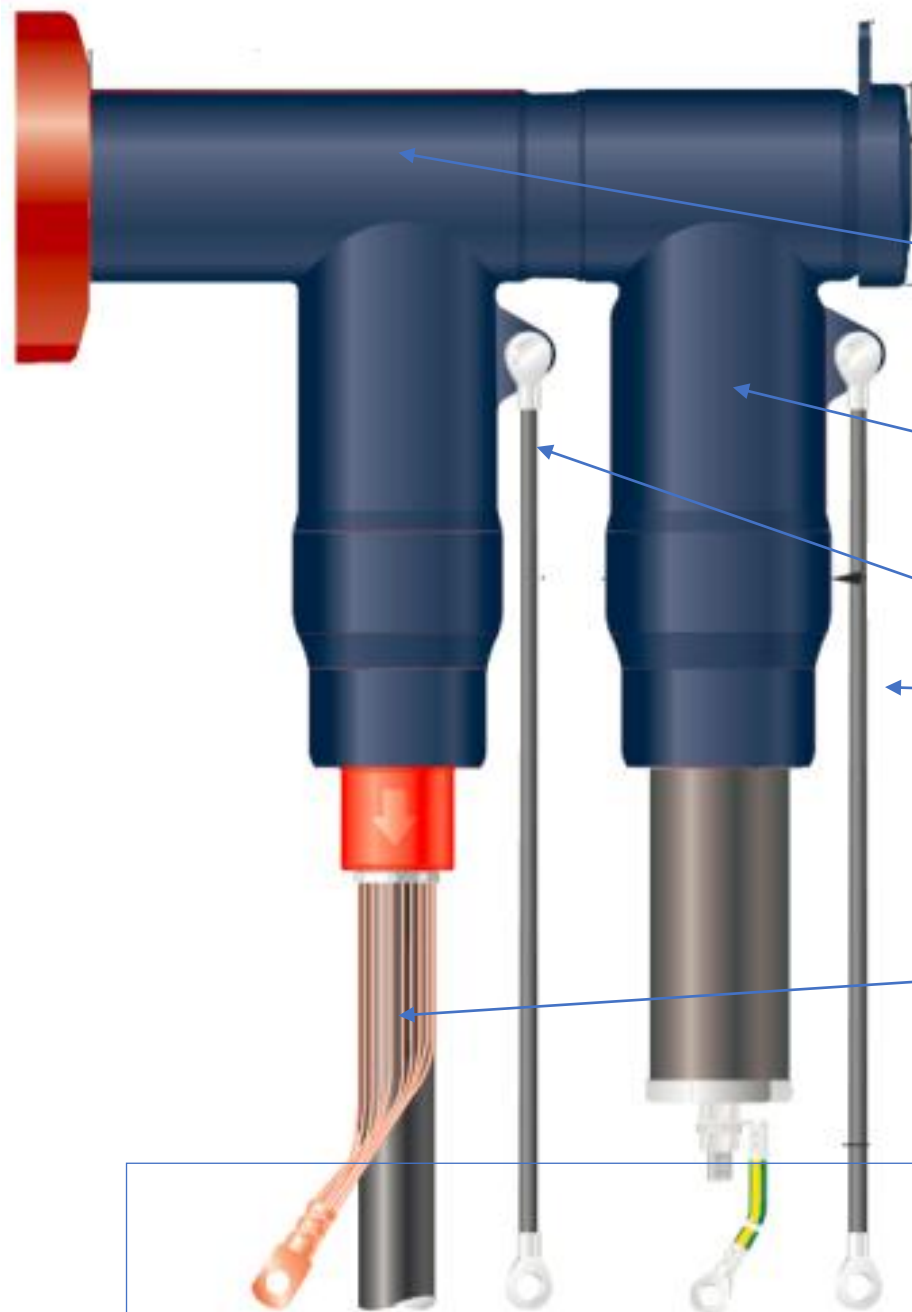


Üleval RICS (ekraneerimata) paralleelkaabli ühendus (L=320mm), mis ei ole lubatud ABB SafeRing/SafePlus seadmetes.



Paremal RSTI-58xx (ekraneeritud) paralleelkaabli ühendus (L=285 mm)





Nurkliides RSTI
(ekraneeritud)

KP liigpingepiirik

Liidese ja piiriku
potentsiaaliühtlustus

Kaabli ekraan

Maandada KPS
maanduslatile!

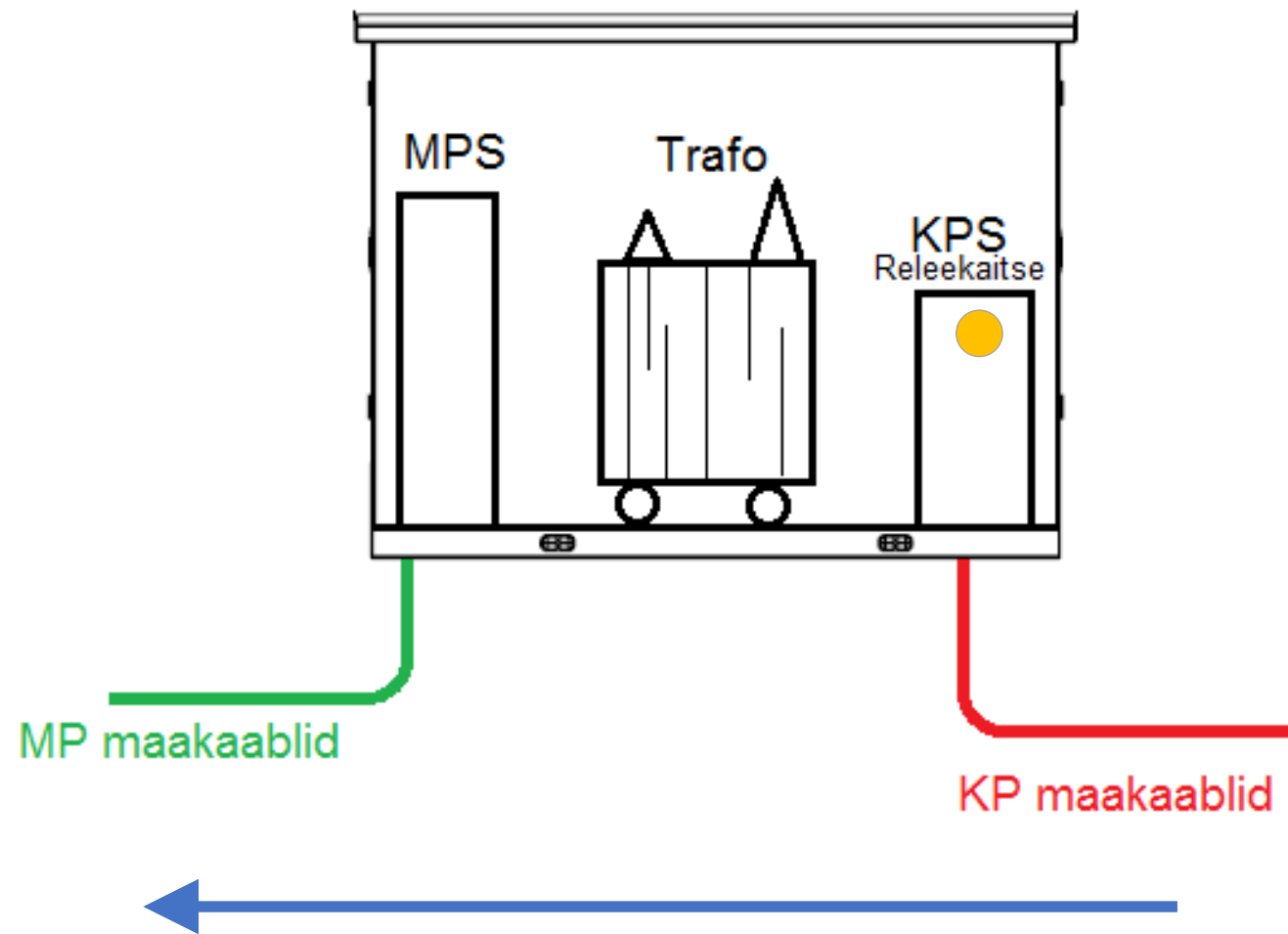












Faseerimise eripära RM6 seadmes, kus on kasutusel Capdis S1+ pingeindikaator koos VPIS pingeindikaatoriga.



1	Eelnevalt on tarvis veenduda, et pingendiakaatorid on seadistatud normaaltöörežiimile vastavalt kohalikule võrgupingele	
	CAPDIS S1+ INDIKAATORIL PEAVAD OLEMA EKRAANIL KOLM NOOLT 	VPIS-V2 INDIKAATORIL PEAVAD PÕLEMA KÕIK KOLM VALGUSDIOODI 

2	MÕÕDETUD VAHELDUVPINGE VÄÄRTUS ERINEVATE PINGEINDIKAATORITE MÕÕTEPESADE VAHEL, VOLTIDES		NÄITEKS *
	V	VÄIKSEIM	L1 (CAPDIS S1+) <-> L2 (VPIS) = 9 V
	K	KESKMINE	L1 (CAPDIS S1+) <-> L1 (VPIS) = 16 V
	S	SUURIM	L1 (CAPDIS S1+) <-> L3 (VPIS) = 28 V

* KONKREETSED PINGETE VÄÄRTUSED SÕLTUVAD KOHALIKEST OLUDEST JA VÕIVAD OLUUSELT SIIN ESITATUTEST ERINEDA

3	C A P D I S S 1 +	VPIS			FASEERINGU TULEMUS
		L1	L2	L3	
		L1	K	S või V	ÜHENDUSED KORREKTSED. OK
		L2	S või V	K	
		L3	S või V	K	
		L1	S või V	K	VAHETA L1 JA L2 KAABLI SOONED ÜHEL KESKPINGE SEADMEL L1 ↔ L2
		L2	K	S või V	
		L3	S või V	K	
		L1	K	S või V	VAHETA L2 JA L3 KAABLI SOONED ÜHEL KESKPINGE SEADMEL L2 ↔ L3
		L2	S või V	K	
		L3	S või V	K	
		L1	S või V	K	VAHETA L1 JA L3 KAABLI SOONED ÜHEL KESKPINGE SEADMEL L1 ↔ L3
		L2	S või V	K	
		L3	K	S või V	
		L1	S või V	K	VAHETA KÕIKIDE FAASIDE KAABLI SOONED ÜHEL KESKPINGE SEADMEL
		L2	S või V	K	
		L3	K	S või V	
		L1	S või V	K	VAHETA KÕIKIDE FAASIDE KAABLI SOONED ÜHEL KESKPINGE SEADMEL
		L2	K	S või V	
		L3	S või V	K	

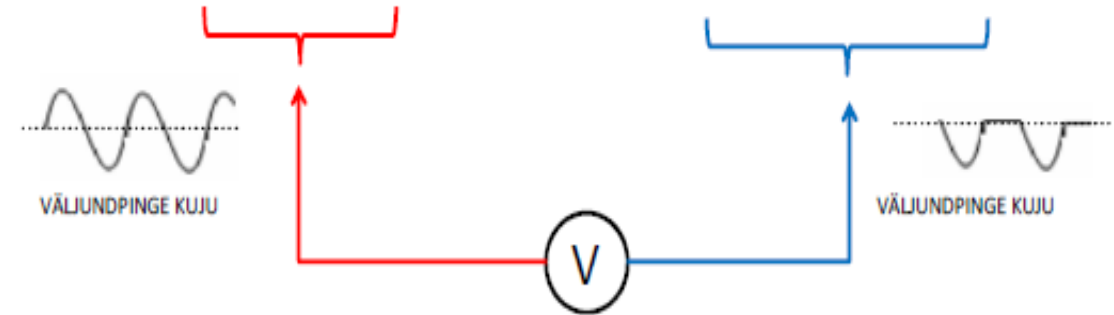
CAPDIS S1+ (avatud luugiga)

www.kries.com



VPIS-V2

www.schneiderelectric.com



NUMBERNÄIDUGA MÕÕTERIIST, $R_{sise} > 10 \text{ M}\Omega$
VAHELDUUVVoolu VOLTMEETER, TESTER, MULTIMEETER



**Capdis
pingeindikaator**

**Suure
sisetakistusega
voltmeeter**

**Schneideri VPIS
pingeindikaator**

Pingeindikaatorid



VPIS pingeindikatsioon:	
Näit:	Selgitus:
-	$U < 10\% U_n$
	$10\% \times U_n \leq U \leq 45\% \times U_n$
	$U > 15\% \times U_n$

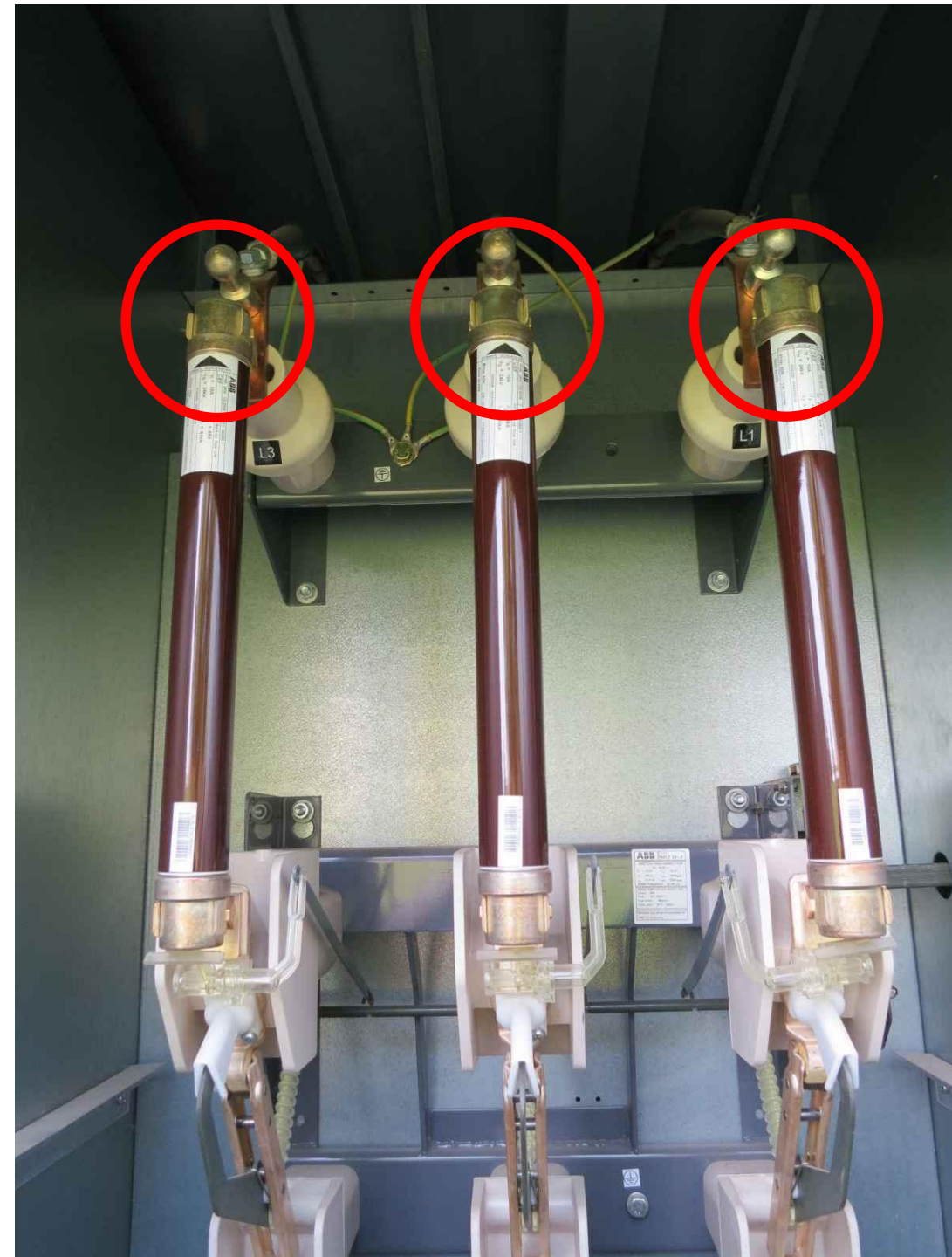
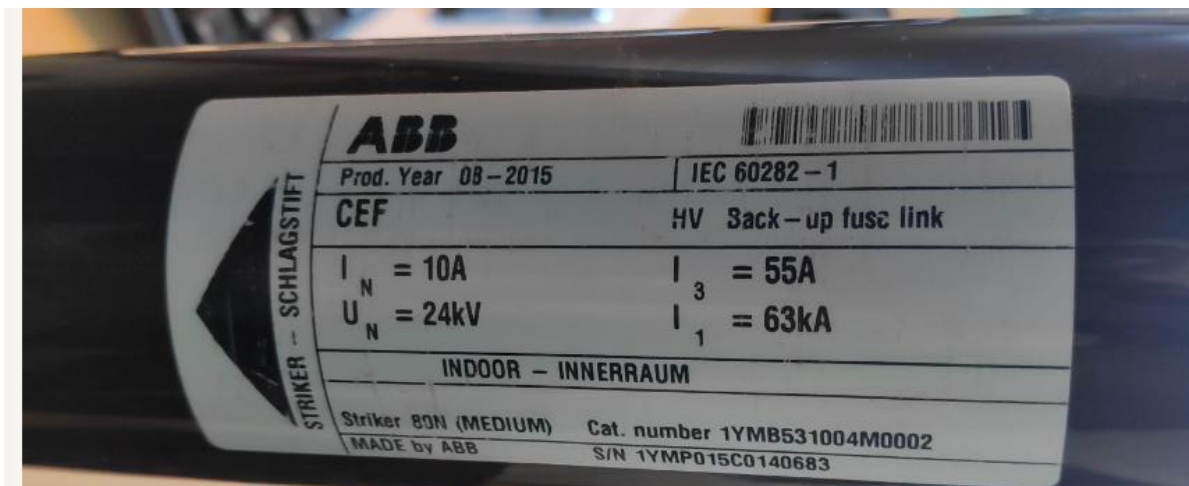


VOIS+ pingeindikatsioon:	
Näit:	Selgitus:
-	$U < 10\% U_n$
	$10\% \times U_n \leq U \leq 45\% \times U_n$
	$U > 45\% \times U_n$



CAPDIS-1S+ pingeindikatsioon:	
Näit:	Selgitus:
	$U < 10\% U_n$
	$10\% \times U_n \leq U \leq 45\% \times U_n$ (C2m väärtus liiga kõrge)
	$U \geq U_1 / 0.78$ (C2m väärtus õige)
	$U \gg U_n \times 1.2$ (C2m väärtus liiga madal)
	Edukas sisemine test Testnupu vajutamisel ilmub korraks
ERROR	Ebaedukas sisemine test Testnupu vajutamisel ilmub korraks

NALF seade - KP sularid tagurpidi



SM6 seade - KP sularid tagurpidi



Rakendunud sular



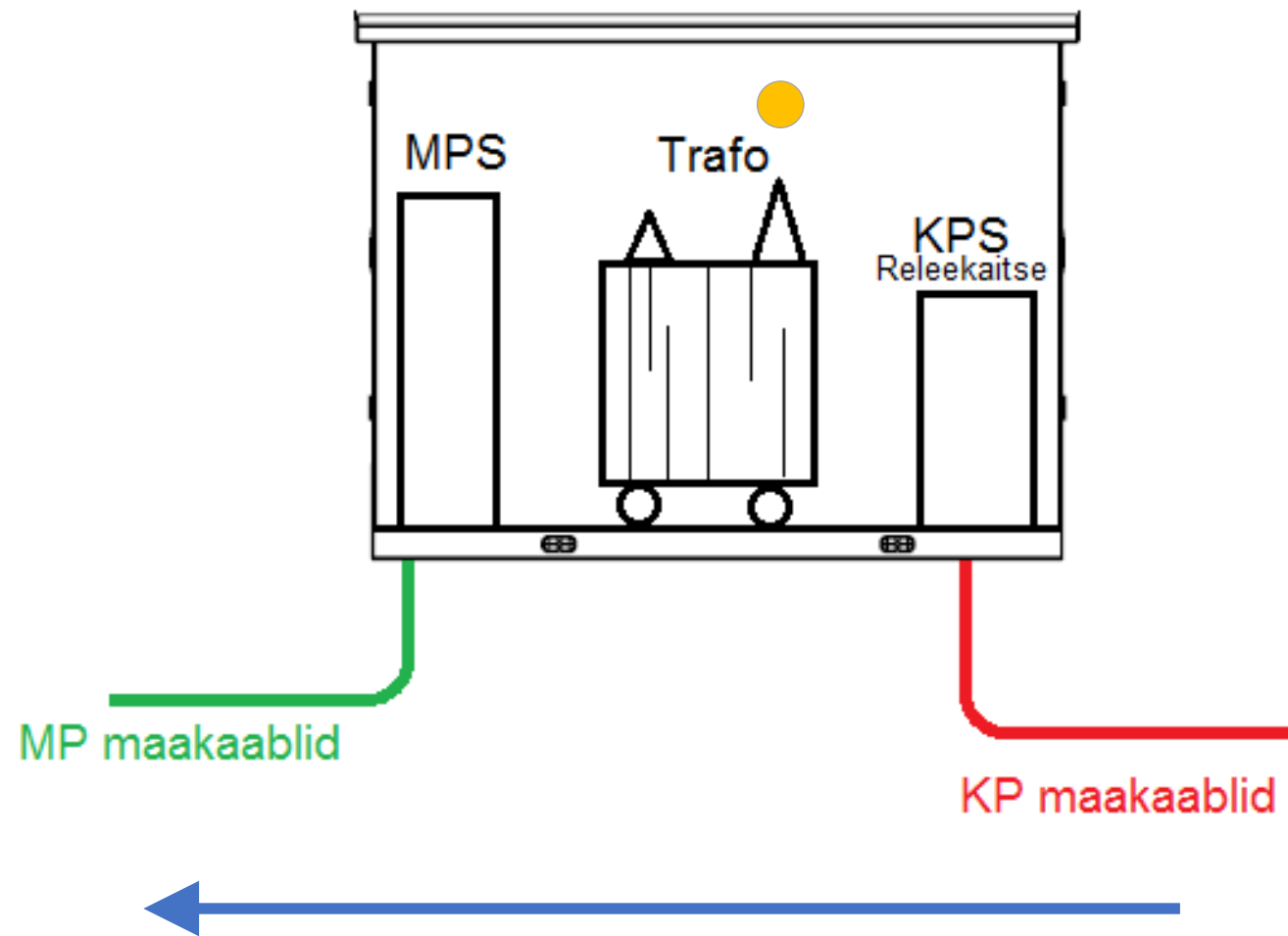
6/12 kV sobib nii 6-10 kV võrku.

10/24 kV sulareid ei tohi panna 6 kV võrku.

10/24 kV sularid võib panna 10-20 kV võrku.

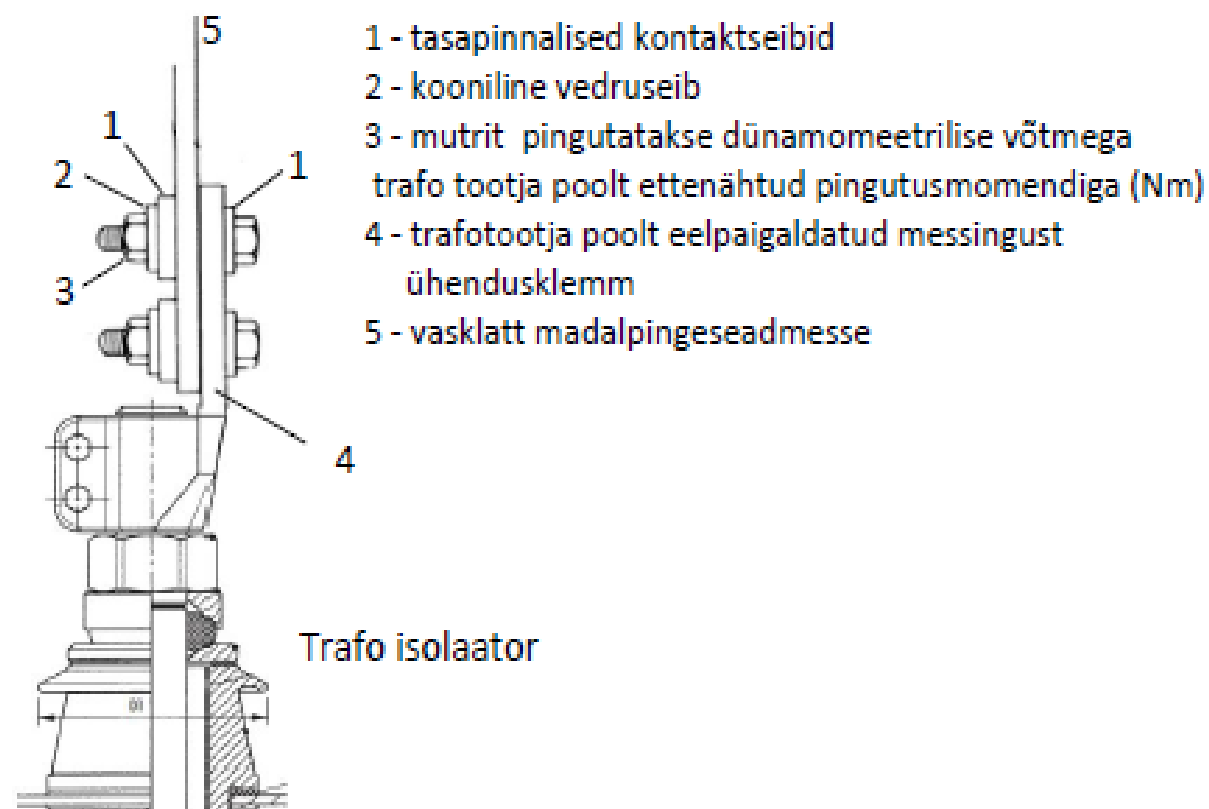
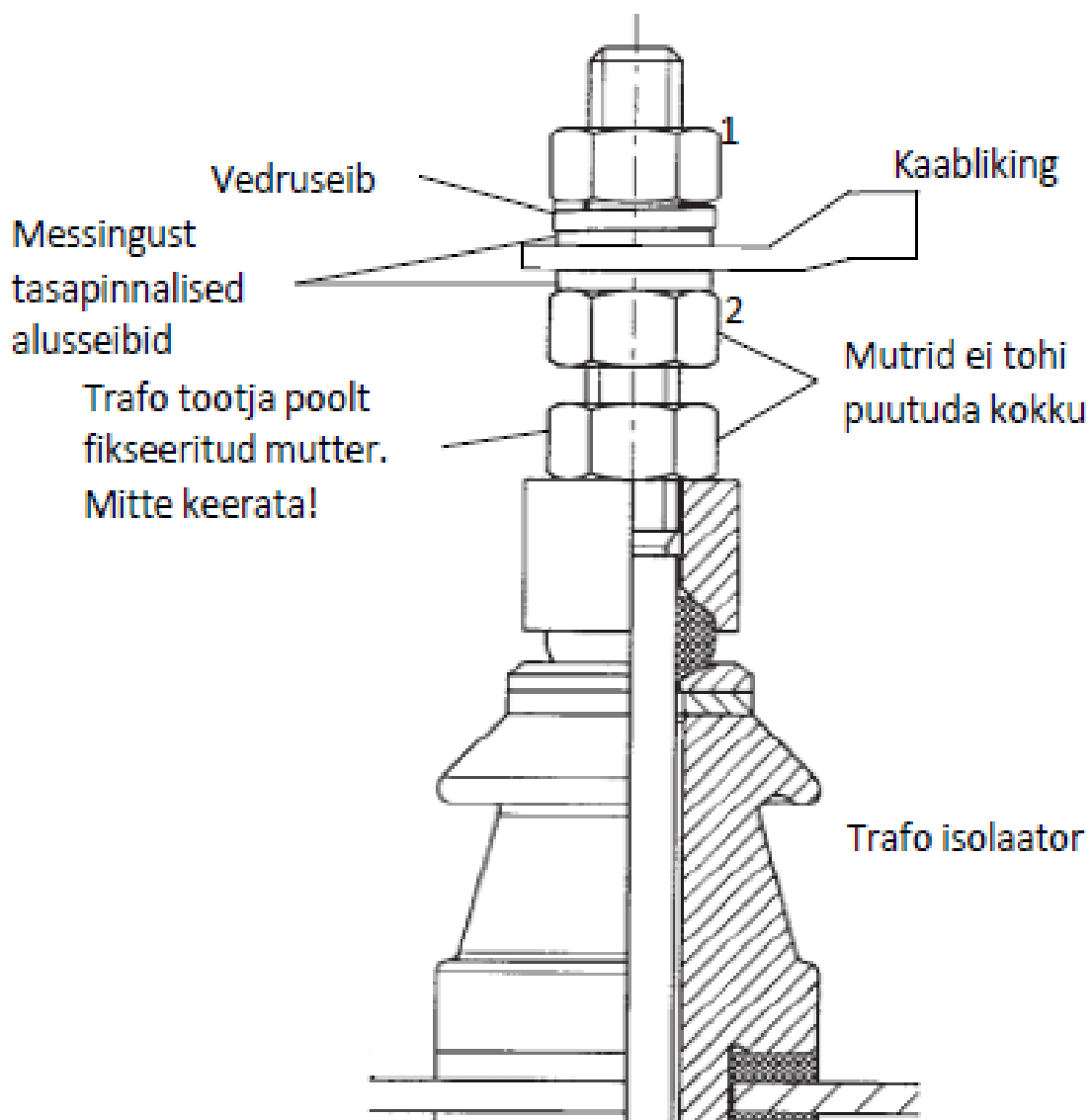
Kõrgema nimipingega sulari jääkpinge on kõrgem ja võib kahjustada kaitstavat seadet





Trafo ühendamine

J3330/8 Nõuded elektrilistele kontaktühendustele





J3330/8 Nõuded elektrilistele kontaktühendustele

Missuguste tööde korral tuleb kontaktühenduste tegemine vormistada protokollina vormile V399?





J3330/8 Nõuded elektrilistele kontaktühendustele

5. Tehtud töö dokumenteerimine

- 5.1. All nimetatud tööde korral tuleb kontaktühenduste tegemine vormistada protokollina vormile V399:
- a) KP/MP alajaama madalpingeseadmest väljuvate kaablite/lattide kontaktühendustele, kui selle ees oleva kaitselüliti või sulavkaitsekoormuslahklülitis asuva sulari nimivool on ≥ 400 A;
 - b) KP/MP alajaama madalpingeseadme ja jaotustrafo vahelistele ühendustele, kui madalpingeseadme nimivool ≥ 1000 A;
 - c) ≥ 160 kVA 3-faasiliste õlitäitega jaotustrafode ülem- ja alampinge kontaktühendustele.
- 5.2. Kinga ühendamist juhile ei pea protokollile kandma.
- 5.3. Protokoll tuleb koos teiste dokumentidega esitada Tellijale töö üleandmisel vastavalt kehtestatud korrale.
- 



Trafo tootja ja tüüp	Pingutusmoment, Nm	
	Alampinge, M12	Ülempinge, M12
Atlas Trafo „ODT“	15	12
Beta Enerji „BTA“	15 - 20	15 - 20
Elprom „TMX“	13	13
Europower Enerji	20	18
Hitachi/ABB „CTO“, „TNOSCT...“	15	15
Lemi „TM“	35 - 37	35 - 37
Mefta Green Transfo „Spehera Dt“	15	15
SEM	20	20
Siemens „FITformer“	20	20

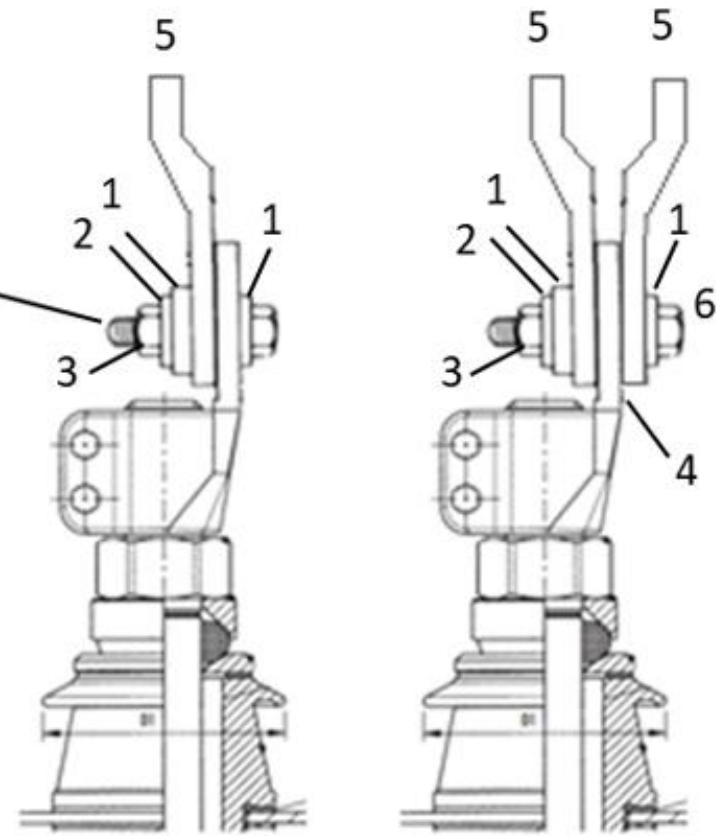


Tabel 2. Õlitrafode M12 mutrite pingutusmomentide näiteid. Tööde teostamisel tuleb ajakohased pingutusmomendid üle kontrollida tootja juhendist.

J3330/8 Nõuded elektrilistele kontaktühendustele lk 8/17 – 25.02.2025



Nähtaval min
2 keermeniiti



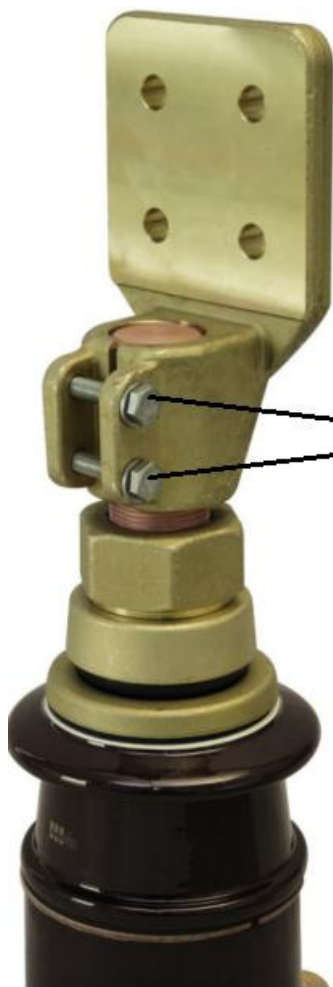
- 1 - lameseibid
- 2 - kooniline vedruseib
- 3 - mutter
- 4 - trafo tootja poolt eelpaigaldatud
messingust ühendusklemm
- 5 - kaabliking
- 6 - polt



Trafo tootja	Pingutusmoment, Nm
ABB/Hitachi ja SEM trafod	60
Kõik teised trafod	70

Tabel 3. Kaablikingade või vasklattide ühendamise trafo alampinge poolel. Toodud väärtused kehtivad kõikidele ühendusterminalidele ja trafode võimsustele, kus kaabliking või latt on ühendatud M12 poltidega.





40-60 Nm

Joonis 15. Juhul, kui on vajalik alampinge poolel muuta ühendusterminalide nurka, tuleb poldid fikseerida joonisel esitatud pingutusmomendiga. See kehtib kõikidele ühendusterminalidele ja trafode võimsustele, kus terminal on fikseeritud M12 poltidega.



Trafo ühendamine





30/01/2017 14:35



29/01/2017 17:25

Elektrilevi katsetus





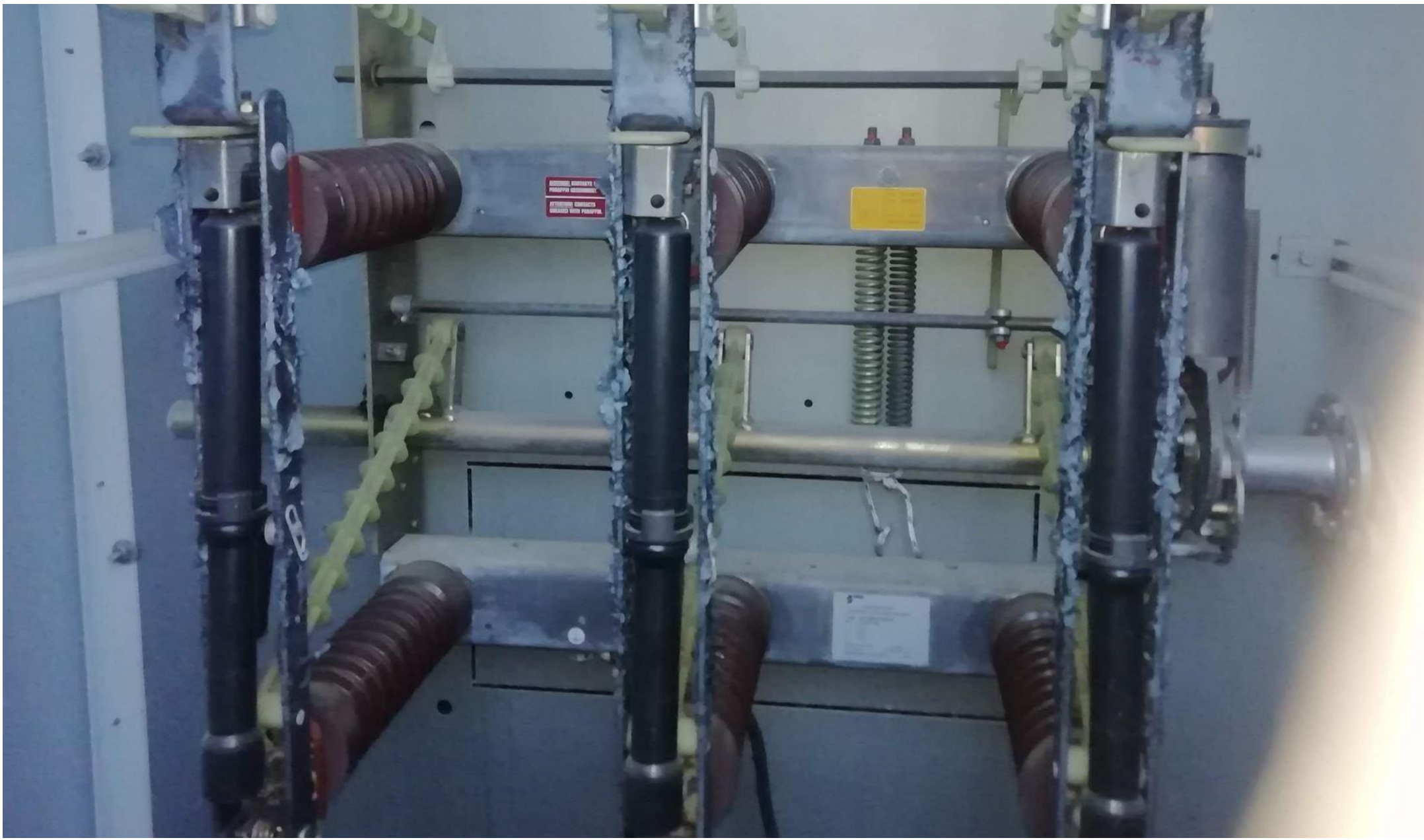
Elektroodi materjal	Sümbol	Standardpotentsiaal V
Magneesium	Mg	-2,38
Tsink	Zn	-0,76
Kroom	Cr	-0,71
Raud	Fe	-0,44
Tina	Sn	-0,15
Plii	Pb	-0,13
Vesinik	H	0
Vask	Cu	+0,34



Näide galvaanilisest korrosioonist
kontaktühenduse juures: Al + Cu + niiskus



Näide: Alajaam keemiatehase läheduses



Näide: Alajaam keemiatehase läheduses



Näide: Alajaam keemiatehase läheduses



Kas kõik on õigesti?

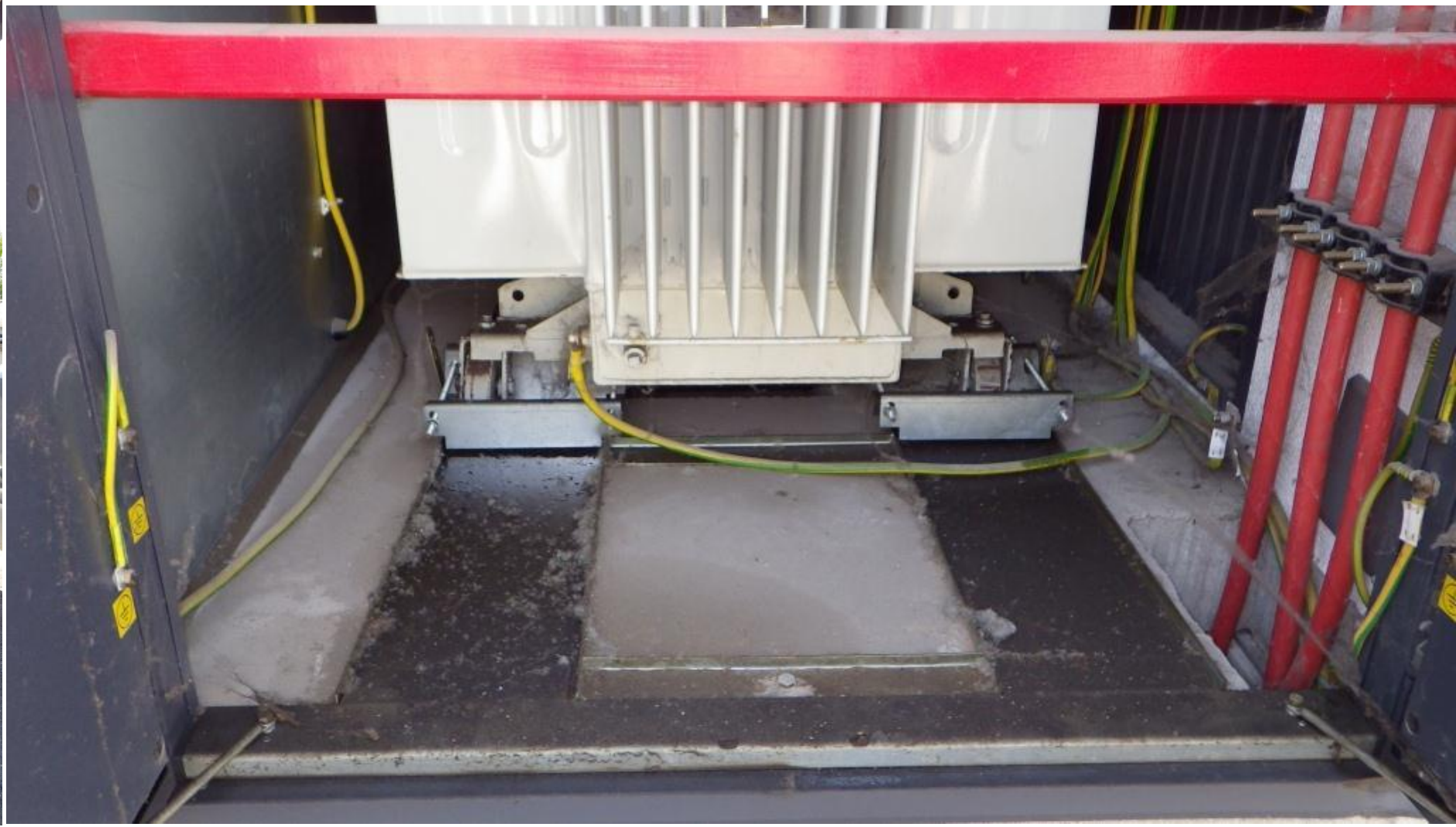


26 11 2014



26 11 2014







Trafo tehnoloogilised kaitsed

- Ülerõhk P (väljalülimine, mõnikord ka hoiatus)
- Ületemperatuur t (väljalülimine ja hoiatus)
- Alati õlitrafodel ≥ 630 kVA
- Erandina võivad olla ka trafodel 160-400 kVA





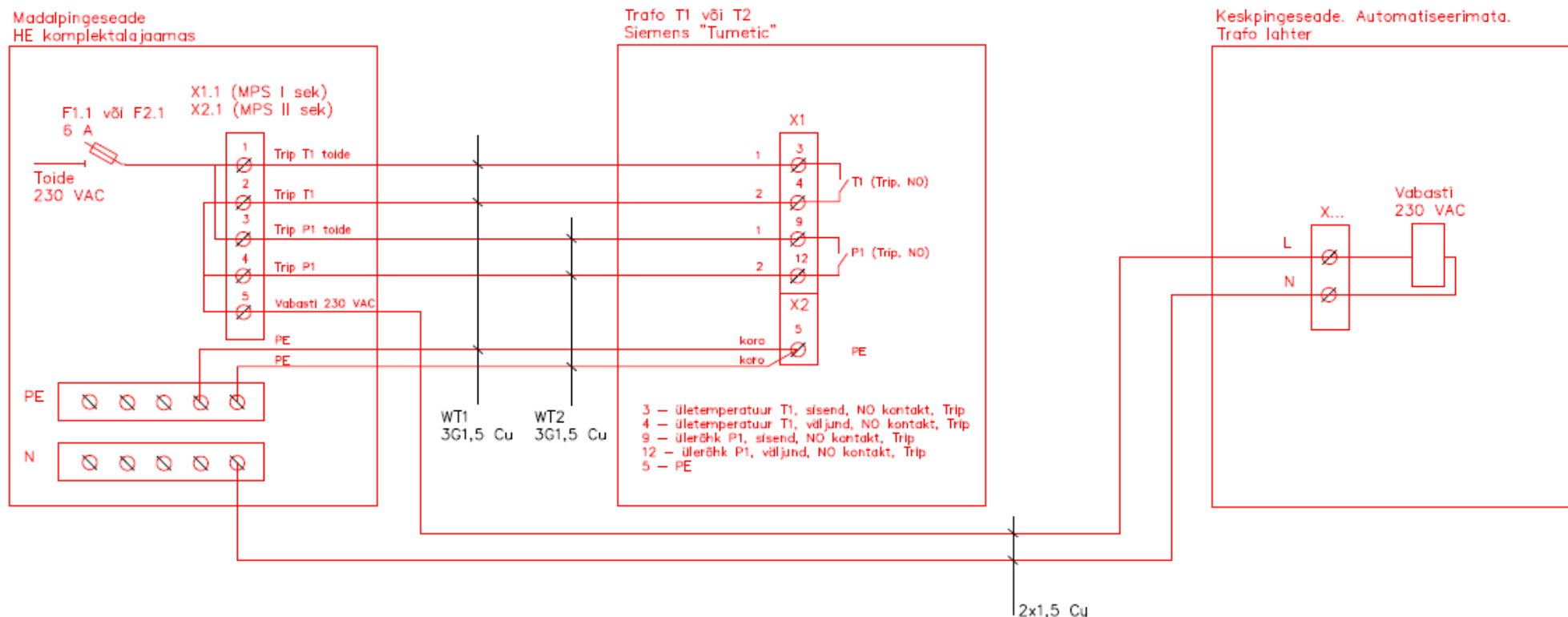
Trafo tehnoloogilised kaitsed

Vajalikud tegevused:

- Ahelate ühendamine trafol olevate klemmliistudega;
- Sätete kontrollimine, vajadusel seadistamine (reegel on siiski see, et trafo tehas peab seadistama õigetele väärtustele, kuid ahelate testimisel võib tekkida vajadus sätete nuppe keerata)



Ühendamine automatiseerimata HEKA-s



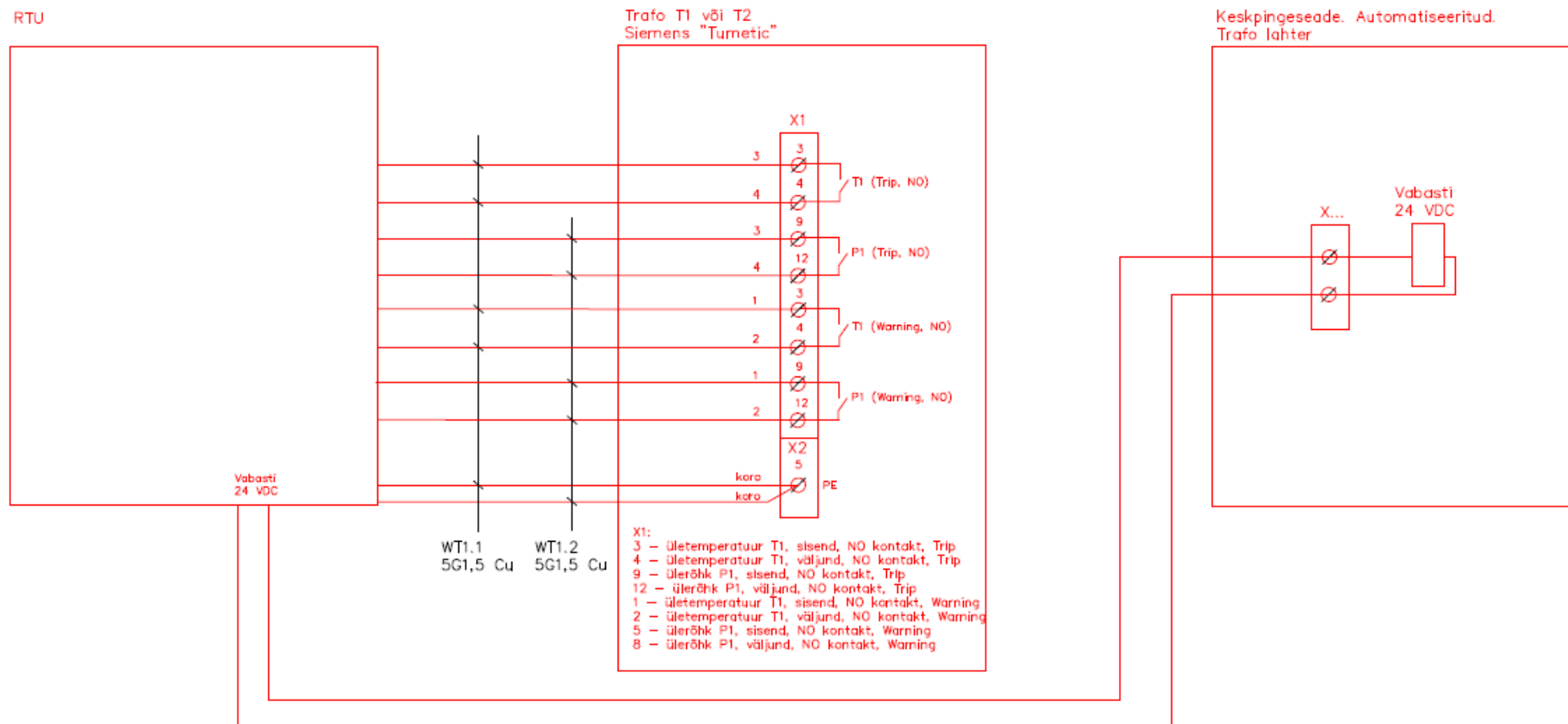
Ühendused, mis on teostatud tehases

Paigaldajal teostada kaablite WT1 ja WT2 ühendused trafo klemmlaustuga X1 ja X2.

MÄRKUSED:

1. Juhul, kui on kasutusel mõne teise tootja seadmed, järgida toodud skeemi ühendamise loogikat.
2. Trafo klemmidele ühendatakse vaid ületemperatuuri (T1) ja ülerõhu (P1) rakendumise (Trip) ahelad. Hoiatuse (Warning Alarm) ahelate klemmid jäävad kasutamata. Kasutada normaalselt avatud (NO) kontakte.
3. Skeem põhineb tootjate tüüpskeemidel. Alati tuleb tutvuda konkreetse seadme teostus-skeemidega, tegelike tähistustega ja ühenduste tegemisel lähtuda neist.
4. Skeem kehtib automatiseerimata KPS kasutamisel, kus vabasti toide on 230 VAC. Automatiseeritud KPS korral võib kasutusel olla 24 VDC vabasti. Sel juhul antud skeem ei kehti.

Ühendamine automatiseeritud HEKA-s



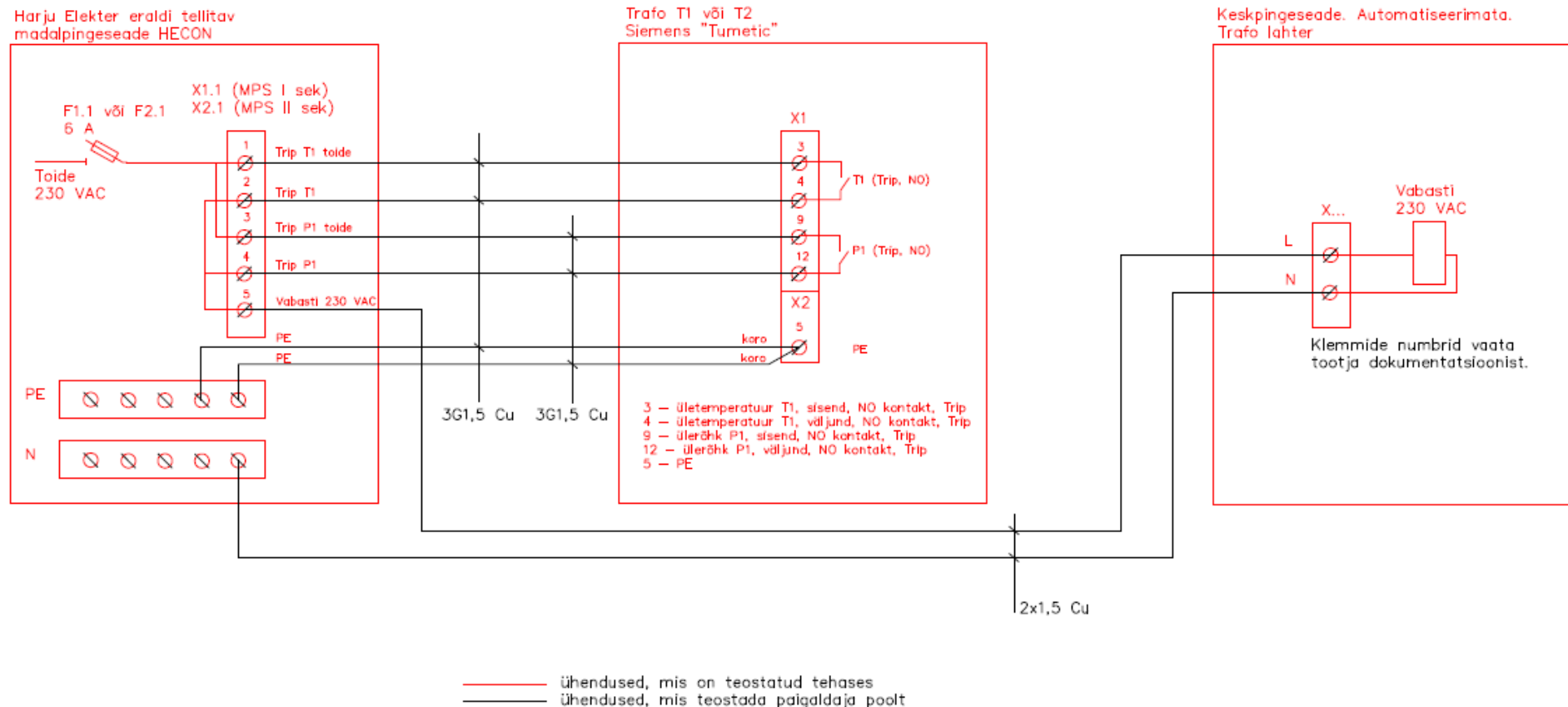
— ühendused, mis on teostatud tehases

Paigaldajal teostada kaablite WT1.1 ja WT1.2 ühendused trafo klemmliistuga X1 ja X2.

MÄRKUSED:

1. Juhul, kui on kasutusel mõne teise tootja seadmed, järgida toodud skeemi ühendamise loogikat.
2. Kasutada normaalselt avatud (NO) kontakte.
3. Skeem põhineb tootjate tüüpskeemidel. Alati tuleb tutvuda konkreetse seadme teostus-skeemidega, tegelike tähistustega ja ühenduste tegemisel lähtuda neist.
4. Skeem kehtib automatiseeritud KPS kasutusamisel, kus vabasti toide on 24 VDC. Automatiseerimata KPS korral on kasutusel 230 VAC vabasti. Sel juhul antud skeem ei kehti.

Ühendamine, kui on eraldi tellitav MPS ja KPS nt hoones



MÄRKUSED:

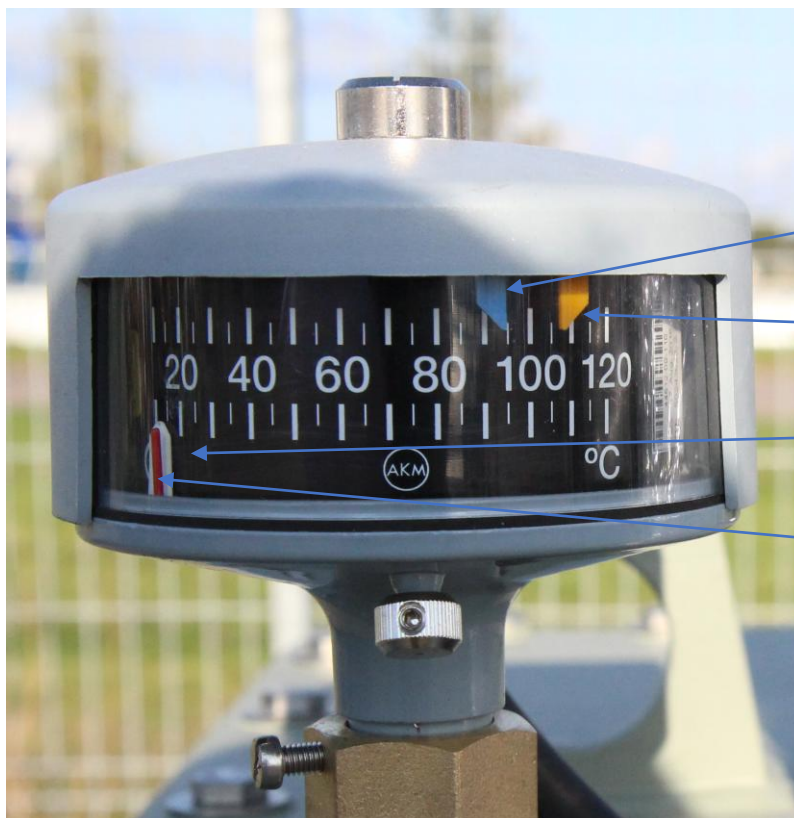
1. Juhul, kui on kasutusel mõne teise tootja seadmed, järgida toodud skeemi ühendamise loogikat.
2. Trafo klemmidele ühendatakse vaid ületemperatuuri (T1) ja ülerõhu (P1) rakendumise (Trip) ahelad. Hoiatuse (Warning Alarm) ahelate klemmid jäävad kasutamata. Kasutada normaalselt avatud (NO) kontakte.
3. Paigaldaja peab paigaldama kolm kaablit: MPS ja trafo vahele kaks kaablit (3G1,5 Cu) ning MPS ja KPS vahele ühe kaabli (2x1,5 Cu) ning teostama vastavad ühendused.
4. Skeem põhineb tootjate tüüpskeemidel. Alati tuleb tutvuda konkreetse seadme teostus-skeemidega, tegelike tähistustega ja ühenduste tegemisel lähtuda neist.
5. Skeem kehtib automatiseerimata KPS kasutamisel, kus vabasti toide on 230 VAC. Automatiseeritud KPS korral võib kasutusel olla 24 VDC vabasti. Sel juhul antud skeem ei kehti.

Trafo tehnoloogilised kaitSED. Sätted. Siemensi trafo

Ületemperatuuri hoiatus – 95 °C.

Ületemperatuurist väljalülimine – 105 °C.

Rõhk – seadistatud tehases.



t hoiatus

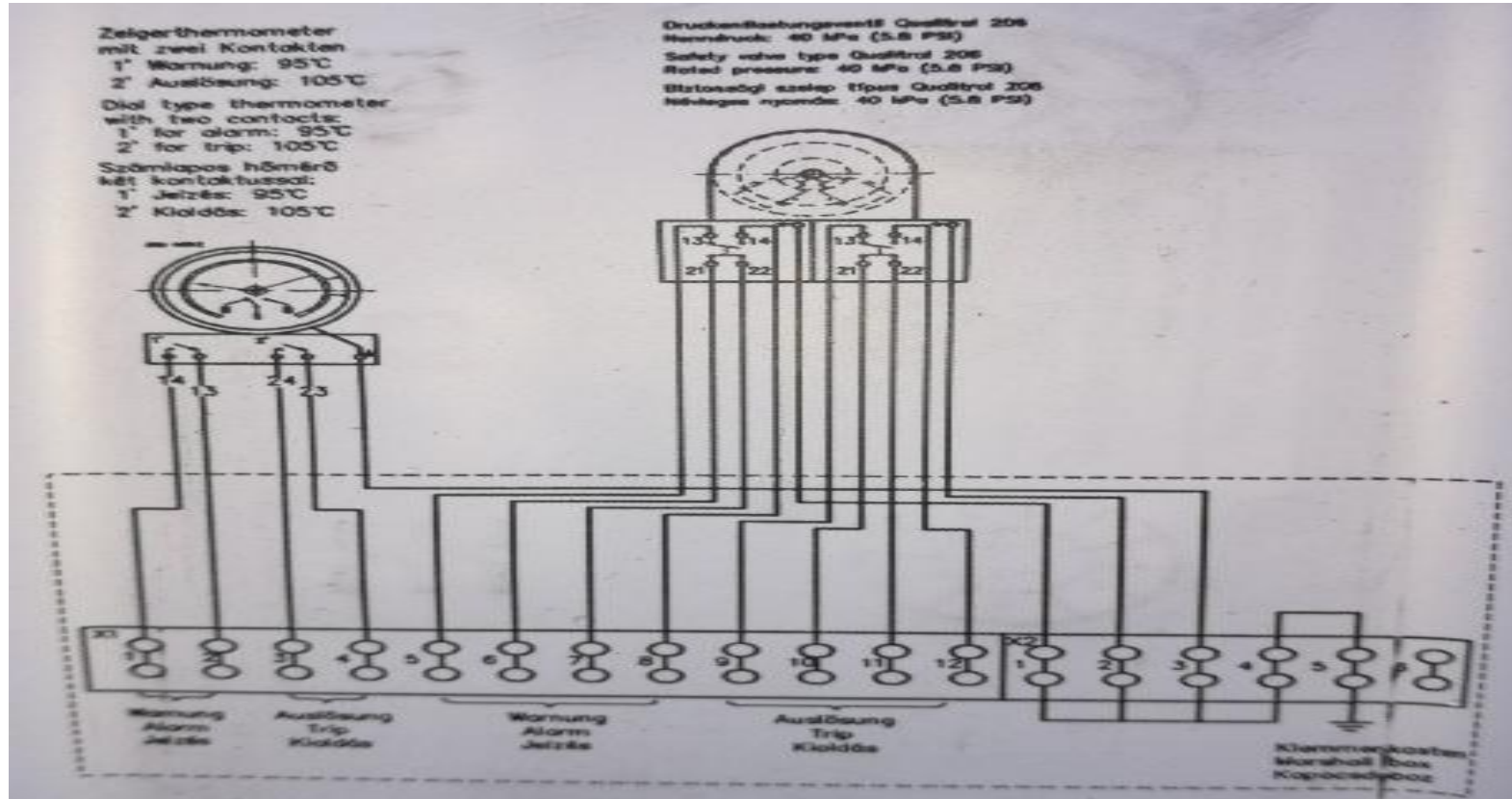
t väljalülimine

t hetkel

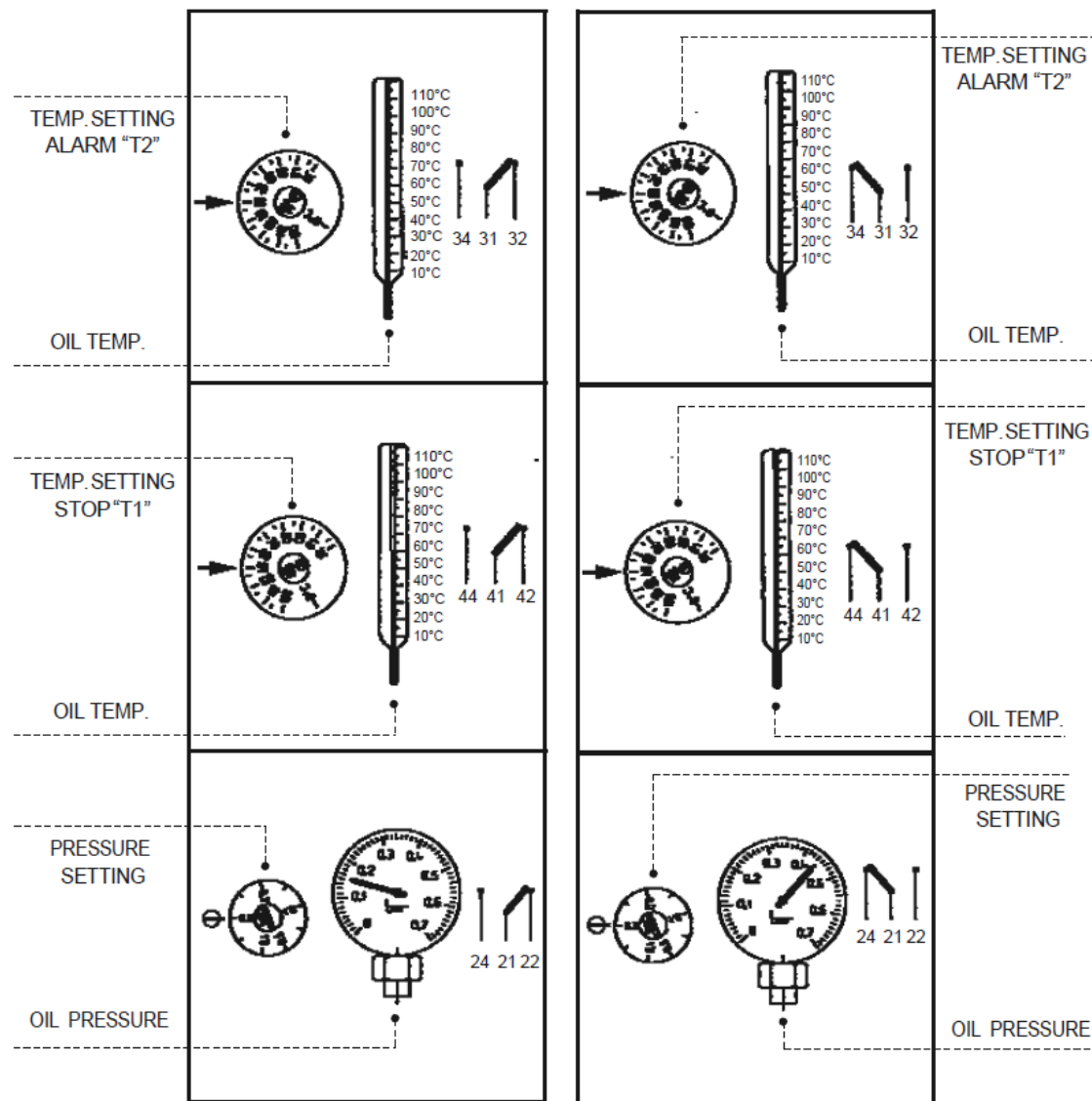
t ajalooline maksimaalne



Trafo tehnoloogilised kaitsed. Sätted. Siemensi trafo

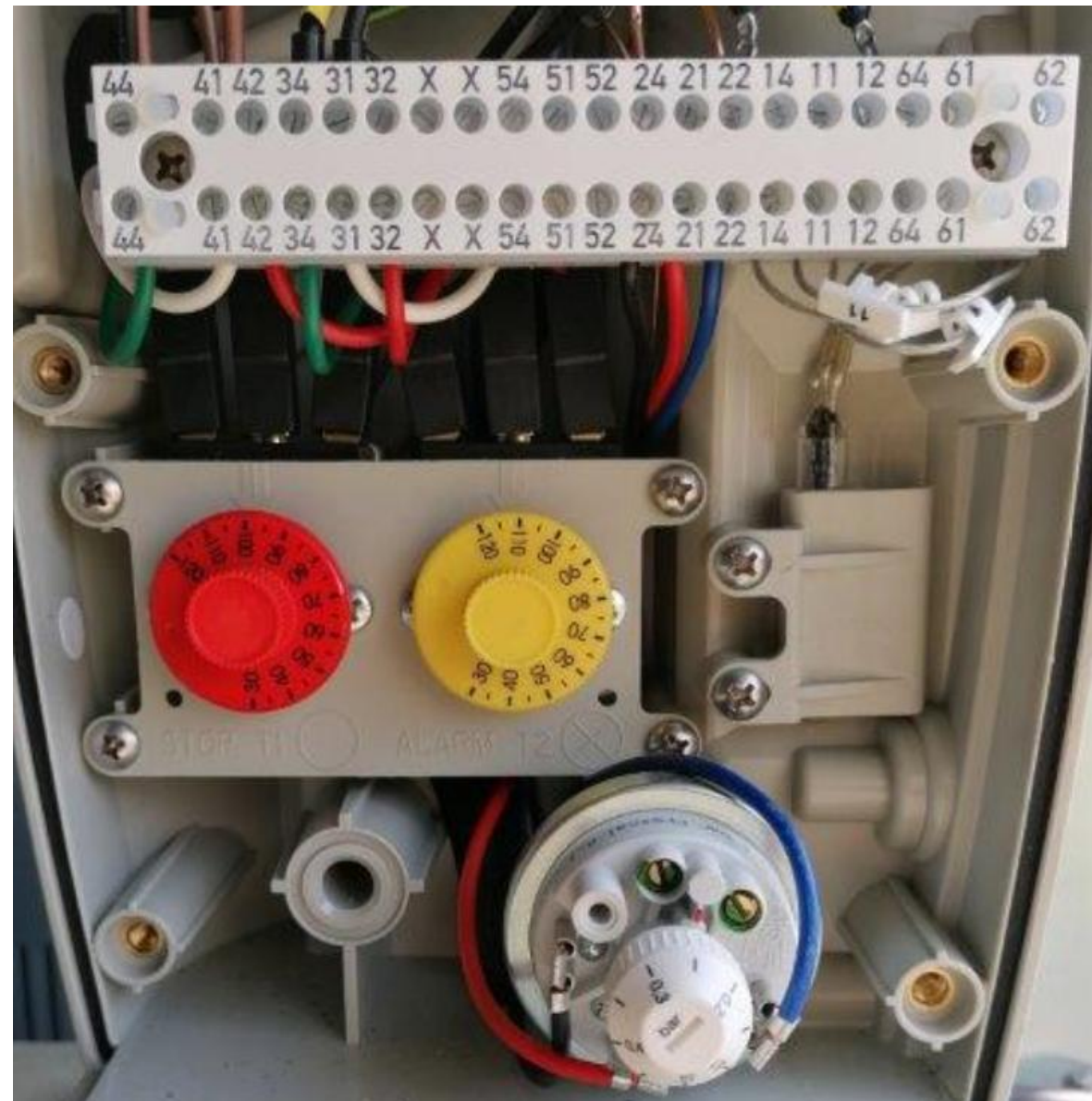


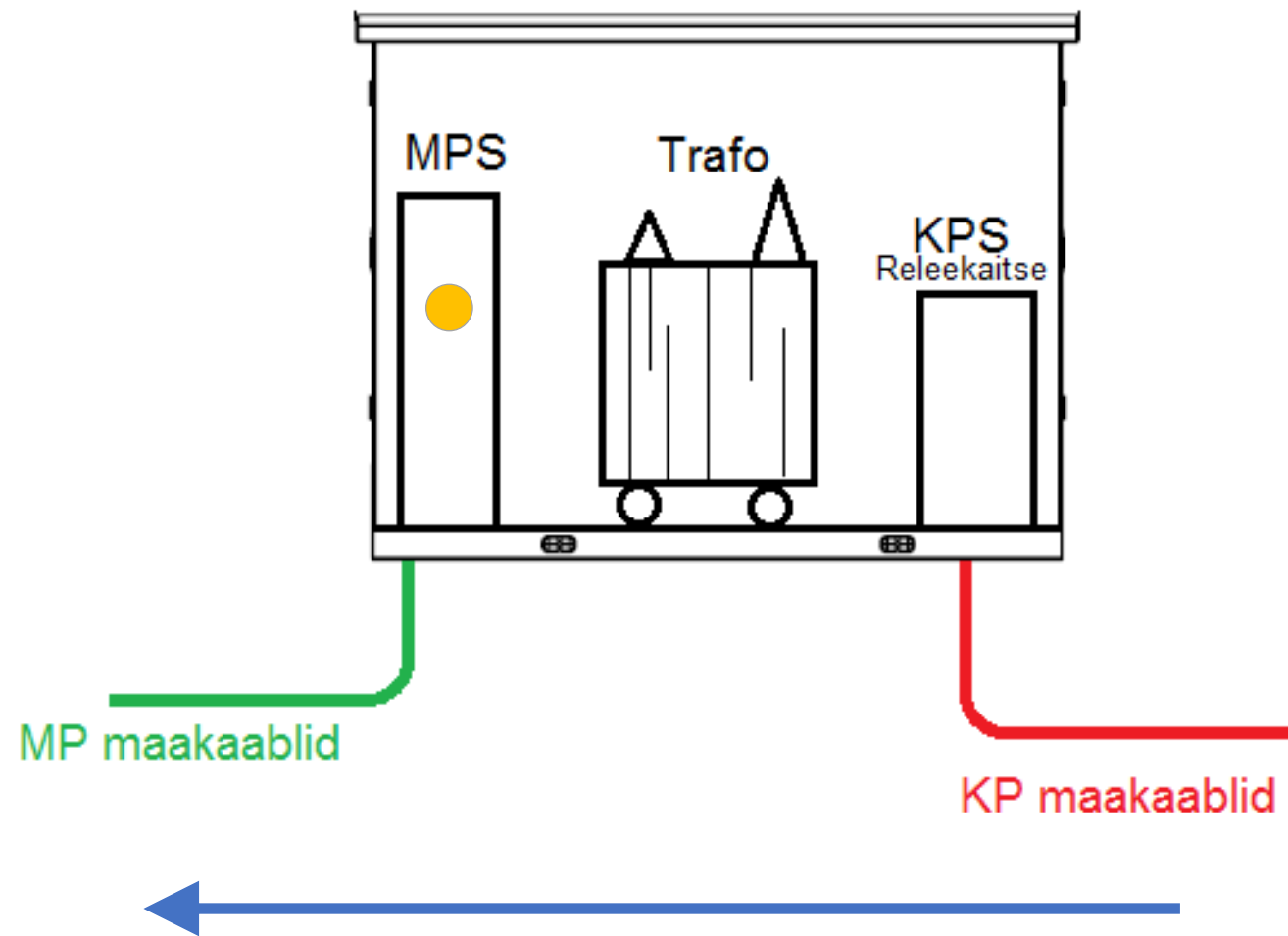
Trafo tehnoloogilised kaitssed. Sätted. Lemi trafo, kus on RIS2

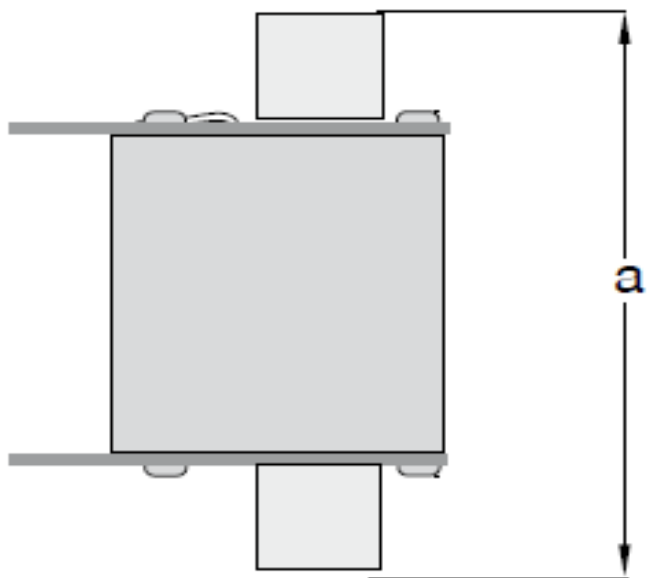


Trafo tehnoloogilised kaitSED. Sätted. Lemi trafo, kus on RIS2

Ületemperatuuri hoiatus – 90 °C.
Ületemperatuurist väljalülitamine – 105 °C.
Rõhk – 0,25 bar.







Sulari/lüliti gabariit	Vool (A)	Sulari pikkus a (mm)	Lubatud viga $\pm$ mm
00/000	6–160	78	1,5
0	6–160	125	2,5
1	80–250	135	2,5
2	125–400	150	2,5
3	315–630	150	2,5
4	500–1000	200	3
4a	500–1250	200	3

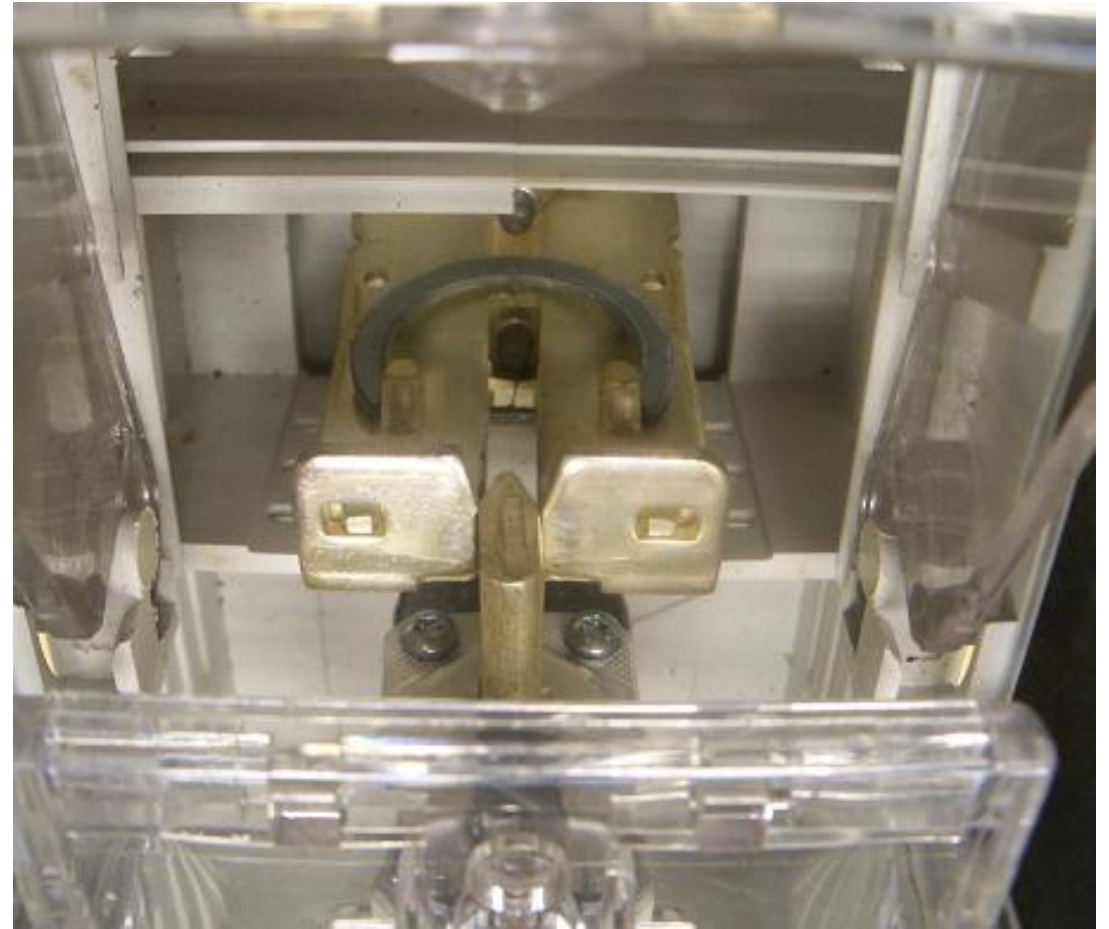


Sularite gabariit peal olema vastavuses lüliti gabariidiga.

„0“ gabariidiga sular „2“ gabariidiga lülitis.



Alumine kontakt pole piisav



Ülemine kontakt on piisav

„0“ gabariidiga sular „2“ gabariidiga lülitis.



„0“ gabariidiga sular „2“ gabariidiga lülitis.



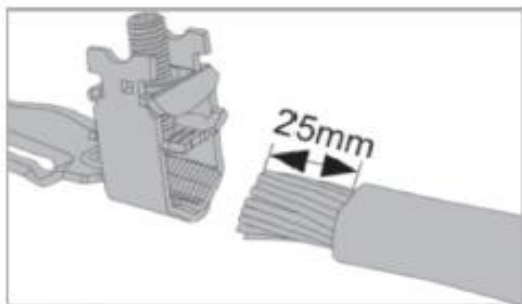
Sulari pikkus 125 mm, mis vastab gabariidile „0“.



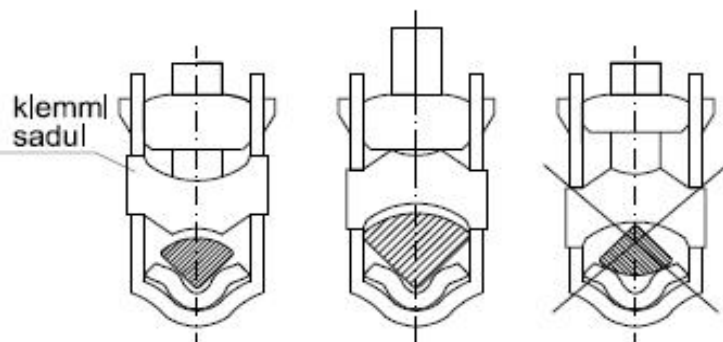
Õige ühendus



Väär ühendus



Kaabli soone koorimis plkkus


Kaabli ristlõike
25+150 mm²

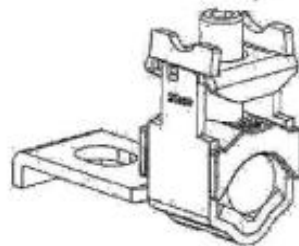
Kaabli ristlõike
185+300 mm²

Sektorkaablil kasutamisel tuleb enne liite pingutamist keerata kaabli soon klemmi geomeetriaile vastavalt ja klemmi sadul kaabli ristlõikele vastavalt.

Puhastatud kaabli soone
alumiinium osa kontaktpind tuleb
mehaaniliselt puhastada ja harjata,
Vahetult seejärel katta kontaktmäärdega.



Kaabli soone keeramise tööriist



Keerme osa mitte õlitada.

4-soonelise sektori kujuliste soontega kaabli ristlõige
kaabli isolatsioon

sektori kujuline
kaabli soon

soone isolatsioon



Lüliti SL01, SL02 ja PEN klemmi korral soone maksimaalne ristlõige
(kulline sektorkaabel) 300 mm², pingutusmoment 32 Nm
või vastavalt klemmi oleva infole.



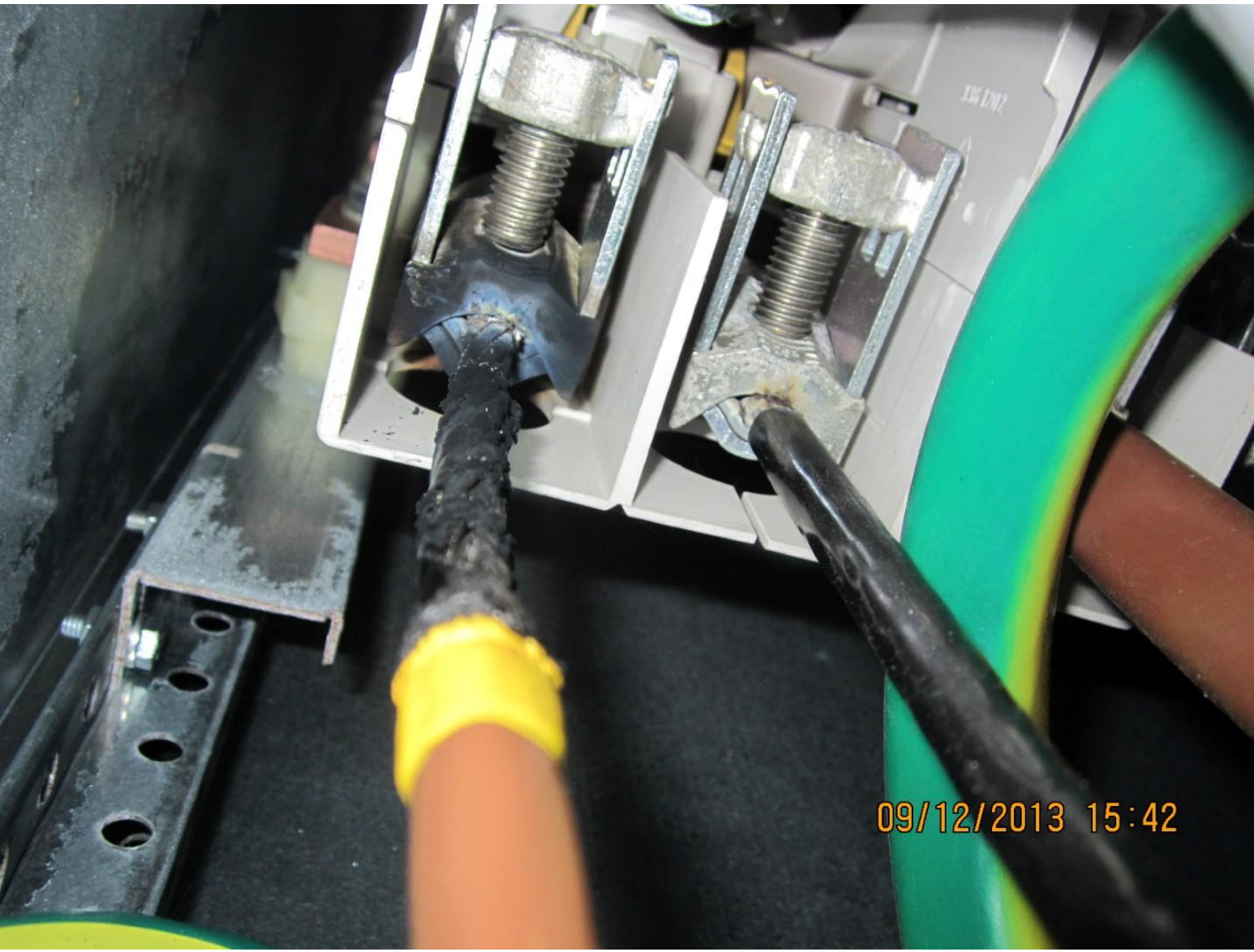
Õige ühendus



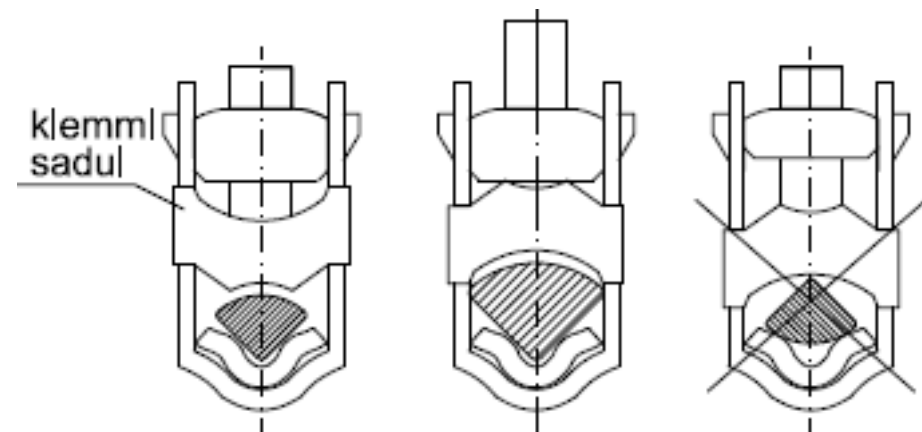
Väär ühendus

A	28.02.08	JLa	Objekt	Jadavinnak-sulavkaltseilülit	Kuup.	08.04.03	HARJU ELEKTER Harju Elekter Elektrotehnika AS Tel +372 6 747 449 faks +372 6 747 441 Paldiski mnt. 31 76606 Kella mail@he.ee	Kalk. nr.	Formaat	DIN A4
B	10.02.12	JLa	Joonestus	MeM	Joonestus	MeM		Pakumise nr.	Mõõtkava	Mudat
C	2.03.12	JLa	Kinnitas	AO	Kinnitas	AO		Töö nr.	Stadium	C
D			Joonis	Kaablite ühendamine	Jadavinnak-sulavkaltseilülit kaabli kingadele			Joonis nr.	Lehtide	1/ 1
E			Mudatus	Kuup.	Nimi					

MP kaablite ühendamine. Kaabel – 25 mm².



09/12/2013 15:42



Kaabli ristlõlke
25+150 mm²

Kaabli ristlõlke
185+300 mm²

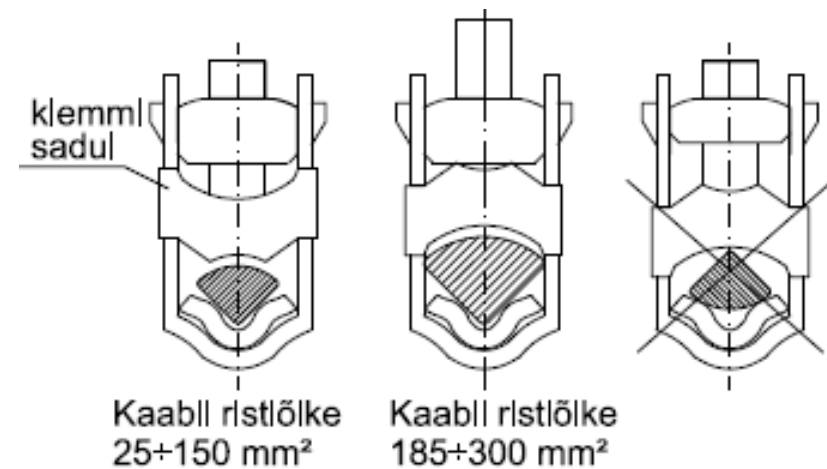


Õige ühendus

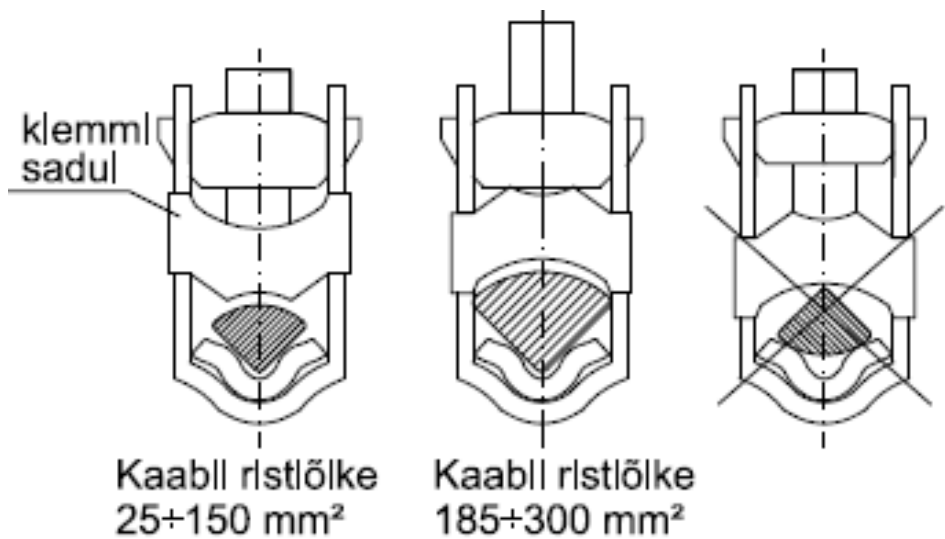


Väär ühendus

MP kaablite ühendamine. Kaabel – 16 mm².



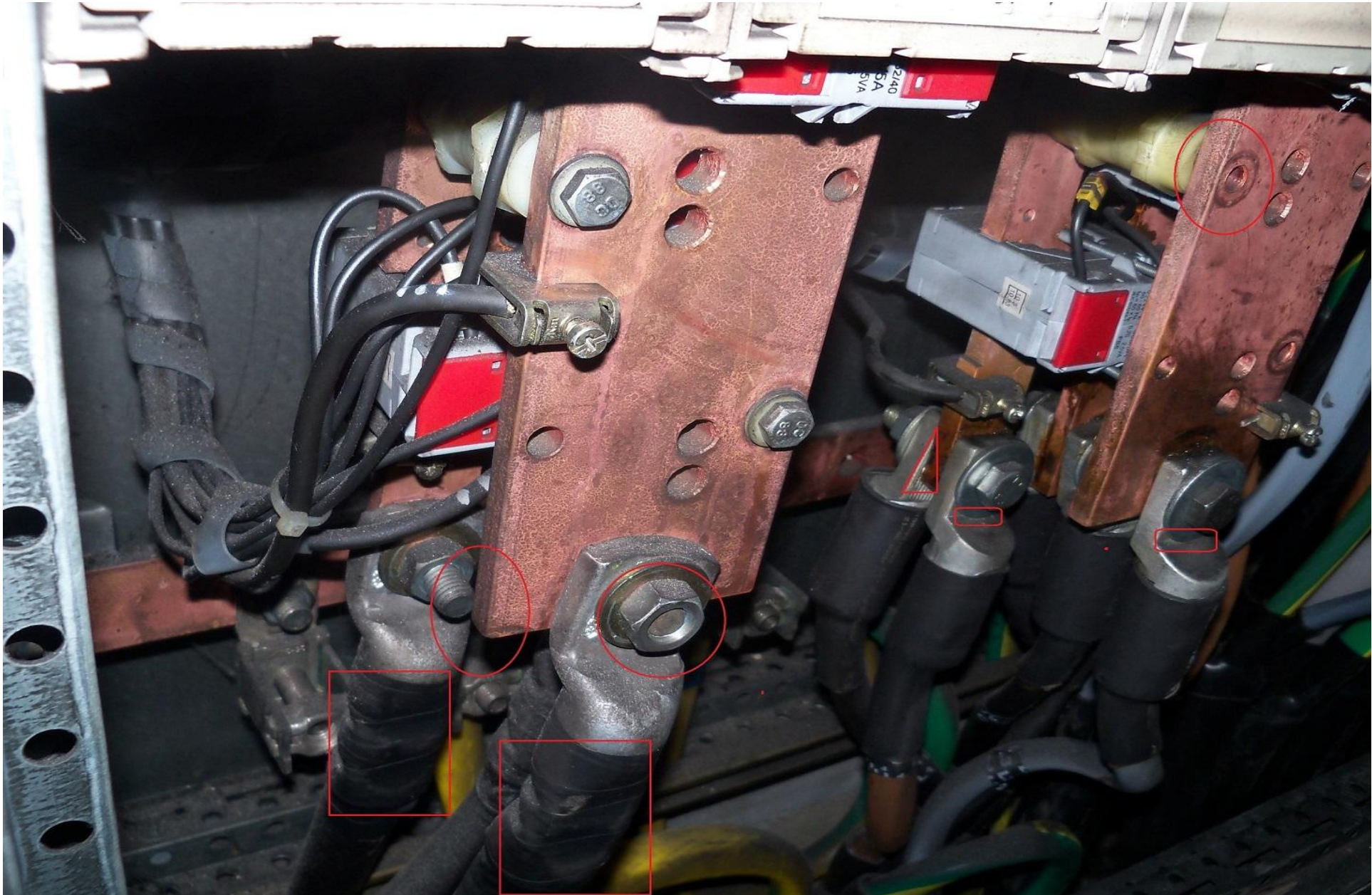
MP kaablite ühendamine. Kaabel – 16 mm².



MP kaablite ühendamine. Kaabel – 16 mm².



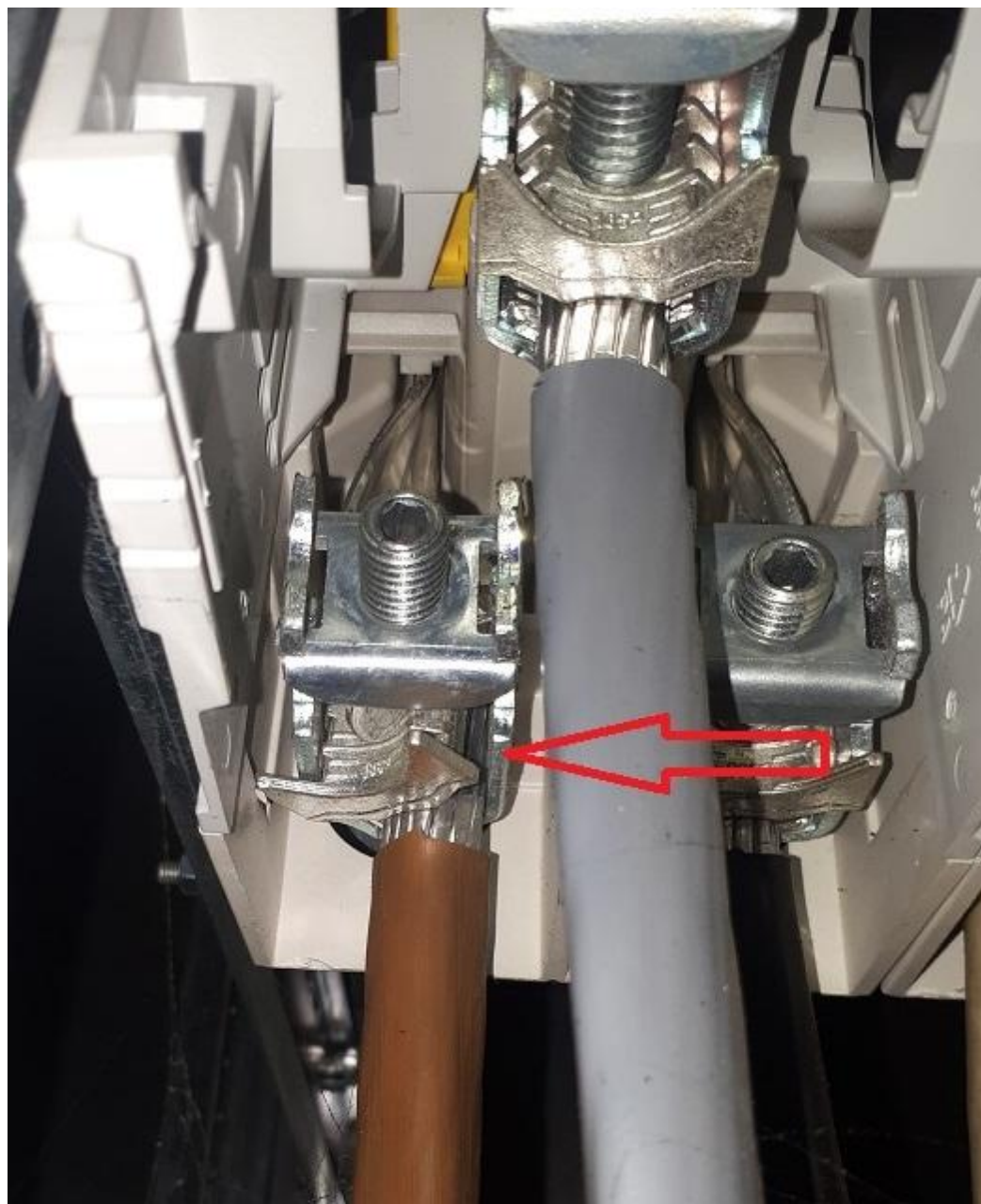
MP kaablite ühendamine. Enne riket.



MP kaablite ühendamine. Peale riket.



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



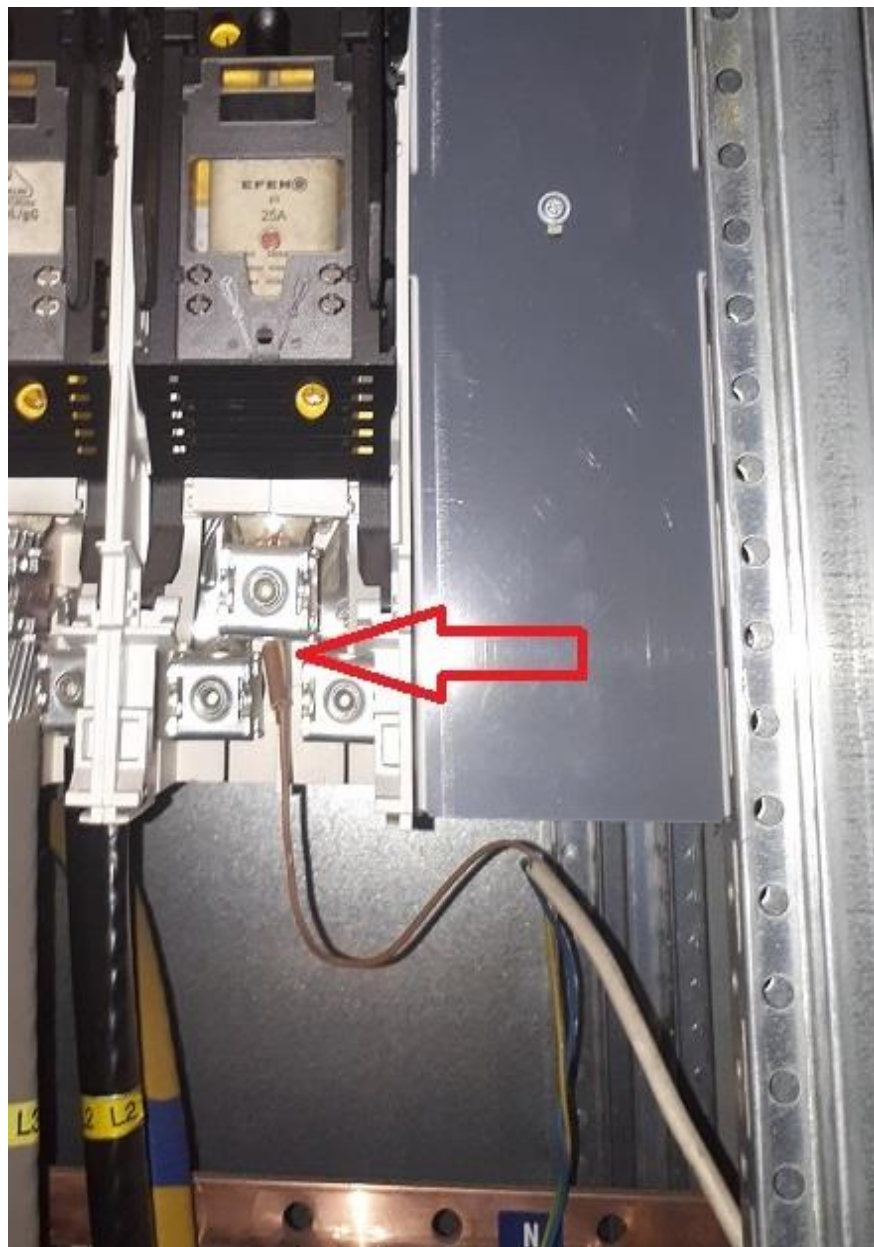
MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



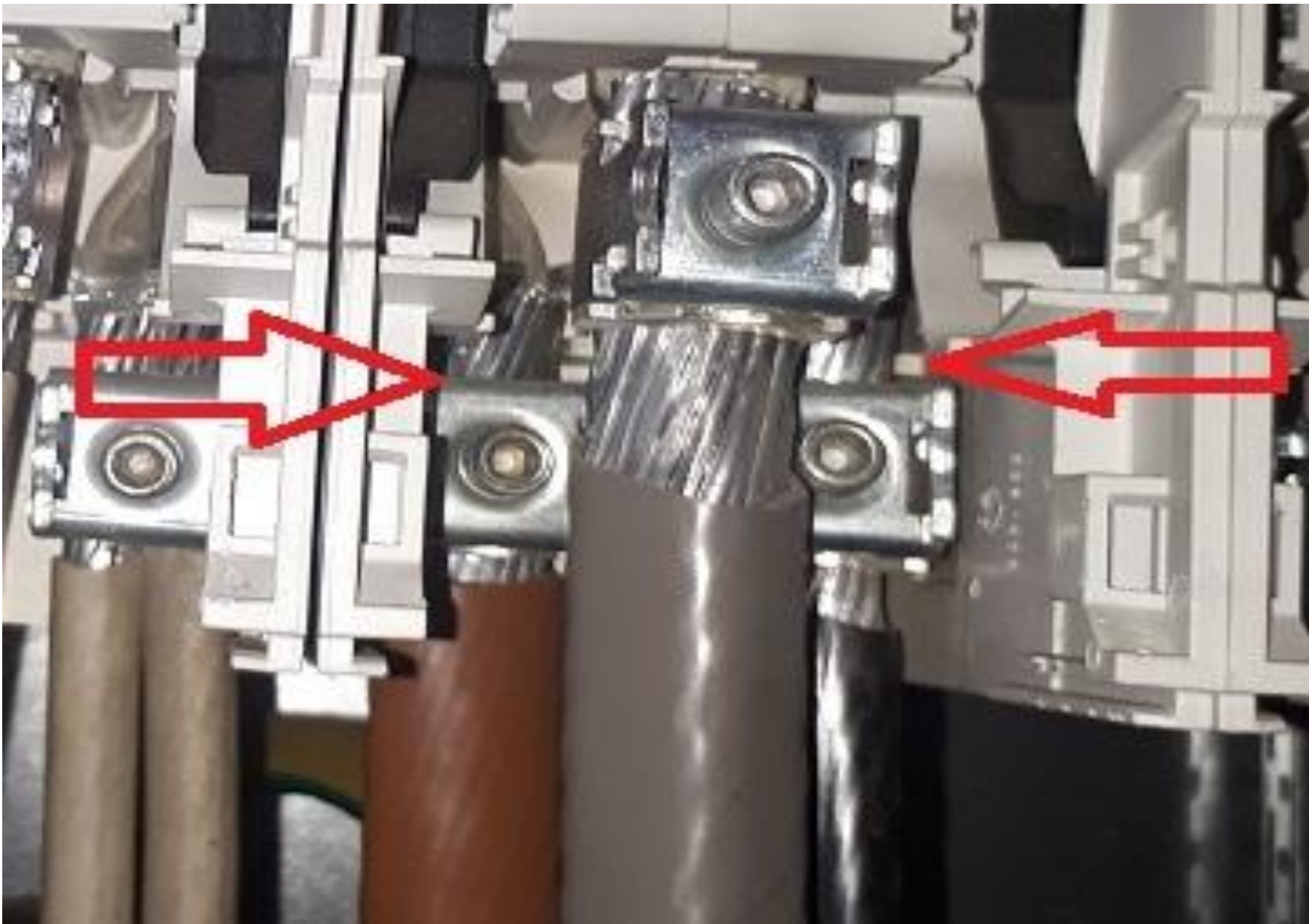
MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



1.
Soone traadid lahti
VALESTI PAIGALDATUD, ÕIGE
PINGUTUSMOMENDIGA

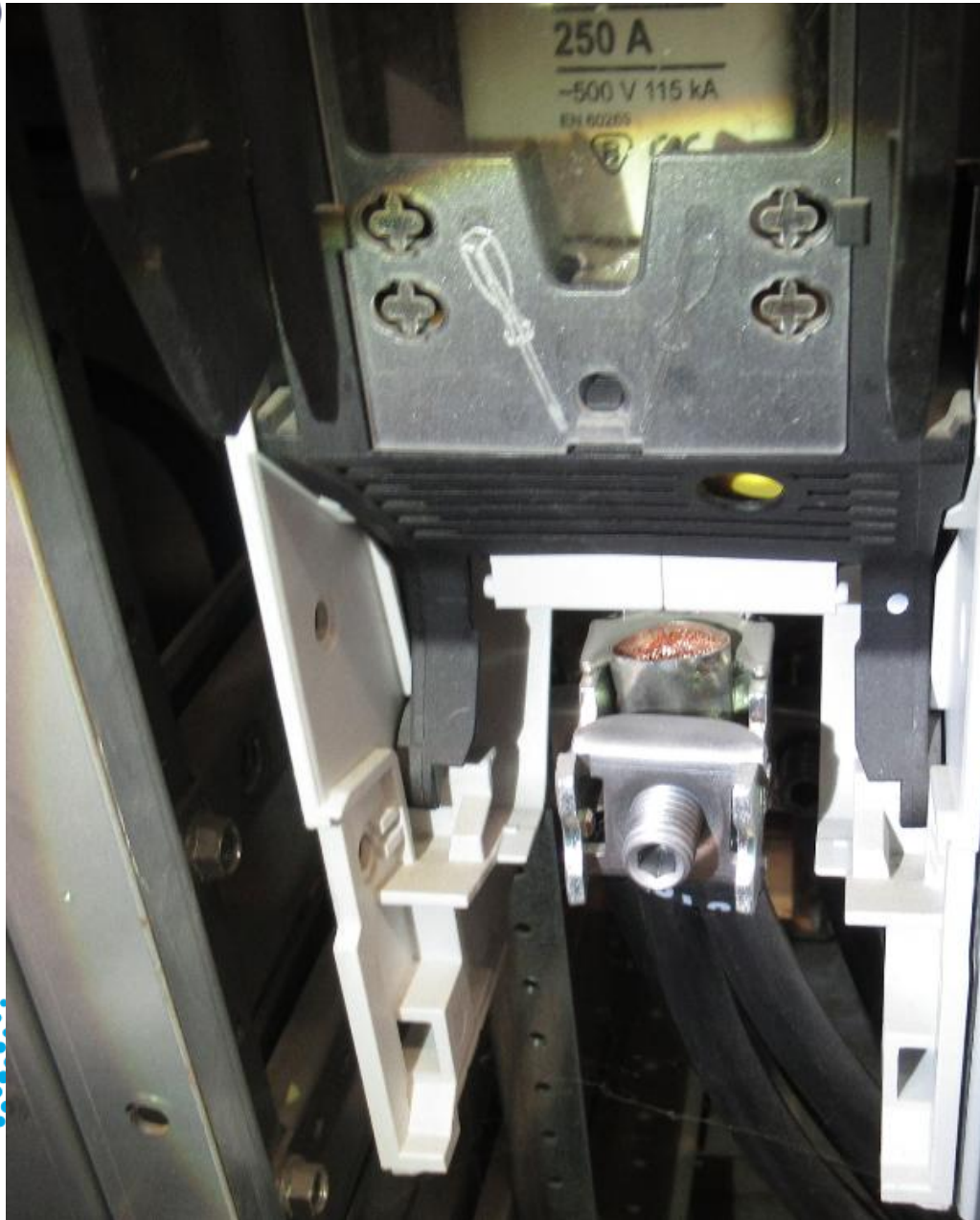
2.
Soone traadid kangutades natuke
liikusid
ÕIETI PAIGALDATUD, ÕIGE
PINGUTUSMOMENDIGA



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



MP kaablite ühendamine. Jean Müller.



MP kaablite ühendamine





F8/315A

AJ 4402

15840

AXPK-1.4Q240
JK:Ristiku 17
KAITSE 385A

RESERV

F10/

358

AXPK-1
KAITSE
AJ 4402 - 38100A

L3

L1

AXPK-1.4Q240
JK:Ristiku 17
KAITSE 385A

MP kaablite ühendamine. ABB Inline II lülitid (ZLBM).



Gab. 00
160 A

Gab. 1
250 A

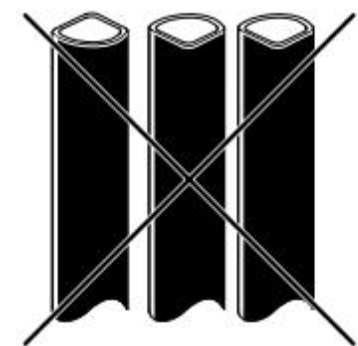
Gab. 2
400 A

Gab. 3
630 A

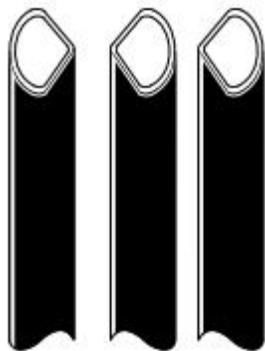
- Uue põlvkonna sulavkaitselüliti
- 1- ja 3-pooluseline
- Tüüptestid vastavuses standardiga EN / IEC 60947-3
- Uus toode põhineb muutunud turuvajadustele :
 1. Kõrgenenud personaliohutus
 2. Paremad tehnilised näitajad
 3. Hinnapoliitika



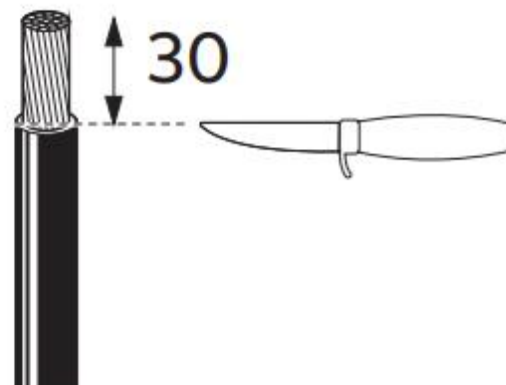
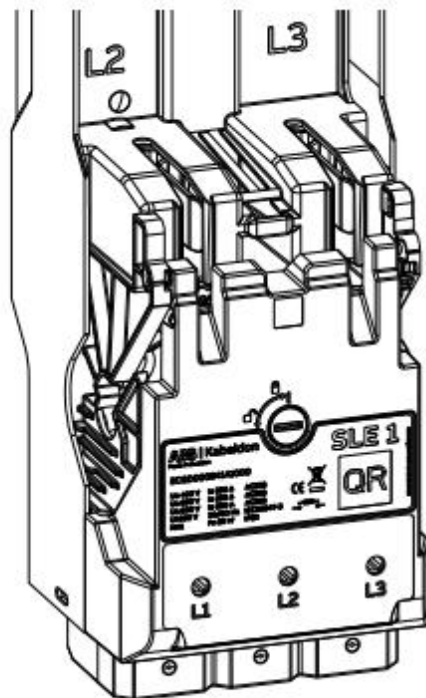
ABB SLD 1 ja 2 ning SLE 1 ja 2 lülitid



1)



2)

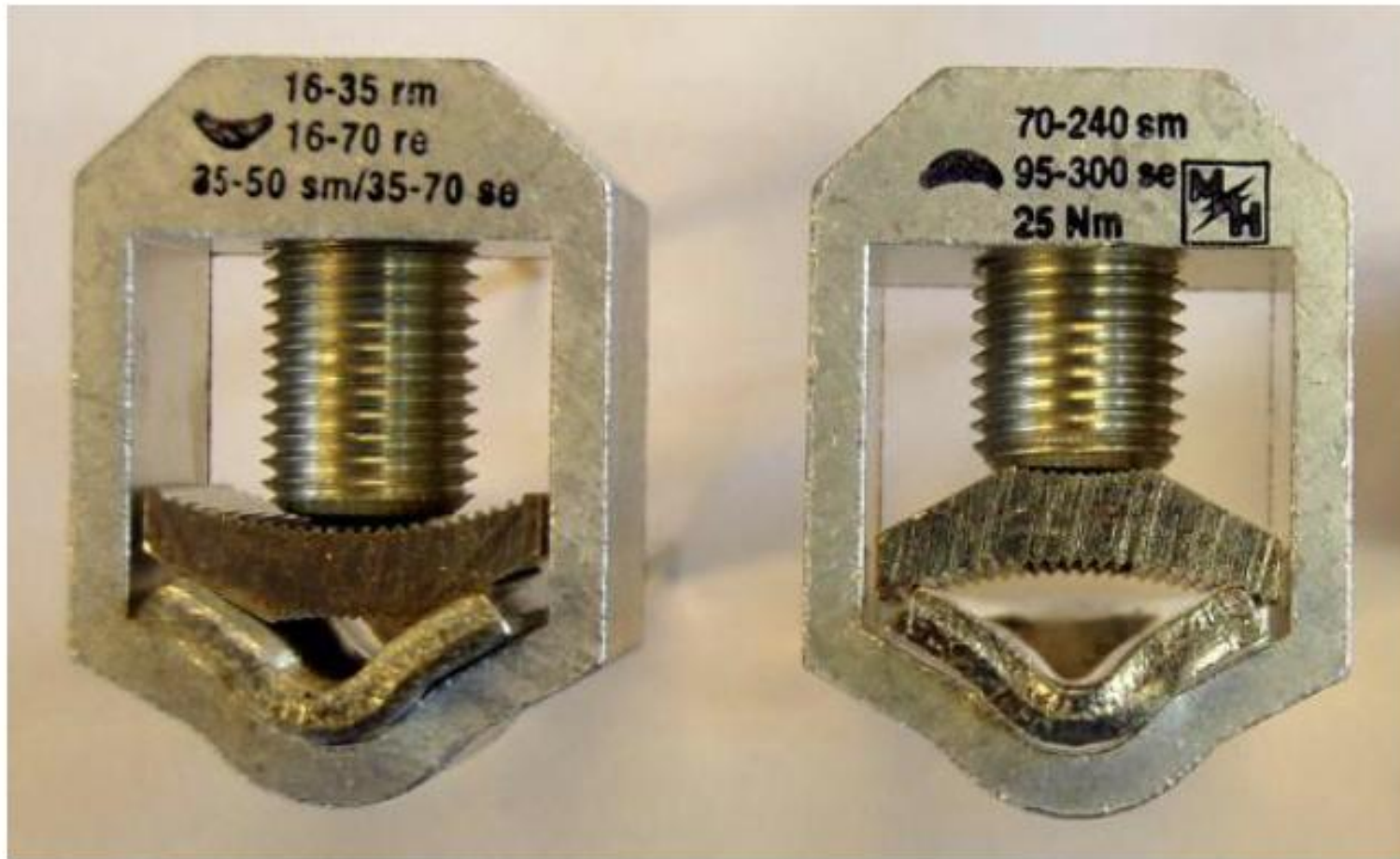


1) - sellise sektori orientatsiooniga ei mahu suuremate ristlõigetega sooned klemmi alla.

2) - sellise sektori orientatsiooniga mahuvad suuremate ristlõigetega sooned klemmi alla.



MP kaablite ühendamise. ABB Inline II lülitid (ZLBM).



Vastavalt soone ristlõikele või tüübile tuleb valida liikuva klemmi segmendi asend.

Liikuva klemmi segment on pööratav ja fikseeritakse pingutuskrugi külge.

MP kaablite ühendamine. ABB Inline II lülitid.

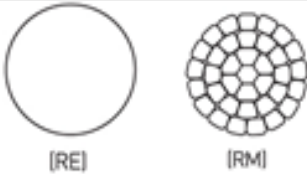
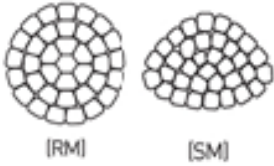
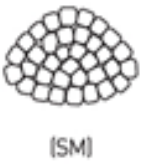
Lubatud montaaži paigutus



Mittesoovitav montaaži paigutus



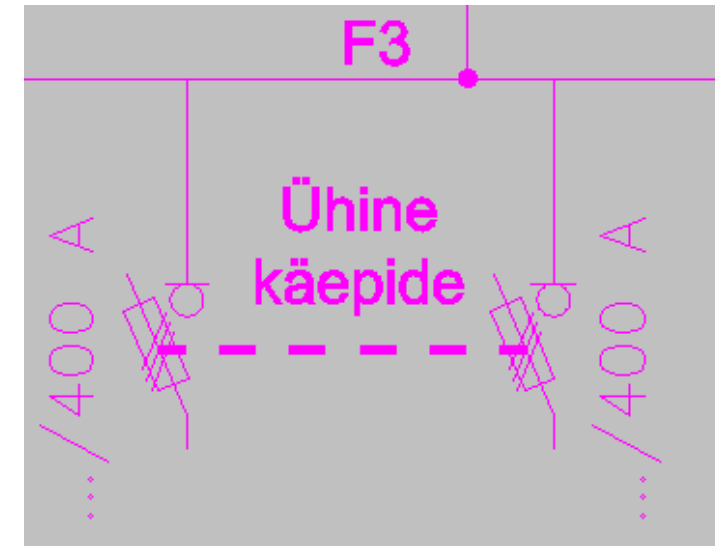
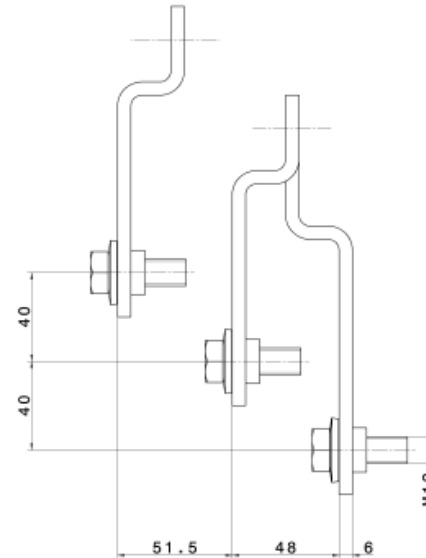
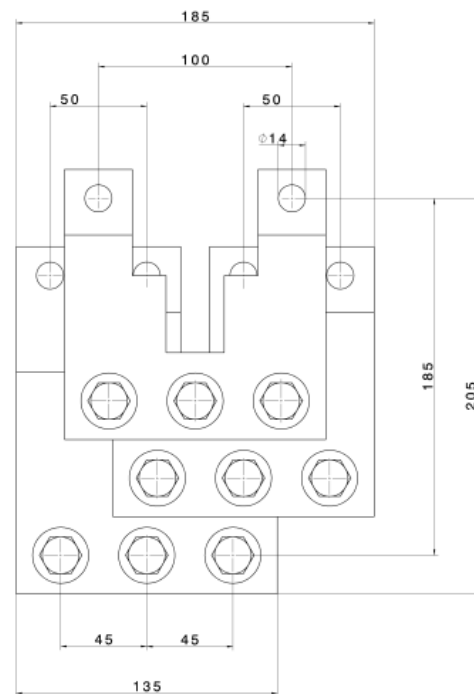
MP kaablite ühendamise. Kaablite konstruktsioon.

Kaabli ristlõige	Lõõmutus	Soone ehitus
16 mm ²	Ei ole lubatud	 [RE] [RM]
25 mm ²	Nõutud	 [RM] [SM]
35 – 300 mm ²	Nõutud	 [SM]

rm – round stranded	– ümar jämedakiuline	16-35/	mm ²
re – round solid	– ümarplank	16-70/	mm ²
sm– sector shaped stranded	– sektorikujuline jämedakiuline	35-50/70-240	mm ²
se– sector shaped	– sektorikujuline plank	35-70/95-300	mm ²
flexible, multidtranded	– kiuline painduv	ei ole lubatud	

Sulavkaitse-koormuslahklüliti paralleeltöös

Jean Müller 2xSL2H-3x3/3A, $I_n = 400/800$ A, sularite gabariit 2.



- Rohkem ruumi kaablite ühendamiseks
- Paremad jahtumistingimused
- Paralleel (kaks ühise käepidemega lüliti) sulavkaitse-koormuslahklüliti kasutamisel alajaamades ja jaotuskilpides märgistatakse need ühe tunnuslühendiga „F“ ja vastava järjest numbriga, nt F3.



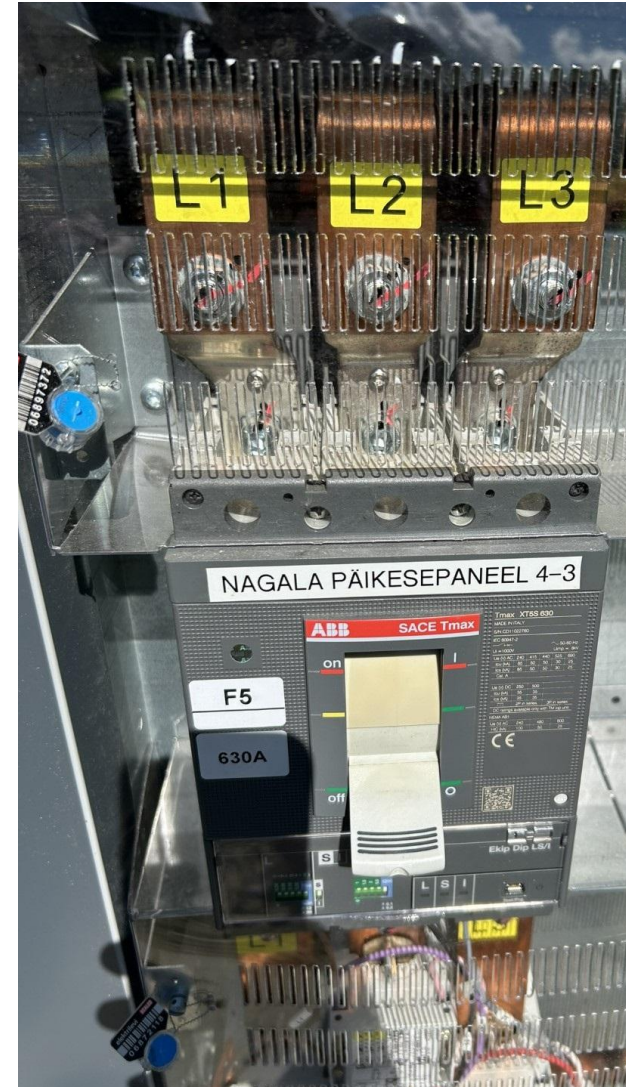


Kaitselülitist Tmax

Tmax kasutamise korral näeb tootja ABB mitmetel juhtudel ette isoleerplaatide vajaduse faaside vahele nii sisendis kui ka väljundis.



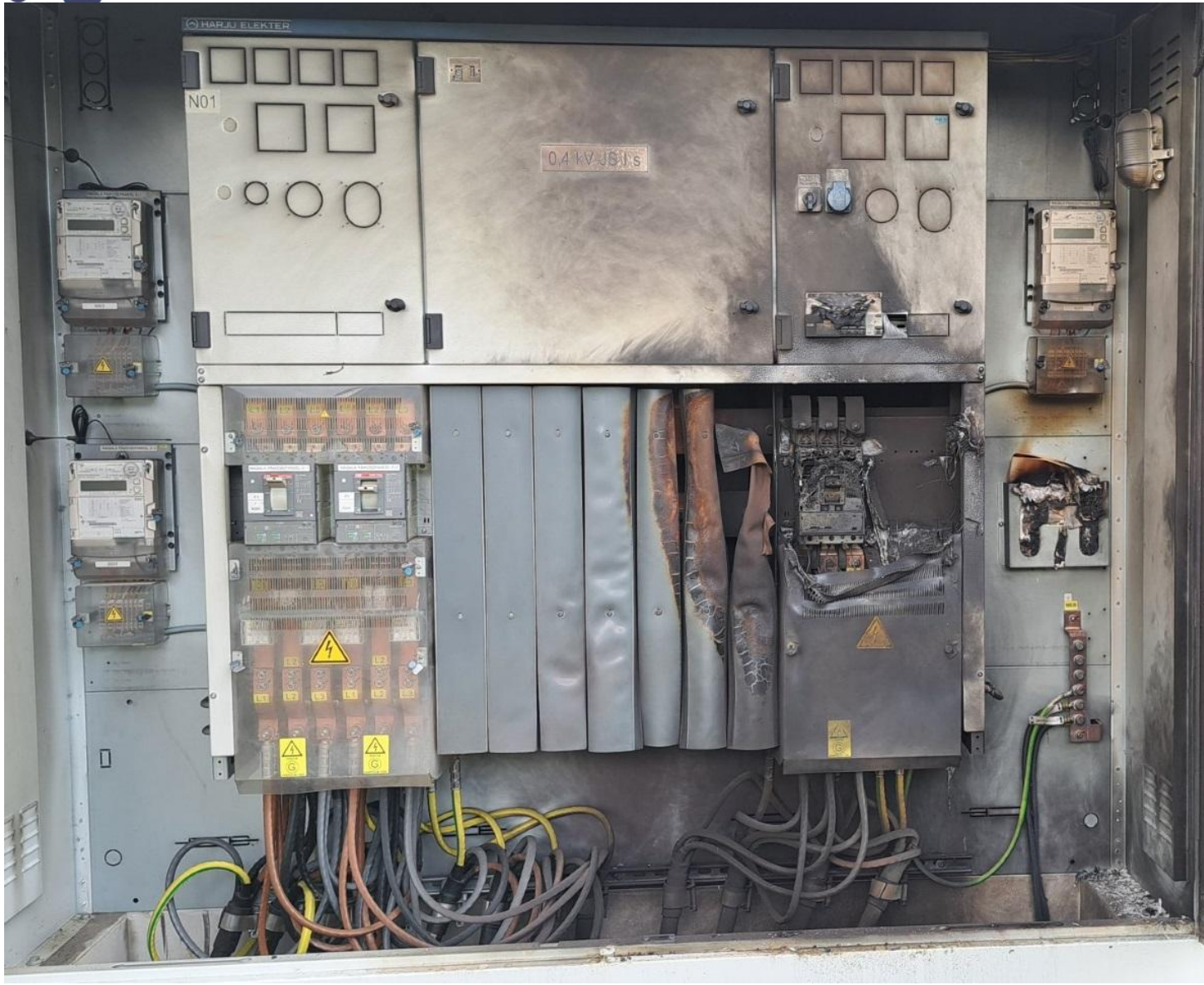
ÕIGESTI



VALESTI

Kaitselülitist Tmax

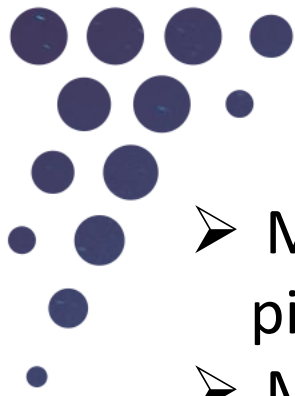
Tmax kasutamise korral näeb tootja ABB mitmetel juhtudel ette isoleerplaatide vajaduse faaside vahele nii sisendis kui ka väljundis.



Võimalik tagajärg, kui isoleerplaadid faaside vahel puuduvad – kaarleek ja lühis lüliti sisendlattide vahel ioniseeritud gaaside tõttu, mis tekivad kaitselüliti rakendumisel ja paisatakse läbi väljapuhkeavade ülesse (või alla) isoleerimata lattide vahele.

Testid Tmaxi simulatsiooniseadmega näitasid, et kaitselüliti oli võimeline endiselt rakenduma. (järgmisel slaidil)





Madalpinge- ja 1 kV piirikute paigaldamine

- Madalpinge paljasõhuliini või rippkeerdkaabli ja maakaabelliini üleminekukohta piirikuid ei paigaldata.
- Madalpingepiirikud tuleb paigaldada ehitatava KP/MP alajaama madalpingeseadmesse (v.a mastalajaam) järgmistel juhtumitel:
 - kui alajaamast väljuvad madalpingeliinid sisaldavad õhuline (sh rippkeerdkaabel);
 - kui alajaamast toidetakse automaatikaseadmeid (RTU, DC keskus, rikkeindikaatorid, fiidriterminalid või sideseadmed);
- Madalpingeseadmeta jaotuspunktis tuleb madalpingepiirikud paigaldada jaotuspunkti omatarbeahelatesse, kui sellest toidetakse jaotuspunkti automaatikaseadmeid (RTU, DC keskus, rikkeindikaatorid, fiidriterminalid või sideseadmed).
- Madalpinge liigpingepiirikute ette paigaldada gG või gL tüüpi sularid. Sularite nimivoolu suurus peab vastama liigpingepiirikute valmistaja poolt määratule.



Tööpinge tõstmine 10 kV pealt 20 kV peale



J3343/3 Tööpinge tõstmine keskpinge võrgus – 17.12.2024



KTP, KTPN ja KTPK komplektalajaamad

Komplektalajaamad KTP, KTPN ja KTPK ja nende seadmeid **ei tohi** pingestada 20 kV tööpingega, vaid vajavad väljavahetamist.



J3343/3 Tööpinge tõstmine keskpinge võrgus – 17.12.2024





Komplektalajaama nimipingeaks märgitud $U_r = 12$ kV, sest selline on alajaamas kasutatavate piirikute ja sularite nimipinge 10 kV võrgus. Siiski võib tööpinget tõsta ka 20 kV peale, kui järgitakse all kirjeldatud tootja juhendit ja välja vahetatakse vajalikud komponendid.

Väljavõte Harju Elekter alajaama juhendist:

„Alajaama andmesildil olevad andmed kajastavad alajaama töös tegelike kasutatavaid väärtusi (operational), mis võivad erineda alajaama maksimaalselt lubatud nimiväärtustest (rated value). Nende väärtuste hilisemal muutmisel (näiteks tööpinge tõstmisel 10 kV-lt 20 kV-le, jne) vahetada vajadusel vajalikud tarvikud ja seadmed (näiteks kõrgepinge liigpingepiirikud, kõrgepinge sularid, jne) ning parandada ka väärtused alajaama andmesildil.“

RM6

IEC62271-200

Type NE 101

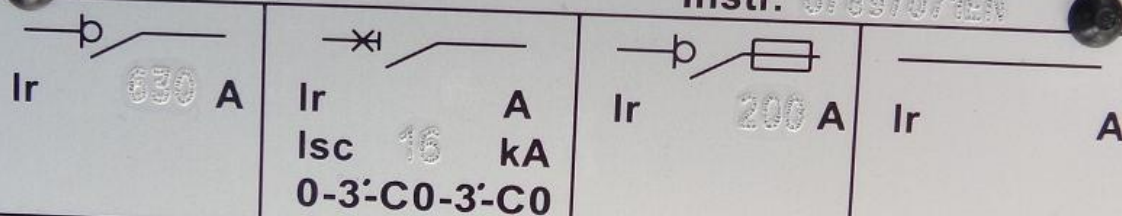
S/N

SF-2015-W36-3-0288

Ur 24 kV Ud 50 kV Up 125 kV Un 10 kV

Ik 16 kA tk 1 s fr 50/60 Hz

Instr. 07897071EN



SF6 1493 kg Pre 23 kPa Contains fluorinated greenhouse gases covered by Kyoto protocol - Sealed pressure system

Eaton Industries (Netherlands) B.V.
Europalaan 202, 7559 SC Hengelo
P.O.Box 23, 7550 AA Hengelo
The Netherlands

EAT•N

Powering Business Worldwide

M. V. SWITCHGEAR

IEC 62271-200

System XIRIA r 3.5 Air Insulated

w.o.no: 434080-I

serial no. 1713XIRA35001758 year of man. 2017

U _r 24 kV	U _d 50 kV	U _p 125 kV	f _r 50 Hz
I _r 630 A	I _k 16 kA	I _p 40 kA	t _k 1 s

conf. CCTTm	IAC AFL	main switching device 16 kA-1s
		cable compartments 16 kA-1s

ABB

Serial No: 201712066890001

Year: 2017

IEC 62271-200 2011

SafeRingHV Metal Enclosed Switchgear
Type: C C V

Ur	24 kV	Ik bus bar	16 kA
fr	50 Hz	Ip	40 kA
Up	125 kV	tk	3 s
Ud	50 kV	Pre	0,04 MPa
Ir bus bar	630 A	SF ₆	3,1 kg

TC -25° C to +40° C indoor

Made in Skien Norway

Weight max(m) 450 kg

SIEMENS

Type: 8DJH RLL

Year of manufacture: 12-2015

Serial no.: CV 893062-000030/001

+J01;+J02;+J03;+J04

IEC 62271 -1/ -190/ -102/ -103/ -200

U _r = 24kV	U _p = 125kV	U _d = 50kV	f _r = 50Hz
-----------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

I_{ma}=I_p=I_{sc}= 40 kA t_w/t_{ka}= 1/ 1 s U_{CTa.c.}= 38kVBusbar: I_r= 630 A I_k=16kA U_{CTd.c.}= 72kV

IAC A FL 16kA 1s

LSC2

Jaotusseademet sildid



Seadme nimetus	Lepingu osa	Minimaalne nimivõimsus	MPS minimaalne nimivool	Minimaalne nimipinge	Raamlepinguga tellimise võimalus
KAJ250	5	250 kVA	400 A	24 kV	+
KAJ630 tüüp 1	4	630 kVA	1000 A		+
KAJ1000 tüüp 1		1000 kVA	1600 A		+
KAJ630 tüüp 2	3	630 kVA	1000A		+
KAJ1000 tüüp 2		1000 kVA	1600 A		+
KAJ1000 + KPMK	2	1000 kVA	1600 A		+
KAJ1600	-	1600 kVA	2500 A		-
KAJ2x1000	2	2x1000 kVA	2x1600 A		+
KAJ2x1600	-	2x1600 kVA	2x2500 A		-
JP tüüp 1	2	-	-	24 kV	+
JP tüüp 2	2	-	-		+
JP tüüp 3	2	-	-		+
MPS 1000 A	1	-	1000 A	500 V	+
MPS 1600 A	1	-	1600 A		+
MPS 2x1600 A	1	-	2x1600 A		+
KPS. Skeemid A - D	1,2,4	-	630 A	24 kV	+
KPS. Skeemid E - H	1,2,3	-	630 A		+
KPMK	1,2	-	Kuni 400 A	24 kV	+





Kui tõstetakse võrgu tööpinget, siis pingeindikaatorit **Kries Capdis S1+** vahetada ei ole vaja. Vajalik on ümberseadistamine, kasutades C2m mooduli ratast mahtuvuse muutmiseks (Foto 12).



Kui C2m mooduli rattal puudub sobiv tööpingele vastav mahtuvuse väärtus, tuleb C2m ratas välja vahetada sobiva mahtuvuse väärtusega ratta vastu (reeglina vajalik võrgu nimipinge tõstmisel 6 või 10 kV-lt nimipingele 20 kV).



Pärast pingeindikaatori Capdis S1+ ümberseadistamist tuleb teostada rikkeindikaatori IKI (Foto 11) rek calibreerimine vastavalt dokumendile „JKVR3064 Juhend rikkeindikaator IKI calibreerimiseks“.

 **Foto 12.** Capdis S1+ C2m mooduli ratas.



Foto 11. Rikkeindikaatorid Kries IKI-50 ja IKI-55.



Pingeindikaator Kries VOIS+

Kui KP seadmes on pingeindikaator **Kries VOIS+**, siis selle ümberseadistamine ei ole võimalik, sest see on fikseeritud mahtuvusega. Pingeindikaatori väljavahetamine tuleb otsustada lähtuvalt kasutuses oleva pingeindikaatori mahtuvuse sobivusest soovitavale tööpingele.

Näiteid ABB SafeRing/SafePlus seadmes kasutatavatest VOIS+ pingeindikaatoritest.

Võrgu nimipinge	Mahtuvus
6,3 kV	6 800 pF
10-20 kV	15 000 pF



Näiteid Schneider RM6 seadmes kasutatavatest VOIS+ pingeindikaatoritest.

Võrgu nimipinge	Mahtuvus ja pingeindikaatori tootekood
6,3 kV	6 800 pF / 2502165-H005
10 kV	10 000 pF / 2502165-H010
15 ja 20 kV	22 000 pF / 2502165-H012



VPIS V2 (uuem, aastast 2009)

VPIS V1 (vanem, aastani 2009 nt Merlin Gerin seadmetel)

RM6		VPI62403 7,4 μA		VPI62404 10,7 μA		VPI62406 22,4 μA		VPI62408 47,2 μA	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
RM6 50–60Hz standard	Un : network voltage	2,5 kV	3,2 kV	3,3 kV	7,7 kV	8,8 kV	16,0 kV	16,1 kV	23,0 kV
RM6 50–60Hz BUSHING WELL <u>only</u>		5.3 kV	10.6 kV	7.6 kV	15.4 kV	16 kV	32.5 kV		

Key

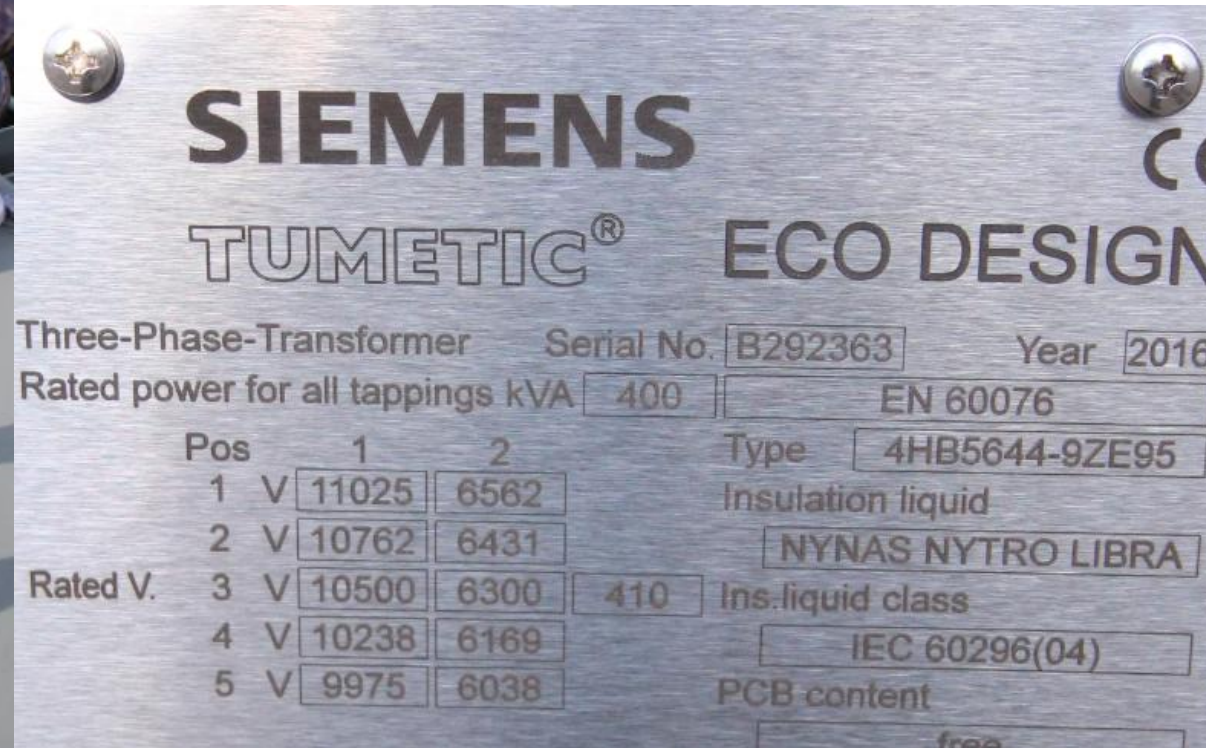
Minimum and maximum network
voltage in 50Hz and 60Hz.

Pingeindikaatori koodi näeb, kui selle 2 kruvi lahti keerata.



1 – astmelüliti

2 – tööpinge valimine



UESA KLF ($U_r = 24 \text{ kV}$) lüliti korral tuleb alajaamas vahetada mõlemad isoleerplaadi metallist juhtsiinid plastist siinide vastu, vasakul ja paremal.

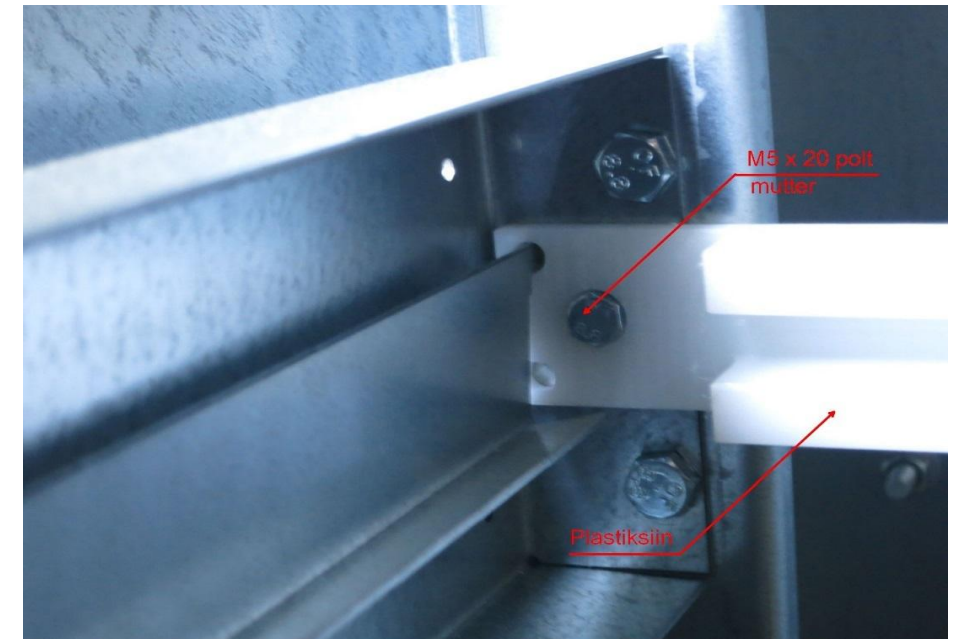
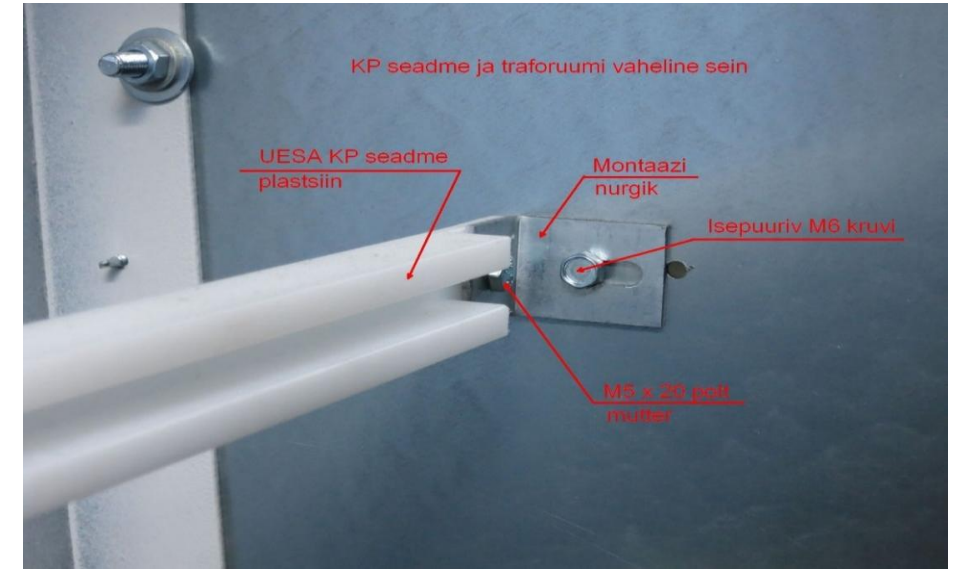
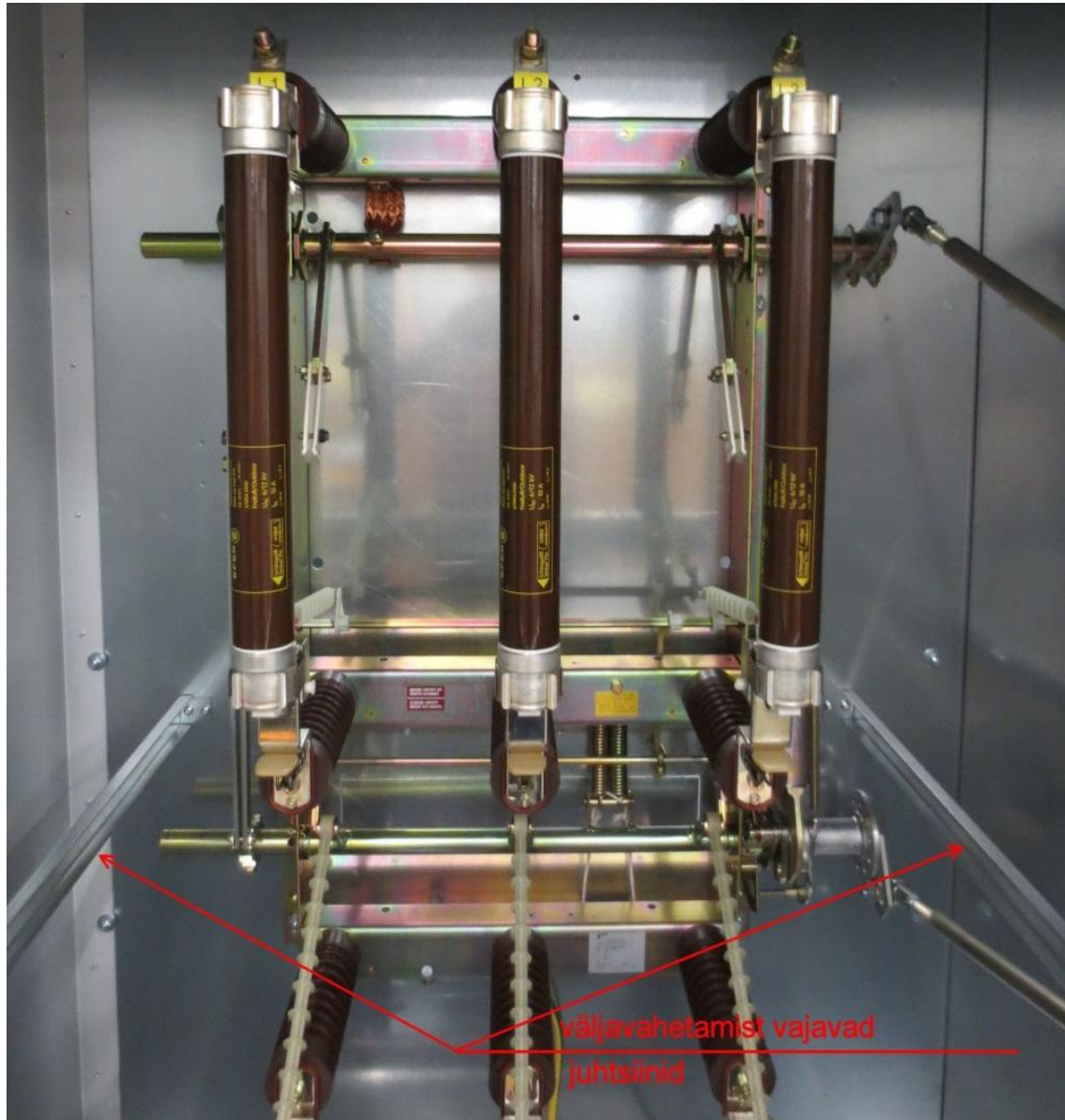
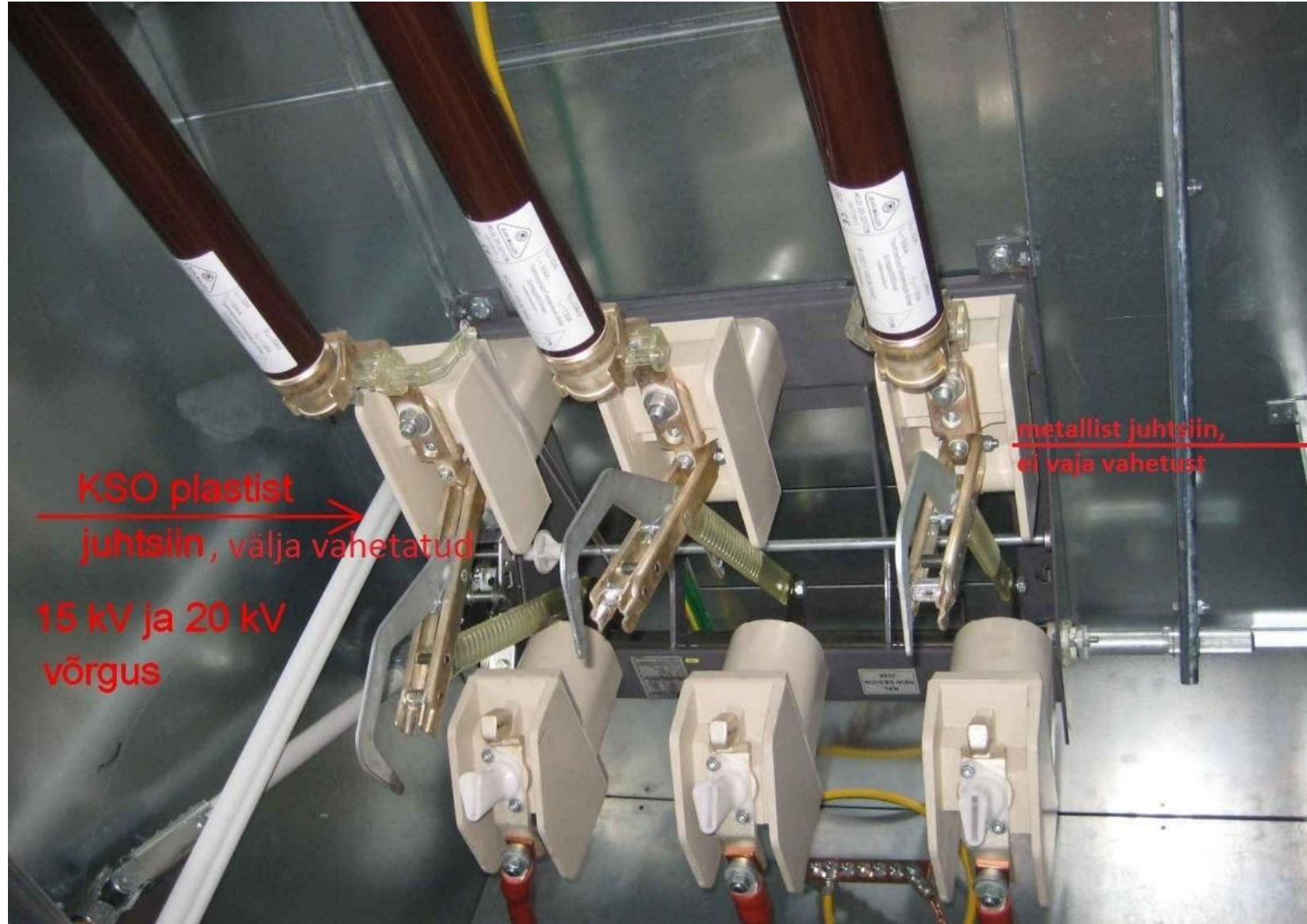
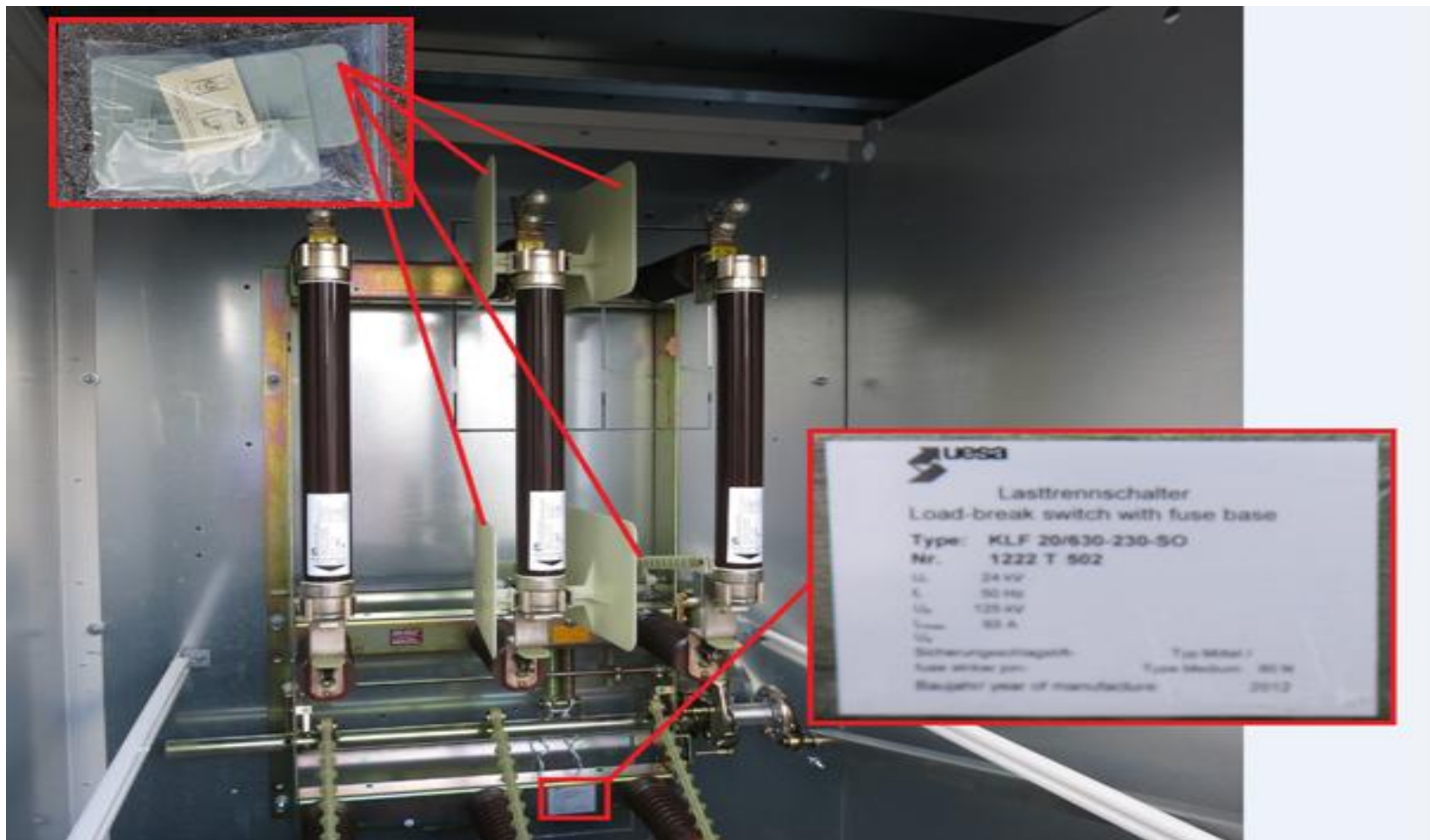


ABB NALF lüliti korral (U_r reeglina 24 kV, tuleb kontrollida andmesildilt) tuleb alajaamas vahetada üks isoleerplaadi metallist juhtsiin plastist siini vastu, mis on lüliti pingestatud detailidele lähim.



HEKA250 VM. Lüliti Uesa KLF 24 kV

Kui võrgu tööpinge tõstetakse 20 kV peale, tuleb veenduda, et komplektalajaamas **HEKA1VM250** oleks alajaama tootja poolt **UESA** koormuslahklüliti **KLF 24 kV** keskmisele faasile paigaldatud 4 isoleerplaati. Ka siis, kui lülitile on kirjutatud peale $U_r = 24$ kV.





6/12 kV sobib nii 6-10 kV võrku.

10/24 kV sulareid ei tohi panna 6 kV võrku.

10/24 kV sularid võib panna 10-20 kV võrku.

Kõrgema nimipingega sulari jääkpinge on kõrgem ja võib kahjustada kaitstavat seadet. Kui mõnes jaotusseadmes on vanemast ajast kasutusel KP sularid pikkusega 292 mm, võib olla kindel, et tegemist ei ole 10/24 kV sularitega ning need tuleb välja vahetada 442 mm sularite vastu, kui tööpinget tõstetakse 20 kV peale. Kuna viimased on pikemad, võib vajalik olla ka seadme väljavahetus.



Keskpinge liigpingepiirikute, jaotus-, omatarbe- ja pingetrafode väljavahetamise vajadus.

Reeglina vajavad pinge tõstmisel alati välja vahetamist, kui need on võrgus olemas või kui ei ole tegemist kahe tööpingega jaotustrafoga. Keskpinge voolutrafode olemasolul tuleb andmesildilt/dokumentatsioonist kontrollida nende suurimat lubatava kestevpinge väärtust U_m .

Liigpingepiirikute vahetamata jätmine on kõige sagedamini esinev viga, mis põhjustab rikkeid.





Alguses oli 10 kV pingega võrk siis viidi võrk üle 20 kV pingele ja piirik jäeti vana 10 kV oma. Punase ringi sees on number 12,7 kV. Piirik oli võrgus ca pool aastat, rike juhtus maaühenduse režiimis.



Täht Ш näitab, et tegemist on tugiisolaatoriga, teine täht Φ – portselan; C – klaas. Järgnev number 10 või 20 näitab pingeklassi.

Lisatähed näitavad isolaatori erinevaid teisendeid.





Sädevahemikud

Kui alajaamas on kasutusel nii sädevahemikud kui ka metalloksiid-liigpingepiirikud, tuleb sädevahemikud alajaamast/trafolt demonteerida. Kui kaetud juhtmetega liini masti külge on paigaldatud mastitrafo koos piirikutega, siis samas mastis asuvad kaarekaitseklemmid või sädevahemikud tuleb demonteerida.

Muudel juhtudel tuleb sädevahemike ja kaarekaitseklemmide õhkvahe vahemikud reguleerida järgmiselt:

- 10 kV → 100 mm;
- 15-20 kV → 130-150 mm.





Keskpinge maakaablid ja otsamuhvid

- Tuleb tähelepanu pöörata sellele, et mitte kõik varem paigaldatud plastisolatsiooniga maakaablid ja nende otsamuhvid ei pruugi olla 20 kV nimipingega. Kahtluste korral tuleb nimipinged määrata kohapeal:
 - Lähtudes kaabli/muhvi pinnal olevatest andmetest, kui need ei ole nähtavad siis
 - Lähtudes kaabli või kaabli soone läbimõõdust ja otsamuhvi roomavlahenduskindla toru pikkusest.

Paber-õliisolatsiooniga maakaableid ei tohi pingestada 20 kV tööpingega, need lõigud vajavad väljavahetamist.

Tööpinge tõstmisel tuleb jälgida, et jaotusseadmes on kasutusel õiged nurkliidesed, vastasel korral on isolatsiooni läbilöögi oht.

Tabel 3. Näiteid 24 kV AHXAMK-W tüüpi kaabli ühe soone eeldatavast läbimõõdust (muudel juhtudel lähtuda tootjate kataloogides toodud infost). Kui soone läbimõõt on väiksem, võib tegemist olla 10 kV maakaabliga.



24 kV AHXAMK-W kaabli ristlõige	120 mm ²	240 mm ²	300mm ²
Eeldatav soone välisläbimõõt, mm	24-26	29-31	31-34



P378 Nõuded plastisolatsiooniga keskpinge kaablite jätku- ja otsamuhvidele ja nende kasutamisele

	Schneider RM6	Eaton Xiria	ABB SafeRing ja SafePlus	SEL TPR6	Siemens 8DJH
Ühe KP kaabli ühendamine	Ekraneeritud või ekraneerimata	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud või ekraneerimata
Kahe KP kaabli ühendamine	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud
Ühe KP kaabli ühendamine liigpingepiirikuid kasutades	Ekraneeritud või ekraneerimata	Ekraneeritud	Ekraneeritud	Ekraneeritud Ekraneeritud	Ekraneeritud või ekraneerimata

Tabel 2 – Nurkliideste valimine keskpinge kaablite ühendamisel mõningate ringtoiteseadmetega

Ekraneeritud – elektriväli on ühtlustatud, õhkvaahemike nõudeid liidese tootja poolt ei ole.



Ekraneerimata – elektriväli ei ole ühtlustatud (RICS liidesed), tootja poolt on esitatud vähima õhkvaahemiku nõuded KP lahtri detailidest (näiteks 50 mm).



Tabel 5. Vähimad õhkvaahemikud vastavalt standardile EVS-EN 61936-1:2010.

Võrgu nimipinge	Paigaldise suurim lubatav kestevpinge	Normitud välguimpulss-taluvuspinge	Vähim faas-maa ja faas-faas õhkvaahemik	
U_n	U_m	$U_p (1,2/50 \mu s)$	Sisepaigaldised	Välispaigaldised
kV	kV	kV	mm	mm
6	7,2	60	90	120
10	12	75	120	150
15	17,5	95	160	
20	24	125	220	





Alajaama ümbrus







5 ohutusreeglit alljärgnevas järjekorras



J31 Elektripaigaldiste käidu ohutusjuhend (punkt 6.2.1.2. lk 19/42)



5 ohutusreeglit alljärgnevas järjekorras

- täielik kaitselahutamine
- tagasilülitamisevõimaluse välistamine
- paigaldise pingetuses veendumine
- **maandamine ja lühistamine**
- juurdepääsu tõkestamine naabruses asuvatele pingestatud osadele





Mis on maandamine?

Standard EVS-IEC 60050-195 määratleb maandamise kui võrgu, paigaldise või seadme ühendamise kohaliku maaga. Ühendus kohaliku maaga võib olla tahtlik, tahtmatu või juhuslik ning võib olla püsiv või ajutine.

Miks maandame?

Maandamise eesmärk on kaitsta inimelu ja seadmeid.

Oht inimestele seisneb selles, et läbi südamepiirkonna võib kulgeda vool, mis on piisav südamevatsakeste virvenduse (fibrillatsioon) tekkeks. Piirvoolutugevus võrgusagedusel on tuletatud standardi IEC/TS 60479-1:2005 sellekohasest kõverast.





Maandused jagunevad:

talitusmaandused - vooluahelatesse kuuluvate seadmeosade maandamine osaliselt või mingi takistuse kaudu. Antud tüüpi maandust kutsutakse ka töömaanduseks, mis kindlustab seadmete normaal- ja avariitingimustele määratud töörežiimi (nt. trafode neutraalide maandused, pingetrafode maandused jne);

kaitsemaandused - maandatakse normaalolukorras pingetud metallosad, mis võivad sattuda rikke tõttu pinge alla. Kaitsemaanduse põhiülesandeks on inimeste ja loomade ohutuse tagamine näiteks siis kui peaks tekkima isolatsiooni riknemisel tekkiv seadme kereühendus (nt. jaotusseadmete metalluksed). Alajaamades on lisakitse abinõuna teostatud ka potentsiaalide ühtlustamine, mis seisneb kõikide metallist seadmete kokku ühendamisel maanduskontuuriga;

piksekaitsemaandused - lühiajalised piksevooluimpulsid juhitakse maasse piksevarrastest, trossidest või muudest kaitselahenditest. Enamasti kasutatakse piksemaandust tuleohu tagamiseks.





Maanduspaigaldis

Maanduspaigaldise kujundus peab:

- tagama mehaanilise tugevuse ja korrosioonikindluse
- termiliselt vastu pidama suurimale maaühendusvoolule
- ära hoidma vara ja seadmete kahjustumise
- tagama inimeste ohutuse, arvestades sammu- ja puutepingeid
- vastama elektripaigaldise otstarbele





Maanduspaigaldis

- Kõrgepinge- ja madalpingepaigaldiste lähedus
- Kaitsereleede ja lülitite normaalne toimimisaeg
- Lahti võetavus ja juurdepääsetavus
- Kaugjuhtimine





Maanduspaigaldise dokumenteerimine

Maanduspaigaldise kohta peab olema:

- asendiplaan (teostusjoonis), millel peavad olema näidatud maanduselementide materjal ja paigutus, mõõtmed, hargnemispunktid ja süvistamissügavus
- kaetud tööde aktid
- fotod
- katseprotokollid
- auditi dokumendid
- ehitaja deklaratsioon
- projekt





Tabel 9 Siltide värvikombinatsioonid vastavalt paigalduskohale ja otstarbele

Välistingimustel	Seadmed, mastid ja kaablid	Must kiri kollasel taustal
	Maanduslülitid	Valge või must kiri punasel taustal
Sisetingimustel	Seadmed ja kaablid	Must kiri valgel taustal
	Maanduslülitid	Valge kiri punasel taustal või punane kiri valgel taustal



5.5.5 Alajaama madalpinge kaablid, latid, lamellid

1. Madalpinge jõukaablite, lattide ja lamellide sooned peavad olema eristatavad kaablisoonte värvikoodi või märgise L1, L2, L3, N, PE, PEN järgi otstes.
2. Mitmesoonelise kaabli neutraaljuht (N) peab olema sinist värvi ja selliselt märgistatud juhti ei tohi kasutada muul otstarbel.
3. **Mitmesoonelise kaabli isoleeritud PEN juht, mis toimib nii kaitsemaandus- kui ka neutraaljuhina, peab olema märgistatud järgmiselt: kollaroheline tunnusvärv kogu pikkuses ja sinine lisamärgistus otstel.**
4. **Isolatsiooniga maandusjuhid peavad olema kollarohelised. Selliselt märgistatud juhte ei tohi kasutada muul otstarbel. Töömaandusjuhid võivad olla mustad. Juhul kui seadmete nõuetes on kirjeldatud vastavate töömaanduste osa täpsemalt, siis tuleb lähtuda nendest nõuetest.**
5. **Isolatsioonita maandusjuhi korral lisatakse juhtme otstesse kollaroheline markeering.**
6. **PE-juhtmele ja potentsiaaliühtlustuse ühesoonelisele juhtmele paigaldatakse projektis toodud tähisega varustatud märgis mõlemasse otsa.**
7. **Kantava maanduse ühendamise kohad märgistada ISO 60417 – 5019 kohase tingimärgiga. Märki kasutada vaid PEN või maanduslatil, kuid mitte faasilattidel.**



EE MÄRKUS. Eesti Standardikeskuse tehniline komitee EVS/TK 17 „Madalpinge“ on koos Eesti energiaettevõtete esindajatega otsustanud, et Eestis tuleb PEN-juhid tähistada (märgistada) kollarohelise tunnusvärviga kogu pikkuses ja sinise lisamärgistusega otstel.
EVS-EN 60445:2017.



Iseseisev/eraldiseisev saare maandussüsteem

Igal elektripaigaldisel on omaette maanduspaigaldis, mis tagab ainult selle elektripaigaldise ohutuse ja töö.

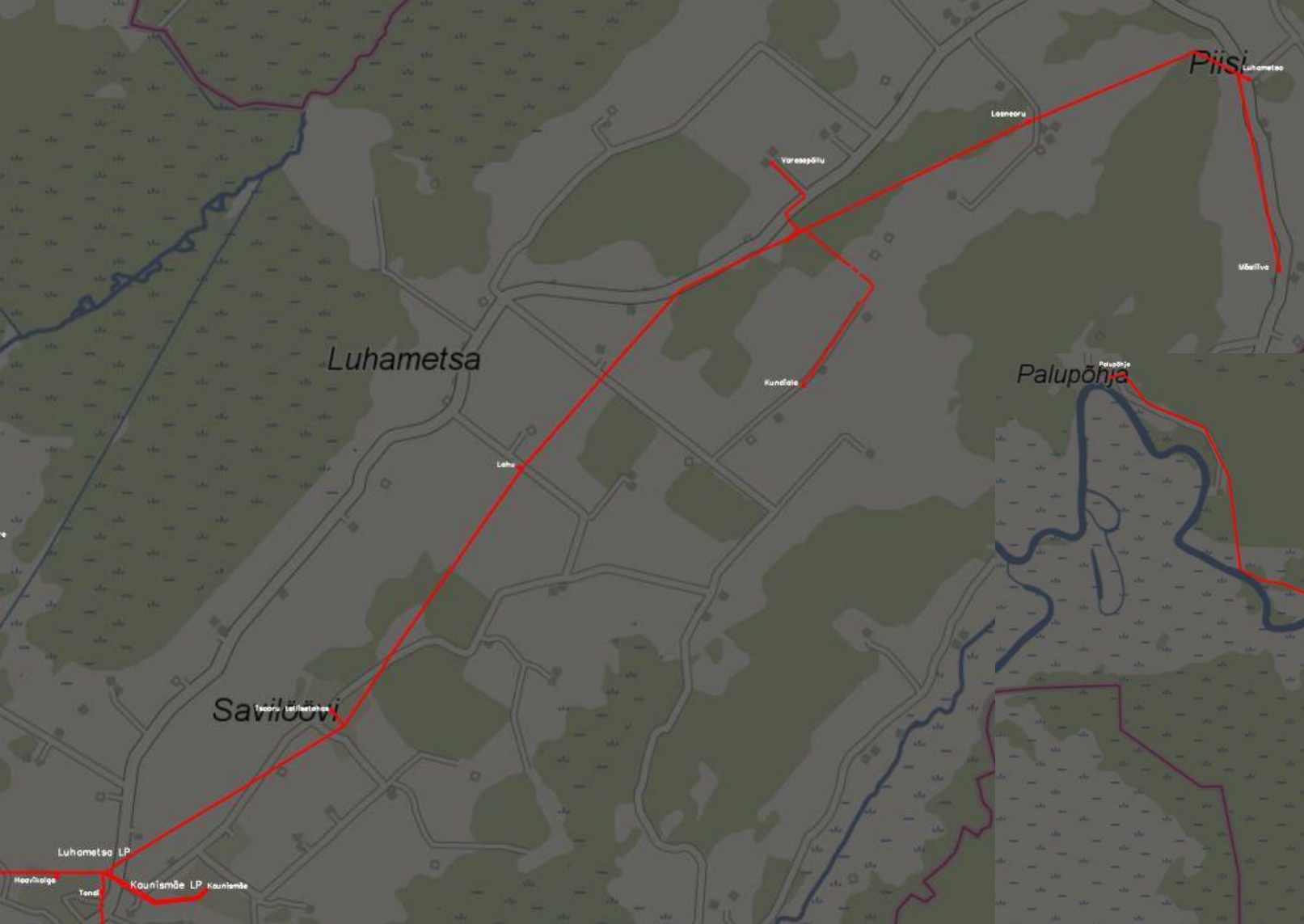
Lai maandussüsteem

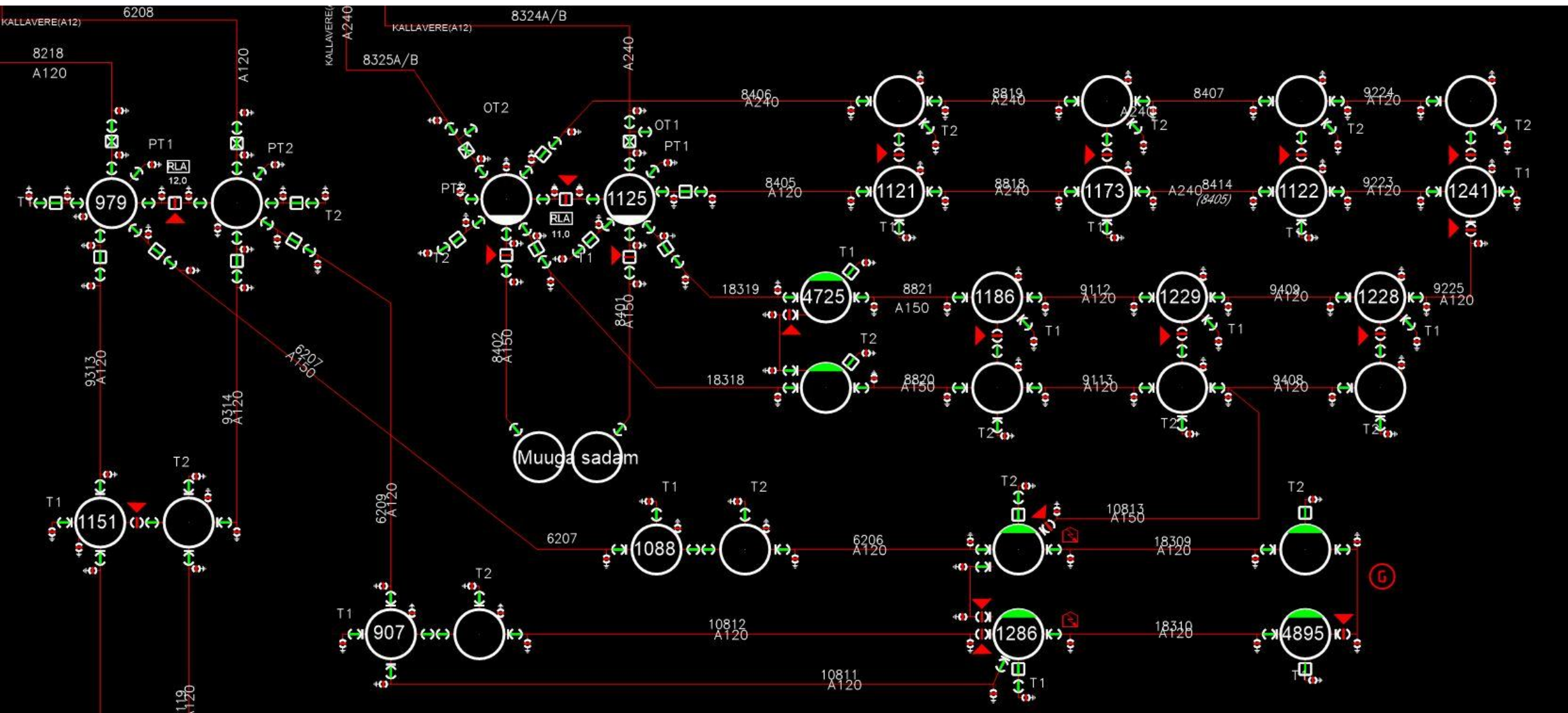
Laia maandussüsteemi määratlus põhineb tõsiasjal, et süsteemi alal kas puudub üldse või on väga väike potentsiaalide vahe. Lai maandussüsteem saadakse kohalike maanduspaigaldiste kokku ühendamise tulemusel.

Tüüpilised juhtumid, kus lai maandussüsteem on olemas:

- alajaam toidab linnakeskust või tihedalt täis ehitatud alasid;
- alajaamal on ühendus etteantud arvu naaberalajaamadega (min 2 ühendust);
- alajaam on ühendatud maanduritoimega kaablite kaudu;
- alajaam toidab linna lähipiirkonda, mille paljud jaotatud maandurid on omavahel madalpingevõrgu kaitsemaandusjuhtide kaudu kokku ühendatud.

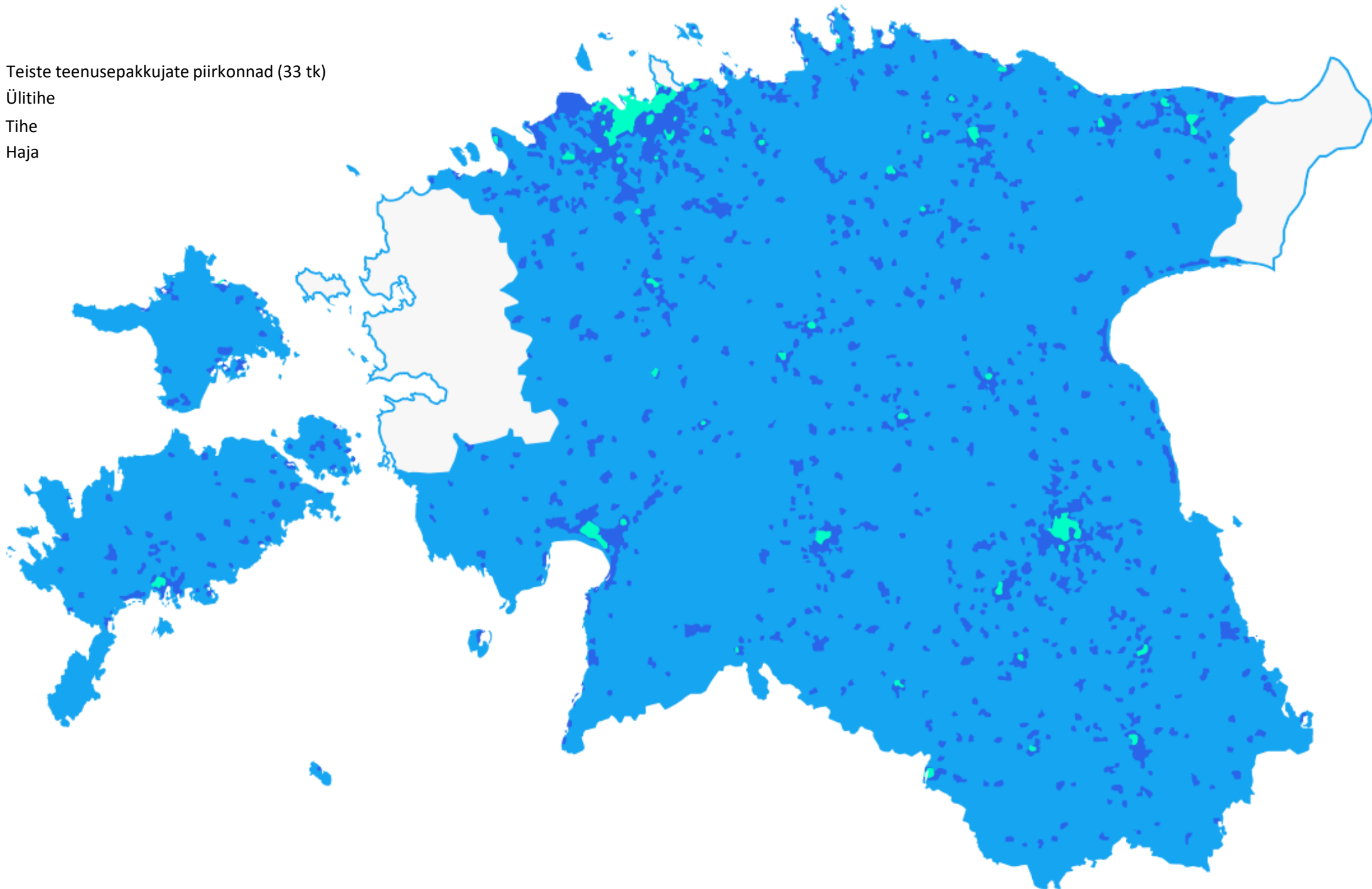




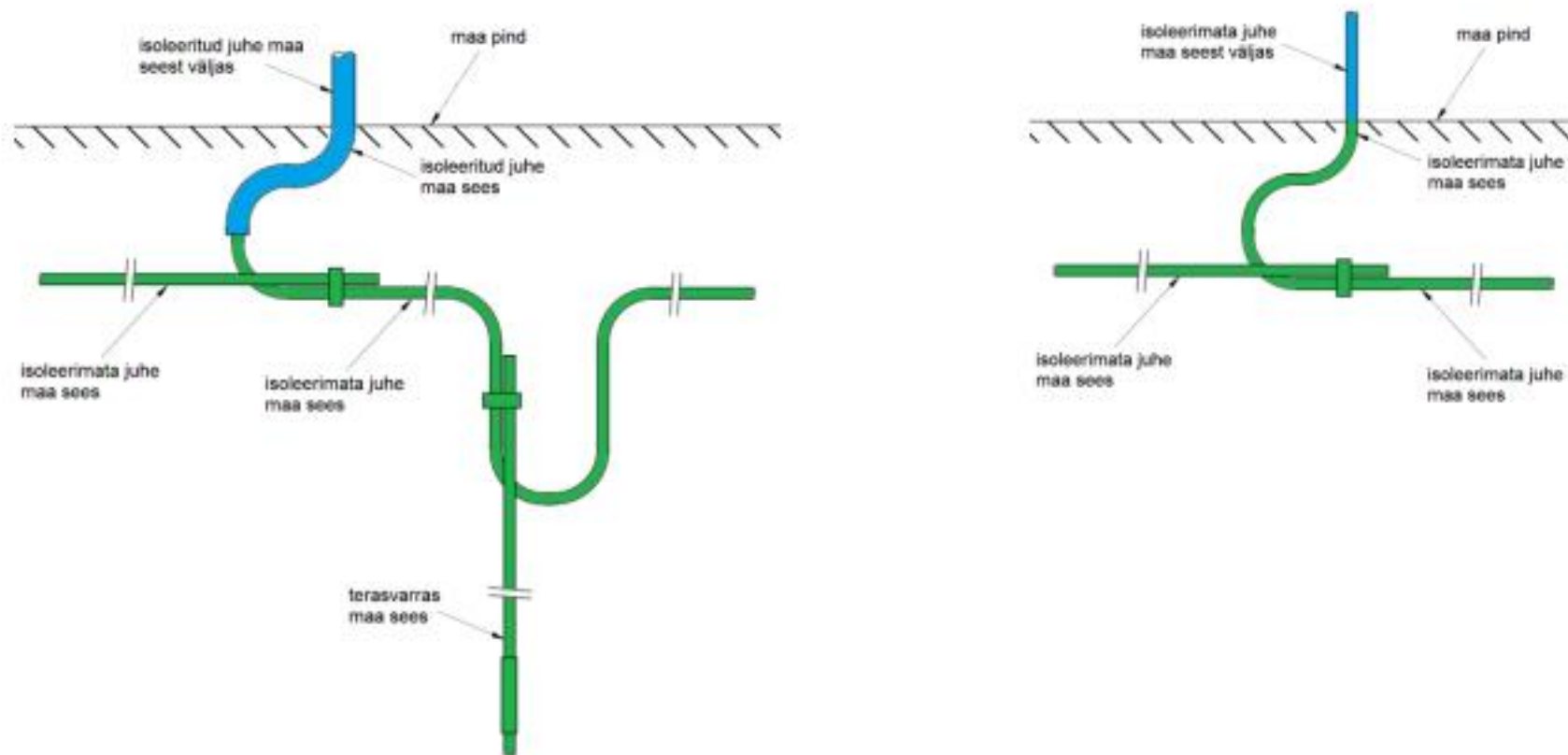




- Teiste teenusepakkujate piirkonnad (33 tk)
- Ülitihe
- Tihe
- Haja



Maanduspaigaldise osad



Joonis 1 Maandusjuhi ja maanduri eristamine olenevalt kokkupuutest maaga (rohelise värviga on kujutatud maandur ja sinise värviga on kujutatud maandusjuhi osa)

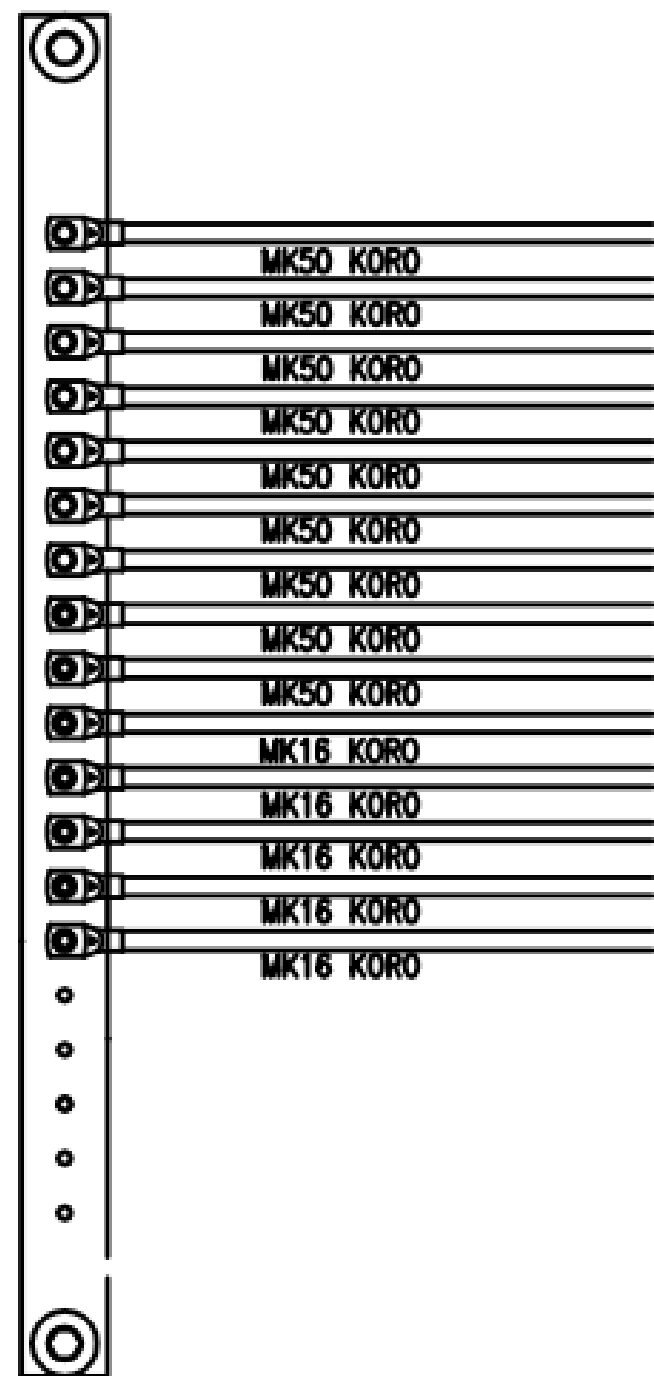
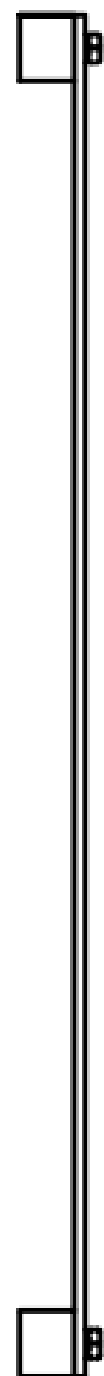


Peamaanduslatt

Igas paigaldises, milles kasutatakse kaitsepotentsiaaliühtlustust, tuleb ette näha peamaanduslatt ja ühendada sellega järgmised osad:

- kaitse potentsiaaliühtlustusjuhid
- maandusjuhid
- kaitsejuhid
- talitusmaandusjuhid, kui need on olemas





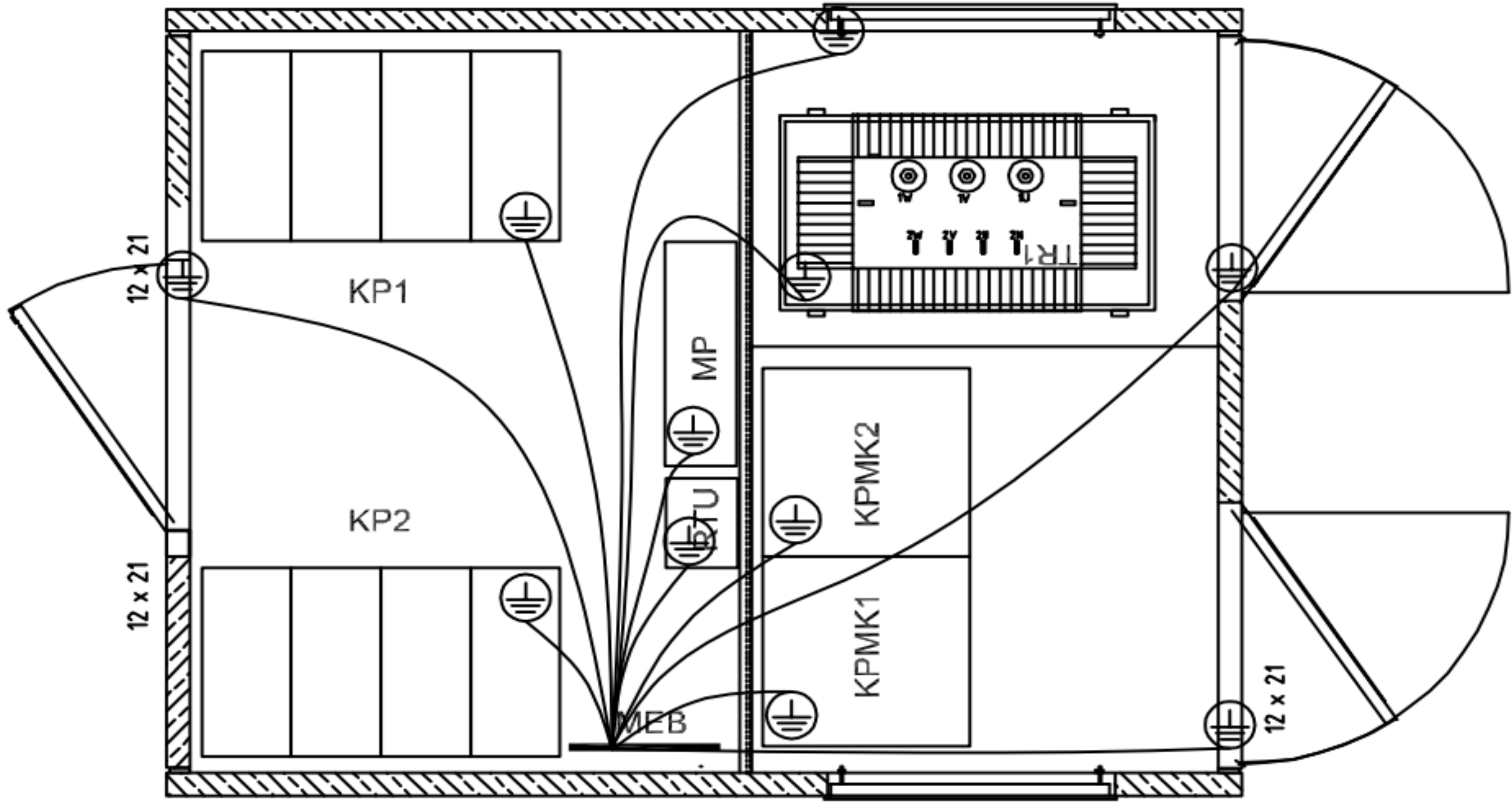
- VÄLISMAANDUSKONTUUR
- VÄLISMAANDUSKONTUUR
- 0,4kV JAOTUSSEADE
- 10kV JAOTUSSEADE IS
- 10kV JAOTUSSEADE IIS
- TRAFO KERE
- TRAFO KAAH
- MOOTEKAMBER 1
- MOOTEKAMBER 2
- RTU/ALALISVOOLUKESKUS
- UKS 10kV JAOTLA RUUM
- UKS TRAFO RUUM
- UKS KPMK RUUM
- TRAFO RUUMI REST.



Potentsiaaliühtlustus

... seisneb juhtivate osade omavahelises elektrilises ühendamises sama elektrilise potentsiaali saavutamiseks kogu paigaldises või selle osas. Kui üks selliselt ühendatud osadest peaks sattuma isolatsioonirikke tõttu ühendusse pingestatud osaga, ei teki eri osade vahel potentsiaalierinevusi ja inimene, kes võiks eri osi ühel ajal puudutada, ei satu ohtliku pinge alla. Peapotentsiaaliühtlustus nähakse ette hoone elektrisisendis, kus ühendatakse kokku peakaitsejuht, paigaldise maandus, metalltorustikud, metalltarindid ja kaablite metallkestad.



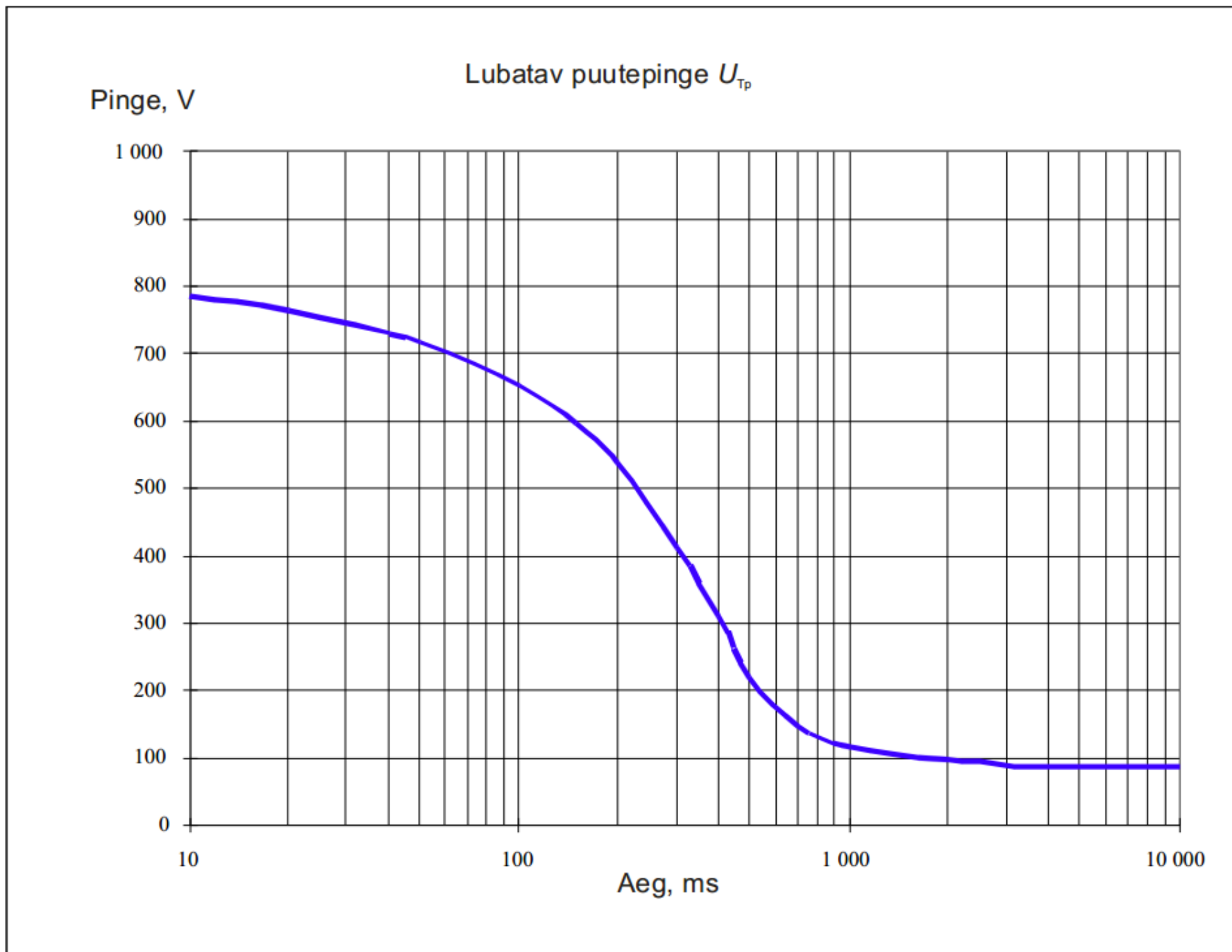




Sammu- ja puutepinge

Puutepinge määramisel tuleb inimese keha takistuseks lugeda $1\text{k}\Omega$. Jalgu imiteeriva(te) mõõteelektroodi(de) kogupindala peab olema 400 cm^2 ja vastu maapinda suruv kogujõud vähemalt 500 N . Kui lisatakistusi ei ole vaja arvestada, võib mõõteelektroodi asemel kasutada sondi, mis on surutud pinnasesse vähemalt 20 cm sügavusele. Käe imiteerimiseks kasutatava teravikelektroodiga peab saama töökindlalt läbi torgata värvkatet (kuid mitte isolatsiooni).







Puutepinge V	Käsi-käsi Ω	Käsi-jalad Ω
25	3 250	2 438
50	2 500	1 875
75	2 000	1 500
100	1 725	1 294
125	1 550	1 163
150	1 400	1 050
175	1 325	994
200	1 275	956
225	1 225	919
400	950	713
500	850	638
700	775	581
1 000	775	581



Inimese keha summaarne näivtakistus Z_T olenevalt puutepingest U_T voolurajal käsi-käsi ja käsi-jalad.

Voolurajal käsi-jalad korral tuleb keha näivtakistust korrutada parandusteguriga 0,75 (IEC/TS 60479-1).



Rikke kestus t_f s	Keha läbiv vool I_B mA	LubataV puutepinge U_{TP} V
0,05	900	716
0,10	750	654
0,20	600	537
0,50	200	220
1,00	80	117
2,00	60	96
5,00	51	86
10,00	50	85



LubataV inimese keha läbiv vool I_B ja puutepinge U_{TP} olenevalt rikke kestusest t_f

Kui voolu kestus on tunduvalt suurem kui 10 s, võib lubatava puutepinge U_{TP} väärtuseks võtta 80 V.



Jõutrafo ja jaotusseadme vaheline kaabel

2.5. Läbilaskevõime arvutamisel lähtuda eeldustest, et:

2.5.1. suure vooluga lühikesed ≥ 4 MVA jõutrafode kaablid ja vastavate jaotusseadmete sektsioonidevahelised kaablid **maandada vaid jaotusseadme poolsest otsast**, mis võimaldab ära kasutada kaabli kogu läbilaskevõime eeldades seejuures, et kaabli **pikkus ei ületa ca 50 m**. Pikemate kaablite korral teostada arvutused määramaks, et lühise hetkel kaabli ekraanis indutseeritud pinge maandamata otsas ei tõuseks ohtlikult kõrgele. Vastasel juhul maandatakse kaabel mõlemast otsast ja koormusvoolu määramisel tuleb lähtuda sellest. Ekraneeritud nurk- või sirgliite välispind tuleb liite komplekti kuuluva maandusjuhi abil alati maandada;

2.5.2. **ühesoonealiste kaablite korral** on kasutatud ruumi piisavuse korral tasapinnalist paigaldusviisi. Tasapinnalise paigalduse puhul **kaablitevaheline kaugus samas faasis võtta võrdseks kaabli diameetriga**. Kolmnurkpaigalduse puhul on sama faasi kaablid kokkupuutes. Kui kasutatakse teisi paigaldusviise, tuleb koormusvoolu määramisel lähtuda kaablitootja andmetest.

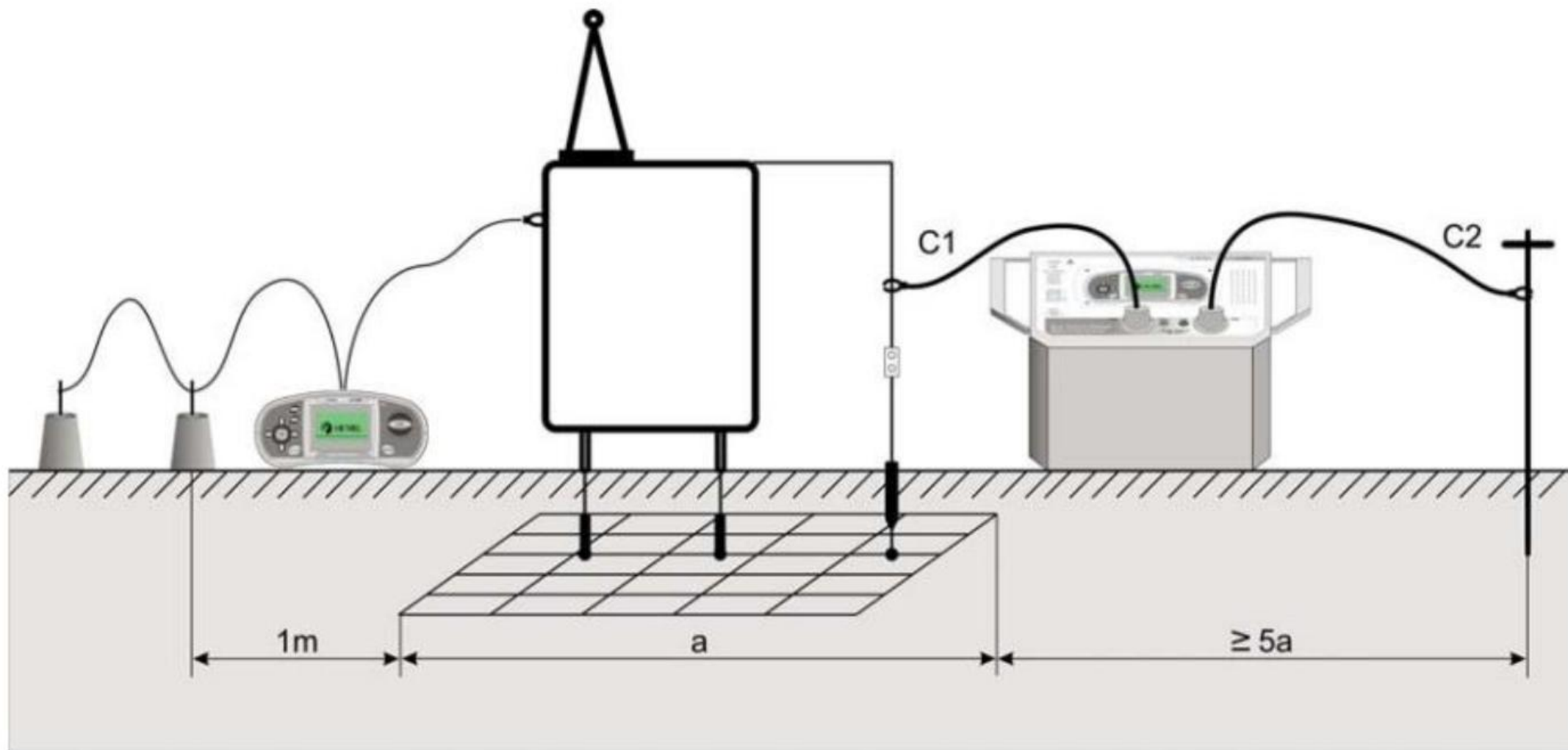


Kaablite vanus

Paigaldatavate kaablite vanus võib kaabli paigaldamise hetkel olla kuni viis aastat (kaasa arvatud). Kaabli vanust hakatakse lugema tema tavakatsete tegemise kuupäevast kaabli valmistaja tehases.

Võrgu nimipinge Nominal voltage of the network	6-20 kV
Kaabli suurim lubatav kestevpinge U_m Highest continuous operating voltage U_m of cable	24 kV
Kaabli nimipinge U_0/U Nominal voltage of cable U_0/U , kV.	12/20 kV





Joonis 4.21. Puutepingete mõõtmise mõõtekompleksiga Metrel MI 3295 [39]

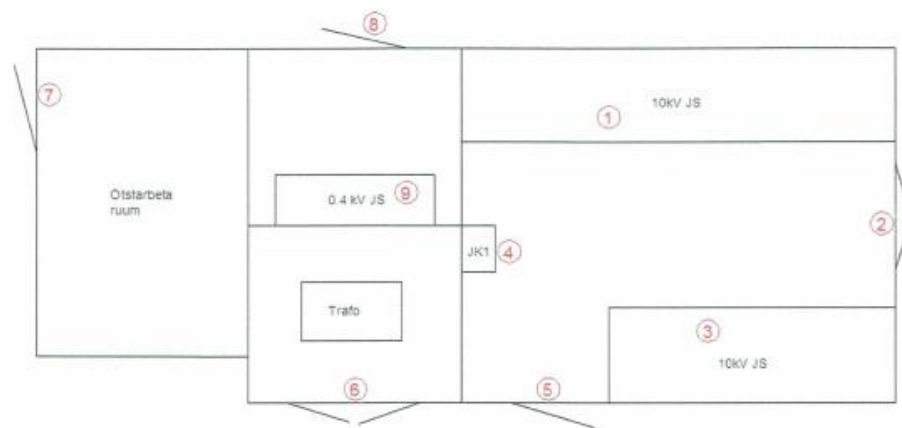
KATSEPROTOKOLL NR. PP-111

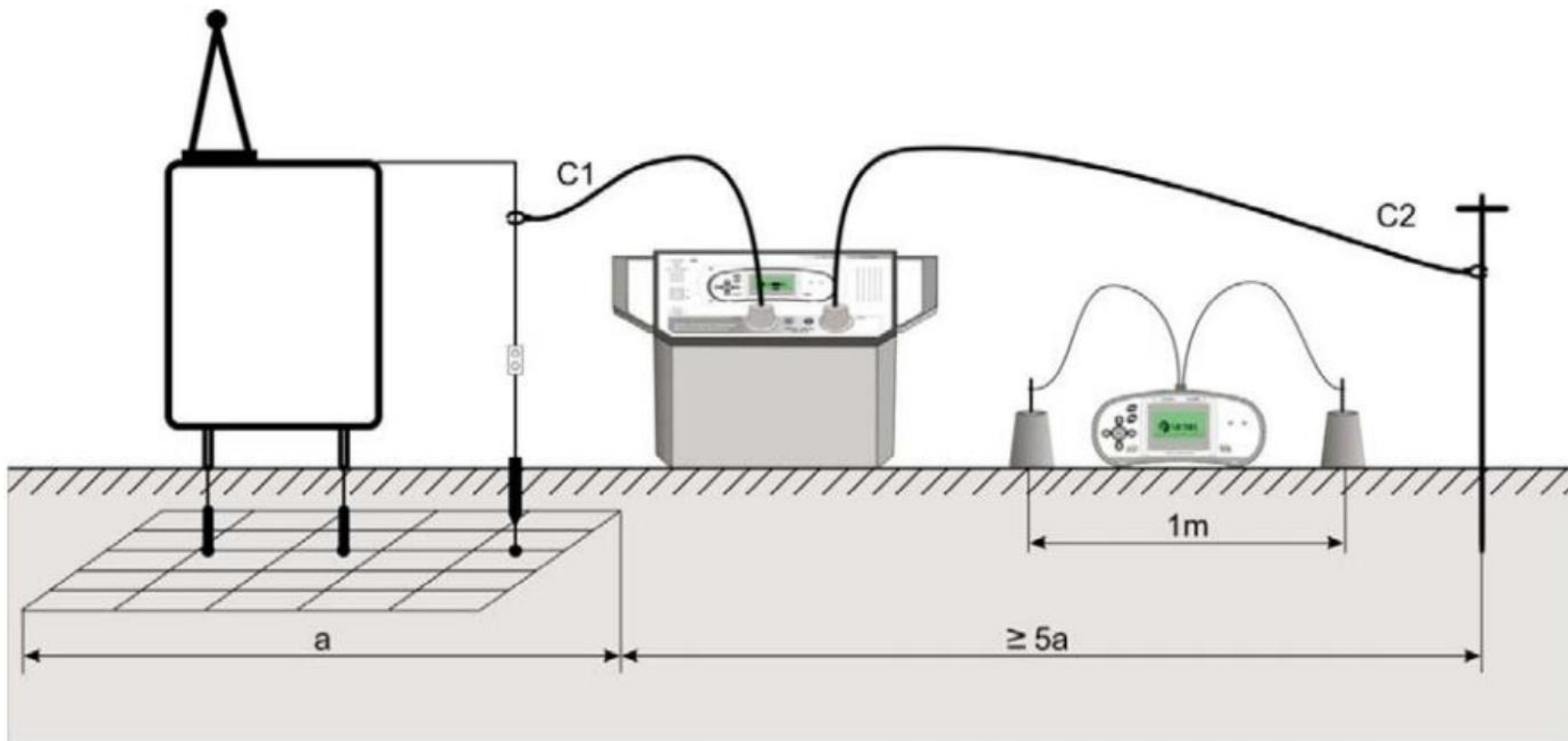
Leht 1/2

[illegible]

Annevee AJ mõõtepunktid lihtsustatud asendiplaanil

Leht 2/2





Joonis 4.24. Sammupinge mõõtmise mõõtekompleksiga Metrel MI 3295 [39]



Lühisvool

Paigaldised tuleb projekteerida, konstrueerida ja ehitada selliselt, et nad vigastamatult taluksid lühisvoolude mehaanilisi ja termilisi toimeid.

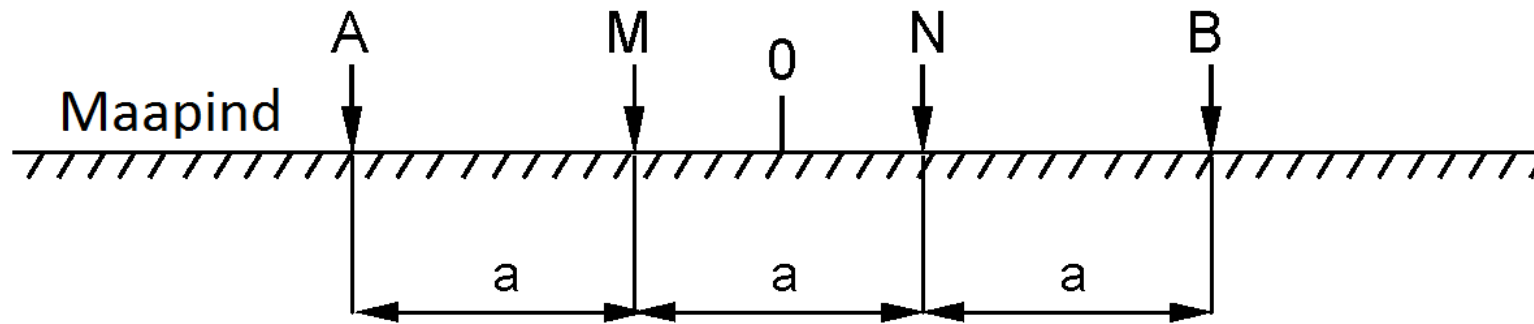
Tuleb arvestada kõiki lühiste liike:

- kolmefaasilisi
- kahefaasilisi
- faasi ja maa vahelisi
- kaksikmaalühiseid



Pinnase eritakistus

Pinnase eritakistust väljendatakse oom-meetrites: arvuliselt võrdub see pinnasest koosneva silindri takistusega oomides, kui silindri ristlõikepindala on 1 m^2 ja pikkus 1 m . Valgumistakistuse või maandusimpedantsi arvutamiseks sooritataval pinnase eritakistuse mõõtmisel tuleb kasutada nelja elektroodi meetodit (nt Wenneri meetodit), mis võimaldab määrata pinnase eritakistust eri sügavustel.





Pinnase eritakistus vahelduvvoolusagedustel

Pinnase liik	Eritakistus Ωm
Soine pinnas	5 kuni 40
Liivsavi, savi, huumus	20 kuni 200
Liiv	200 kuni 2 500
Kruus	2 000 kuni 3 000
Murenenu kalju	Enamasti alla 1 000
Liivakivi	2 000 kuni 3 000
Graniit	kuni 50 000
Moreen	kuni 30 000





Maanduselektroodide takistuse hindamine

$$R = 2 \frac{\rho}{L},$$

kus ρ on pinnase eritakistus Ωm ja L on juhi paigaldamiseks kaevatud kraavi pikkus meetrites.

Tuleb märkida, et juhi paigutamine kraavi looklevalt ei mõjuta maanduselektroodi takistust kuigi oluliselt.

$$R = \frac{\rho}{L},$$

kus ρ on pinnase eritakistus Ωm ja L on varda või toru pikkus meetrites.

Pinnase külmumise või kuivumise riski korral tuleb varraste pikkust suurendada 1 m kuni 2 m võrra.

Maanduri takistust saab vähendada mitme varda ühendamise teel rööbiti, kusjuures kahe varda korral on nende vahekaugus võrdne varda pikkusega, suurema arvu varraste korral aga suurem.





Maanduspaigaldise projekteerimisel tunnussuuruste
valikul on olulised





Maanduspaigaldise projekteerimisel tunnussuuruste valikul on olulised

- rikkevoolu väärtus;
- rikke kestus;
- pinnase omadused.





J352/14 ELEKTRIPAIGALDISE PROJEKTEERIMISE JA PROJEKTI KOOSTAMISE NÕUDED – 13/18 – 14.01.2025

8.8. Maanduspaigaldise joonis või skeem

8.8.1. Maanduspaigaldise joonis või skeem peab andma üheselt mõistetava ülevaate, kuidas maanduspaigaldist ehitada, mida kuhu ühendada jne.

8.8.2. Maanduspaigaldise joonis või skeem võib kajastuda mõnes teises projekti dokumendis.





Näited projektidest

LP3461 / Märts 2017

Tallinna linn

JK/LK paigaldamine

Kilpidele ehitada maanduspaigaldised, mis tagaks, et rikke korral ei ületaks kilbi puutepinge 50V. Potentsiaalitasandusrõngas ehitada sügavusele 0,3m.

LP4420 / Jaanuar 2018

Tallinna linn

JK/LK paigaldamine

Kilbile ehitada maanduspaigaldis, mis tagaks, et rikke korral ei ületaks kilbi puutepinge 50V.

LL3020 / Jaanuar 2018

Võru vald

0,4 kV liitumine

Liitumiskilbile ehitada maandus ja potentsiaalitasandusrõngas 1m kaugusele ümber kilbi. Maandada kilbi PEN-latt ja selle kaudu kilbi pingealtid osad. Maanduselektroodid süvistada ning ühendada rõhtsa maanduriga kaablikaevises kaablist võimalikult kaugel. Korduvmaanduste nõutav maandustakistus $R_m \leq 100\Omega$.

LP4531 / November 2017

Pärnu linn

LK paigaldamine

Kilbile 153641LK ehitada vastavalt standarditele P343 ja P393 maanduspaigaldis ja tagada maandustakistus $R < 100\Omega$, kui maandusolud seda võimaldavad. Maanduspaigaldis peab tagama, et rikke korral ei ületaks kilbi puutepinge 50V. Maandada PEN-latt ja selle kaudu kapi pingealtid osad. Maanduselektroodid süvistada. Maandustakistust mõõta ehituse käigus ja vajadusel pikendada maanduskontuuri.





Näited projektidest

LP8026 / Jaanuar 2020	Lääne-Harju vald	JK/LK paigaldamine
-----------------------	------------------	--------------------

Liitumiskilbile ehitada potentsiaalitasandusrõngaga maanduspaigaldis ja tagada maandustakistus $R < 100\Omega$ (kui maandusolud seda võimaldavad). Maandada PEN-latt ja selle kaudu kapi pingealtid osad. Maanduselektroodid süvistada. Maanduskontuuri kohta on arvestatud 2 vasetatud terasvarrast SGA (2x1,5m). Maandustakistust mõõta ehituse käigus ja vajadusel pikendada maanduskontuuri.

Mastil: Mastil kaitsta kaabel kaitserenniga ning mastil kontrollida korduvmaanduse terviklikkust.

LP7579 / September 2019	Saaremaa vald	LK paigaldamine
-------------------------	---------------	-----------------

Liitumiskilbile ehitada potentsiaalitasandusring ja tagada maandustakistus $R < 100\Omega$ (kui maandusolud seda võimaldavad). Maandada PEN-latt ja selle kaudu kapi pingealtid osad. Maanduselektroodid süvistada. Maanduskontuuri kohta on arvestatud 1 vasetatud terasvarrast SGA. Maandustakistust mõõta ehituse käigus ja vajadusel pikendada maanduskontuuri.

LL8085 / Jaanuar 2020	Jõelähtme vald	JK/LK paigaldamine
-----------------------	----------------	--------------------

Kilpidele ehitada maanduspaigaldised, mis tagaks, et rikke korral ei ületaks kilbi puutepinge 50V. Kasutada potentsiaalitasandusrõngast

LP7703 / November 2019	Rakvere vald	JK/LK paigaldamine
------------------------	--------------	--------------------

Liitumis- ja jaotuskilbile ehitada potentsiaaltasandusring kilbist 1m raadiuses 0,5m sügavusele. Maanduse maanduskiir paigaldada kaablikaevisesse 0,1m kaugusele kaablist.





Näited projektidest

LC2663 / Jaanuar 2025

Kuusalu vald

LK paigaldamine

Maanduspaigaldiste ehitamisel kinni pidada võrgustandardi juhendist P393 "NÕUDED KESKPINGE MASTLÜLITUSPUNKTIDE, KESKPINGE KAABLIVÕRGU HARUKILPIDE, LÕPUMUHVIDE, ALAJAAMADE JA MADALPINGEVÕRGU MAANDUSPAIGALDISTE EHITUSEKS". Jaotus- ja liitumiskilbile ehitada maanduspaigaldis, mille korral on tagatud lubatav puutepinge 0,4 kV võrgus ühefaasilisel maaühendusel $\leq 50V$. Liitumiskilbile ehitada potentsiaalitasandusring (kui maandusolud seda võimaldavad). Maandada PEN-latt ja selle kaudu kapi pingealtid osad. Maanduselektroodid süvistada. Maanduskontuuri kohta on arvestatud 1 vasetatud terasvarrast SGA. Maandustakistust mõõta ehituse käigus ja vajadusel pikendada maanduskontuuri. Lõpukilbile ehitada potentsiaalitasandusringiga maanduspaigaldis (1m kilbi korpusest), mille korral tagab maanduspaigaldis lubatava puutepinge 0,4kV võrgus ühefaasilisel maaühendusel $\leq 50V$. Vajaliku maandustakistuse saavutamiseks on projektis arvestatud 10m maandurit maapinda kilbi kohta ($\varnothing 10mm$). Maanduspaigaldise kontuuri võib paigaldada kaevatavasse kaablikaevisesse. Vertikaalmaandurite vahe maanduspaigaldise kontuuri kiires peab jääma minimaalselt 6 m. Vertikaalmaandureid ühendav maandusjuht paigaldada allapoole maakaabelliini trassi min 0,7 m sügavusele pinnasesse. Maanduspaigaldiste projekteerimisel on arvestatud liivsavi-pinnasega, eritakistusega 200 Ωm . Juhul, kui pinnase eritakistus osutub maanduspaigaldise kohal suuremaks ja maandustakistus ei anna soovitud tulemust, siis tuleb paigaldada täiendavaid maanduselektroode. Vajaduse korral ehitada süvamaandur. Madalpingevõrgu üksiku maanduspaigaldise maandusimpetantsi väärtus peab vastama 100 Ω nõudele kui maandusolud seda võimaldavad.

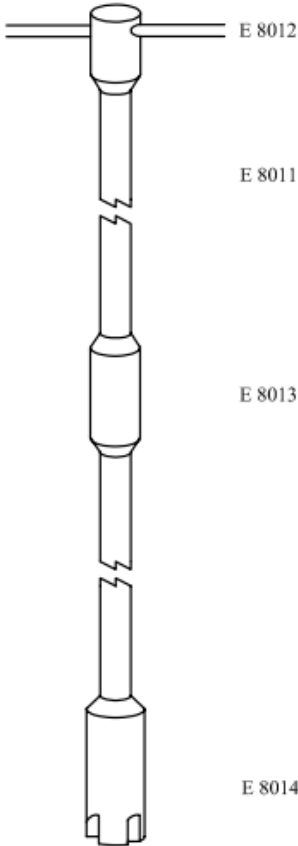
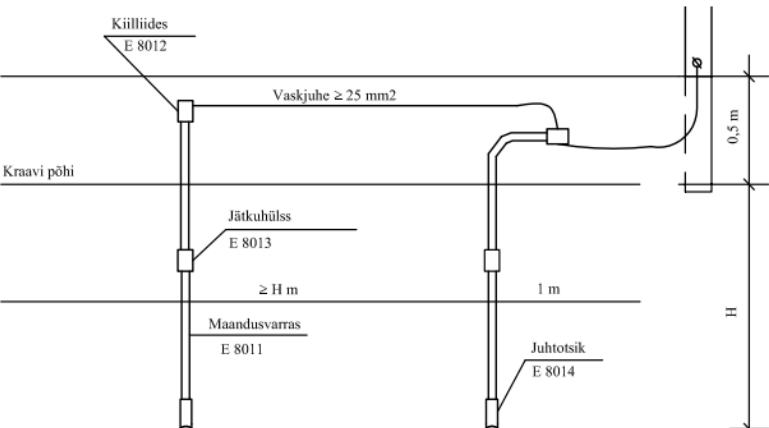


Püstmandus koosneb maandusvarrastest, jätkuhülssidest, ristpea juhtotsikust ja kiilliidetest maandusjuhtme kinnitamiseks. Löömiseks võib kasutada pehme pinnase puhul käsilöögipead ja käsivasarat. Parema tulemuse saamiseks raskes pinnases tuleks kasutada spetsiaalse otsikuga (masinlöögipeaga) mahhaanilist piikvasarat või muud analoogilist töörista (löögienergiaga 15J).

Töö järjekord

1. Kaeva kuni 0,5 m sügavune kraav kapist varrasteni.
2. Pane tilk õli ristpea juhtotsikusse.
3. Löö vardad kraavi põhjas maasse.
4. Lüki vaskjuhtme peale piisavalt kiilliideseid.
5. Löö kiilliidesed kergelt paigale, et nad ei kaoks.
6. Löö kaugema varda kiilliideses vaskjuhe kinni 1 kg vasaraga.
7. Painuta kaugeim varras kapi poole.
8. Kontrolli, et vaskjuhe oleks kiilliideses kindlalt kinni.
9. Kata vardad ja vaskjuhe pinnasega.

Mark	Nimetus	30Ω	Märkus
E 8011	MAANDUSVARRAS - läbimõõt 12,5 mm - pikkus 1000 mm - terasvardad on elektrolüütiliselt (klass B) vasetatud - vaskkatte paksus on 250 mikronit	4	
E 8012	KIILLIIDES - maandusvardale 12,5 mm - maandusjuhtmele ≥25 mm	2	
E 8013	JÄTKUHÜLSS - maandusvardale 12,5 mm	2	
E 8014	JUHTOTSİK - maandusvardale 12,5 mm	2	



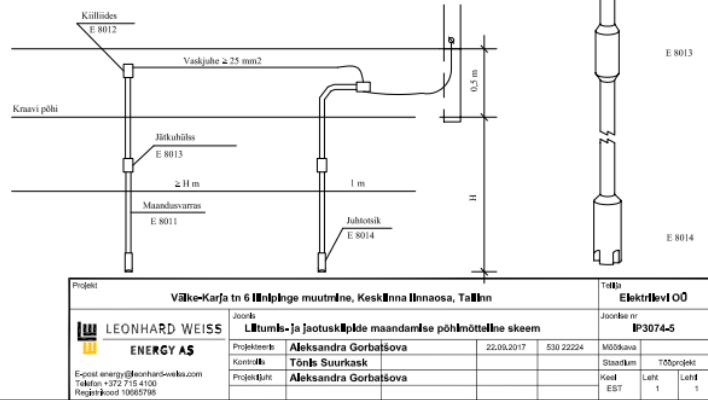
Postmandus koosneb maadusvarasest, mis hõlmab lisand, mispea juhtotsikust ja kiliidetest maadusjuhtme kintlamiseks. Lõmmeiks võib kasutada pehme pinnaest pehuul ksililõõgipead ja käsivasarat. Parema tulemuse saamiseks raskes pinnaest tuleks kasutada spetsiaalse otsikuga (masinlõõgipeaga) mahhaanist pilkvasarat või muud analoogist lõõrist (kõõgineergiaja 15J).

Esimene maadusvarras tuleb luua 1 m kaugusele kapist. Kui varras ei tungi ettenähtud sügavusele, siis tuleb teha luga järgmine maaduskoht vähemalt 2m kaugusele eelmisest varrast. Kui kraav põhja lõõdud varade ulatavad maapinna kõrgemale, peab nad painutama väänamiskanga kraavil põhja.

Enne painutamist tuleb ühendada maadusjuhu kiliidese abil varade otsa. Painutamist alustada kaugemal asuvas varast, suunaga kili pool. Vaskjuhtmel peab olema katkemise välistamiseks piisav kili.

1. Kaeva kuni 0,5 m sügavune kraav kapist varrasteni.
2. Pane tili õli ristpea juhtotsikusse.
3. Lõõ vardad kraavil põhjas maasse.
4. Lõli vaskjuhtune peale pilsavalt kühilised.
5. Lõõ kühilised kergelt palgale, et nad ei kaoks.
6. Lõõ kausena varda kühilises vaskjuhe kinni 1 kg varasraga.
7. Palnuta kausel varas kapi poole.
8. Kontrolli, et vaskjuhe oleks kühilises kinnalt kinni.
9. Kata vardad ja vaskjuhe pinnasega.

Mark	Nimetus	3002	Märkus
E 8011	MANDUVAARRAS - läänküle 12,5 mm - pikus 1000 mm - terasvardid on elektroliidist (klass B) väetatud - väskiteki pakus on 250 mikronit	4	
E 8012	KILLIDES - maandusvardale 12,5 mm - maandusjuhtmele 225 mm	2	
E 8013	JÄTKULUSS - maandusvardale 12,5 mm	2	
E 8014	JUHOTOSIK - maandusvardale 12,5 mm	2	



Liinipinge muutmine
Projekt: IP3074
Tallinna linn
September 2017



Madalpinge maanduspaigaldis

Materjal	Maandusjuht EVS-HD 60364-5-54 Jaotis 542.3.1
Vask	6 mm ²
Alumiinium	Ei tohi kasutada
Teras	50 mm ²

Maanduri materjal: vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat või terasvardad (kuumtsingitud või galvaanilise vaskkattega).





Kõrgepinge maanduspaigaldis

Materjal	Maandusjuht Jaotis 5.2.2	Potentsiaaliühtlustusjuht Jaotis 5.2.3
Vask	16 mm ² erand jaotis G.5	16 mm ²
Alumiinium	35 mm ²	35 mm ²
Teras	50 mm ²	50 mm ²

EVS-EN 50522 G.5 Mõõtetrafode sekundaarahelad

- mehaaniliselt kaitstud maandusjuht 2,5 mm²
- mehaaniliselt kaitsmata maandusjuht 4 mm²

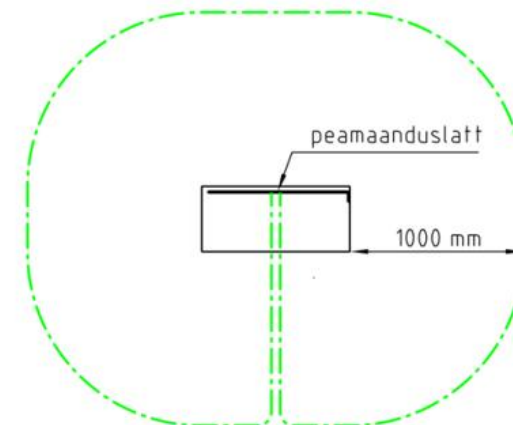
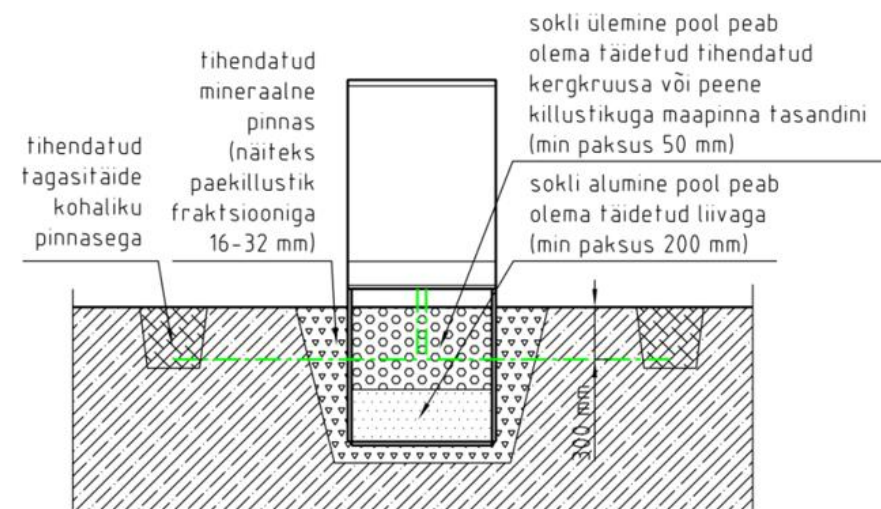
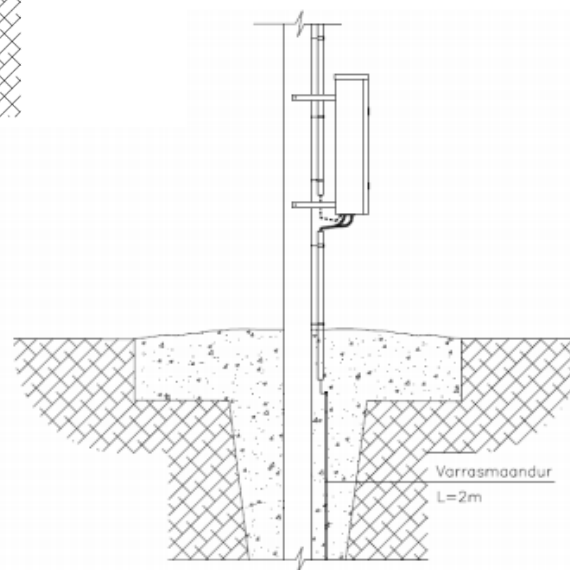
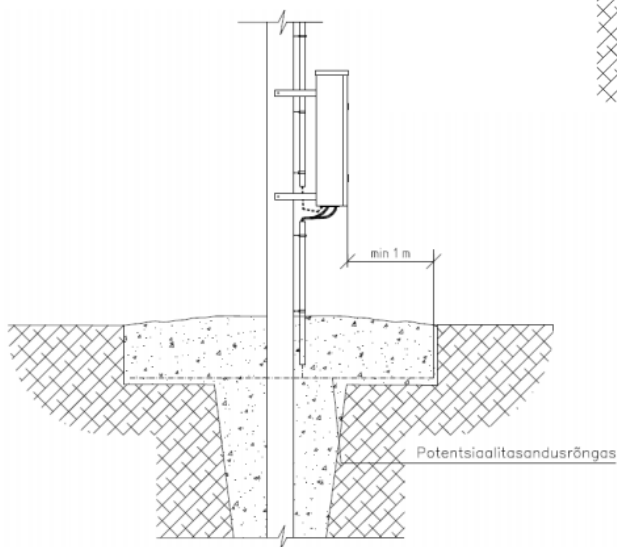
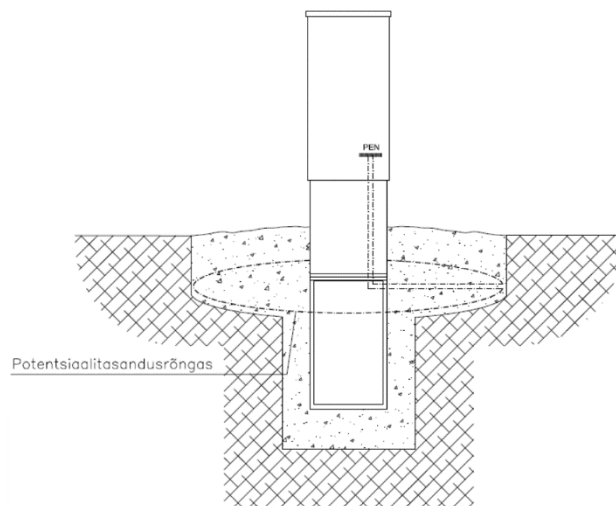
Maanduri materjal: vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat või terasvardad (kuumtsingitud või galvaanilise vaskkattega).



Paigaldise tüüp	Maandusjuht	Maandur
Mastalajaam	25 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	25 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm
Automaatne kõrgepingelüliti mastil	25 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	25 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm
Käsitsijuhitav kõrgepingelüliti mastil	25 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	25 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm
Kõrgepingemaakaabli ühendus kõrgepingeõhuliiniga mastil	25 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	25 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm
Madalpingeõhuliini kordusmaandus mastil	16 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	16 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm

Paigaldise tüüp	Maandusjuht	Maandur
Madalpingeelektrikilpide/ -kappide maandused	16 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	16 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm
Kõrgepingeelektrikilpide/ -kappide maandused	25 mm ² vaskjuhe	25 mm ² vaskjuhe
Komplektalajaam	25 mm ² vaskjuhe või kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm	25 mm ² vaskjuhe, kuumtsingitud terastraat Ø 10 mm või terasvardad: - kuumtsingitud Ø 16 mm - galvaanilise vaskkattega Ø 14,2 mm

- Kõik JK, LK maandatakse ja ehitatakse POT rõngas;
- Keskpinge raudbetoon mastile kilpi ei paigaldata. Kilbi kaugus mastist vähemalt 8 m.
- Mastile kaablite kaitseks paigaldatakse metallist kaitsekate, mis peab ulatuma vähemalt 20 cm ulatuses maasse.
- Kilpides, mis asuvad asfalteeritud platsil vähemalt 2 m kaugusel platsi sellest äärest, mis piirneb haljasalaga, pole POT rõngas nõutud. Antud punkt ei kehti unikivi puhul.
- Juhul kui asfalt hiljem eemaldatakse (muudetakse haljasalaks või asendatakse asfalt kiviparketiga), siis tuleb olemasolevatele ja uutele kilpidele ehitada POT rõngas.





Mastide maandamine

Metallist- ja raudbetoonmastid:

- Maandame alati, igas mastis

Puidust või muust mittejuhtivast materjalist mastid:

- Ei maanda, juhul kui on tegu läbijooksva mastiga ning muid seadmeid (peale traaversi või AMKA konksu) mastis ei ole
- Maandame, juhul kui mastis on lülitusseadmed, kaabel mastil (otsamuhv), seadmed mastil (pingepiirik), mastalajaam jne



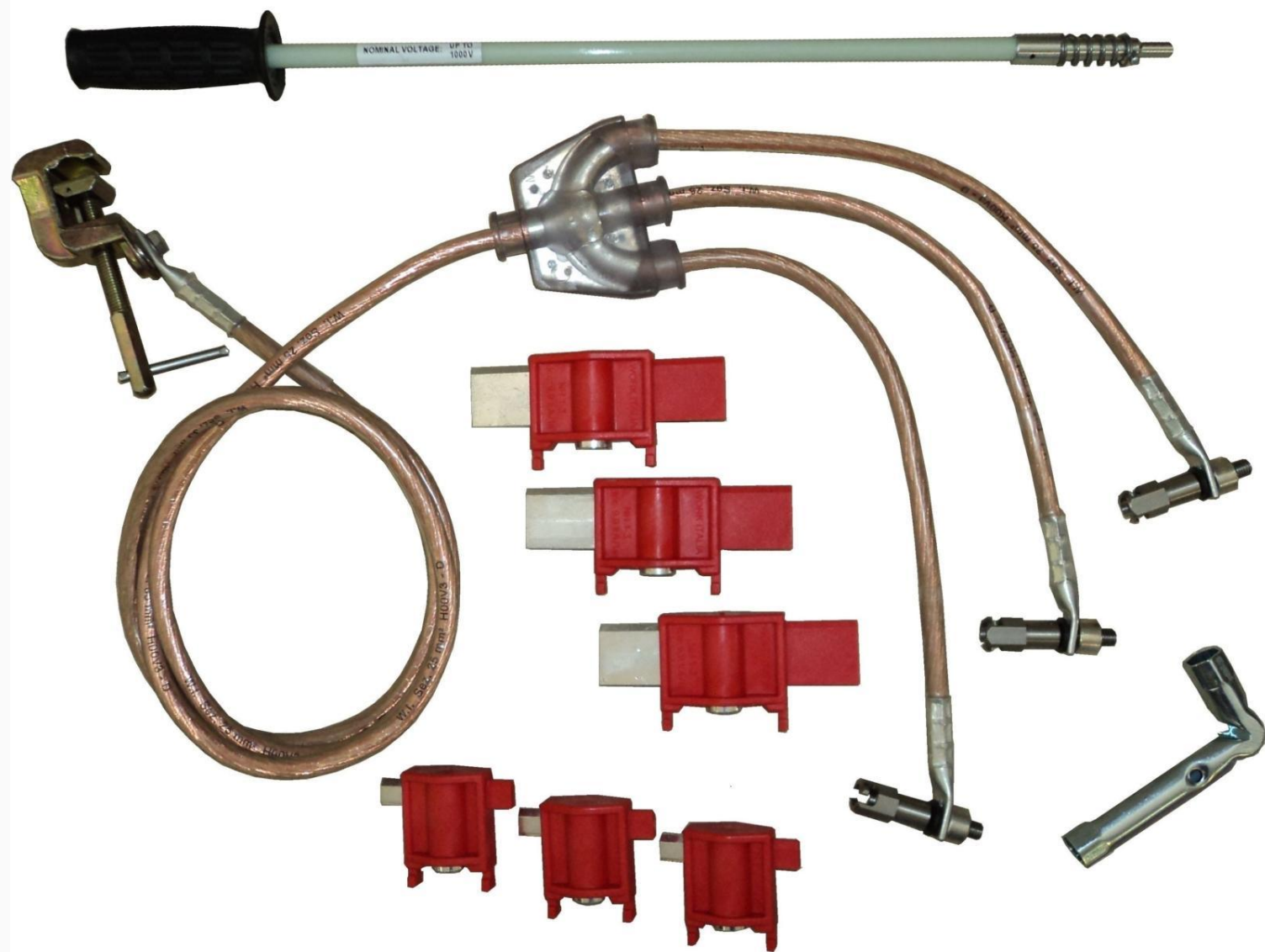
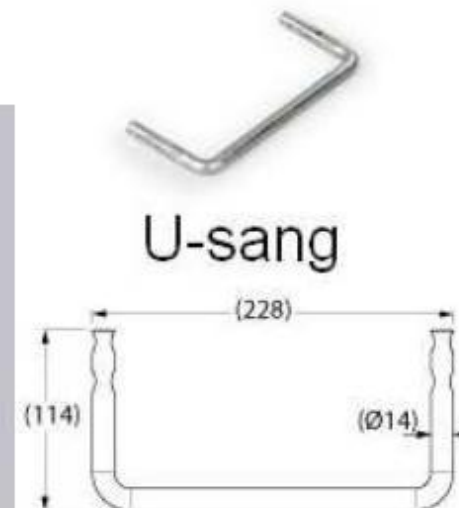
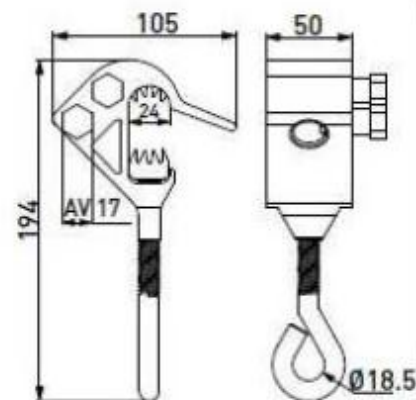
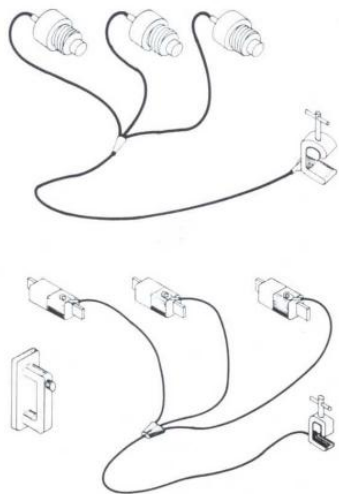


Table C.2 – Short-circuit close to generator – Short-circuit current values in kA for copper cables with a maximum temperature of 300 °C

Cross section mm ²	Short-circuit time s				
	0,5 ^a	1	2	5	10
16	4,3	3,0	2,1	1,4	1,0
25	6,7	4,8	3,3	2,1	1,5
35	9,4	6,7	4,7	3,0	2,1
50	13,4	9,5	6,7	4,3	3,0
70	18,8	13,3	9,3	6,0	4,3
95	25,5	18,1	12,7	8,1	5,8
120	32,1	22,8	15,9	10,2	7,3
150	40,2	28,5	20,0	12,8	9,1
^a Below 0,5 s, the calculation is not applicable					



0,4 – 20 kV õhuliini maandamine



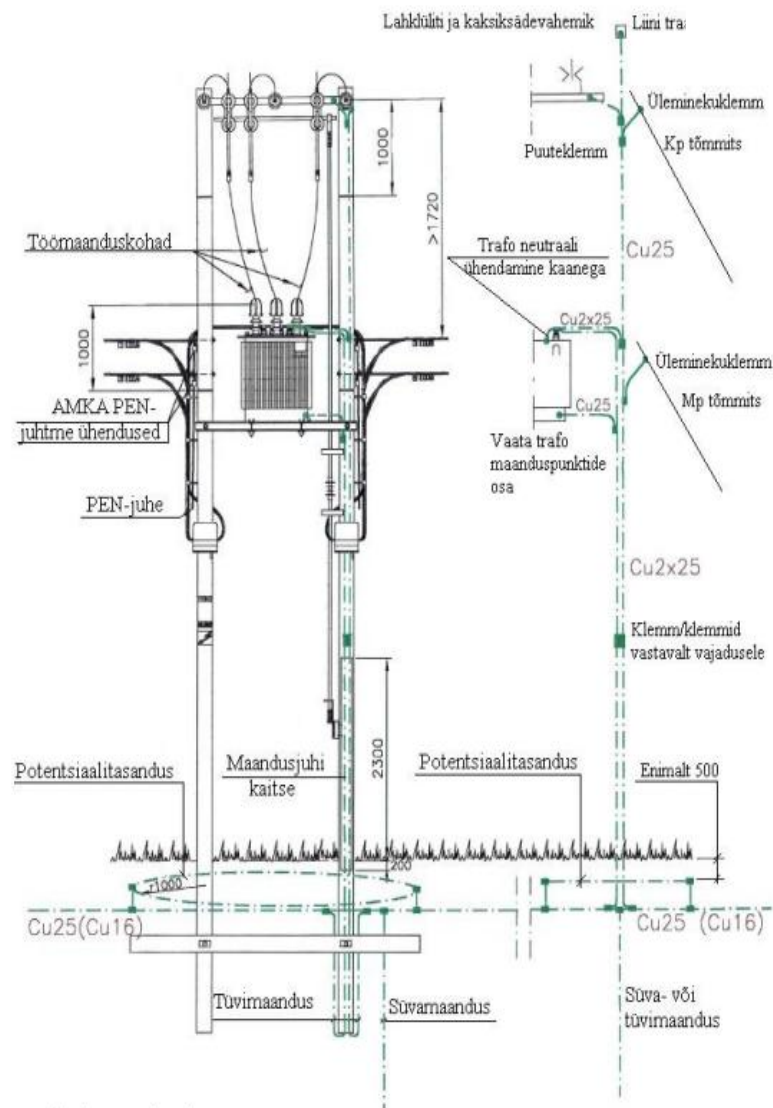


Tabel 1 vähimad võimalikud alajaama maandusjuhtide ristlõikepinnad

Alajaamast väljuv suurim liin	Alajaama maandusjuhi minimaalne ristlõige mm ² Paljas vask (Cu) juht
AMKA 3x35+50	Cu 16
AMKA 3x50+70	Cu 16
AMKA 3x70+95	Cu 25
AMKA 3x120+95	Cu 50
AXMK 4x35S	Cu 16
AXMK 4x50S	Cu 16
AXMK 4x70S	Cu 25
AXMK 4x95S	Cu 35
AXMK 4x120S	Cu 50
AXMK 4x185S	Cu 50
Suurem kui eelmine	Cu 50

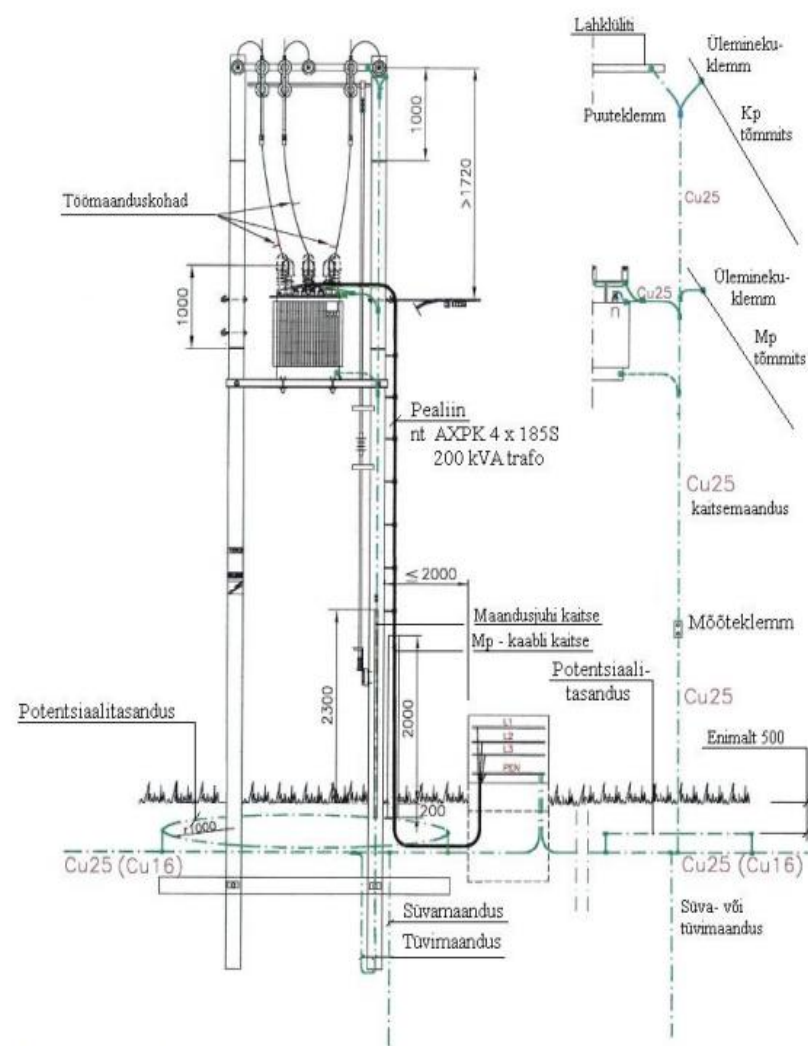


P394/4 Nõuded mastalajaamade maanduspaigaldiste ja liigpingekaitse ehituseks
(punkt 5.1 lk 2/10 21.11.2023)



Iseloomustavat:

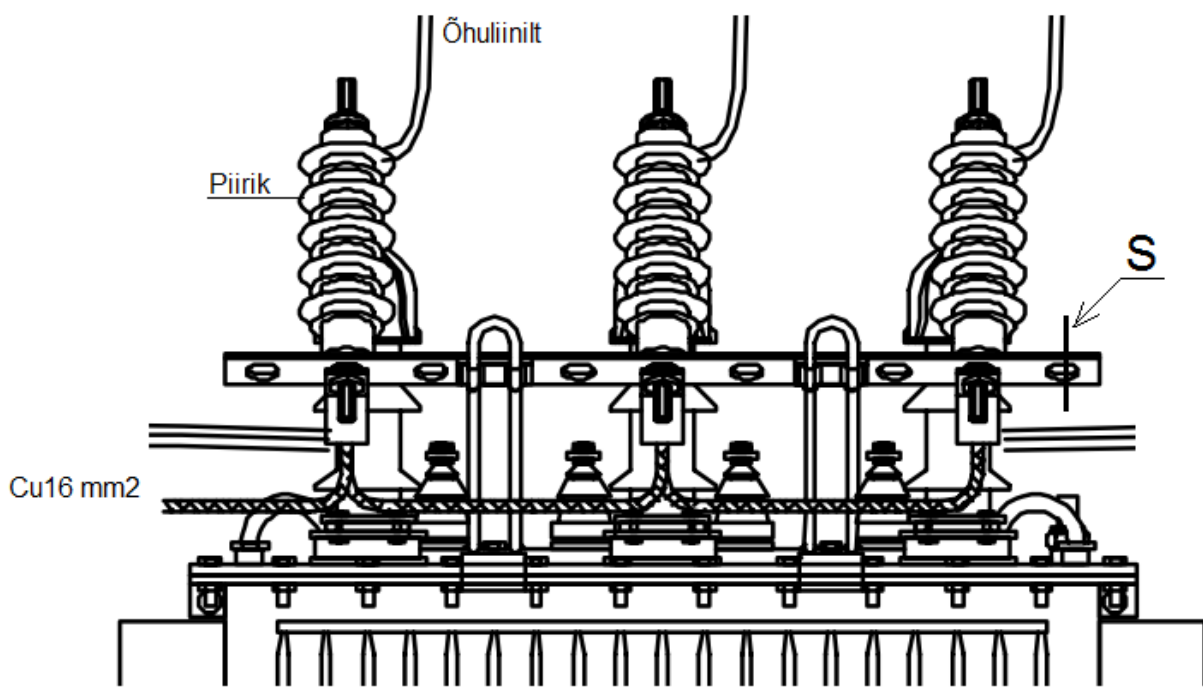
Ühine maanduselektrood
Isoleerimata maandusjuhtmed
Trafo alaosas koht kaitsemaanduse asetuseks
Kaksiksädevahemik lahklüütil



Iseloomustavat:

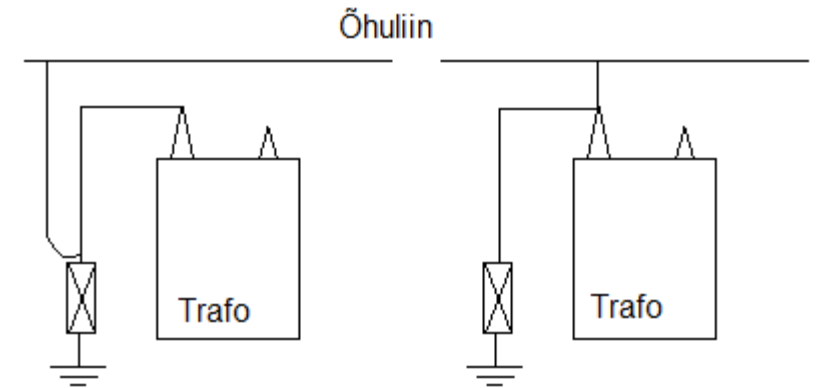
Ühine maanduselektrood
Isoleerimata maandusjuhtmed
Trafo, mille kaanel ja kesta alaosas on koht kaitsemaanduse asetuseks
Metalloksiidpiirkud trafo kaanel
Madalpinge jaotusseade jaotuskilbis
Kõik madalpinge väljaviigud kaablijaotuskilbist

Joonisel näidatud konstruktsiooniga kandetarindit ei ole lubatud kasutada piirikute maandusjuhina, kui terasest tarindi vähim ristlõige S on alla 50 mm² või kui see kandetarind ei taga kõigi kolme piiriku omavahelist elektrilist ühendust. Piirikud tuleb omavahel ühendada Cu 16 mm² juhiga ja sealt edasi mastalajaama peamaandusjuhiga. Ühendused tuleb teha võimalikult lühikesed.



Piirikute ühendamine mastalajaamas terasest kandetarindi olemasolul, $S \geq 50 \text{ mm}^2$

Piirikute ühendamine mastalajaamas piirikutevahelise kandetarindi puudumisel.



Lubatud

Mittelubatud

Piirikute ühendusskeem õhuliiniga mastalajaamas.



Transformaatori N-klemmi ühendamine trafo kestaga

Juhul, kui alajaama paigaldatakse liigpingepiirikud, tuleb transformaatori N-klemm vahetult ühendada transformaatori kestaga. Uutel transformatoritel on maanduskoht transformaatori kaanel klemmi lähedal ja transformaatori alaosas. Vanematel transformatoritel on maanduskoht ainult transformaatori alaosas ja sel juhul N-klemm ühendatakse otse transformaatori kaanega liidesega, mis surub trafo kaant oma raami või trafo kaane poldi abil. Hermeetiliselt suletud transformatoritel ei tohi kaane polte avada, mistõttu neil ongi üldiselt maanduskoht nii trafo kaanel kui ka trafo alaosas.

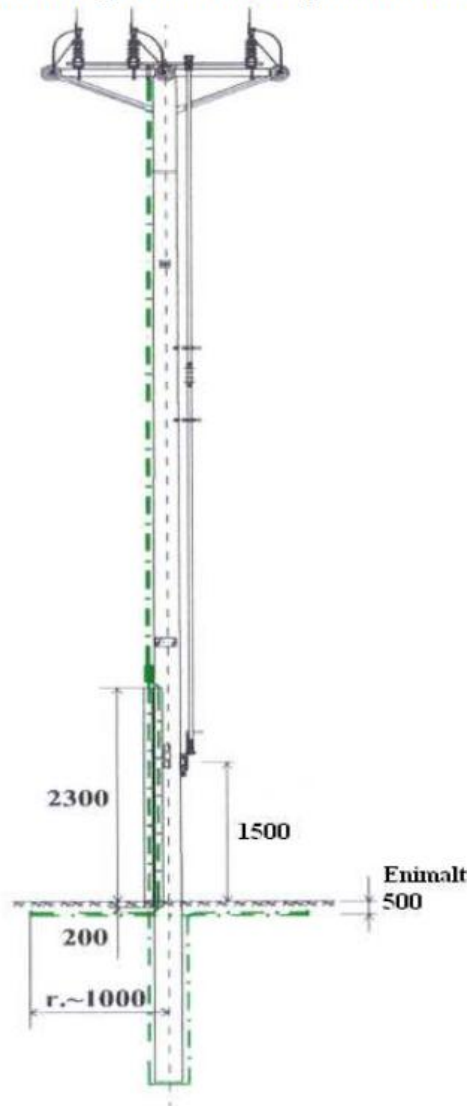
Kui madalpinge jaotusseadme PEN-latt on ühendatud maanduslatiga ja transformaatori N-klemm otse transformaatori kerega, moodustub maandusjuhi kaudu paralleelne voolutee nulli-vooludele. Osa nulli-voolust kulgeb sel juhul maandusjuhi kaudu.

Komplektalajaamades ei teki üldjuhul sellest probleeme, kuid sisseehitatud alajaama hoones võib olla seadmeid, mida tekkiv uitmagnetväli häirib. Kaablivõrgu alajaamas võib sellisel juhul maandusjuhi Cu 50 mm² monteerida ainult transformaatori maandusklemmilt maanduslatile ja nii välditakse paralleelne voolutee.



P393/5 Nõuded keskpinge mastlülituspunktide, keskpinge kaablivõrgu harukilpide, lõpumuhvide, alajaamade ja madalpingevõrgu maanduspaigaldiste ehituseks
(punkt 7.4 lk 15/24 08.06.2021)

Käsijuhtimisega mastlülituspunkti maandamine

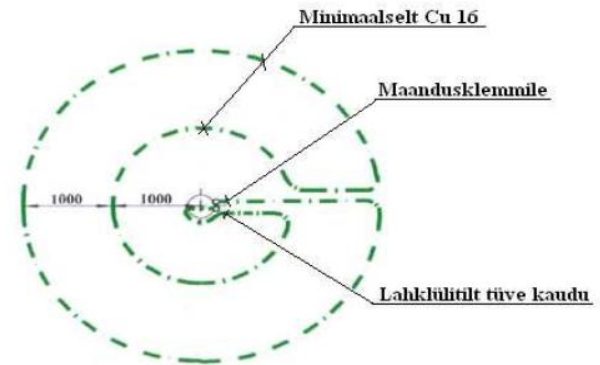
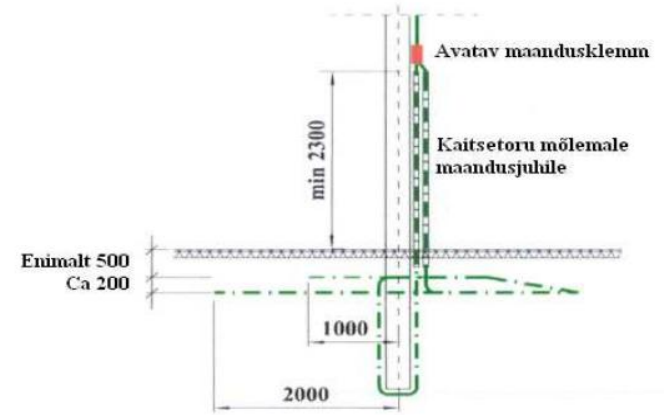


Lahutusmast



Maanduspaigaldis

Käsijuhtimisega mastlülituspunkti maandamine kohas, kus sageli viibib inimesi või koduloomi

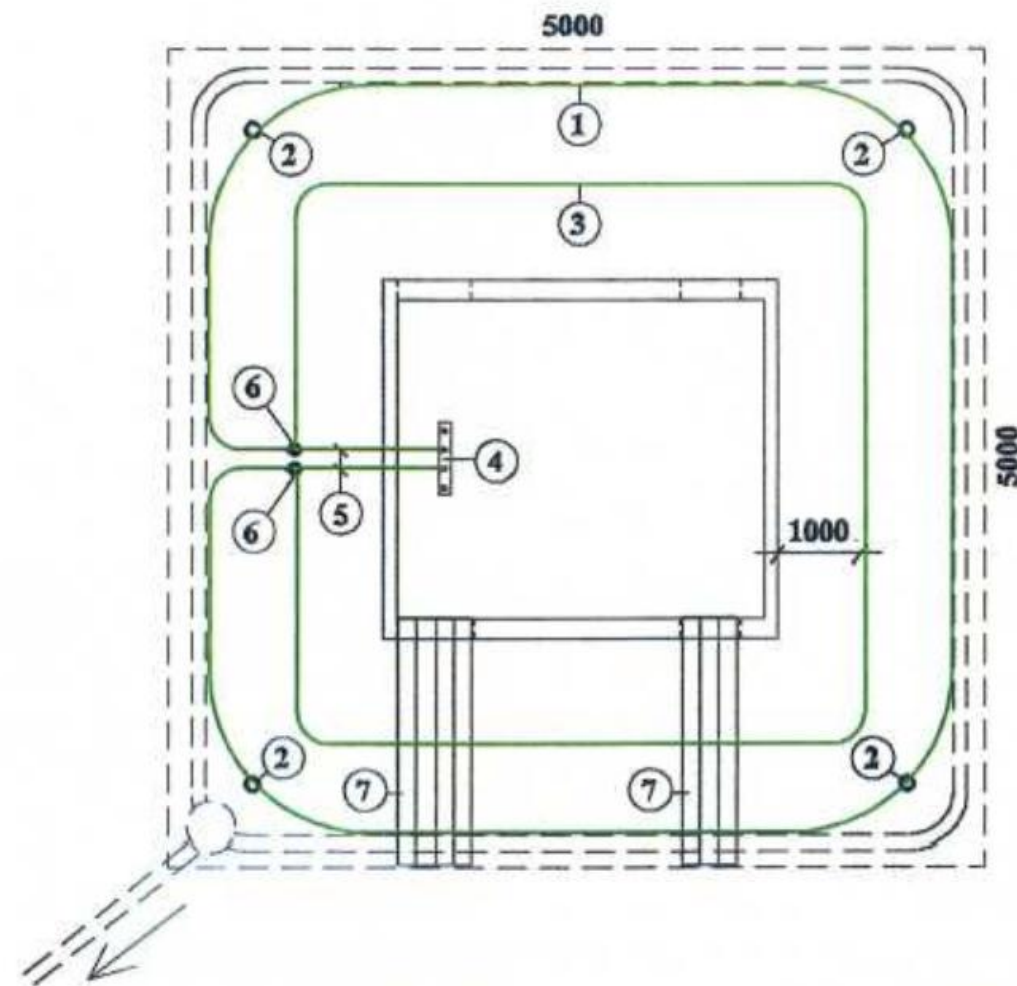
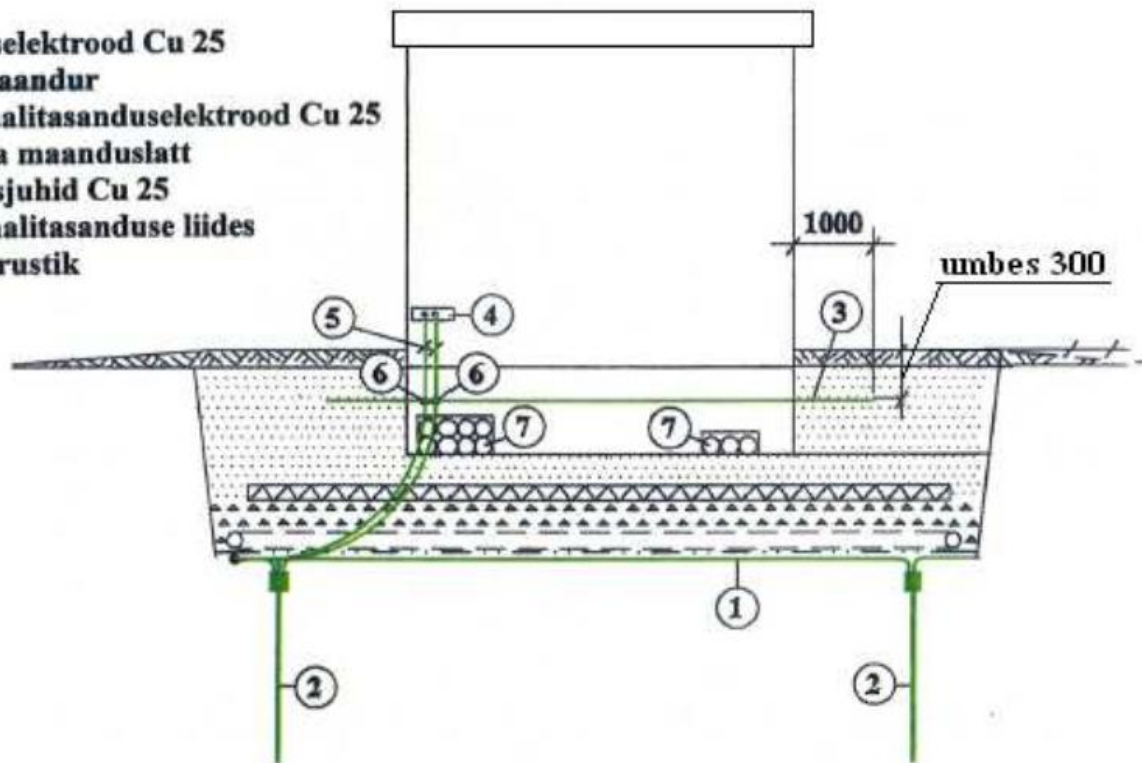


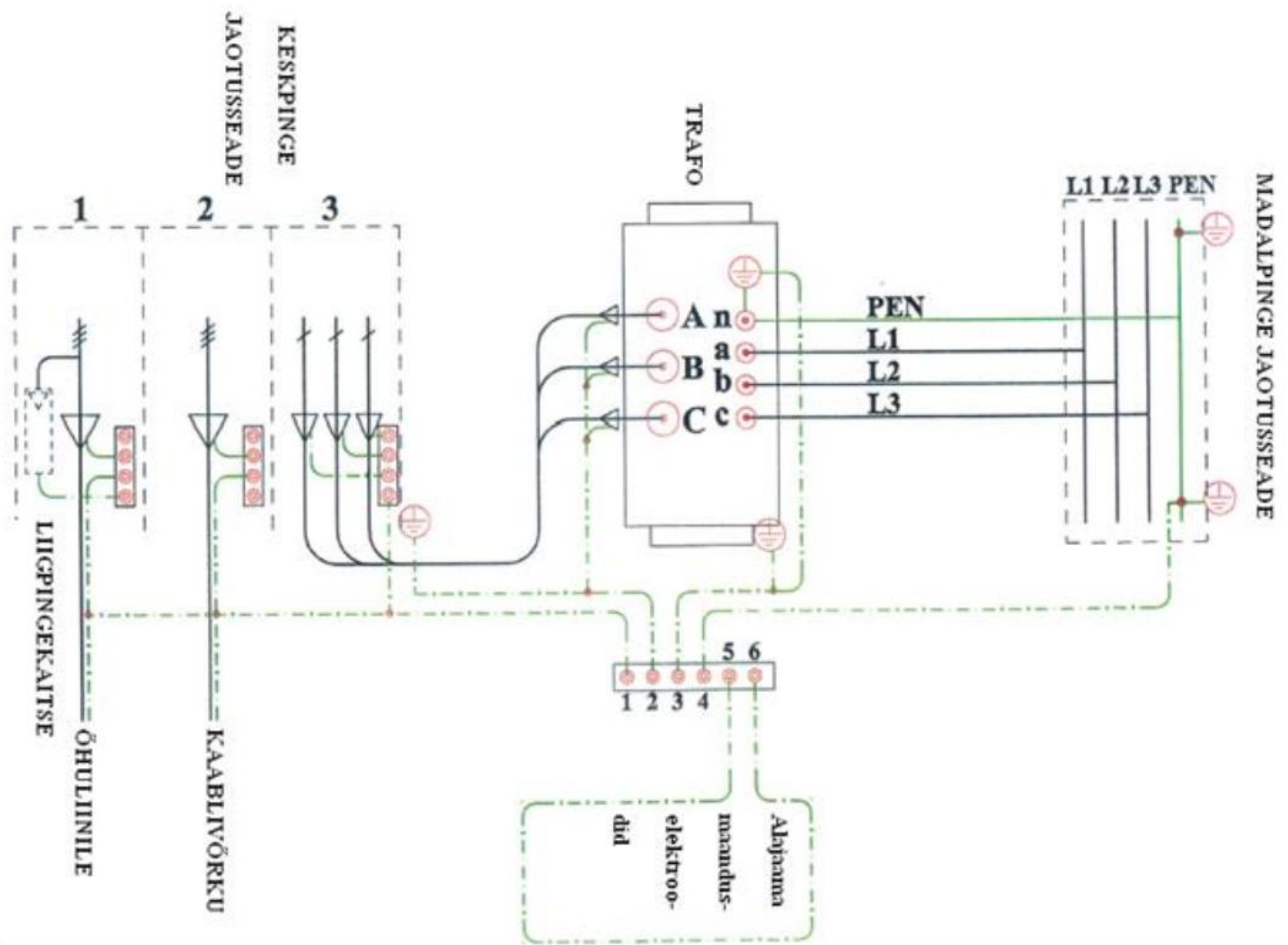
Paikadeks, kus sageli viibib inimesi või koduloomi on muuhulgas:

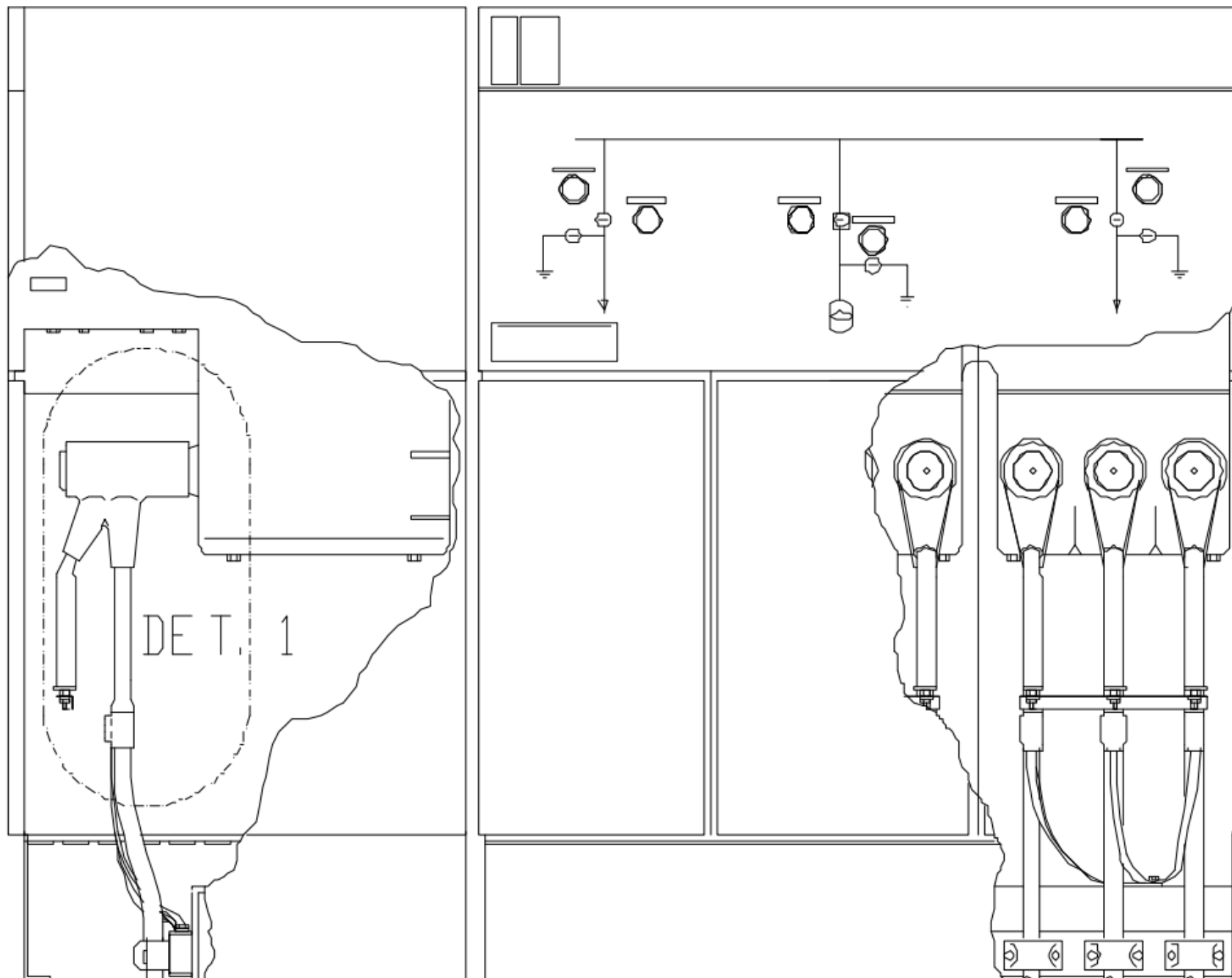
- ehitustandrite ümbrus, sõiduteed, spordiväljakud ja vastavad vaba-aja veetmise paigad
 - koduloomade söötmis-, jootmis-, hoiu- ja lüpsipaigad;
- Kui kaugus sõidutee või terviseraja äärest mastini on üle 3 m, pole teise potentsiaalitasandusrõnga ehitamine vajalik.

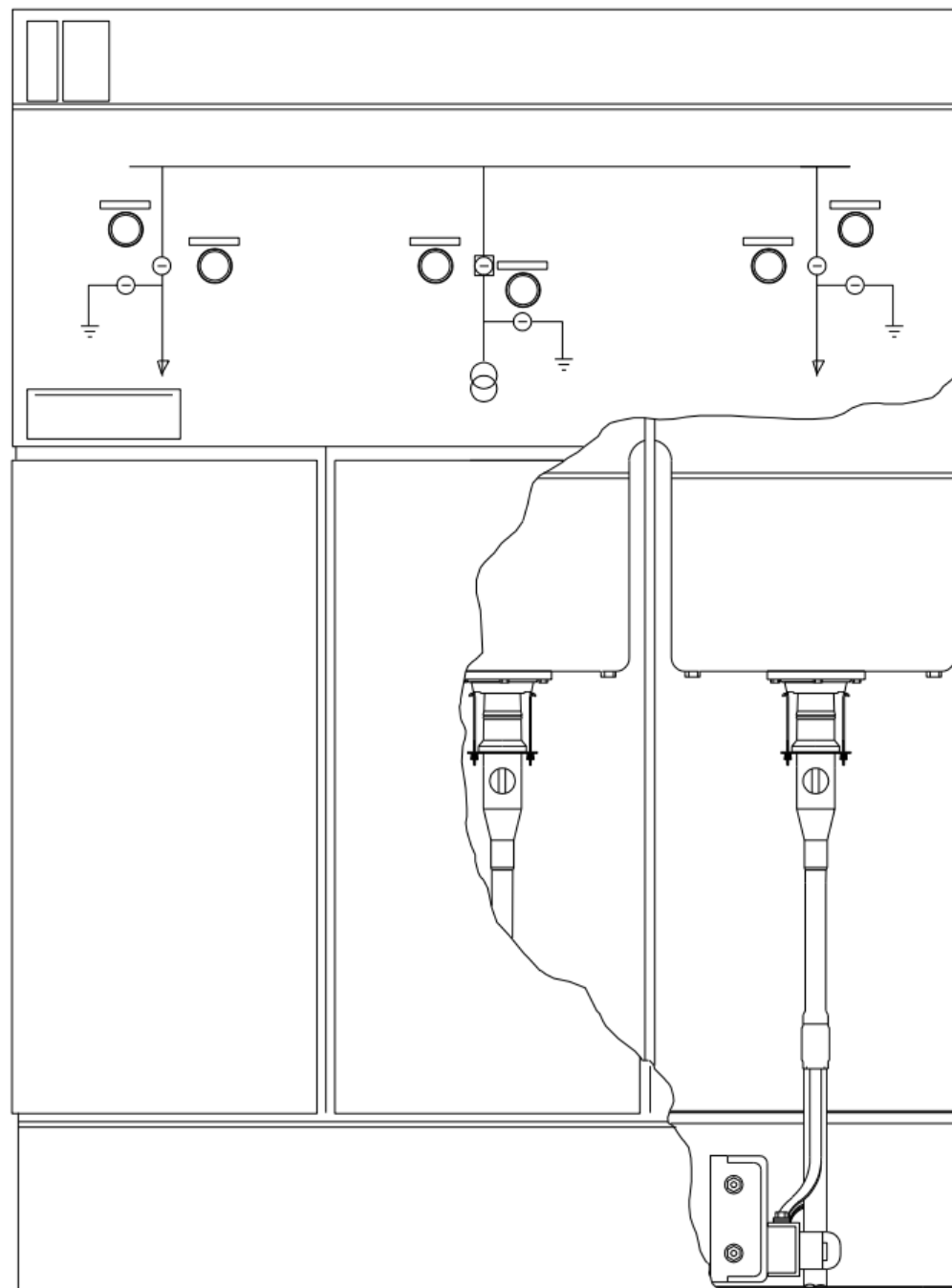
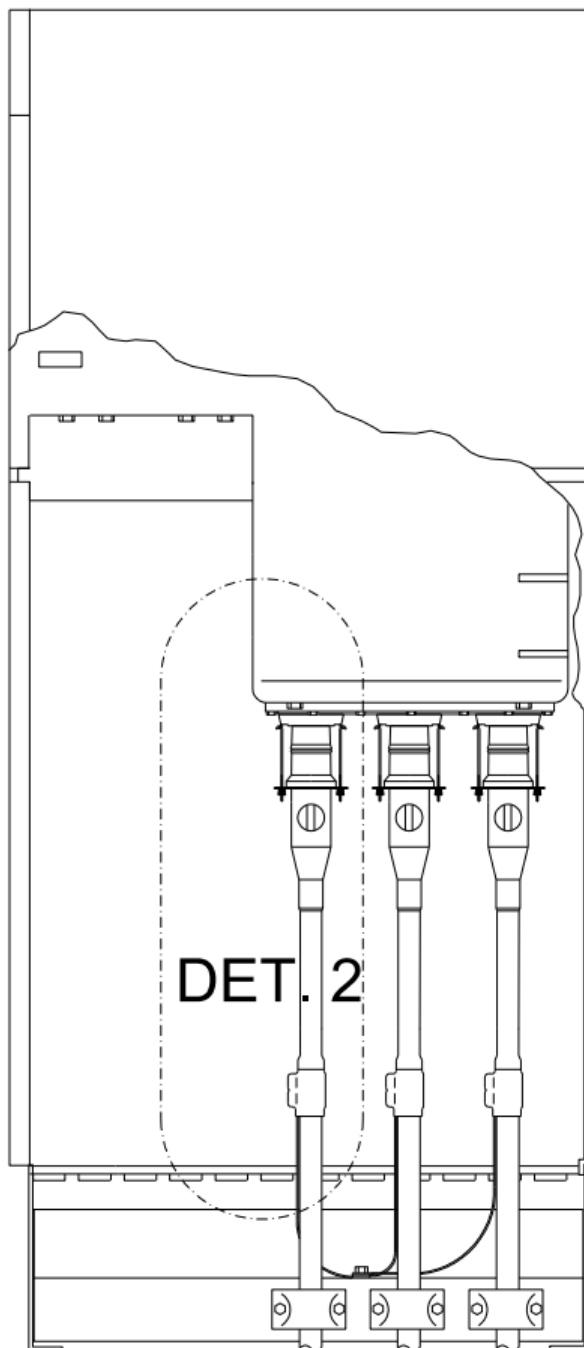
KIOSKALAJAAMA MAANDUSPAIGALDIS

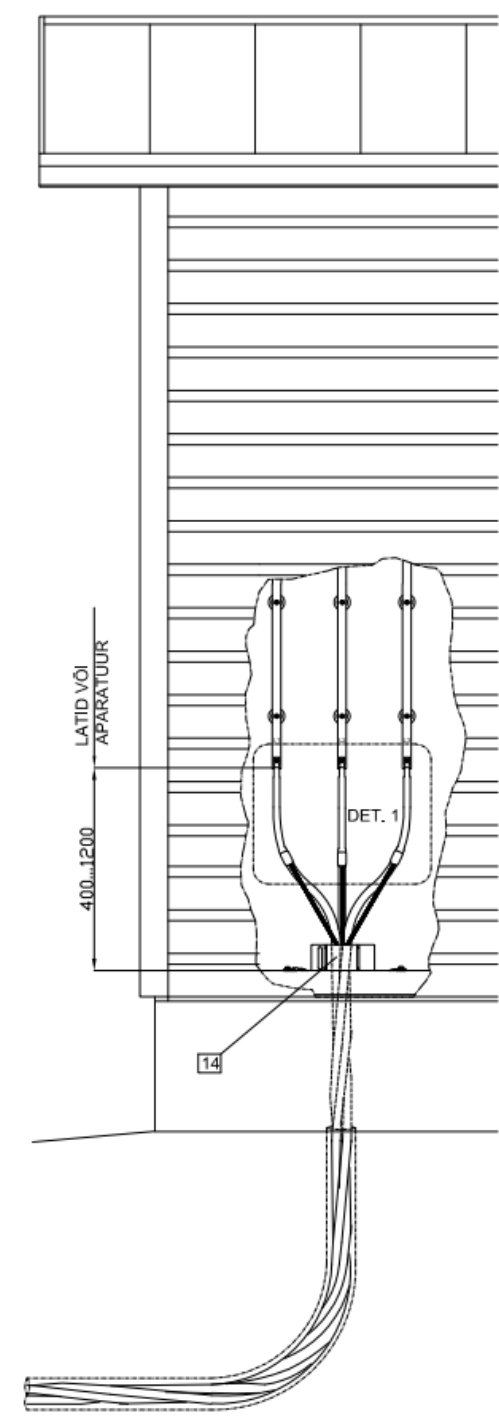
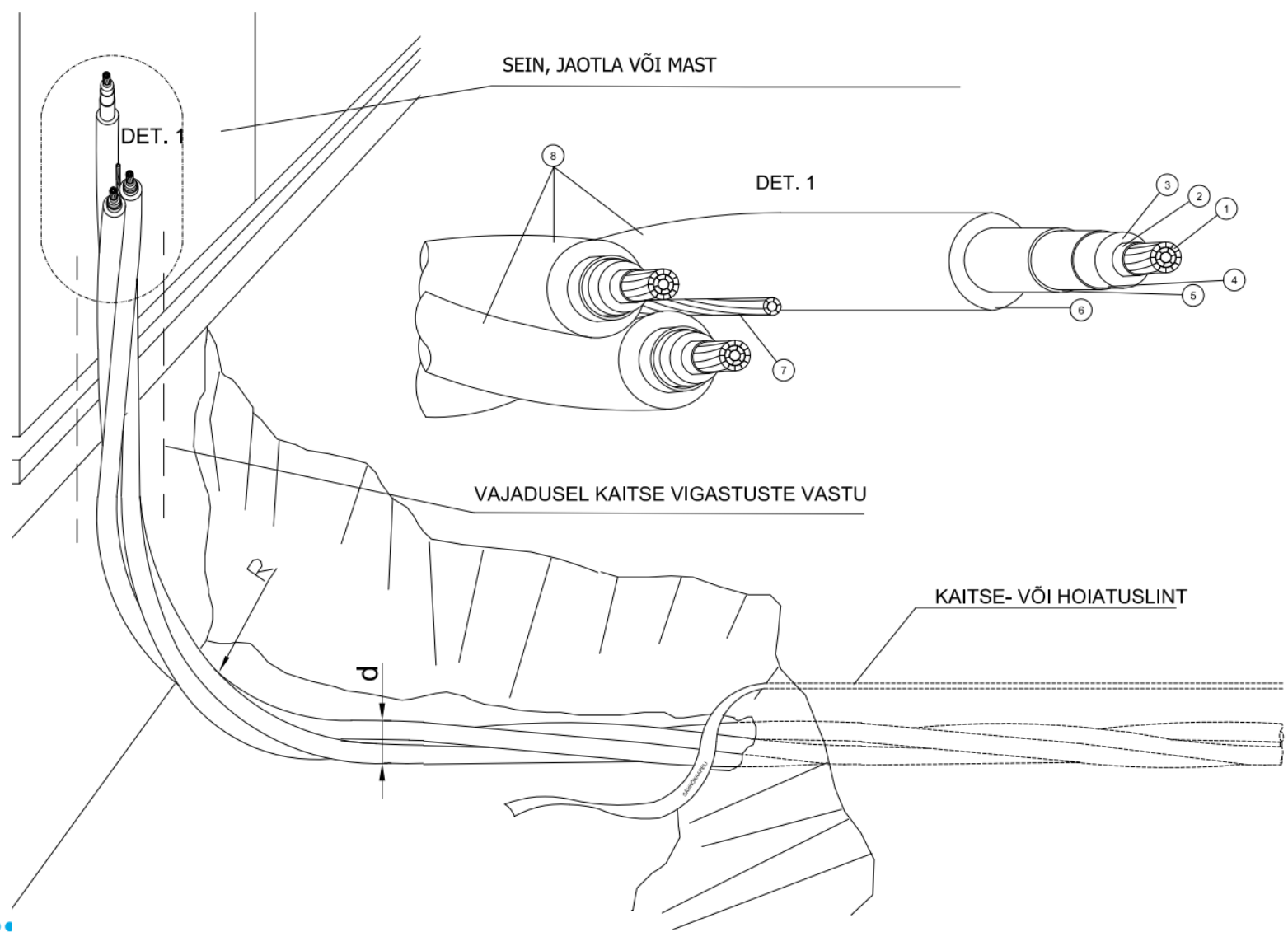
- 1 Maanduselektrood Cu 25
- 2 Varrasmaandur
- 3 Potentsiaalitasanduselektrood Cu 25
- 4 Alajaama maanduslatt
- 5 Maandusjuhik Cu 25
- 6 Potentsiaalitasanduse liides
- 7 Kaablitorustik













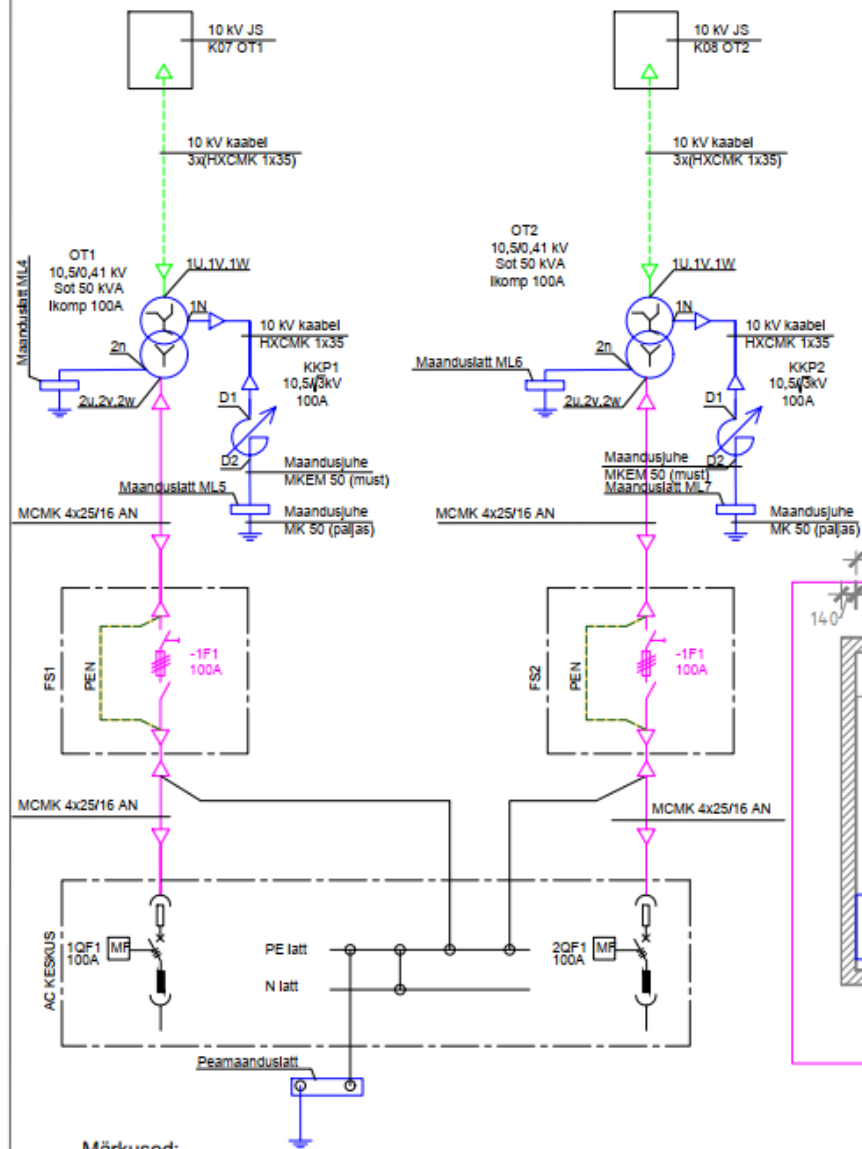
Alajaamade aiad



Alajaam

Gaasisolatsiooniga jaotla ümbris tuleb ühendada maanduspaigaldisega vähemalt järgmistes punktides:

- a) lahtrite sees: võimsuslüliti juures; kaabli lõpumuhvi juures; SF6 läbiviigu õhus asuva osa juures; mõõtetetrafo juures.
 - b) kogumislattidel: mõlema otsa juures ja olenevalt kogumislattide pikkusest ka vahepealsetes punktides.
- 

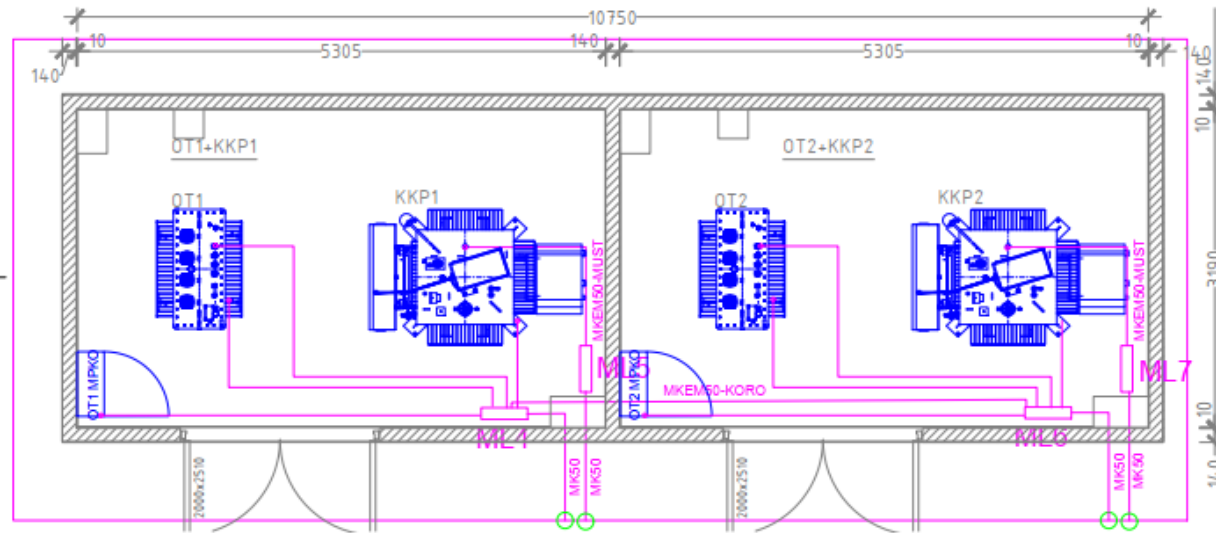
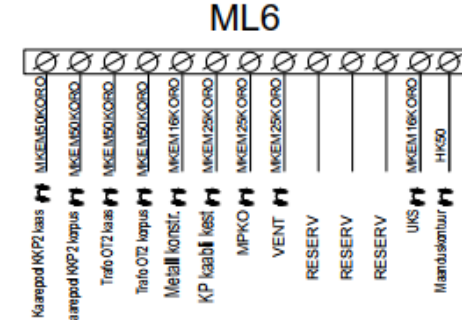
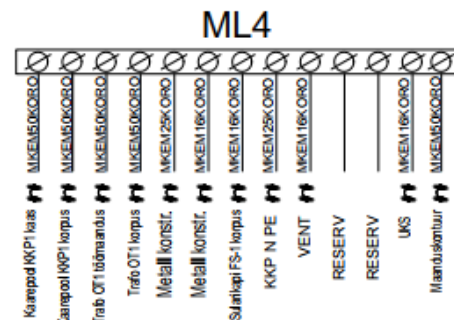
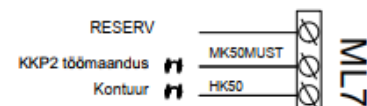
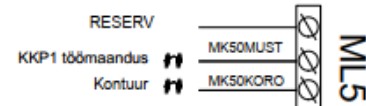


Märkused:

- OT+KKP hoone potentsiaaliühtlustuse ehitamiseks kasutada 2 maandustlati Cu (ML), mis ühendada omavahel kokku maandusjuhiga Cu -50mm². Potentsiaaliühtlustusvõrk ühendada kokku alajaama uue maanduskontuuriga.
- Kõik alajaama metalliosad (seadmete korpused, kaabliiredelid ja -kandurid, metallkonstruktsioonid jms) tuleb maandada. Maandusjuhi minimaalne ristlõige on Cu - 16mm². Kaabliiredelid tuleb omavahel ühendada juhtmega Cu 16mm².

Sümbolid:

- ML — maandustlati (Cu)
— maandusjuhe Cu - 50mm²
○ — pressklemm Cu 50/50



Merko Infra AS
Järvevana tee 9G
Tallinn 11314 Estonia

Tel: +372 6805 105
Faks: +372 6805 106
E-mail: merko@merko.ee
MTR nr: EEP 001749
EEK 000663
TEL 001360
Reg nr: 11767130

Projekti juht
SANDER PÖLD
Kontrollija
SANDER ASTOR
Projekteerija
TOBIAS RANNUT

Projekti juht
SANDER PÖLD
Kontrollija
SANDER ASTOR
Projekteerija
TOBIAS RANNUT

Joonise nimetus/ Drawing name

POTENTIAALIÜHTLUSTUSE JOONIS
OT+KKP HOONE

Töö nimetus/ Job name

VÄNDRA 110/35/10 kV ALAJAAMA
35kV JA 10kV JAOTUSSEADMETE REKONSTRUEERIMINE

Tellijah/ Customer

ELEKTRILEVI OÜ

Objekti aadress/ Object address

PÄRNU MAAKOND, VÄNDRA ALEV, J.V.JANNENI 9C

Projekti staadium/ Project Stage

TEOSTUSJONISEID

Töö nr/ Job No:

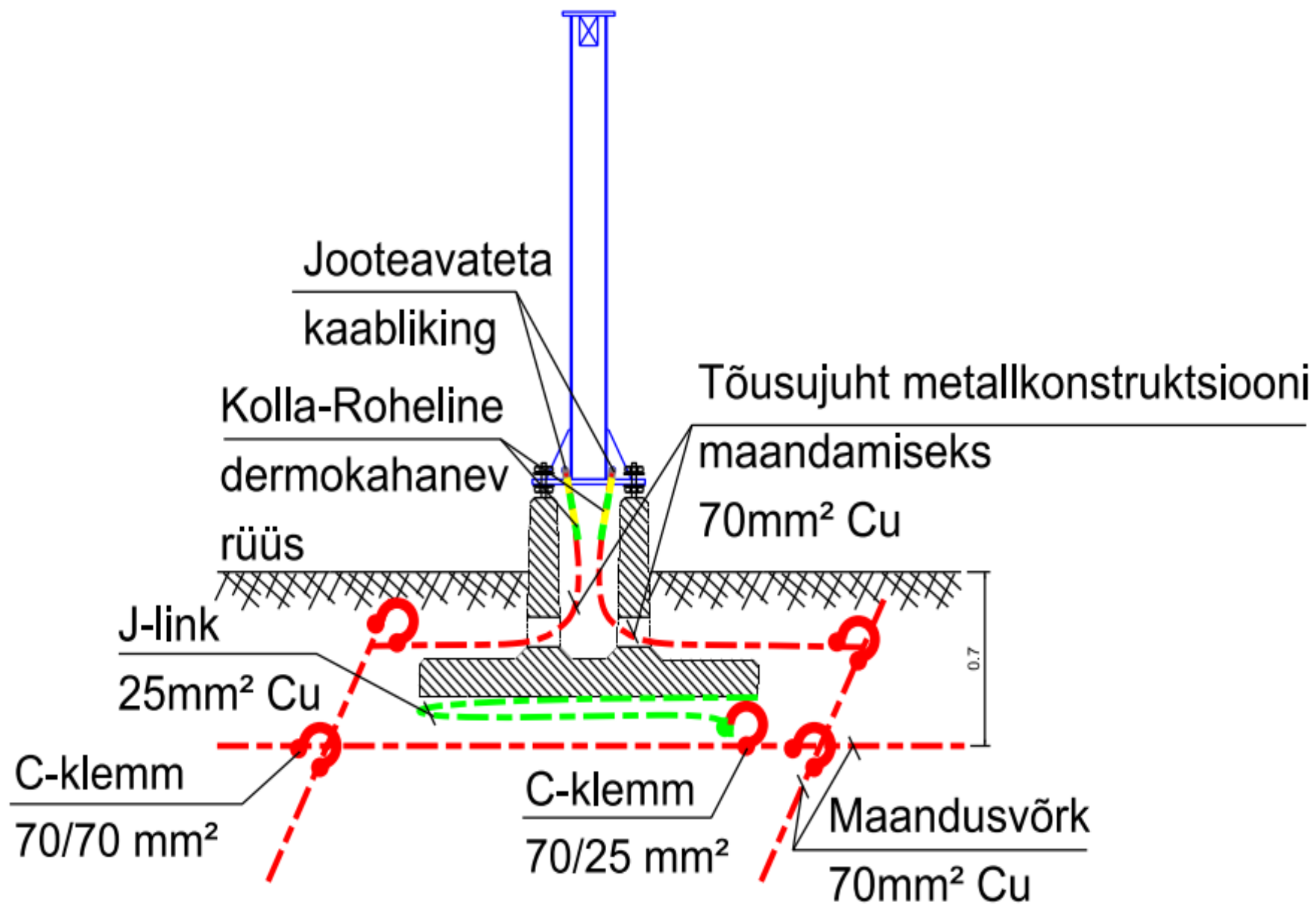
395

Joonise nr/ Drawing No:

EL-6-02

Muudatus/ Revision:

1:50





Nõuetekohasus

... peab olema tagatud nii esmase, korralise auditi kui ka nende vahelisel ajal.

Oluliste puuduste näited:

- a) isolatsioonitakistus on alla nõutud normi;
 - b) puudub potentsiaaliühtlustus;
 - c) kaitselahutus ei vasta nõuetele;
 - d) puuduvad mõõteprotokollid või nende tulemuste väärtused ei vasta kehtestatud nõuetele;
 - e) elektritöö ettevõtja deklaratsiooni puudumine nõuetekohasuse kohta;
 - f) seadmete mittevastavus nõuetele, vale IP aste.
- 



Auditi liigid

Kasutuselevõtule eelnev audit – ohutuseesmärgil tehakse nii uutele kui ka vanadele ümberehitatud elektripaigaldistele audit.

Korraline audit – sõltuvalt elektripaigaldise liigist teostatakse paigaldisele perioodiliselt audit vältimaks puudusi, mis võivad ajas tekkida.

Erakorraline audit – elektripaigaldise omaniku, käidukorraldaja, varahalduri, kasutaja või riikliku järelevalve teostaja ettekirjutusel teostatav erakorraline audit on vajalik kui tekib kahtlusi elektripaigaldise ohutuses.





Mõõtja:

- peab olema läbinud väljaõppe, kus teda õpetatakse teostama mõõtmisi ning käsitlema talle antud mõõtevahendeid;
- pädevust hindab mõõdunduse eest vastutav isik;
- vastutab tema kasutusse antud seadmete eest;
- peab enne igat mõõtmist teostama mõõtevahendi visuaalse ülevaatusse ning veenduma, et seade ja selle osad on terved;
- vastutab kõigi tema poolt teostatud mõõtmiste kvaliteedi ja õigsuse eest.





Mõõtevahendid

Kõik mõõtevahendid, mida kasutatakse katseprotokollides tuleb kalibreerida.

Kalibreerimine on menetlus, mis määrab fikseeritud tingimustel kindlaks seose mõõtevahendiga saadud väärtuse ja etaloni abil realiseeritud füüsikalise suuruse vastava väärtuse vahel.

Kantavaid mõõteseadmeid, mida kasutatakse erinevatel töökohtadel kalibreeritakse iga 3 aasta tagant, kuna on oht mehaanilistele vigastustele. Siia alla kuuluvad ka mobiilsete katselaborite mõõtevahendid.

Kõik tehnilisteks mõõtmisteks kasutatavad mõõtevahendid peavad olema mõõteseadmete registris.

Register peab olema igas mõõtmisi teostavas asutuses.

Vigased seadmed peab tööst eemaldama, vastav märke peab lisama registrisse ja seadmele.





Mõõtmisprotseduur

Enne objekti

- Veenduda, et vajalikud mõõtevahendid on korras, kompleksed ja akud laetud.

Objektil

- Mõõtmised algavad visuaalkontrolliga.
- Teostada mõõtmised vastavalt väljaõppele, juhendile ja objekti iseärasustele.
- Mõõtmistulemused kanda mõõtepäevikusse.

Peale objekti

- Vormistada katseprotokollid.





Mida mõõta?

- Maandustakistus
- Kaitse, -PEN ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus

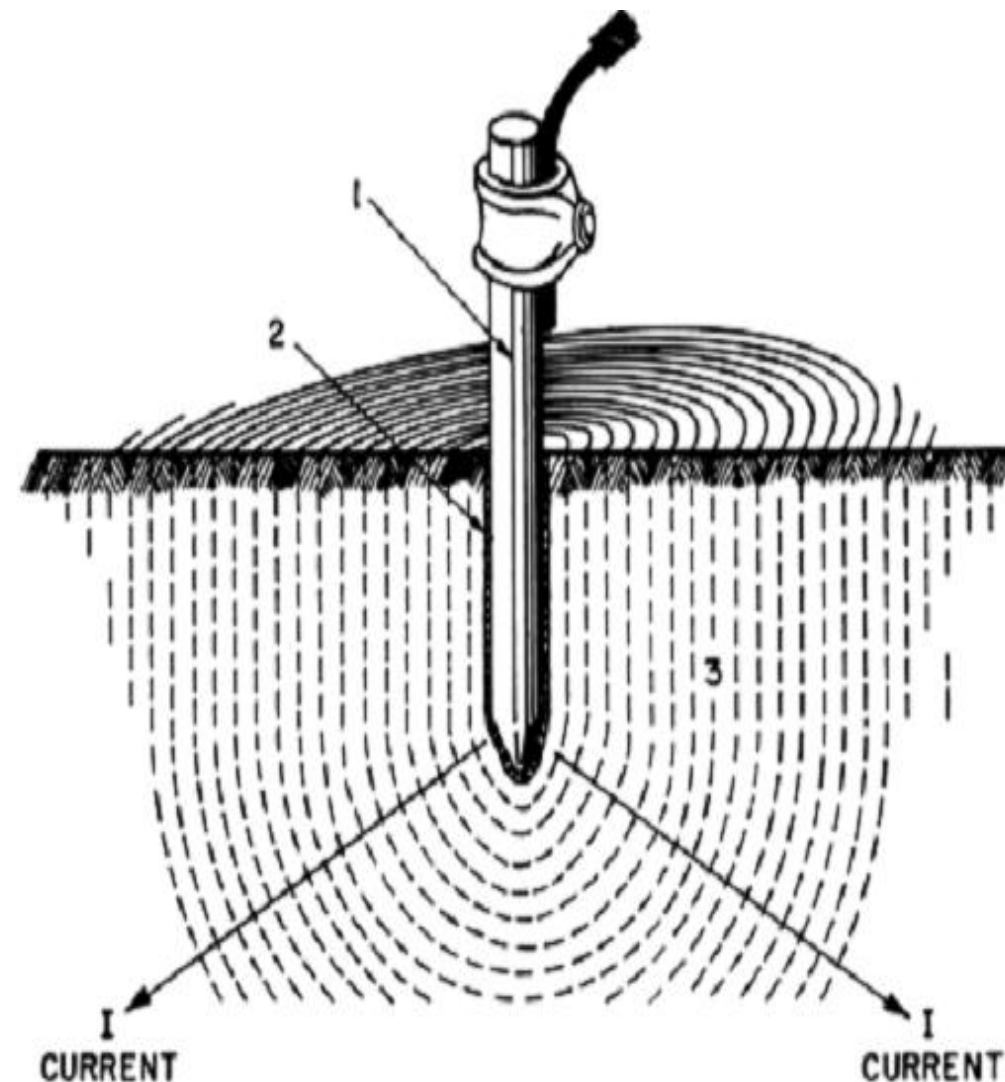
Kui tihti mõõta?

- Dokumendis J3355 Elektrivõrgu ülevaatuste ja hoolduste välbad toodud tähtaegadel
- Elektripaigaldise auditi läbiviimisel
- Elektrilevi Partnerite Portaalis esitatud tellimuse alusel



Maandustakistus oleneb:

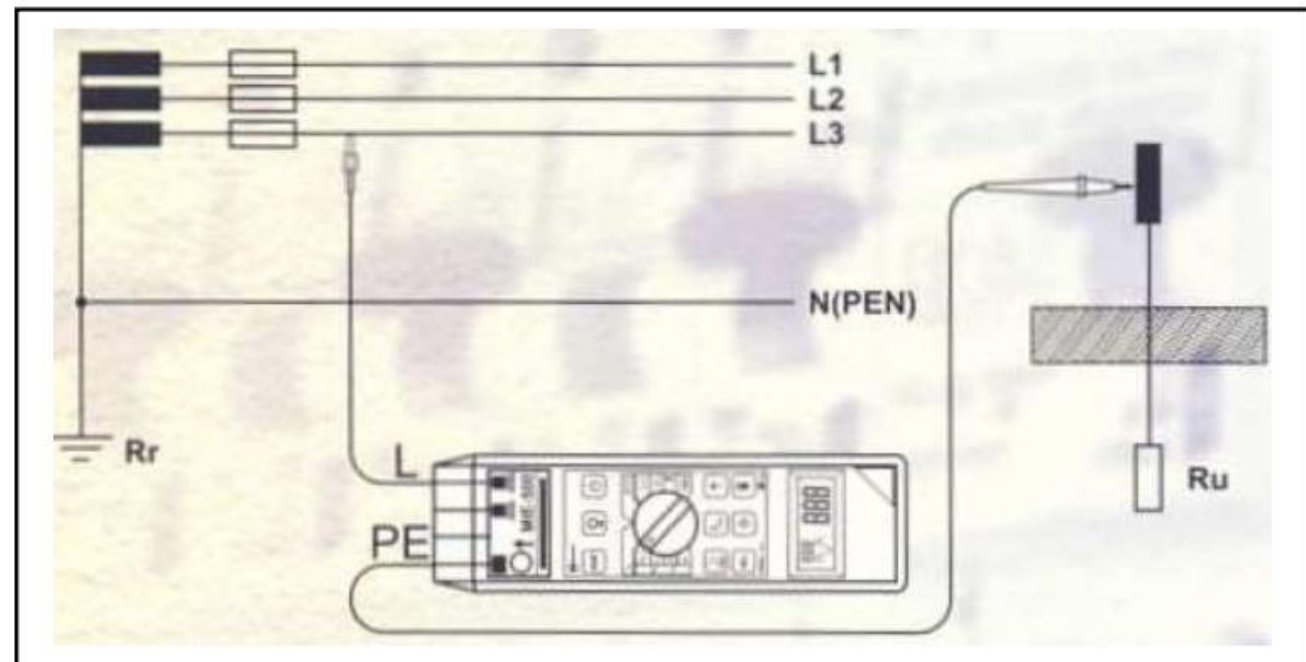
- maanduri enda takistusest maa suhtes ehk valgumistakistusest, mis sõltub ehitusviisist ja mõõtmetest ning pinnase eritakistusest;
- maanduspaigaldisega ühenduses olevate ja enamasti maanduri osaks loetavate maanduritoimega kaablite ja kaabelliinide pikimaandurite olemasolu.



Lihtsustatud meetod

Seda meetodit kasutatakse põhiliselt elektripaigaldiste PE elektroodi maandustakistuse hindamiseks-mõõtmiseks.

Sisuliselt on siis tegemist rikkeseilmuse L-PE impedansi mõõtmisega. Mõõtetulemus on alati suurem kui tegelik maandustakistus, sest mõõteahel sisaldab liini takistust, alajaama trafo mähise takistust jne.



Tellijä: Leonhard Weiss Energy AS
 Objekt (ehitis/ehitise osa): Liitumiskilp 157142LK
 Aadress: Nikolai von Glehni 15, Tallinn
 Objekti omanik: Elektrilevi OÜ

Katseprotokoll nr. TK-M-18-724-3
 Maandustakistuse mõõtmise kohta

14.11.2018.a. OÜ Tehnokontroll poolt olid teostatud alljärgnevad mõõtmised mõõteriistaga Eurotest 61557 nr. 10340574 kalibreerimistähtajaga 10.2019 vastavalt mõõtemetoodikale MM-01 ning standardi EVS-HD 60364-6:2016 nõutele.

Mõõteolud: õhutemperatuur: 7°C

Pinnas: külmunud / märg / niiske / vähese niiskusesisaldusega

Vahetult mõõtmisele eelnenud või mõõtmise ajal esinenud sademed
 (vihm, lörts, maapinnal sulav lumi): olulised / vähesed / puudusid

Mõõtmise ajal eraldati maanduskontuur lahti: Ja / Ei

Katsetused teostati pingelangu, kahe kiire, lihtsustatud meetodil.

Mõõtetulemused:

Mõõtevõime 30%

Seadme nimetus või mõõtmise koht	Mõõdetud takistus [Ω]	Parandustegur(id)			Tegelik takistus [Ω]	Projekteeritud takistus või norm [Ω]	Märkused
		K ₂	K _{1,2,3}	K ₃ x K _{1,2,3}			
157142LK maanduspaigaldis	169,5	1,5	1	1,5	254		
ol.ol. ÖLM nr 508 maanduspaigaldis	197,4	1,5	1	1,5	296		

Mõõtmised teostas:

/nimi, allkiri/

1(1)

Mõõteprotokolli ei tohi esitada mittetäielikuna ilma labori kirjaliku loata.

OÜ Tehnokontroll: Värvi 4, 10617, Tallinn
 Tellija: Leonhard Weiss AS (Vesse 8, Tallinn)
 Objekt (ehitis/ehitise osa): Rahvakooli tee 22, 24, 26 elektrivarustus
 Aadress: Rahvakooli tee 22, 24, 26, Tallinn
 Objekti omanik: Elektrilevi OÜ

Katseprotokoll nr. TK-M-19-675-3
 Maandustakistuse mõõtmise kohta

25.10.2019.a. OÜ Tehnokontroll poolt olid teostatud alljärgnevad mõõtmised mõõteriistaga Eurotest 61557 nr. 18030189 kalibreerimistähtajaga 04.2022 vastavalt mõõtemetoodikale MM-01 ning standardi EVS-HD 60364-6:2016 nõutele.

Mõõteolud: õhutemperatuur: 10°C

Pinnas: külmunud / märg / niiske / vähese niiskusesisaldusega

Vahetult mõõtmisele eelnenud või mõõtmise ajal esinenud sademed
 (vihm, lörts, maapinnal sulav lumi): olulised / vähesed / puudusid

Mõõtmise ajal eraldati maanduskontuur lahti: Ja / Ei

Katsetused teostati pingelangu, kahe kiire, lihtsustatud meetodil.

Mõõtetulemused:

Mõõtevõime 30%

Seadme nimetus või mõõtmise koht	Mõõdetud takistus [Ω]	Parandustegur(id)			Tegelik takistus [Ω]	Projekteeritud takistus või norm [Ω]	Märkused
		K_2	$K_{1,2,3}$	$K_2 \times K_{1,2,3}$			
JK50215 - LK164422 ühine maanduspaigaldis	32,4	1,5	1	1,5	49		
JK50216 - LK164421 ühine maanduspaigaldis	29,7	1,5	1	1,5	45		
JK50214 - LK164423 ühine maanduspaigaldis	26,8	1,5	1	1,5	40		

Kahe tangi meetod

Selle meetodiga on mõõtmise korrektne ainult sellisel juhul, kui mõõdetav elektrood on maapinnal ühendatud suuremasse maandussüsteemi, st. süsteemis on olemas kordusmaandused. Ettevaatlik tuleb olla mõõtetulemuste suhtes neis kohtades, kus maanduselektroodid võivad pinnases omavahel olla juhiga ühendatud (näiteks maaaluse lati abil kokku keevitatud). Sellisel juhul võime selle meetodiga mõõta mõõtmisaluse elektroodi maandustakistuse asemel hoopis metalljuhtidest koosneva vooluringi takistust.



Töö teostaja AS Elektritsentrum
Aadress Vaana 13 Tallinn
Registri nr. 10166300

Tellijä: OÜ Elektrilevi
Objekt: Aruküla tee 25 elektrivarustus
Asukoht: Rae v. Jüri

PROTOKOLL NR. 582
MAANDUSPAIGALDISE MAANDUS-VÄLGUMISTAKISTUSE MÄÄRAMISE KOHTA

Mõõtmised teostati 21.08.2019 vastavalt juhendile LMJ 05 ver.1 maandusmõõtjaga tüüp Megger DET4TC2
nr. 1000-365/080708-1041 kalibreeritud 07.2018 tunnistuse nr. KL-144-18-110

Mõõtmise ajal oli: -õhutemperatuur 20 °C Mõõtevõime: ±20%
-pinnas
Mõõtmistele eelnesid: Mõõtemeetod: mõõtetangidega

Tulemused:

Seadme nimetus ja mõõtmise koht	Mõõdetud takistus	Parandustegur					Arvutuslik takistus	Märkus
		K_s	K_{1*}	K_{2*}	K_{3*}	$K_s \cdot K_{(123)}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
JK50256/LK159157	9,4	1,4		1,0		1,4	13,2	

Mõõtmised teostasid:

Mõõtmiste eest vastutab:

Pädevustunnistuse nr. EL-132-19

(nimi)

(allkiri)

*Märkus: Maanduspaigaldise koefitsendi määramine on väljaspool akrediteerimisulatus
EAK poolt akrediteeritud katselabor registreerimisnumbriga L108

MAANDUSTAKISTUSE MÄÄRAMISE PROTOKOLL nr L-1/1567-4 kuupäev 20.12.2019

Katsetoodika: KJL 1-2Pinnase eritakistuse ja maandustakistuse määramine

Mõõtemeetod: Mõõtmine mõõtetangidega

Tööde tellija: Neith Elekter OÜ

Aadress / telefon: Vasara 52D, Tartu

Objekt: Parve kinnistul ELV võrgu ümberehitus

Aadress: Pikasilla, Tõrva vald, Valgamaa

Mõõtmised teostati mõõteriistaga DET 4TC2

nr 101210465

Kalibreeritud: 31.07.2018

Õhutemperatuur: 4°C.

Muud tingimused: Mõõtetulemuste määramatus 30%, 128Hz

Mõõteolud: Pinnas (varasema pikema perioodi sademed): külmunud ☐ / märg ☐ / niiske X / vähese niiskusesisaldusega ☐Vahetult mõõtmisele eelnenud või mõõtmise ajal esinenud sademed (vihm, lörts, jne): olulised ☐ vähesed ☐ puudusid X
Tulemused:

Mõõtepunkt maanduril	Mõõdetud takistus [Ω]	Parandustegurid			Arvutuslik takistus [Ω]	Märkused
		K _s	K _{1,2,3}	K _s x K _(1,2,3)		
F2 Õhuliin "Küla", M2 maandus	32,7	1,25	1,0	1,25	40,9	Mõõtmine mõõtetangidega

Mõõtmised teostas teimigrupi juht: /nimi; allkiri/, tel.56670260Tellija: Neith Elekter OÜ
Objekt: Parve kinnistul ELV võrgu ümberehitus
Aadress: Pikasilla, Tõrva vald, ValgamaaELEKTROTEHNILISTE KATSETUSTE
ARUANNE nr. L-1/1567

20.12.2019 viidi läbi järgmised elektrotehnilised katsetused:

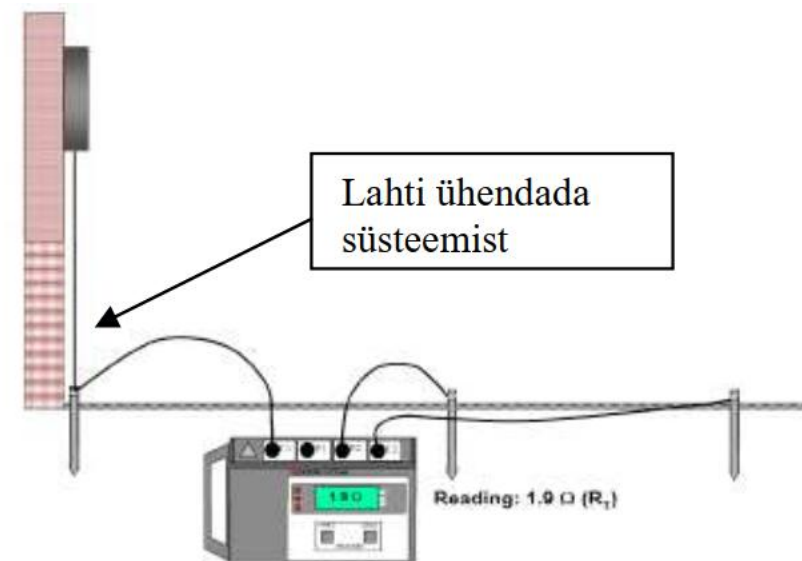
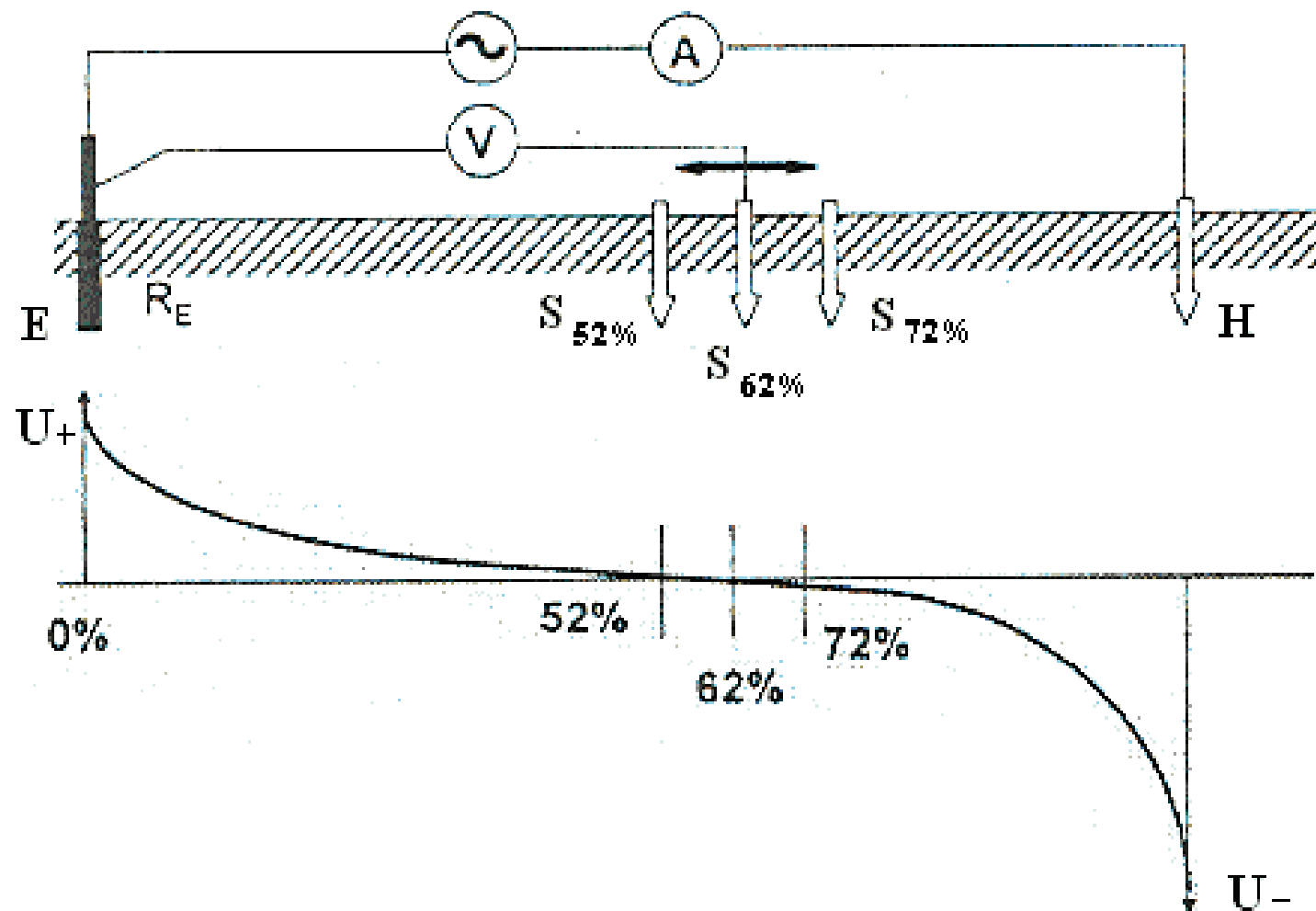
Katsetuse nimetus	Protokolli nr	Lk arv
1. Isolatsioonitakistuse mõõtmine	L-1/1567-1	1
2. Kaitseadme rakendusaja kontrollimine	L-1/1567-2	1
3. Kaitsejuhtide katkematus kontrollimine	L-1/1567-3	1
4. Maandustakistuse määramine	L-1/1567-4	1

Katsetuste käigus ilmnemisele elektripaigaldises järgmised puudused:
Puudusi ei esinenud.

Katselabori vastutav töötaja:

Mõõtmised teostas teimigrupi juht:

Potentsiaalilangu meetod



Näited parandusteguritest vastavalt maanduritüübile ja selle parameetritele

Maanduri tüüp	K_s	K_1	K_2	K_3
Püstelektrood, ülemise otsa sügavus on maapinnast 0,7 m:				
pikkusega 3 m	1,45	1,15	1,00	0,92
pikkusega 5 m	1,25	1,10	1,00	0,95
Rõhtmaandur, paigaldussügavus 0,7 m:				
pikkusega 10 m	3,50	1,70	1,00	0,75
pikkusega 50 m	3,00	1,60	1,00	0,80

KATSEPROTOKOLL NR.84

Kliendi nimi:	Elektri Levi OÜ
Kliendi aadress:	Kadaka tee 83/1, 12915 Tallinn
Katsetuse asukoht:	AJ 5156
	Katsetuse kuupäev: 22.02.2019
Katsetuse liik:	Maandustakistuse mõõtmine
Katseobjekt:	AJ 5156 maandus
Katsemeetod:	JTmI2
Mõõtevahend:	DET 5/4R nr.0897 Järgmine kalibreerimine 8.03.2019
Mõõtevahendi kalibreerimistähtaeg:	
Mõõtmise ajal oli:	Õhutemperatuur - -4 °C K1 ☐ - niiske pinnas , eelnes suur hulk sademeid pinnas - K2 ☐ - keskmise niiskusega pinnas , eelnes normaalne hulk sademeid K3 ☒ - kuiv pinnas, eelnes vähe sademeid
Katsetulemused:	

Seadme nimetus ja mõõtmise koht	Möödetud takistused			Parandustegurid			Arvutuslik takistus	Otsus takistuse vastavuse kohta
	Ω			K ₁	K ₂	K ₃	Ω	
AJ 5156 maandus	0,53	0,54	0,56	1,6	1,4	1,3	0,7	

Skeem elektroodide paigutuse kohta: Mõõteelektroodide suund:

Märkused: Mõõtmised teostatud koos võrguühendustega.

Katseprotokolli kinnitavad:			
Amet	Ees- ja perekonnanimi	Allkiri	
Katsetas: mõtte-ja telmielektrik			
Kontrollis: juhtivspetsialist			
Väljatrüki kuupäev:			22.02.2019

Katseprotokollid kehtivad ainult protokollis mainitud katsetatud objektide kohta.
Katseprotokolle ei tohi paljudada osadena ilma labori kirjaliku loata



Kaitse, -PEN ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematust peab kontrollima:

- a) maandatud seadmete ja nende juhtivate osade vahel,
- b) kaitsejuhi ühenduskohtade, maandatud seadmekere, pistikupesade ja peamaanduslati vahel,





Katkematuse mõõtevool ja takistus

Mõõtevoolu 0,2 A kasutatakse:

- hoonete sisesed paigaldised.

Mõõtevoolu 200 A kasutatakse piirkonnaalajaamades:

- õues olevad seadmed ja portaalid;
- väravad, aiad.

Lubatud takistuse väärtus on kuni 2 Ω .



KATSEPROTOKOLL NR. 85

[illegible]

KATSEPROTOKOLL NR. 260418DV

Kliendi nimi:	Elektrilevi OÜ				
Kliendi aadress:	Kadaka tee 63, 12915 Tallinn				
Katsetuse asukoht:	Loksa aj. Loksa				
	Katse kuupäev: 25.04.2018				
Katsetuse liik:	Maanduskontuuri ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontroll				
Katsemeetod:	DV Power RMO200A juhend, JTml1				
Katseobjekt:	Loksa aj.				
Möötevahend:	DV Power RMO200A, S:13B296A, Metrel MI3101, SN: 11210500				
Möötevahendi kalibreerimistähtaeg:	12.12.2019, 19.12.2020				
Mõõtmise ajal oli temperatuur:	8 °C				
Katsetulemused:					
Seade, mille suhtes mõõdeti	Kontrollitava seadme element	Katse aeg, s	Mööte-vool, mA	Takistus, mΩ	Mööte-punkt
trafo C1T maandusjuht	10VT1 portaal	3	200000	3.05	1
	PML 10 kV kaablikeldris	3	200000	2.745	2
	KKP1+ OT1	3	200000	5.856	3
	PML Juhtimisruumis	3	200000	3.571	4
	10 kV JS 3.s hoone	3	200000	3.354	5
	10LA portaal	3	200000	3.946	6
	10V2 portaal	3	200000	3.231	7
	C2T 10 kV klemmkapp	3	200000	3.461	8
PML juhtimisruumis	JR trepp		200	<100	9
	JR välisuks		200	<100	10
	01.ACB kilp		200	<100	11
	DC keskus		200	<100	12
	JR ja 10kV JS vah.uks		200	<100	13
	10 kV JS 1.s		200	<100	14
	10 kV JS 2.s		200	<100	15
PML 10 kV kaablikeldris	kaablikeldri uks trepi all		200	<100	16
	kaabliredel keldris 1.s		200	<100	17
	kaabliredel keldris 2.s		200	<100	18
	kaabliredel keldri lõuna seinas		200	<100	19
	kaablikeldri uks põhja seinas		200	<100	20
	KKP1+ OT1 ruumi uks		200	<100	21
	tühja ruumi (KKP1 kõrval) uks		200	<100	22
10 kV JS 3.s maandusjuht	OT6		200	<100	23
	piksemast OT6 kõrval		200	<100	24
Märkused:					
Katseprotokolli kinnitavad:					
	Amet	Ees- ja perekonnanimi	Allkiri		
Katsetas:	Insener				
Kontrollis:	Osakonnajuhataja				
Väljatrüki kuupäev:			26.04.2018		
Katseprotokollid kehtivad ainult protokollis mainitud katsetatud objektide kohta					
Katseprotokolle ei tohi paljundada osadena ilma labori kirjaliku loata					

KATSEPROTOKOLL NR. 300418DV

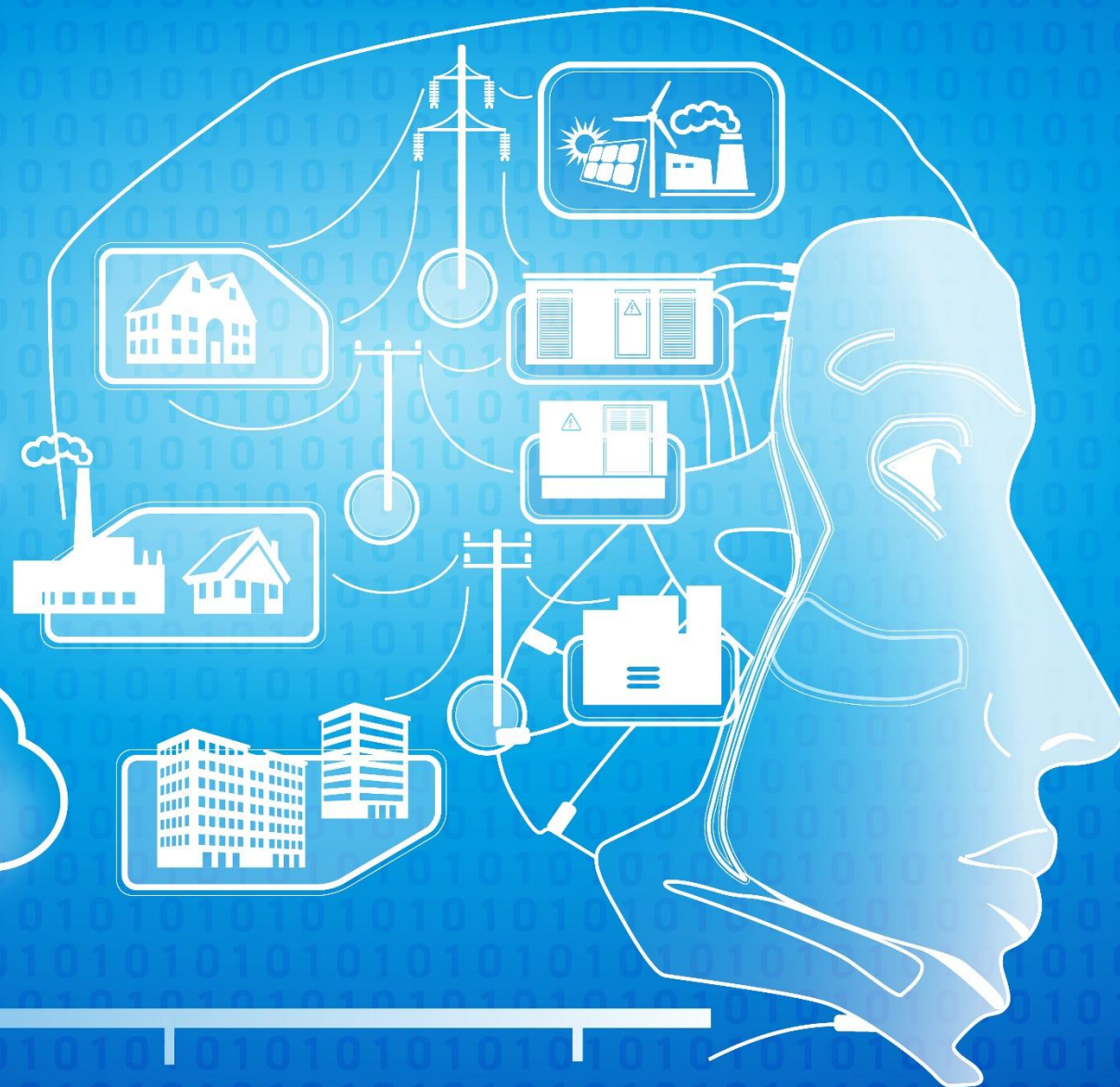
Kliendi nimi:	Elektrilevi OÜ				
Kliendi aadress:	Kadaka tee 63, 12915 Tallinn				
Katsetuse asukoht:	Raasiku aj. Harjumaa				
	Katse kuupäev: 27.04.2018				
Katsetuse liik:	Maanduskontuuri ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontroll				
Katsemeetod:	DV Power RMO200A juhend, JTml1				
Katseobjekt:	Raasiku 110/10 kV aj.				
Möötevahend:	DV Power RMO200A, S:13B296A, Metrel MI3101, SN: 11210500				
Möötevahendi kalibreerimistähtaeg:	12.12.2019, 19.12.2020				
Mõõtmise ajal oli temperatuur:	7 °C				
Katsetulemused:					
Seade, mille suhtes mõõdeti	Kontrollitava seadme element	Katse aeg, s	Mööte-vool, mA	Takistus, mΩ	Mööte-punkt
trafo C1T maandusjuht	ML11034	3	200000	3.185	1
	OT1 portaal	3	200000	5.846	2
	C1T 10 kV VL portaal	3	200000	4.482	3
	10 kV JS	3	200000	5.432	4
	ML11044	3	200000	9.059	5
	OT2 portaal	3	200000	7.487	6
	C2T 10 kV VL portaal	3	200000	7.457	7
	Peavärv	3	200000	32.77	8
	PML juhtimisruumis	3	200000	6.778	9
	PML OT4 ruumis	3	200000	6.951	10
	Piksemast JH taga	3	200000	9.662	11
Juhtimisruumi PML	AC keskus		200	<100	12
	RTU kilp		200	<100	13
	Kaabliredel JR		200	<100	14
	JR uks		200	<100	15
	OT4 ruumi uks		200	<100	16
	OT4		200	<100	17
	KKP2		200	<100	18
	ACJK kilp		200	<100	19
	WC uks		200	<100	20
					21
					22
					23
					24
Märkused:					
Katseprotokolli kinnitavad:					
	Amet	Ees- ja perekonnanimi	Allkiri		
Katsetas:	Insener				
Kontrollis:	Osakonnajuhataja				
Väljatrüki kuupäev:			30.04.2018		
Katseprotokollid kehtivad ainult protokollis mainitud katsetatud objektide kohta					
Katseprotokolle ei tohi paljundada osadena ilma labori kirjaliku loata					



ELEKTRIVÕRK – EESTI SUURIM ROBOT

Sekundis
1 500 pingete ja
voolude
mõõtmist

Ööpäevas
15 mln
tunnipõhist
tarbimiskogust



1985

Esimene automatiseeritud juhtimissüsteem
ja **esimene** kaugjuhitav alajaam

1989

100 kaugjuhitavat alajaama

2011

900 kaugjuhitavat alajaama
11 000 kaugloetavat arvestit

2019

2500 kaugjuhitavat alajaama
650 000 kaugloetavat arvestit



TÄNAN!

Kaido.Kiil@elektrilevi.ee

