



Nikita Fjodorov

6KV LAHTRI RENOVEERIMINE VKG ENERGIA OÜ OMATARBE JAOTLAS

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Elektritehnika õppekava

Juhendaja: Jaanus Ojangu

Tallinn 2021

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina,

Nikita Fjodorov,

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja (nimi, allkiri)

Jaanus Ojangu (allkiri ja allkirjastamise kuupäev on digiallkirjas)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Nikita Fjodorov

(*autori nimi*)

sünnikuupäev: 09.02.1998

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose 6kv lahtri renoveerimine VKG Energia OÜ omatarbe jaotlas

(*lõputöö pealkiri*)

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas, allkirjastatud digitaalselt.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. ETTEVÕTTE TUTVUSTUS	6
2. OBJEKTI TUTVUSTUS	8
2.1 Õlivõimsuslüliti	10
2.1.1 Võimsuslüliti BMΓ-133 konstruktsioon	10
2.1.2 Võimsuslüliti BMΓ-133 sisse- ja väljalülitamine	11
2.1.3 Kaare kustutamine	12
2.2 Vana kaabel	13
2.3 Relee kaitse	16
2.4 Voolutrafod	17
2.4.1 Nulljärjestusega voolutrafo	18
3. KASUTATAVAD SEADMED	20
3.1 Vaakumvõimsuslüliti seeriast BB/TEL	21
3.2 Kaabel	25
3.2.1 Juhtmete ja kaablite ristlõike valik	26
3.2.2 AXALJ –TT kaabel	28
3.3 Uus releekaitse terminal	30
3.4 Uued voolutrafod	32
3.4.1 Nulljärjestuse voolutrafo	33
KOKKUVÕTE	35
SUMMARY	36
KASUTATUD ALLIKAD	37
LISAD	39

SISSEJUHATUS

Selle lõputöö teemaks on valitud 6kV lahtri renoveerimine VKG Energia OÜ omatarbe jaotlas. VKG Energia OÜ on kontserni Viru Keemia Grupp AS tütarettevõtte mis asutati 2004. aastal Kohtla-Järve elektrijaama ja soojusvõrkude baasil.

Eesmärk on valida sobivad seaded ehk kontrollida nende sobivust. See hõlmab: õlivõimsuslülitide vahetamist vaakumvõimsuslülitidele, kaabli kontrollimist ja vajadusel vahetamist, releekaitse vahetamist releekaitse terminalile. See teema on seotud omandatava erialaga ja ma saan kasutada õppeajal saadud teadmisi. Ma töötasin VKG Energia OÜ-s mitu aastat ja mulle pakuti selline diplomitöö teema, sest neil on vaja tegeleda sellega, millest ma kirjutan oma lõputöös. Tähendab, et minu lõputöö omab praktilist väärtust. See, millega ma tegelen, tuleb minu ja minu ettevõtte jaoks tulevikus kasuks ning protsessi käigus ma saan kasulikke kogemusi.

Elektrienergia on üks laiemalt tarbitavaid energiavormi ja suur osa erinevatest allikatest saadatud energia muundatakse elektrienergiaks. Päikeseenergia, geotermaalenergia, tuuleenergia, hüdroenergia, tuumaenergia ja fossiilkütused, mis põletatakse, muundatakse elektrienergiaks.

OTJS on omatarbe jaotusseade, mis on ettenähtud elektroenergia saamiseks, muundamiseks ja jaotamiseks kolmefaasilise vahelduvvoolu keskpingega, sagedusega 50 Hz. Omatarbe jaotusseadet kasutatakse tööstusettevõtetes, SEJ – soojus elektrijaamades, alajaamades, naftagaaside tööstuse objektidel ja mujal. **OTJS** võivad olla tehtud ühepoolse kui ka kahepoolse hooldusega, ja veel toodetud väljavõetavate plokkidega kapi baasil. [1]

Lahtris on asutatud vana õlivõimsuslüliti BMΓ-133. Nende tootmist alustati 1954. a. ehk see seade on umbes 67 a vana. Seaded on moraalselt ja füüsiliselt vananenud. See lahter on vaja renoveerida, sest kõik, mis seal asub, vajab kontrollimist, plaanilist remonti ja võivad tekkida rikked. Elektrienergia peab olema kvaliteetne ja katkematu. Mõnikord see võimsuslüliti võib mitte lülitada sisse ehk vajadusel, kui ta peab olema sisse lülitatud, ta teeb seda alles kolmandal või neljandal korral. Paakidest tilgub õli ja sellest tuleneb vajadus tihti kontrollida nõutud õli taset paakides ja natuke kruvida sissepoole paakide kõrge. Aga veel on vaja kontrollida võimsuslüliti ülemineku takistus. VKG Energia OÜ nõuab, et selle jõulüliti tüüpi ülemineku takistus oleks mitte rohkem

kui $50\ \mu\Omega$. Kui ta ületab seda väärtust, siis on vaja teha hooldust sellele lülitile. See hõlmab paaki, milles see väärtus on suurem kui vaja, lahti tegemine, puhastamine ja vajadusel varuosade vahetamine. Kui see on tehtud tema pannakse tagasi ja ülemineku takistus kontrollitakse veel üks kord ja seda tehakse kuni sobiva väärtuse saamiseni.

Selle töö tulemusena peab olema tehtud seadmete ja kaabli valik, arvestades VKG Energia OÜ juhatamise soovitusi, mis pakutakse juhatusele otsuste vastu võtmiseks. Kui otsus on positiivne, siis tehakse renovatsioon kasutades selles töös valitud seadmed ja kaablit.

1. ETTEVÕTTE TUTVUSTUS

Viru Keemia Grupp on erakapitalil põhinev Eesti suurtööstusettevõtte, mille peamised tegevusalad on põlevkivi kaevandamine, põlevkiviõli, soojus- ja elektrienergia koostootmine ning peenkeemia toodete valmistamine ja turustamine. Nende missiooniks on väärtustada Eesti põhilist maavara – põlevkivi. [2]

- VKG Energia on tööstusenergiaettevõtte, mille peamine eesmärk on tagada piirkonna soojavarustus ning toota elektrit nii VKG enda kui naaberettevõtete tarbeks.
- VKG Kaevandused OÜ peamiseks tegevusalaks on põlevkivi kaevandamine ja tarnimine ning ümbertöötlemise eest vastutab kontsernis VKG Oil AS.
- VKG Soojus tegeleb soojajaotuse ja müügiteenuse pakkumisega;
- VKG Elektrivõrgud on elektrijaotusettevõtte, kelle põhitegevuseks on elektrienergia võrguteenuste osutamine ja elektrienergia müük;
- VKG Transport on kontserni transpordiettevõtte, mis osutab kontserni sisest autoteenust ja rahvusvahelist raudteetranspordi logistikateenuseid;
- Viru RMT osutab teenust remondi- ja montaaživaldkondades. Alates 2017.a. tegeleb ettevõtte elektrivõrkude projekteerimis-, ehitus- ja remonditöödega;

VKG Energia OÜ on kontserni Viru Keemia Grupp AS tütarettevõtte. Ta on suuruselt teine elektritootmisettevõtte Eestis. Ettevõtte asutati 2004. aastal Kohtla-Järve elektrijaama ja soojusvõrkude baasil. VKG Energia OÜ annab tööd 99 inimestele. [2]

VKG Energia oli Eesti esimene ettevõtte, kus hakati kasutama väävlis suitsugaase puhastavat seadet. Täna töötab ettevõttes kolmt väävlipüüdurit. [2]

Põhja soojuselektrijaam (Põhja SEJ)

VKG Energia soojuse ja elektrienergia koostootmisjaamas on paigaldatud kuus katelt kogu soojusvõimsusega 379 MW ning elektrienergia tootmiseks viis turbiini koguvõimsusega 87 MW. [2]

Energia tootmiseks kasutame põlevkivigaasi ja põlevkiviõli tootmisprotsessis eralduvat soojust, mis võimaldab pakkuda auru või soojusenergiat soodsamalt võrreldes maagaasist toodetud

energiaga. Elektrienergiat toodetakse sõltuvalt turbiini tüübist kas koostootmis- või kondensatsioonirežiimis. Põhja SEJ on liitunud Eleringi võrguga pingel 110 kV. [2]

Aastast 2011 on VKG Energia Põhjamaade elektribörsi Nord Pool liige. Ettevõtte müüb elektrienergiat suurtarbijatele. [2]

Tootmisprotsess muudab õlitootmise jääenergia auruks ning seejärel vastavalt vajadusele elektrienergiaks ja soojusenergiaks. Soojusenergia suunatakse VKG Soojusesse. [2]

VKG Energia soojuslik koguvõimsus on 400 MW. Ettevõtte elektriline tootmisvõimsus on 68 MW ja peale turboagregaadi nr 1 töösse võtmist (august 2015) ulatub elektriline võimsus 95 MW-ni. Uue 27 MW turbiini ehitus lubab efektiivsemalt korraldada elektrienergia tootmist kondensatsiooni režiimis. Põhja SEJ on liitunud Eleringi võrguga pingel 110 kV. [2]

VKG Energia peamiseks tegevusalaks on energeetika, kus tegevusvaldkonnad on järgmised [2]:

- Elektrienergia tootmine;
- Elektrienergia ost ja müük suurtarbijatele, rohkem kui 1 GWh;
- Soojusenergia tootmine;
- Tööstusettevõtete varustamine tööstusliku auruga.

Pildil 1 on nähtav VKG Energia OÜ ja tema taga on VKG Oil AS.



Pilt 1. VKG Energia OÜ soojuselektriijaam. [2]

2. OBJEKTI TUTVUSTUS

Selle töö objekt on kõrgepingeline (6kV) lahtri VKG Energia OÜ omatarbe jaotlas. Seda on vaja renoveerida ehk uuendada. See tähendab, et seal olevad seadmed ja konstruktsioonid vajadusel demonteeritakse ja nende asemel pannakse uued. Allpool Pildil 2, on nähtav lahtri praegune seisund. Pildil on õlivõimsuslüliti, 2 voolu trafot, nulljärjestusega voolu trafo, kaablid ja latid.



Pilt 2. Lahtri ülevaade

Sellest lahtrist tuleb toide mootorile Siemens 1LA4354-6AN60-Z, mida kasutatakse suitsuimeja ventilaatori käitamiseks. Ta töötab ventilaatori režiimis ja selle pärast käivitusvool langeb 10 sekundit. Liini pikkus on 70 meetrit ja asub ta õhus. Mootori põhiandmed on toodud tabelis 1. [3]

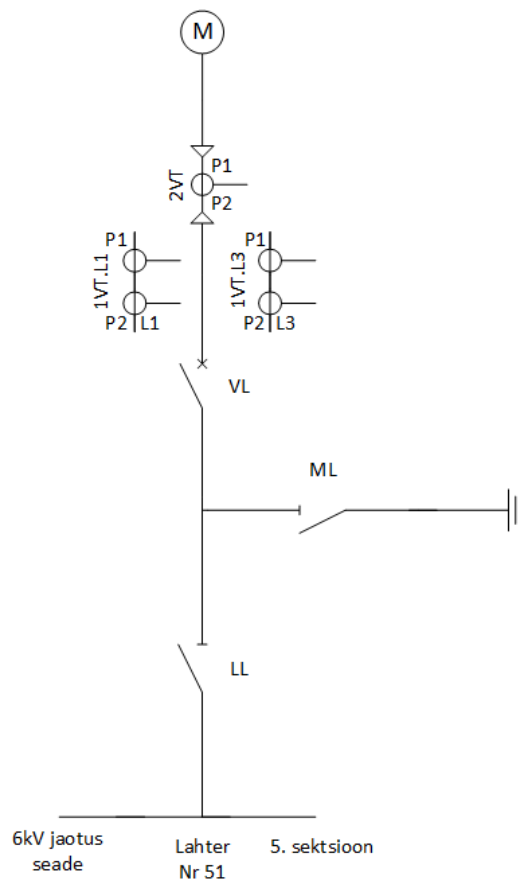
Joonisel 1 on lahtri elektriskeem.

Tabel 1. Mootori Siemens 1LA4354-6AN60-Z põhiandmed [3]

Võimsus, kW	Kiirus, rpm	Võimsus tegur koormusega 4/4, %	Võimsus tegur koormusega 3/4, %	Cosφ	Vool, A	Käivitusvool, In*x
425	990	95,8	95,9	0,82	52	5,5

Mootori käivitus vool arvutame kasutades andmed, mis on tabelis 1 :

$$52 * 5,5 = 286 \text{ A}$$



Joonis 1. Lahtri elektriskeem

2.1 Õlivõimsuslüliti

Lahtris on asutatud vana võimsuslüliti BMΓ-133, mille tootmist alustati 1954. aastal. Väljalülituskambrid vähese õliga paagid ehk BMΓ-133 on vähemahulist tüüpi ja neid toodeti järgmistest teostuses:

- BMΓ-133-I pingega kuni 10kV, 400A,
- BMΓ-133-II pingega kuni 10kV, 600A, 350 MVA;
- BMΓ-133-III pingega kuni 10kV, 1000A, 350 MVA.

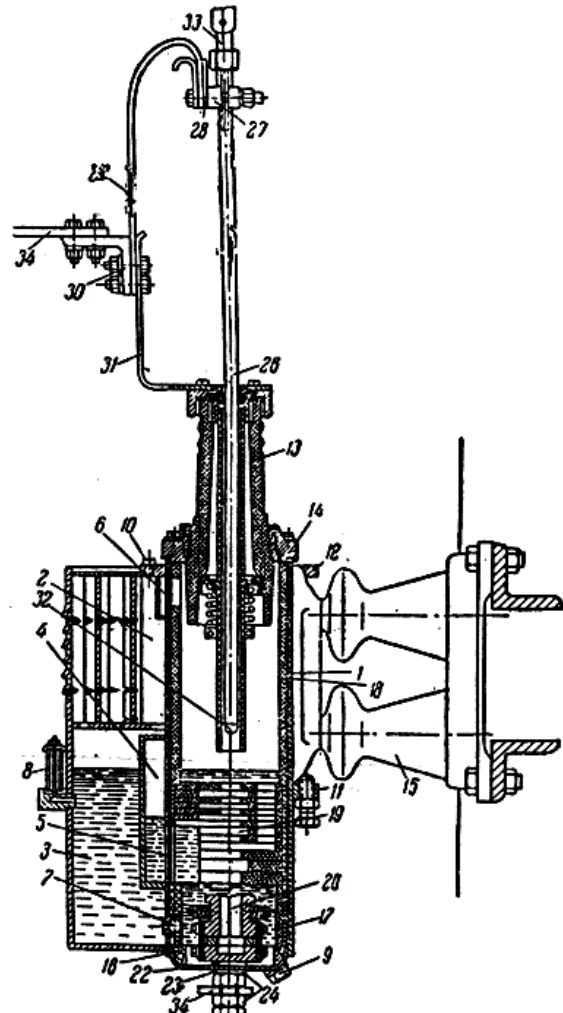
Juhtimine võimsuslülititega BMΓ-133 võib teostada vedru ajamiga tüüpi ППМ-10, ПП-67, elektromagnetilise ajamiga tüüpi ПЭ-11, käsiajamiga tüüpi ПРБА. [4]

2.1.1 Võimsuslüliti BMΓ-133 konstruktsioon

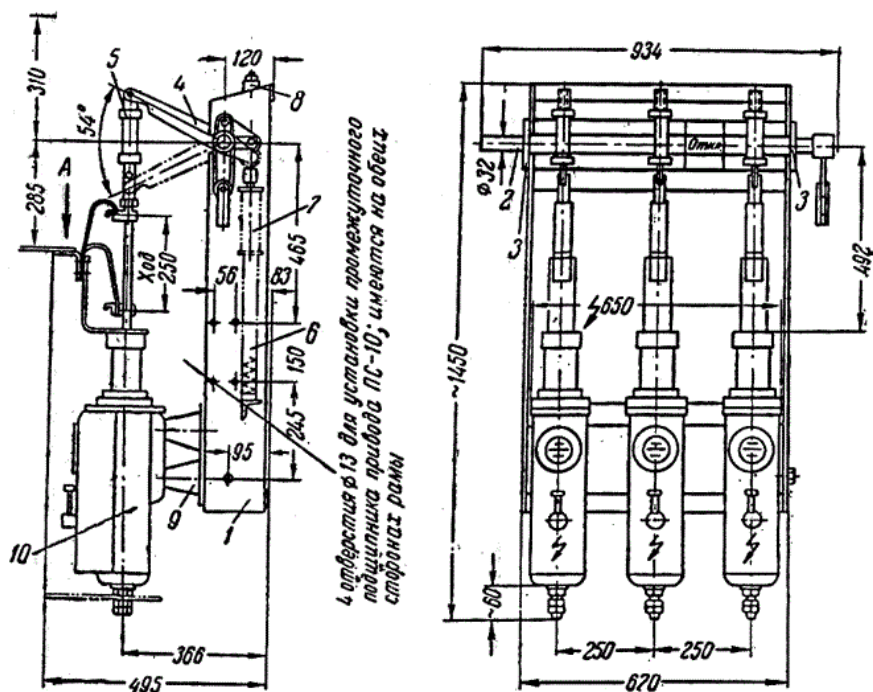
Võimsuslüliti kujutab endast kolme pooluselise kinnist keevitust raamil.

Võimsuslüliti BMΓ-133 pooluse põhiosadena on metallist keevitus silinder. Silinder varustatud õlieraldiga ja lisareservuaariga. Põhisilindris on paigaldatud alumine bakeliitsilinder, kaarekustutuskamber ja ülemine bakeliitsilinder. Põhisilinder on kinni flanšiga koos läbikäidava isolaatoriga, põhisilindri põhjas paigaldatud mitteliikuv pistikupesakontakt (pistikupesa). Läbi silindri läbikäidava isolaatori läheb liikuv voolujuhtiv kärn. Silindri põhjal on asutatud õli väljalaskepolet. [4]

Raami pealepoolesse vahele jäänud völli Ø32 mm koos keevitatud sellele kolm kaheõlgse hoovaga. Völli väljatoodud raami mõlemal pool hoova paigaldamise jaoks. [4]



Joonis 2. Võimsuslüliti BMΓ-133 [4]



Joonis 3. Võimsuslüliti BMF-133 [4]

2.1.2 Võimsuslüliti BMF-133 sisse- ja väljalülitamine

Võimsuslüliti lülitatakse sisse võlli keerates. Sellisel juhul liiguvad kangide pikad hoovad allapoole ja kontaktvardad sisenevad silindri põhja paigaldatud pistikupesa kontaktidesse. Pistikupesa kontakt koosneb kuuest segmendist, mis surutakse vedrude abil keskele vastu. Kui silindrikujuline liikuv kontaktvarras siseneb pistikupesakontakti auku, surub see segmenti ja surub vedrud kokku. Vool voolab läbi kontakti painduva ühenduse - kontaktvarda – kontakti kärni – poldi kontakti silindri põhja alla.

Võimsuslüliti väljalülitamine toimub kahe vedru mõju all, mis töötavad venitusele. Vedrud on kinnitatud kahe välimise hoova lühikeste õlgade külge. Kui ajami riiv on lahti ühendatud, pöörlevad vedrud hoobasid koos võimsuslüliti võlliga umbes 52° nurga all, kangide pikad õlad liiguvad üles ja kontaktvardad väljuvad pistikupesade kontaktidest. Tekkiv kaar kustutatakse silindri kaarekustutuskambris. Löökide pehmendamiseks lüliti sisselülitamisel ja vajaliku kiiruse loomiseks hetkel, mil kontaktvarda lüliti välja lülitamisel pistikupesast väljub, on raami ülaosale paigaldatud vedrupuhver, mille peale, sisselülitatud asendis toetub keskmise kangi lühikese õla

ots puhvervedru kokku surudes. Lüliti raami ülemise lüli külge on kinnitatud vedrupuhver. Löökide pehmendamiseks võimsuslüliti väljalülitamisel paigaldatud trafoõliga täidetud õlipuhver, mille ülemine tase peab olema kolvist 10 mm kõrgem. [4]

2.1.3 Kaare kustutamine

Kaarekustutusprotsess toimub järgmiselt. Kui voolu kandev varras väljub pistikupesakontaktidest, on elektriühendusavatud ja kambri kontaktide vahel tekib kaar. Kaaretemperatuuri mõjul tekitab õli gaase ja õliaure. Väljalülitamise alguses, kui puhumiskanalid on ikka varrastega suletud, suruvad gaasid kokku terasilindrisse kinni jäänud õhu. Liikuva voolu kandva varda vähima liikumise korral avatakse kambri löökanalid järjestikku.

Gaasirõhu all sööstab kambrialusest ruumist tulev õli puhumiskanalitesse ja elektrikaart ületades kustutab selle. Taskusid kasutatakse kaare kustutamiseks väikeste voolude avamisel, kui kambrieelses ruumis tekkivast rõhust ei piisa kanalites põiki lööklaine tekitamiseks. Sel juhul tõmmatakse kaar kambri keskavasse ja selles olev õli muutub gaasiliseks olekuks. Pärast seda, kui liikuv kontakt lahkub kambri keskosast, tekitab taskutes olev gaas täiendava pikisuunalise plahvatuse, mis tagab kaare kustutamise. [4]

2.2 Vana kaabel

Praegu on kasutuses vana kaabel ACБ 3x35 mille eluiga on 30 aastat, aga ta on olnud töös juba rohkem kui 40 aastat. See on jõukaabel broneeritud lintidega, alumiinium soontega, paberisolatsiooniga, plii kestaga, väliskest on bituumenist ja lõngast. Kaabli nominaal pingeline on 10kV, sel on kolm soont ja ristlõikepindala on 35mm². Joonisel 4 on näidatud ACБ 3x35 kaabli ehitus. [5]

ACБ 3x35 tähendab [5]:

A – alumiinium voolujuhiv soon

C – plii ümbris

Б – tsingitud terasribadest soomus

3 – kolme soonega

35 – soonte ristlõikepindala (mm²).

See kaabel vastab järgmistele standarditele [5]:

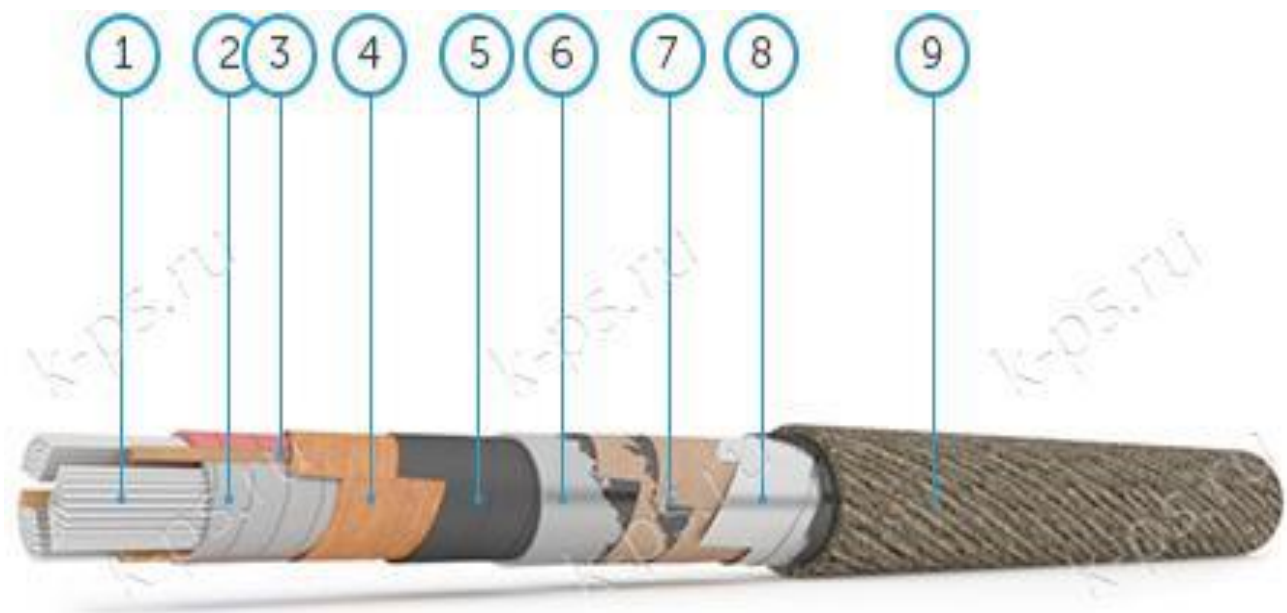
1. ГОСТ 18410-73 – ta vastab МЭК 55-1-78, МЭК 55-2-81
2. ГОСТ 22483-2012 – ta vastab IEC 60228:2004
3. ГОСТ 24641-81 – ta vastab СТ СЭВ 1101-78, СТ СЭВ 3465-81
4. ГОСТ 7006-72 – ta vastab МЭК 229-82
5. ГОСТ 15150-69 – ta vastab МЭК 721-2-1:1982, МЭК 68-1:1988

Kaabli ACБ 3x35 elektrilised karakteriistikud on tabelis 2. [5]

Tabel 2. ACБ 3x35 elektrilised andmed [5]

Elektrilised andmed	ACБ 3x35
Induktiivtakistus, Ω/km	0,095
Aktiivtakistus, Ω/km	0,89
Lubatud koormusvoolud õhus, A	106
Lubatud koormusvoolud pinnases, A	110

Meie juhul mootori vool on 52 A, mis on antud tabelis 1. See kaabel mootorile sobis sest tema lubatud koormusvool on 106 A.



Joonis 4. ACB 3x35 kaabli ehitus [5]

1. Kolm alumiiniumjuhti ristlõikega 35 mm²

- soonte diameeter (min.-maks.) – 6,1-6,7 mm
- soonte 1 km elektritakistus temperatuuril 20 ° C – 0,868 Oom
- alumiiniumi kaal soonte 1 meetril – 0,092 kg

2. Faasiline paberi isolatsioon, mis on immutatud viskoosse isoleeriva immutusühendiga

3. Paberižgutist täitmine

4. Võõndiline paberi isolatsioon, immutatud viskoosse isoleeriva immutusühendiga

5. Ekraan voolujuhtivast paberist

6. Pliikest

7. Padi:

- bituumenkoostis või bituumen;
- krepp-paber või kaabli immutatud paber;

- bituumenkoostis või bituumen;
- krepp-paber või kaabli immutatud paber;
- bituumenkoostis või bituumen.

8. Tsingitud terasribadest soomus

- ribade nominaal paksus 0,5 mm
- on lubatud kasutada soomuse tsingitud terasribasid nimipaksusega 0,3 mm soomuskaablite jaoks, mille arvutuslik läbimõõt on soomuse all kuni 45 mm kaasa arvatud.

9. Väliskate:

- bituumenkoostis või bituumen, või viskoosne liimikoostis;
- immutatud kaablilõng või hakitud klaaskiust lõng;
- bituumenkoostis või bituumen, või viskoosne liimikoostis;
- kate, mis kaitseb kaablit keerdude kleepumise eest.

Väliskatte paksus 2 mm

2.3 Relee kaitse

Lahtri teisel poolel on asetatud releed ja ajam mis lülitab võimsuslüliti sisse või välja. Veel asub seal arvesti, aga me sed ei asenda.

Mootoril on järgmised kaitsed:

- Maksimaalne kaitse – teostatud kahe releega PT-40/50
- Voolulõige – teostatud kahe releega PT-40/200

Signaalid lähevad läbi aegrelee ЭВ-133 У4, vaherelee ПП-23 ja kaks indikaatorrelee РУ-21. Pildil 3 on näidatud kuidas kõik see näeb välja.



Pilt 3. Lahtri seisund teisel poolel

2.4 Voolutrafod

Mõõtetrafosid kasutatakse vahelduvvooluseadmetes voolu ja pinge suuruse mõõtmiseks ja automaatikaseadmetele talutavatesse suurustesse teisendamiseks ning mõõteriistade, kaitse- ja automaatika relee, juhtimisseadmete, häirete jms mähiste toitmiseks. Mõõtetrafod jaotakse voolutrafodeks ja pingetrafodeks.

Pingetrafode kasutamine võimaldab kõrgepinge mõõtmiseks kasutada standardseid mõõtevahendeid, laiendades nende mõõtepiire; pingetrafode kaudu ühendatud releemähistel võib olla ka standardversioone. Lisaks, pingetrafo isoleerib (eraldab) mõõteriistad ja releed kõrgepingest, tagades nii nende hoolduse ohutuse. [6]

Voolutrafosid eristatakse: mähiselised; läbivad mitme pöördega; läbivad ühe pöördega; läbivad lattilised jne.

Mõnda tüüpi voolutrafod valmistatakse kahe südamikuga. Voolutrafosid toodetakse järgmistes täpsusklassides: 0,5; 1; 3; 10. Voolutrafodel universaalsele kasutamisele nominaalsekundaarvoolutugevus on 5 A. Mõnedes voolutrafodes on releekaitseks mõeldud südamikud - diferentsiaal ja maandus - tähistatud vastavalt tähtedega. Voolutrafod valitakse vastavalt paigaldise nimipingele, kus nad peavad olema pailgadatud, vastavalt nimivoolule, sekundaarmähise nimivõimsusele, teisenduskoefitsiendile ja täpsusklassile. Voolutrafo töötamiseks valitud täpsusklassis on vaja see laadida sekundaarses vooluahelas olevate seadmetega ja juhtmetega täpsusklassile vastava võimsuseni. Valitud voolutrafo kontrollitakse lühiserežiimile. [7]

Lahtris on olemas kaks tavalist voolutrafot ja üks nulljärjestusega voolutrafo.

Selle lõputöö objektina lahtris olevad voolutrafod on ТПФМ-10. Arv "10" tema nimes on täpsusklassi ja teised tähised: [7]

- T – voolutrafo
- II – läbiva tüüpi
- Φ – portselanist isolatsiooniga
- M – moderniseeritud.

2.4.1 Nulljärjestusega voolutrafo

Mõnikord võib elektripaigaldistes tekkida isolatsiooni purunemine, mis põhjustab voolu lekkimist. Selliste voolulekete kontrollimiseks loodi spetsiaalne seade - nulljärjestusega voolutrafo, mis on leidnud rakendust ka kaitse väljalülitamise seadmel. Need trafod tuvastavad neutraalasendis tasakaalustamatuse või nulljärjestuse voolud. Kui üks faasidest on suletud, fikseeritakse lubatud väärtust ületavad faasivoolud kokku, mille järel kogu vooluahel õigeaegselt lahti ühendatakse. [8]

Elektrivõrkudes, mille pinge on 6 kuni 35 kV, on nulljärjestusega voolud tavaliselt seotud ühefaasiliste maandustele lühistega. Need voolud võivad ilmned ka tavapärase töö ajal, jõudes oluliste väärtusteni. See toob kaasa maandusvigastust kontrollivate seadmete vale rakenduse. [8]

Kolmefaasilised vahelduva pingega võrgud võivad töötada erinevates režiimides, kaasa arvatud asümmeetrilised. Selliste režiimide arvutamiseks kasutatakse sümmeetriliste komponentide meetodit, milles faasivoolud ja pinged esitatakse summana, mis sisaldab nii otsesuunalist, tagasisuunalist kui ka nulljärjestust.

Automaat- ja releekaitseskeemides kasutatakse kõige sagedamini otsest ja nulljärjestust. Otsene järjestus koosneb sinusoidaalsetest vooludest ja pingetest, mille suurus on kõigis kolmes faasis võrdne. Nende nurk on 120 kraadi ja maksimaalsed väärtused saavutatakse järjekorras - A, B ja C. Nulljärjestuse komponentidel on sama suurusjärk ka kõigis kolmes faasis, kuid neil ei ole nurganihet. [8]

Kui sümmeetriline töö on seatud, peaks faasivooludes ja pingetes olema ainult otsene järjestus. Aga kui salvestatakse märgatav nulljärjestuse ilmnemine, näitab see hädaolukorra tekkimist võrgus, mis nõuab mingite osade kohustuslikku väljalülitamist. [8]

Nulljärjestusega trafod liigitatakse ka voolumõõteseadmeteks. Need erinevad muud tüüpi mõõtetrafodest eesmärgi ja tööpõhimõtte poolest. Nende seadmete peamine ülesanne on registreerida voolu leke või faasi puudumine kolmefaasiliste kaablite lühise korral. Kui selliste kaablite soontes tekib voolude asümmeetria, põhjustab see sekundaarmähise väljundis tasakaalustamatuse signaali ilmnemist. Edasi läheb see signaal juhtimisseadmesse, mille abil kahjustatud kaabli toide välja lülitatakse. Nulljärjestuse voolutrafode ühendamise ei toimu igale faasile. Ta ühendub korraga kõigi kaabli soontega. [8]

Seega põhineb nende seadmete tööpõhimõtte signaali eraldamisel nulljärjestuse voolude teisendamise kaudu ühefaasilistes lühistes. Neid kasutatakse võrkudes isoleeritud neutraaliga ja releekaitse skeemides. Tänu standardiseeritud teisendussuhte, mida saab sekundaarmähises ümber lülitada, on võimalik kaitserelle efektiivne ja täpne seadistamine. [8]

Tootjad toodavad trafosid erinevates modifikatsioonides. Peamised tehnilised omadused on nimipinge ja sagedus, muundumiskoeffitsient, üheminutiline katsepinge, ühesekundiline sekundaarmähise termiline talumisvool. [8]

Praegust nulljärjestusega voolutrafot lahtris ei saa tuvastada, sest tema peal ei ole mingit infosilti. Võib olla tema primaarvool on 60 A ja sekundaar on 1 A. See vahetatakse välja kui alustatakse lahtri renoveerimist.

3. KASUTATAVAD SEADMED

VKG Energia OÜ soovib, et võimsuslülitina renoveerimisel kasutatakse Tavrida Electric toodet. Selline soov on, sest VKG Energia OÜ juba kasutab Tavrida Electric tooteid ja on väga rahul nende toodetega. Nende hind ei ole kõrge, aga kvaliteet on kõrge ja selle pärast nad soovivad kasutada nende tooted edasi. Töötajad juba tunnevad ja oskavad töötada nii võimsuslülititega lahtris kui ka vaakumiga isoleeritud jaotusseadme paneelidega mida toodab Tavrida Electric. Siin kirjeldatud töö variandina võib pakkuda vaakumvõimsuslülitit seeriast BB/TEL, mida toodab Tavrida Electric.

Tavrida Electric on kontsern, mis on spetsialiseerunud keskpinge (MV) elektrivõrkudes sise- ja välistingimustes kasutatavate uuenduslike jaotusseadmete väljatöötamisele ja valmistamisele. Tavrida Electric viib läbi ulatuslikke uuringuid uute lülitus- ja juhtimistehnoloogiate väljatöötamiseks, keskendudes peamiselt klientide probleemide lahendamisele, millele praegused turul olevad tooted ei vasta. [9]

Vaakumseadmete tehnoloogia teerajajana alustas Tavrida Electric oma teenuseid 1990. aastatel ja koos hiljutise 25. aastapäeva tähistamisega on sellest kasvanud üle 80 riigi ülemaailmne tööstusliider. Tavrida Electricus on üle 3000 töötaja, kelle aastane müük on üle 40 000 komplekti vaakumkaitselülitite ja 5000 komplekti taaslülitite, olles sellega üks kolmest vaakumjaotusseadmete tootjast maailmas. [9]

AS Tavrida Electric Export asutati 2003. aastal Tallinnas ja Tavrida Electric on esindatud Põhja-, Kesk- ja Ida-Euroopas; Lähis-Ida; Põhja- ja Ida-Aafrika; Mongoolias; Vietnami; Usbekistanis ja tema tütarettevõtted asuvad Venemaal, Rumeenias, Poolas, Leedus, Egiptuses ja AÜE-s. [9]

Globaalse vooluahela kaitseseadmete tarnijana, Tavrida Electric, pakub kergeid, kompaktseid tooteid, mis on kasutajasõbralikud, väga usaldusväärsed ja praktiliselt hooldusvabad. [9]

3.1 Vaakumvõimsuslüliti seeriast BB/TEL

Vaakumvõimsuslüliti seeriast BB/TEL

Vaakumvõimsuslülid BB/TEL on ette nähtud tööks täielikes jaotusseadmetes ja ühesuunalise teenuse statsionaarsetes kambrites sise- ja välispaigalduses pingeklassis kuni 20 kV kolmefaasilise vahelduvvoolu 50 Hz süsteemile koos isoleeritud ja maandatud neutraaliga. [10]

Kaitselüliti disain põhineb järk-järgulisest magnetlukuga elektromagneetilist ajamist, mehaaniliselt seotud tavalisest, mitte kantava koormusega sünkronisaatori võllist. Paralleelselt ühendatud mähised elektromagnetilist ajamist kaitselüliti faasid käskude täitmisel on ühendatud eelnevalt laetud kondensaatoritega juhtimisplakkides (BY/TEL). Selline konstruktsioon lubab jõuda sellist eristuvad tunnused võrreldes traditsioonilise vaakumvõimsuslülititega (BB): [10]

- Kõrge töökindlus;
- Hooldusvaba kogu kasutusaja vältel;
- Saab paigaldada igasse keskpinge jaotuskappi;
- Lai tööpinge vahemik;
- Väike energiatarve lisatoiteallikast;
- Telesignalisatsiooni funktsioonid;
- Toodete sertifitseerimine tarbijariikide siseriiklike standardite ja rahvusvaheliste standardite järgimiseks;
- Lai teenuste spekter ja klienditugi kogu toodete tööea kestel;
- Ökoloogiline puhtus ja ohutus keskkonnale.

Vaakumvõimsuslülitel BB/TEL on standardile vastavuse sertifikaadid, rahvusvahelise elektrotehnilise komisjoni МЭК 56, vastavussertifikaat ГОСТ 687-78. [10]

Ekspluatatsiooni garantii aeg — 5 aastat. Lülite kasutusiga on 25 aastat, samal ajal ei vaja need töö ajal ennetavat remonti ja hooldust. [10]

Vaakumvõimsuslüliti BB/TEL-10 tarnitakse väljatõstetavate üksuste osana BЭ/TEL ja KM/TEL-10 lülitusmoodulid, seeriast KPY/TEL-10 täielikud jaoturid ja PBA/TEL-10 tagasilükkajad. [10]

Tabel 3. Vaakumvõimsuslüliti seeriast BB/TEL peamised tehnilised karakteristikud [10]

Parameeter	Nominaal väljalülitamise vool (kA)/nominaal vool (A)		
	12,5/630; 20/630; 20/1000	20/1600	25/2000 ** 31,5/2000 **
Nominaal pinge, kV	10		
Nominaal vool, A	630; 1000	1600	2000
Nominaal väljalülitamise vool, kA	12,5; 20	20	25; 31,5
Elektrodünamilise vastupidavuse vool, kA (amplituud väärtus)	32; 51	51	63; 80
Termilise vastupidavuse vool , 3 sek., kA	12,5; 20	20	25; 31,5
Üksik kondensaator patarei nominaal väljalülitamise vool, A	800		
Tööstusliku sageduse katsepinge, kV	42		
Mehaaniline ressurss, operatsioone SL-VL, mitte vähem	50000 (150000 *)	30000	30000
Lülitus ressurss, mitte vähem			
- SL-VL tsükli nominaal voolul	50000 (150000 *)	30000	30000
- Väljalülitamist nominaal väljalülitamis voolul	100		
Oma sisselülitamise aeg, ms, mitte rohkem	55		

Oma väljalülitamise aeg, ms, mitte rohkem	15		
Terve väljalülitamise aeg, ms, mitte rohkem	25		
Automaatne korduvlülitamise tsükl	0-0,3s-SL-VL-15s-SL-VL-180s-SL-VL		
Peakontaktide nominaalne takistus, mkOom, mitte rohkem	60; 40	30	30
Ümbritseva keskkonna maksimaalne temperatuur, °C	+55		
Ümbritseva keskkonna minimaalne temperatuur, °C	-40		
Isolatsiooni klass jälgides МЭК 932	2		
Mehaanilistele välismõjuvatele faktoritele vastupidavuse grupp jälgides ГОСТ17516.1	M6	M7	M7
Maksimaalne kõrgus merepinnast, m	1000		
Mass, kg			
- BB/TEL 10 (teljevahelise kaugusega 200 mm)	35	51	51
- BB/TEL 10 (teljevahelise kaugusega 250 mm)	37	53	53
Kasutatava juhtimisploki tüüp	BU/TEL-220-05A BYTEL-100/220-12-XX BYTEL-24/60-12-XX BY/TEL-100/220-21-00	BYTEL-100/220-12-XX BYTEL-24/60-12-XX BY/TEL-100/220-21-00	

*Ainult teostusele «F»

**Väljalülitaja BB/TEL Shell seeriast

BB/TEL-seeria kaitselülite töö põhineb vahelduvvoolukaare kustutamisel vaakumi katkestuskambris, kui kontaktid on eraldatud sügavas vaakumis (jääkrõhk suurusjärgus 10-6 mm Hg.). Kaarepõletuse ajal on laengukandjateks metalliaurud. Keskkonna praktilise puudumise tõttu kontaktlõikes toimub metalliaurude kondenseerumine voolu loomuliku nulli ületamise hetkel äärmiselt lühikese aja jooksul (10–5 s), pärast mida toimub elektrienergia kiire taastumine ВДК/TEL tugevus. Vaakumi elektriline tugevus on üle 30 kV/mm, mis tagab voolu katkemise, kui kontaktid on eraldatud rohkem kui 1 mm. Joonisel 5 on võimsuslüliti BB/Tel seeriast ehitus. [10]

Meile sobib see võimsuslüliti sest kui vaadata tabelis 3 olevad andmed, sest $286 < 630$. Võimsuslüliti nominaal vool on 630 A, aga maksimaalne vool ehk mootori käivitusvool on 286 A.



Joonis 5. Võimsuslüliti BB/Tel seeriast ehitus [10]

3.2 Kaabel

Ehitistes kasutatakse elektrienergia edastamiseks peaaugult juhtmeid ja kaableid. Mõnel juhul saab kasutada ka muid juhte, nt. lattiline. Et tagada vajalikku töökindlust, on kasutusel peaaegu eranditult vaskjuhtmed ja -kaablid. Alumiiniumjuhtmed, on väikestel ristlõigetel (alla 16 mm²) liiga ebatöökindlad, mistõttu elektripaigaldiste kohta Eestis kehtivad standardid nende kasutamist ei luba. [11]

Juhtmes või kaablis võib olla üks või mitu isolatsiooniga (enamasti polümeermaterjaliga) kaetud massiivset või kiulist elektrijuhti, mida nimetatakse sooneks. Kohtkindlas juhtmestikus on soonte juhtiv metalloosa enamasti massiivne või jämedakiuline, teisaldatavates juhtmetes ja kaablites (paindjuhtmetes ja -kaablites) on sooned peenekiulised. Ühesooneline juhe võib olla ka ilma isoleerkatteta (paljas), nende põhiliseks kasutusala on elektrivõrkude õhuliinid. [11]

Kaabli erinevus juhtmest seisneb selles, et kaabli sooned on ümbritsetud neid välismõjude eest kaitsva hermeetilise kestaga (mantliga). [11]

Juhtmete ja kaablite eri soonte isolatsioon on vastavalt soonte otstarbele eri värvi. CENELEC kehtestas harmoneerimisdokumendi uue väljaande HD 308 S2:2001, mis määratleb nii paindkaablite kui ka kohtkindlate kaablite soonte värvid. Neutraaljuhi (N) värvina tuli kasutusele sinine, faasisoonete märgistamiseks kehtestati pruun, must ja hall, kusjuures pruun on esimese faasisoone värv. [11]

Tähtis on alati silmas pidada järgmisi reegleid [11]:

1. koll-rohelist soont tohib kasutada üksnes kaitse- (PE-) või PEN-juhina;
2. sinist soont kasutatakse eelkõige neutraaljuhina (N), võib aga mõnikord erandina kasutada ka teistel eesmärkidel, nt. lüliti juhtmetes;
3. pruuni, musta ja halli soont kasutatakse faasijuhtidena (alalisvoolujuhtmestikes pooluse-juhtidena).

Kuue või enama soonega juhtmetes ja kaablites võidakse tähistuse asemel kasutada pealetrükitud numbritega musti sooni, kuid kaitsejuht (kui see on olemas) on alati koll-roheline.

Alumiiniumsoontega, võrkpolüeteenisolatsiooniga ja PVC mantliga jõukaabel AXPB / AXMB on ette nähtud kohtkindlaks paigaldamiseks nii sise- ja välis-paigaldistes kui ka pinnases. Tänu tugevale mantlile (must ultraviolettkiirgusele vastupidav PVC-segu) sobib see kaabel paigaldamiseks rasketes ümbruseoludes. Kaablit toodetakse ristlõikega alates 16 mm². Alumiiniumsoontega, PVC-isolatsiooniga ja PVCmantliga jõukaabel AMCB on ette nähtud kohtkindlaks paigaldamiseks nii sise-ja välispaigaldistes kui ka pinnases. Tänu tugevale mantlile sobib see kaabel paigaldamiseks rasketes ümbruseoludes. [11]

3.2.1 Juhtmete ja kaablite ristlõike valik

Toiteliinid, kaablid ja juhtmed peavad [11]:

- tagama tuleohutuse ja inimeste ohutuse;
- kindlustama väikese pingekao ja väikese võimsuskaoga energia ülekande;
- olema töökindlad ja tagama katkematu elektrivarustuse;
- olema väikese materjalimahukusega ja hinnaga.

Esimene tingimus täidetakse juhtmete ristlõigete valikuga (lubatava kuumenemise järgi) ning sularite ja juhtmete isolatsiooni õige valikuga. Teise tingimuse täitmine kindlustatakse juhtmete ristlõike valimisega vastavalt lubatavale pingele- ja võimsuskaole. Kolmas tingimus on täidetud juhtmete küllaldase mehaanilise tugevuse ja kaitseaparaatide ning sularite õige valiku korral. [11]

Juhtide ristlõike tuleb valida selliselt, et juhi kestvalt lubatav vool oleks suurem kui vooluahela arvutuslik vool või äärmisel juhul arvutusliku vooluga võrdne. Teiste sõnadega, tuleb täita tingimus (1) [11] :

$$I_B \leq I_Z, (1)$$

Kus I_B - ahela arvutuslik vool;

I_Z - on juhi lubatav vool.

Tabel 4. Juhtide kestvalt lubatavad voolud tüüppaigaldusviiside korral. (Elektripaigaldustööd. Õppematerjal. 1. osa. EETEL. 2009) [11]

Juhtmete ristlõikepindala (mm ²)	Paigaldusviisid vastavalt standardile SFS 6000A			
	A	C	D	E
Vask/Alumiinium				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55/43	80/62	100/78	85/65
25	72/56	102/77	130/100	107/83
35	88/69	126/95	160/125	134/102
50	105/83	153/117	190/150	162/124
70	133/104	195/148	240/185	208/159
95	159/125	236/180	285/220	252/194
120	182/143	274/209	325/255	292/224
150	208/164	317/240	370/280	338/260
185	236/187	361/274	420/330	386/297
240	278/219	427/323	480/375	456/350
300	316/259	492/372	550/430	527/404

Paigaldusviis A. Isoleeritud juhtmed seina süvistatud torus või mitmesooneline kaabel soojusisolatsiooniga seina süvistatud torus.

Paigaldusviis C. Ühe- või mitmesooneline kaabel puuseinal. Samu kestvalt lubatavate voolude väärtusi võib kasutada ka juhul, kui kaabel on kinnitatud kiviseinale või paigaldatud selle sisse.

Paigaldusviis D. Mitmesooneline kaabel on paigaldatud pinnasesse vähemalt 0,7 m sügavusele, kas vahetult või plastik-, keraamilises või metalltorus, mis on vahetus kokkupuutes pinnasega.

Paigaldusviis E. Ühe või mitmesooneline kaabel ripub vabalt õhus. Kaabel on toetatud selliselt, et soojuste eraldumine ei ole takistatud. Päikese kiirgus ja muude allikate poolt põhjustatud kiirgus

tuleb arvesse võtta. Kaablirenni või kaabliredelile paigaldatud kaablite puhul kasutatakse paigaldusviisi E kohta kestvalt lubatavate voolude tabeleid. [11]

Kestvalt lubatavate voolude tabelid on koostatud teatud temperatuuri jaoks. Kui keskkonna temperatuur on kõrgem, siis on lubatav vool ka väiksem. Lisaks, kui kaabli kõrval on teisi kaableid, siis vähendavad need kestvalt lubatavaid voolusid. [11]

Need asjaolud tuleb tegelike lubatavate voolude hindamisel arvesse võtta. Seda võib teha, kasutades abivahendina parandustegureid. Tegelik kestvalt lubatav vool saadakse korrutades voolu väärtuse parandusteguriga. [11]

Lahtrist kuni mootori liini pikkus on 70 meetrit, pinge on 6kV, vool on 52A ja kaabli materjalina valitakse alumiinium ehk juhtmematerjali erijuhtivus on $0,0280 \text{ Oom} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Kui vaadata tabeli 4 andmed, siis sobib ristlõikepindala 25 mm^2 sest paigaldusviis on A.

Kaabli valimise standard on IEC 60287-1-1. [

3.2.2 AXALJ –TT kaabel

Variandina pakutakse AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL kaablit, mida toodab Draka. Joonisel 6 on näha, kuidas AXALJ –TT 12kV kaabel on ehitatud.



Joonis 6. AXALJ –TT 12kV kaabel [12]

Tooteperekonna kirjeldus

Kolmesooneline keerutatud ja tihendatud alumiiniumjuhtmetega jõukaabel. Põiksuunaline veekindlus on tagatud alumiiniumlaminaadiga, mis on seotud väliskestaga ning pikisuunaline veekindlus on tagatud paisuvate lintidega. Kaabli ekraan koosneb ümmargustest

alumiiniumjuhtmetest ning veekindlast alumiiniumlaminaadist. Kohtkindlaks paigalduseks välistingimustes, sobib maasse kündmiseks. Kaabli isolatsioon on XLPE, mis tähendab ristseotud polüetüleen. Tabelis 5 on ära toodud AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL tehnilised andmed. [12]

Kaabel vastab standarditele [12]:

- SS 424 14 16
- Cenelec HD 620 Osa 10 Jagu M

Tabel 5 AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL tehnilised andmed. [12]

Tehnilised andmed	AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL
Faasijuhtme suurim alalisvoolutakistus, Ω/km	1,20
Induktiivsus/ faas, mH/km	0,36
Mahtuvus, $\mu\text{F}/\text{km}$	0,20
Lubatud koormusvoolud õhus, (juhtme temp. 65°C), A	90
Lubatud koormusvoolud pinnases (juhtme temp. 65°C), A	100
Maa lühisvool, A/km	1,1
Suurim lubatud lühisvool 1 s jooksul (juhtme temp. 65°C), kA	2,6

Ahela arvutuslik vool ehk mootori nimivool on 52 A ja valitud kaabli lubatud vool ehk lubatud koormusvool õhus on 90 A. Kontrollime valitud kaabli sobivust kasutades valemit (1):

$$52 < 90 \text{ A}$$

Selle tingimusega näeme et kaabel sobib.

3.3 Uus releekaitse terminal

Lahtri uue terminalina oli valitud ABB toode REM610. Just see, sest neid on olemas VKG Energia OÜ'l varudes ja töötajad oskavad nendega töötada.

REM610 on mootori kaitserelee keskmise suurusega ja suurte asünkroonsete LV-mootorite ning väikeste ja keskmise suurusega asünkroonsete HV-mootorite kaitsmiseks, mõõtmiseks ja jälgimiseks töötlevas tööstuses. [13]

REM610 kuulub ABB Relion® tooteperekonda ja kuulub selle 610 tooteseeriasse. Seeria sisaldab sööturite, mootorite ja süsteemi üldise pinge järelevalve kaitsereleesid. Pistikprogrammi disain hõlbustab jaotusseadme kasutuselevõttu ning võimaldab relee pistikmoodulite kiiret ja ohutut sisestamist ja eemaldamist. [13]

Neid kaitsereleesid saab kasutada nii kaitselülitite kui ka kontaktoriga juhitud mootorite ajamitega erinevates rakendustes. Kuna neid releesid täiustatakse RTD-andurite või termistorielementide valikulise lisakaardiga, saab neid kasutada kriitiliste mootorielementide, näiteks laagrite ja mähiste, otseseks temperatuuri mõõtmiseks. Neid kasutatakse ka kaablisööturite ja jaotustrafode kaitseks, kasutades faasilise ülevoolukaitse, maanduskatete ja faaside tasakaalustamatuse kaitse peal termilist ülekoormuskaitset. [13]

Tema eesmärk:

- Mootori kaitserelee [13]

Toote eelised:

- Kompaktne disain muudab selle sobivaks nii uute kui ka modernsete paigalduste jaoks
- Kiire ja lihtne rutiinne hooldus tänu eemaldatavale pistikprogrammi disainile
- KEMA poolt sertifitseeritud täielik tüübikatsetus
- Det Norske Veritas (DNV) on tunnistanud kasutamiseks merel ja avamerel [13]

Toote omadused:

- Spetsiaalne kaitse kommunaalteenuste jaotamiseks ja tööstuslikuks kasutamiseks
- REM610 tegeleb mootori sisselülitamise, normaalse töö, tühikäigul töötamise ja seiskumise korral tõrkeolukordadega. Mootori IED-i põhijooned hõlmavad termilist

ülekoormuskaitset, mootori käivitamise kumulatiivset järelevalvet, töötava seiskamise kaitset, maanduskatet ja faasikaotuse kaitset. Lisaks saab termilise ülekoormuse kaitse funktsiooni täiendada lisavarustuses oleva otsese temperatuuri mõõtmiseks mõeldud RTD-mooduliga.

- REM610 toetab laias valikus standardseid sideprotokolle, sealhulgas IEC 61850, IEC 60870-5-103, Modbus®, Profibus, SPA ja LON. [13]

Joonisel 7 on Mootori kaitserellee REM610. [13]



Joonis 7. REM610 [13]

3.4 Uued voolutrafod

Voolutrafodena pakuks Türgi firma „Esitas“ toodet 3.6 kV ... 12 kV voolutrafo tüüpi kas ATB 10-10, või ATB 10-15. Nende primaarpinge on vahemikus 3,6kV kuni 12 kV. VKG Energia OÜ omatarbe jaotlas pinge on 6kV ehk lähim on 7.2 kV. Tabelis 6 on selliste toodete tehnilised andmed. [14]

Tabel 6. ATB 10-10 ja ATB 10-15 tehnilised andmed. [14]

Tüübid	ATB 10-10	ATB 10-15
Tööpinge, Um, kV	3,6	7,2 12
Nominaal võimsus-sagedus vastupidavuse pinge (1 minut), kV	10	20 28
Nominaal impulse test pinge (1,2/50 mikrosenkundi) terve laine, kV	40	60 75
Nimisagedus, Hz	50 – 60	
Nominaal primaarvool, A	5 kuni 1250	
Primaar uuesti ühendamine, A	2·5 – 2·600	
Nominaal sekundaarvool, A	1 – 5	
Mõõteklass	0,2 – 0,2S – 0,5 – 0,5S – 1 – 3 – 5 vastavalt IEC 61869-1&2	
Kaitseklass	5P – 10P; CI:PX vastavalt IEC 61869-1&2	
Nominaal lühiajaline termaalvool, I_{th} , 1s, kA	(max. 200 · In) *	
Nominaal dünaamiline vool, I_{dyn} , kA	(2.5 · I_{th})	
Lühiajaline koormus, mehaaniline, N	5000	
Isolatsiooniklass	E	
Ümbritsev temperatuur, °C	-25 +40 **	
Kõrgus merepinnalt, m	1000	
Standart	Vastavalt tellija nõuetele	
Kaal, umbes, kg	12	17

* Võib olla erinev sõltuvalt tellitud primaarvooludelst ja südamikuväärtustest.

** Võib olla toodetud vastavalt tellija tähistatud ümbritseval temperatuuril.

3.4.1 Nulljärjestuse voolutrafo

Nulljärjestuse voolutrafona pakuks Türgi firma „Esitas“ toodet voolutrafo tüüpi KAP. Tabelis 6 on sellise toote tehnilised andmed. Joonisel 8 on KAP tüüpi voolutrafo. [15]



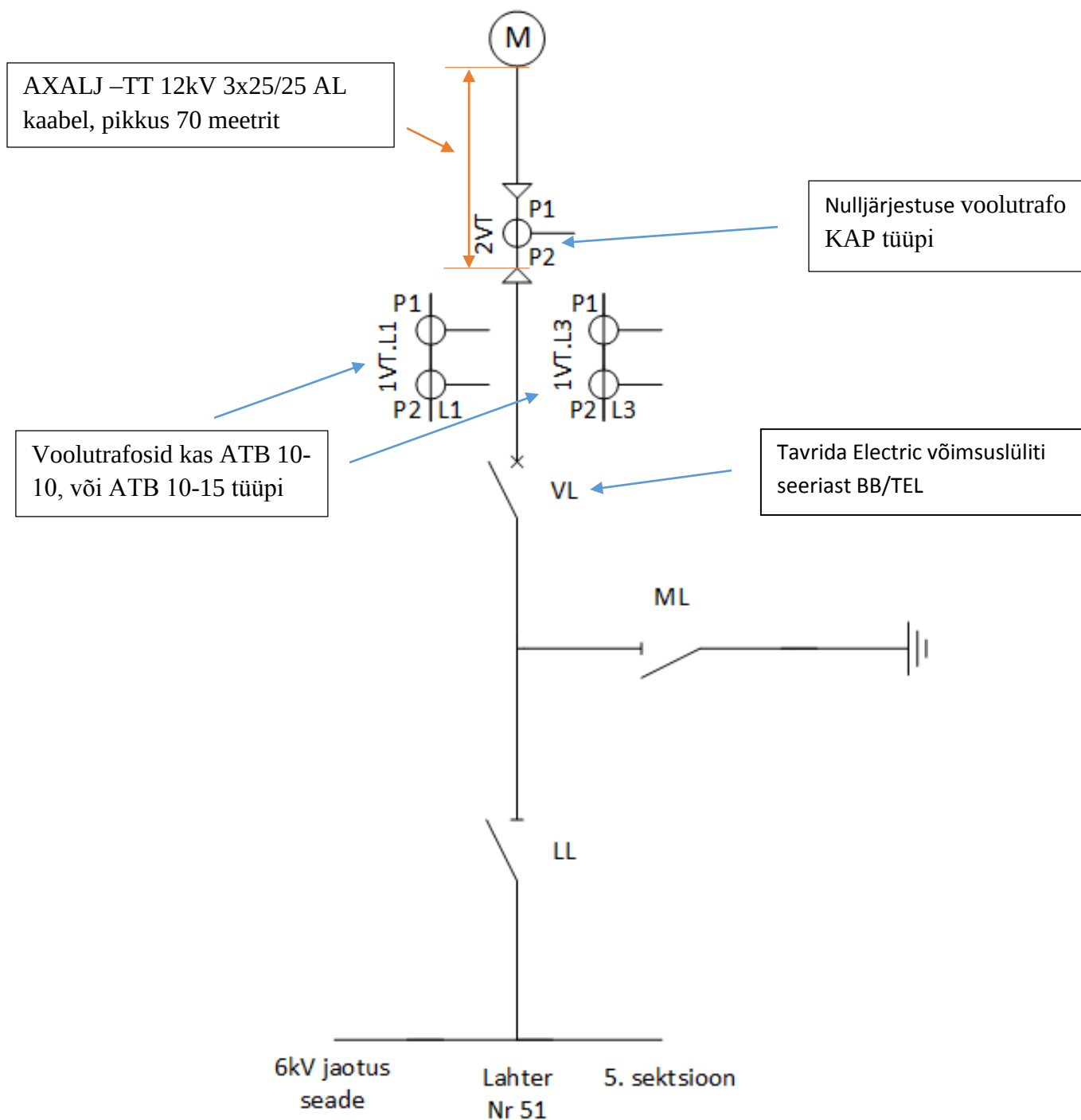
Joonis 8. KAP tüüpi voolutrafo

Tabel 7. KAP tehnilised andmed. [15]

Tüüp	KAP
Tööpinge, U_m , kV	0,72
Nominaal võimsus-sagedus vastupidavuse pinge (1 minut), kV	3
Nominaal impulse test pinge (1,2/50 mikrosenkundi) terve laine, kV	-
Nimisagedus, Hz	50 – 60
Nominaal primaarvool, A	40 3000
Nominaal sekundaarvool, A	1 – 5
Mõõteklass	0,2 – 0,2S – 0,5 – 0,5S – 1 – 3 – 5 vastavalt IEC 61869-1&2
Kaitseklass	5P – 10P; vastavalt IEC 61869-1&2
Nominaal lühiajaline termaalvool, I_{th} , 1s, kA	max. 100
Nominaal dünaamiline vool, I_{dyn} , kA	Praktiliselt lõpmatu
Isolatsiooniklass	E
Ümbritsev temperatuur, °C	-25 +40 *
Kõrgus merepinnalt, m	1000
Standart	Vastavalt tellija nõuetele

* Võib olla toodetud vastavalt tellija tähistatud ümbritseval temperatuuril.

Joonisel 9 on skeem kus on näidatud seadmet mis vahetatakse ja millele.



Joonis 9. Lahtri elektriskeem uue seadmetega

KOKKUVÕTE

Lõputöö teemaks on 6kV lahtri renoveerimine VKG Energia OÜ omatarbe jaotlas. Vananenud võimsuslüliti, voolutrafo, releekaitse ja keskpinge kaablite asendamisega suureneb selle lahtriga toidetava mootori töökindlus. Sellega vähenevad kulud, millised annab see aeg, kui mootor seisab ehk mootor ei tööta lahtri hoolduse või vana võimsuslüliti mitte sisse lülitamise tõttu. Võib öelda, et selle lõputöö objektina võetud 6kV lahtri renoveerimine peab olema tehtud igal juhul, sest nii vanade seadmete rakendamine võib tekitada hädaolukordi.

Vananenud õlivõimsuslüliti BMΓ-133 vahetatakse uue vaakumvõimsuslülitiga Tavrida Electric BB/TEL seeriast. Vananenud keskpinge kaabel ACБ 3x35 vahetatakse uue AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL kaabli vastu. Lahtri uue kaitse terminalina pannakse ABB toode REM610 mis on VKG Energia OÜ varus. Voolutrafodena pakuks kas voolutrafo tüüpi ATB 10-10 või ATB 10-15 Türgi firma Esitas toodetest. Sellest veel on vaja arutada koos juhatusega, milline sobib paremini ehk millest nendest on rohkem kasu. Nulljärjestuse voolutrafona pakuks voolutrafo tüüpi KAP Türgi firma Esitas toodetest. Mõnedel OTJS lahtritelt ja teistel kohtadel on juba kasutusel Esitas firma voolutrafod. Nad on kõrge kvaliteediga, hästi toodetud ja sobiva tehniliste andmetega.

Kõik tööd peavad olema teostatud jälgides standardeid ja elektritööde ohutuse reegleid. See on väga tähtis, sest kui neid rikutakse, siis võib olla et seadmete tööga tõsiselt väheneb ja inimeste elu ei tohi olla ohu all.

Kokkuvõtteks võib öelda, et lõputöö koostamine andis juurde autorile uued teadmised seadmete ja kaablite valimise kohta. Antud ülesanne on esimene kord, kui autor on kokku puutunud sellist tüüpi ülesandega. Aga see oli huvitav ja autor loodab, et seda kogemust ta kasutab tulevikus ja see toob kasu kas ettevõttele või teisele kohale, kus ta rakendub oma saadud teadmisi.

SUMMARY

The topic of the thesis is the renovation of a 6 kV cell in VKG Enerгия OÜ's auxiliary switchgear. Replacing an obsolete power switch, current transformers, relay protection, and medium voltage cables will increase the reliability of the motor powered by this cell. With this expenses are reduced, which are given by the time that the motor stays inactive i.e. the motor will not work due to cell maintenance or because of the old power switch not turning on. It can be said that the renovation of the 6kV cell, taken as the object of this thesis, must be done no matter what, because use of such old equipment can make emergencies.

The obsolete oil power switch BMΓ-133 will be replaced by a new vacuum power switch from the Tavrida Electric BB/TEL series. The obsolete medium voltage cable АББ 3x35 will be replaced with a new AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL cable. ABB product REM610, which is in stock of VKG Enerгия OÜ, will be placed as a new protection terminal. As current transformers would offer either a current transformer type ATB 10-10 or ATB 10-15 from the Turkish company Esitas products. It is still necessary to discuss with the chair which is better, i.e. which of them is more useful. As the zero-sequence current transformer offers current transformer type KAP from the Turkish company Esitas products. Some auxiliary switchgear cells and other locations are already using Esitas company's current transformers. They are of high quality, well manufactured and with suitable technical specifications.

All work must be carried out in accordance with standards and electrical safety regulations. This is very important because if they are violated, the lifetime of the equipment may be seriously reduced and people's lives must not be endangered.

In conclusion, it can be said that the preparation of the thesis gave the author new knowledge about the choice of equipment and cables. This task is the first time the author has been exposed to such a task type. However, it was interesting and the author hopes that this experience he will use in the future and he will benefit either the company or another place where he will apply his acquired knowledge.

KASUTATUD ALLIKAD

- [1] OTJS [Võrgumaterjal]. Available:
<http://www.elektroshchit.ru/nizkovoltnye-komplektnye-ustrojstva/112-rusn-shkaf.html>
- [2] Viru Keemia Grupp [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.vkg.ee/>
- [3] Siemens kõrgepingeline mootorid [Võrgumaterjal]. Available:
http://tekhar.com/Programma/Siemens/Privod_tech/Motors/pdf_pict/vv_drive.pdf
- [4] Vana õlivõimsuslüliti BMΓ-133 [Võrgumaterjal]. Available:
https://www.epromstroy.ru/maslyanye-vyklyuchateli/maslyanye-vyklyuchateli_8.html
- [5] Vana kaabel ACB 3x35 [Võrgumaterjal]. Available:
<https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyye/s-bumajnoi-izolyaciei/asb-10kv/kabel-asb-3x35.html>
- [6] Pingetrafodest [Võrgumaterjal]. Available:
<http://electricalschool.info/main/electroshemy/512-izmeritelnye-transformatory.html>
- [7] Vana voolutrafodest [Võrgumaterjal]. Available:
<https://forca.ru/spravka/tt-i-tn/tehnicheskie-dannye-transformatorov-toka-6-10-kv.html>
- [8] Nulljärjestuse voolutrafo [Võrgumaterjal]. Available:
<https://lemzspb.ru/elektricheskiy-tok-nulevoy-posledovatel-nosti/>
- [9] AS Tavrida Electric Export [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.tavrida.com/tee/>
- [10] Vaakumvõimsuslüliti seeriast BB/TEL [Võrgumaterjal]. Available:
<http://tavrida-ua.com/products/vacuumswitch.html>
- [11] Juhtmed ja kaablid [Võrgumaterjal]. Available:
http://www.ene.ttu.ee/elektrijamid/oppeinfo/materjal/AAV0150/2.2_Juhtmed_ja_kaablid.Slaidid2013.pdf
- [12] AXALJ–TT 12kV kaabel [Võrgumaterjal]. Available:
https://baltics.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Prysmian-Group-Baltics_Catalogue_PowerCables_EE.pdf

- [13] Mootori kaitserellee REM610 [Võrgumaterjal]. Available: <https://new.abb.com/medium-voltage/digital-substations/protection-relay-services/legacy-relays-and-related-devices-and-tools/motor-protection-rem610>
- [14] Esitas 3.6 kV ... 12 kV Current Transformer [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.esitas.com/upload/urun/3.6-kv-...-12-kv-current-transformer-ad0aa.pdf>
- [15] Esitas 0,72 kV Current Transformer [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.esitas.com/upload/urun/0.72-kv-l.v.-current-transformer-0f311.pdf>
- [16] Elektripaigaldise käidule ja elektritööle esitatavad nõuded [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062015008>
- [17] EVS-EN 61936-1:2010/A1:2014 Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-61936-1-2010-a1-2014>
- [18] Tehniline kontroll enne kasutamisele võtmist. Eetel, Elektripaigaldustööd 1. osa [Võrgumaterjal]. Available: https://eetel.ee/wp-content/uploads/1999/11/www.ekk.edu.ee_vvfiles_0_elektripaigaldustood_1.pdf
- [19] IEC 60287-1-1/Amd 1:2014 Amendment 1 - Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/iec-60287-1-1-amd-1-2014>

LISAD

Lisa 1. Tavrida Electric vaakum võimsuslülitid infoleht.

Lisa 2. AXALJ –TT 12kV 3x25/25 AL kaabel. Prysmian Group Baltics kataloog (lk 50-51).

Lisa 3. ABB REM610 brošüür.

Lisa 4. Esitas 3,6 kV ... 12 kV voolutrafo tehniline joonis.

Lisa 5. Esitas 0,72 kV LV voolutrafo tehniline joonis.