

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Elektrotehnika instituut

ATV70LT

Jaan Radik

**6/0,4 kV JAOTUSALAJAAMA
ELEKTRIVARUSTUS**

Magistritöö

Instituudi direktor prof. Tõnu Lehtla
Juhendaja dots. Raivo Teemets
Konsultant proj. Anatoli Balõberdin
Konsultant proj. Jegor Vargo
Lõpetaja Jaan Radik

Tallinn 2015

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus. Kõik selle koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Varem ei ole selle alusel kutse- ega teaduskraadi ega inseneridiplomit taotletud. Töö on koostatud litsenseeritud tarkvara abil.

Tallinn, 1.06.2015.a.

..... Jaan Radik

ATV70LT

6/0,4 kV jaotusalajaama elektrivarustus

Jaan Radik, üliõpilaskood 132256AAAMM, juuni 2015. – 85 lk.

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Energeetikateaduskond

Elektrotehnika instituut, elektriagamite ja elektrivarustuse õppetool

Töö juhendaja: dotsent Raivo Teemets

Töö konsultandid: projektijuht Anatoli Balõberdin; projektijuht Jegor Vargo

Võtmesõnad: jaotusalajaam, kõrge- ja madalpinge, automatiseerimine, renoveerimine, tehniline kontroll, Elektriõhusseades, EVS, elektrivarustuse projekteerimine ja ehitamine

Referaat:

Lõputöö on 85 lehel, sisaldab 6 tabelit, 50 joonist.

Magistritöö eesmärgiks on 6/0,4 kV jaotusalajaama nr 590 elektripaigaldise kasutuselevõtu tehniline kontroll. Jaotusalajaam renoveeriti 2014. aastal, kuna vana alajaam ei vastanud tänapäevastele nõuetele ning seadmed ja hoone olid amortiseerunud. Antud lõputöös antakse ülevaade projekteerimis- ja ehitustöödest ning tehnilise kontrolli normidest ja selle läbiviimisest.

Magistritöös vaadatakse üle tehnilise kontrolli teostamise kord, kasutades kehtivaid norme ja nõudeid. Töö alguses uuritakse jaotusvõrgu olukorda ning objekti uuendamise põhjusi. Töö põhiosas käsitletakse projekteerimisprotsessi ja nõudeid projekteerimistöodele ning jaotusalajaama automatiseerimisele. Pärast projekteerimistöode lõpetamist viiakse läbi ehitustööd, mis on ka kirjeldatud antud töös. Kui kõik ehitustööd on teostatud, järgneb tehnilise kontroll. Tehnilise kontrolli osas antakse hinnangud elektripaigaldisele vastavalt kehtivatele nõuetele ja normidele, mille seas kõige tähtsamad on Elektriõhusseadus ja selle määrused ning Eestis kehtivad EVS standardid. Lõputöö eripäraks on täisülevaade elektripaigaldise loomisest alates tellija soovidest kuni valmis objektini.

Lõputöö kokkuvõttes antakse ülevaade teostatud tööst ning saadud tulemuste sobivusest õppematerjaliks tulevastele lõpetajatele õppeaines Elektrivarustus.

ATV70LT

Электроснабжение распределительной (6/0,4 кВ) подстанции

Яан Радик, код студента 132256AAАММ, июнь 2015. – 85 стр.

ТАЛЛИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ * Энергетический факультет

Электротехнический институт

Кафедра электропривода и электроснабжения

Руководитель работы: доцент Райво Тээметс

Консультанты работы: руководитель проекта Анатолий Балыбердин; руководитель проекта Егор Варго

Ключевые слова: распределительная подстанция, низкое и высокое напряжение, автоматизация, реновация, технический контроль, Закон об электробезопасности, EVS, проектирование и строительство электроустановок

Реферат:

Дипломная работа состоит из 85 страниц, содержит 6 таблиц и 50 изображений.

Целью дипломной работы является первичный технический контроль электроустановки распределительной (6/0,4 кВ) подстанции № 590. Распределительная подстанция была полностью реновирована в 2014 году, так как старая подстанция не соответствовала современным требованиям, а также в связи с амортизацией устройств и здания. В данной дипломной работе, дается обзор проектировочным и строительным работам, а также нормам технического контроля и его прохождения. В дипломной работе рассматривается проведение технического контроля с использованием действующих норм и требований. В начале работе изучается общее состояние электросети и причины обновления объекта. В главной части рассматривается процесс проектирования и требования к проектированию, а также автоматизация подстанции. После окончания проектировочных работ, проводятся строительные работы, которые описаны в данной работе. Когда все строительные работы закончены, проводится технический контроль. В части технического контроля дается оценка соответствия электроустановки действующим требованиям и нормам, из которых самые важные Закон об электробезопасности и постановления, а также действующие в Эстонии стандарты EVS. Отличительной

чертой дипломной работы является полный обзор создания электроустановки, начиная с желаний заказчика и до готового объекта.

В заключении дипломной работы даётся обзор проделанной работы и пригодность использования результатов дипломной работы в роли учебных материалов по предмету электроснабжение для будущих студентов.

ATV70LT

Electricity Supply for distribution (6/0,4 kV) substation

Jaan Radik, student code 132256AAAMM, June 2015. – 85 pages

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY * Faculty of Power Engineering

Department of Electrical Engineering

Chair of Electrical Drives and Electricity Supply

Tutor of the work: assistant professor Raivo Teemets

Consultants: project manager Anatoli Balõberdin; project manager Jegor Vargo

Key words: distribution substation, low and high voltage, automation, renovation, technical inspection, Law on electrical safety, EVS, design and construction of electrical installations

Summary:

Master's thesis contains 85 pages, 6 tables, 50 drawings.

The aim of this thesis is the primary technical inspection of the 6/0,4 kV distribution substation's №590 electrical installation. The distribution substation has been completely renovated in the 2014 year, because the old substation did not meet modern requirements and due to the amortization of equipment and buildings. In this Master thesis work, it is given an overview of design and construction works, as well as standards of technical inspection and its passing. In the Master thesis work is considered a technical inspection with using current standards and requirements. At the beginning of this study is discussed the overall condition of the power supply and the reasons of object's renovation. In the main part is considered the process and requirements of the design and automation of the substation. After the end of the design work, construction works is carried out, that is described in this Master thesis. However, all the construction work is finished the technical inspection is performed. In the part of the technical inspection is provided an assessment of compliance with current electrical installations requirements and standards, of which the most important are Law on Electrical and its regulations, as well as Act and regulations, as well as valid Estonian standards. A distinctive feature of the Master thesis is a complete overview of electrical installation creating, starting with the customer's requests and to the finished object.

In the conclusion of the Master thesis is given an overview of the performed work and the obtained results of this study can be used by prospective students in academic work of electrical supply.

SISUKORD

SISUKORD.....	8
MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE	10
1. EESSÕNA	12
2. SISSEJUHATUS	13
3. ELEKTRIPAIGALDISTE TEHNILINE KONTROLL.....	16
3.1. Kasutuselevõtule eelneva tehnilise kontrolli teostamine.....	16
3.2. Korralise tehnilise kontrolli teostamine	17
3.3. Erakorralise tehnilise kontrolli teostamine.....	18
3.4. Tehnilise kontrolli tulemuste dokumenteerimine.....	18
3.4.1. Tehnilise kontrolli tõendava dokumentatsiooni arhiveerimine	19
3.4.2. Nõuetekohasuse tõendamine	19
4. JAOTUSVÕRGU ARENDAMINE JA PARANDAMINE	20
4.1. Elektrilevi OÜ jaotusvõrgu üldhinnang.....	20
4.2. Jaotusalajaama JAJ590 uuendamise põhjused	21
5. UUE JAOTUSALAJAAMA PROJEKTEERIMINE.....	23
5.1. Projekteerimise protsess	24
5.2. Nõuded alajaama projekteerimistöödele	25
5.3. Jaotusalajaama automatiseeritud protsessid	27
6. VANA JAOTUSALAJAAMA LAMMUTAMINE JA AJUTISE ALAJAAMA PAIGALDAMINE	33
6.1. Ajutise alajaama tehniline kontroll.....	35
7. UUE JAOTUSALAJAAMA EHITAMINE.....	36
7.1. Jaotusalajaama hoone ehitamine	36
7.1.1. Jaotusalajaama kliimatingimused.....	38
7.2. Põhiseadmete ja väliselektripaigaldise ehitamine	39
7.2.1. Jõuseadmed	39
7.2.2. Kaabelliinid	41
7.2.3. Alajaama maanduspaigaldis	43
7.3. Siseelektripaigaldise ehitamine	44
7.3.1. Omatarbeahelad.....	44
7.3.2. Üldvalgustus.....	45
7.3.3. Turvavalgustus	46
7.3.4. Jõuseadmed	47
7.3.5. Juhtmestik.....	47
7.3.6. Ventilatsioon, küte ja jahutus	48

7.3.7. Maanduspaigaldis, potentsiaali ühtlustamine ja piksekaitse	51
7.4. Turvasüsteemide ehitamine	52
7.4.1. Valve- ja tulekahjusignalisatsioon.....	52
7.4.2. Kaabeldus	53
7.4.3. Süsteemi väljundid, häire- ja rikke signaalid	53
8. JAOTUSALAJAAMA TEHNILINE KONTROLL.....	54
8.1. Ehitaja deklaratsioon	54
8.2. Kontrollmõõtmised.....	54
8.3. Projektdokumentatsioon	55
8.4. Kaetud tööde ja seadistööde aktid	56
8.5. Seadmed ja materjalid	56
8.6. Kaitse otse- ja kaudpuute eest madalpinges	61
8.7. Kaitse kuumustoime eest madalpinges.....	62
8.8. Liigvoolukaitse madalpinges.....	63
8.9. Madalpinge elektriseadmete valik	64
8.10. Juhistikud madalpinges	65
8.11. Turvasüsteemid	67
8.12. Jaotlad ja jaoturid	70
8.13. Maanduspaigaldis ja potentsiaalühtlustus	70
8.14. Üle 1 kV jaotlad ja alajaamad	73
8.15. Tehnilise kontrolli otsus	80
9. KOKKUVÕTTE	81
KASUTATUD KIRJANDUS	84
L I S A D	86
Lisa 1. Topo-geodeetiline alusplaan tehnovõrkudega.....	87
Lisa 2. Jaotusalajaama JAJ 590 hoone plaan	88
Lisa 3. Ajutise alajaama 590 keskpinge skeem.....	89
Lisa 4. Ajutise alajaama 590 madalpinge skeem	90
Lisa 5. Jaotusalajaama 590 asendiplaan	91
Lisa 6. Jaotusalajaama 590 keskpinge skeem	92
Lisa 7. Jaotusalajaama 590 madalpinge skeem.....	93
Lisa 8. Jaotusalajaama 590 skeem.....	94
Lisa 9. Jaotusalajaama 590 maanduspaigaldise plaan.....	95
Lisa 10. Jaotusalajaama 590 maa-aluse osa plaan.....	96

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Elektrotehnika instituut

KOOSKÕLASTATUD

Prof. T. Lehtla.....

..... 2015

MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE

Jaan Radik, üliõpilaskood 132256AAAMM

Magistritöö teema: **6/0,4 kV jaotusalajaama elektrivarustus**

Ülesanne: Pärast hoone ja elektripaigaldise rekonstrueerimist kontrollida jaotusalajaama elektrivarustuse vastavust kehtivatele nõuetele ja normidele.

Lähteandmed:

1. Tööprojektid (väliselektripaigaldis, siseelektripaigaldis, turvatoitesüsteemid)
2. Arhitektuursed plaanid, fassaadid ja lõiked
3. Tehnilised nõuded
4. Standardi nõuded ja normid
5. Koondplaanid
6. Tehnilise kontrolli tulemused

Lahendamisele kuuluvate probleemide loetelu:

Kontrollida Tallinnas, Madala 3e rekonstrueeritud 6/0,4 kV jaotusalajaama JAJ 590 elektrivarustust järgmises mahus:

1. Jaotusalajaama rekonstrueerimise põhjused (amortiseerimine, hoone ja seadmete vananemine)
2. Jaotusseadmete ja kaabliteede paigaldusplaanid, jaotusvõrgu skeemid, kaablite valik koos põhimõtteskeemiga.
3. Kaitseviiside valik, põhimõtteskeemid.
4. Jaotusalajaama maandamine ja potentsiaaliühtlustus.

Magistritöö esitada eesti keeles kahes eksemplaris koos eesti- ja kahe võõrkeelse referaadiga hiljemalt 01.06.2015.

Juhendaja:

Ülesande vastu võtnud:

Dotsent R. Teemets

Üliõpilane J. Radik

1. EESSÕNA

Aastal 2014, sügissemestri algusel hakkasin mõtlema ja valima millises suunas kirjutada oma magistri lõputöö. Samal ajal, meie ettevõtte OÜ Tehnokontroll sai tellimuse OÜ Pluvo-st teostada tehniline kontroll rekonstrueeritud jaotusalajaamale. Minule oli see väga hea võimalus, kuna tol ajal olin inspektori väljaõppes, ning sain lisada inspekteeritud objekti inspekteerimise praktikale. Pärast dokumentide vormistamist, küsisin meie ettevõtte juhatajast H. Sakariaselt ja OÜ Pluvo juhatajalt J. Lištšinalt loa kasutada materjali lõputöö kirjutamiseks ja nad ei olnud selle vastu. Koos OÜ Tehnokontroll inspektori P. Paštševski ja OÜ Pluvo projektijuhtide A. Balõberdini ja J. Vargoga mõtlesime välja magistri lõputöö teema ja kooskõlastasin TTÜ juhendaja R. Teemetsaga. Töö koostamine toimus OÜ Tehnokontroll kontoris, kasutades algandmeid, mida oli saanud OÜ Pluvo-st ja tehnilise kontrolli tulemustest. Andmetega ja konsultatsioonidega abistasid OÜ Pluvo projektijuhid A. Balõberdin ja J. Vargo, ning OÜ Tehnokontroll inspektorid H. Sakarias ja P. Paštševski. Lõputöö koostamisel abistas TTÜ dotsent R. Teemets.

2. SISSEJUHATUS

Magistri kraadi lõputöö teemaks on valitud 6/0,4 kV jaotusalajaama elektrivarustus mille peamine eesmärk on elektripaigaldise tehniline kontrolli kord, kuna see teema on otseselt seotud omandatava erialaga ning saab kasutada bakalaureuse ning magistri õppe ajal saanud teadmisi. Teema on pakutud tööandjalt Tehnokontroll OÜ ettevõttest ja kooskõlastatud tehnilise kontrolli tellijaga ettevõttega Pluvo OÜ.

Tehnokontroll OÜ on 2009. aastal asutatud Tallinnas asuv elektripaigaldiste kontrolliettevõtte, mille põhitegevuseks on elektrimõõtmiste ja elektripaigaldiste tehnilise kontrolli läbiviimine, kus mina hetkel töötan elektripaigaldiste inspekteerimise ja katsetamise insenerina.

Diplomitöö teema on äärmiselt aktuaalne ja võib olla huvitav nii üldsusele kui ka elektrivarustuse valdkonna spetsialistidele. Üheks oluliseks riikide arengut ja elanike elatustaset iseloomustavaks näitajaks tänases maailmas peetakse elektrienergia tarbimist. Elektrienergia on üks laiemalt tarbitavaid energiavorme ning suur osa erinevatest allikatest saadavast primaarenergiast muudetakse elektrienergiaks. Elektrit toodetakse elektrijaamades, kõrgepingeülekandevõrkude kaudu kantakse üle tarbimispiirkondadesse ning jaotatakse tarbijatele kesk- ja madalpinge jaotusvõrkude abil. Tavaline elektritarbija saab toite jaotusalajaamast, mille ülesanne on toita tarbijaid madalpingel. Elektrienergia ülekanne jaotusalajaamast tarbija liitumiskilbini teostatakse õhu- või kaabelliinidega. Õhuliinid on kaabelliinidest odavamad ja kiiremini paigaldatavad ning remonditavad, kaabelliinid on aga õhuliinidest tunduvalt töökindlamad ning ei häiri elukeskkonda. Selleks, et elektritarbimine oleks ohutu nii inimesele kui ka elektriseadmetele, tuleb pidevalt hoidma elektrivarustus nõuetekohasest seisukorrast.

Tähtsat osa mängivad jaotusalajaamad. Jaotusalajaama põhiülesanne on elektrienergia jaotamine ja elektrienergia toomine suurte tarbijateni, näiteks tehaste ja ettevõtjateni, aga ka väikeste tarbijateni, nagu me oleme teiega.

Diplomitöö ülesanne on uurida ja kontrollida Jaotusalajaama JAJ 590 vastavust kehtivatele Eesti Vabariigi seaduste ja standardite nõutele. Kontrolli kord hõlmab kõik etapid, alatest jaotusalajaama projekteerimist kuni käikuandmiseni.

Magistritöös on suurim tähelepanu pööratud tehnilise kontrolli läbiviimisele, kasutades nõuetekohaseid norme.

Tehniline kontroll asjakohaste seaduste tähenduses on menetlus, mille käigus hinnatakse ja tõendatakse paigaldise vastavust õigusaktide nõuetele. Tehnilise kontrolli toiminguid teostab elektrivaldkonnas elektrikontrolli osakond, kellel on olemas sellele vastav akrediteering ja Majandustegevuse registris registreering ning pädevate eksperdi piisav arv.

Elektripaigaldiste tehniline kontroll teostatakse:

- uute elektripaigaldiste nõuetekohasuse hindamiseks ja tõendamiseks;
- olemasolevate elektripaigaldiste korraliseks kontrolliks.

Tehnilise kontrolli käigus:

- hindab kontrollija visuaalselt paigaldise olukorda,
- tutvub paigaldise kohta oleva dokumentatsiooniga ning katse- ja mõõtmistulemustega, teeb vajadusel elektripaigaldises täiendavaid kontrollmõõtmisi.

Selle kõige alusel teeb kontrollija otsuse, kas paigaldis on korras või ei ole. Kui paigaldis on korras, siis annab kontrolli tegija omanikule tunnistuse selle kohta. Kui aga paigaldis ei ole korras, siis esitab kontrollija paigaldise omanikule avastatud puuduste loetelu, mille põhjal saab omanik oma paigaldise korda teha. Iga elektripaigaldis peab vastama ehitamise ajal kehtinud nõuetele ning kui elektripaigaldise kasutamisega ei kaasne mingit otsest ohtu, pole ka kohustust seda tänaste tehniliste nõuetega kooskõlla viia.

Lõputöö on jagatud üheksaks osaks, millest esimesed kolm on eessõna, sisukord ja sissejuhatus. Kolmandas peatükis antakse ülevaade elektripaigaldise tehnilise kontrolli kohta, kusjuures on toodud tehnilise kontrolli liigid, teostamise kord, dokumenteerimine ning nõuetekohasuse tõendamine. Neljandas peatükis hinnatakse jaotusvõrgu üldseisukorda, kuhu kuulub lõputöö uurimisobjekt, ning tuuakse välja jaotusalajaama uuendamise põhjused.

Viiendas peatükis kirjeldatakse elektripaigaldise projekteerimist, milles peamised osad on projekteerimise protsess ja nõuded antud uurimisobjekti projekteerimistöodele. Samas peatükis vaadeldakse tulevase jaotusalajaama automatiseeritud protsesse.

Kuuendas peatükis kirjeldatakse vana jaotusalajaama lammutamist ning ajutise alajaama paigaldamist. Ehitusaegne alajaam oli paigaldatud selleks, et oleks säilitatud tarbijate toide uue jaotusalajaama ehitamise ajal.

Seitsmendas peatükis kirjeldatakse uue jaotusalajaama ehitamistööid, kus käsitletakse nelja põhiteesi:

- jaotusalajaama hoone ehitamine,
- põhiseadmete ja väliselektripaigaldise ehitamine,
- siseelektripaigaldise ehitamine,
- turvasüsteemide ehitamine.

Kaheksandas peatükis uuritakse jaotusalajaama tehnilise kontrolli läbiviimist, kusjuures on toodud tehnilise kontrolli normid ning hinnatakse uurimisobjekti vastavust nõutele. Peatüki lõpus antakse hinnang elektripaigaldise vastavuse kohta.

Lisades on toodud jaotusalajaama ja selle piirkonna põhimõtteskeemid ning tehnilised joonised elektrivarustuse ja maanduspaigaldise kohta.

Lõputöö lugeja saab ülevaate tehnilise kontrolli korrast ja selle rakendamisest antud uurimisobjekti puhul. Samuti käsitletakse lõputöös elektripaigaldise täielikku loomist alates tellija soovidest kuni valmis objektini.

Lõputöö ülesande lahendamiseks on rakendatud teadmisi sellistes valdkondades nagu elektriseadmed, elektripaigaldised, elektrotehnika, elektrimasinad, elektriaparaadid, elektrivarustus, füüsika, mõõtetehnika, võõrkeeled. Neid teadmisi olen saanud bakalaureuse ja magistri õppe ajal järgmistest õppeainetest: Füüsika I, Elektriaparaadid, Mõõtetehnika alused, Elektrivarustus, Elektrotehnika, Elektrimasinad, Akadeemiline inglise keel, Elektrivarustuse tulevikuvisionid, Elektriseadmete tõrked ja töökindlus, Inseneritöö alused, Elektripaigaldised, Elektrivarustuse raalprojekteerimine. Lõputöö ülesanne lahendamisel kasutan tööajal saanud teadmisi ja oskusi, ning konsulteerijate kogemusi ja oskusi.

Lõputöö on kirjutatud kasutades litsentseeritud tarkvara Microsoft Windows 7 Home Premium AO, Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Paint, Internet Explorer.

3. ELEKTRIPAIGALDISTE TEHNILINE KONTROLL

Elektripaigaldise omanik peab tagama elektripaigaldise nõuetekohase kasutamise, sealhulgas elektripaigaldise õigeaegse tehnilise kontrolli. Tehnilise kontrolli eesmärk on hinnata elektripaigaldise ohutust ning vajadusel selle käidukorraldust elektriõhutusseaduses sätestatud nõuetele. Tehniline kontroll tuleb teostada igas elektripaigaldises enne selle kasutuselevõttu ning ettenähtud juhtudel ja sagedusel pärast kasutuselevõttu. Selle alusel jaguneb tehniline kontroll kasutuselevõtule eelnevaks, korraliseks ja erakorraliseks tehniliseks kontrolliks.

- Elektripaigaldise võib kasutusele võtta, kui see on läbinud eelneva tehnilise kontrolli ja elektripaigaldise kohta on väljastatud nõuetekohasuse tunnistus.
- Korraline tehniline kontroll on kohustuslik kõikides elektripaigaldistes. Sõltuvalt elektripaigaldise liigist tuleb kontroll teostada iga 3-10 aasta järel.
- Erakorraline tehniline kontroll teostatakse, kui elektripaigaldise omanik, kasutaja või käidukorraldaja peab seda ohutuse tagamiseks vajalikuks või kui riikliku järelevalve teostaja seda nõuab.

Tehnilise kontrolli teostaja lähtub standardi EVS-EN 50110-1:2013. Elektripaigaldiste käit. / Osa 1: Üldnõuded nõuetest, mis sätestab elektripaigaldistes, nende juures või lähedal sooritavate töötoimingute ohutusnõuded. [4] [5]

3.1. Kasutuselevõtule eelneva tehnilise kontrolli teostamine

Kasutuselevõtule eelneva tehnilise kontrolliga hinnatakse elektripaigaldise ja selle käidukorraldaja vastavust Elektriõhutusseaduse nõuetele ning tõendatakse elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistusega elektripaigaldise valmisolekut ettenähtud otstarbel kasutusele võtmiseks ja kasutamiseks. [6]

Tehnilise kontrolli teostaja hindab pisteliselt projektis ja teises dokumentides esitatu vastavust Elektriõhutusseaduse ja selle alusel kehtestatud õigusaktide nõuetele. Tehnilise kontrolli teostajal on õigus põhjendatud juhtudel teha dokumentatsioonile detailset hindamist või vajadusel taotleda täiendavate asjakohaste dokumentide ning lisateabe esitamist. Esitatud dokumentatsiooni kontrolli tulemused vormistatakse elektripaigaldise kontrolli aruandes.

Tehnilise kontrolli teostaja teeb elektripaigaldise ehitaja esindaja juuresolekul:

- visuaalkontrolli toimingud, mille käigus veendub, et elektripaigaldis on ehitatud vastavalt projektile, kehtivatele normdokumentidele ja tootja asjakohastele paigaldus- või kasutusjuhenditele ega ole ohtu põhjustaval viisil nähtavalt kahjustunud;
- vajadusel pistelisi kontrollmõõtmisi, mille käigus ta veendub, et elektripaigaldise katsetuste ja kontrollmõõtmiste protokollides toodud tulemused on usutavad.

Oluliste puuduste ilmnemisel esitatakse elektripaigaldis pärast nende kõrvaldamist samale tehnilise kontrolli teostajale järelkontrolliks. [6]

3.2. Korralise tehnilise kontrolli teostamine

Korralise tehnilise kontrolliga hinnatakse elektripaigaldise ja selle käidu vastavust Elektriohutusseadusega kehtestatud nõuetele ning vastavuse korral tõendatakse seda elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistusega. [6]

Tehnilisel kontrollil hinnatakse esitatud dokumentatsiooni vastavust Elektriohutusseaduse ja selle alusel kehtestatud õigusaktide nõuetele. Tehnilise kontrolli teostaja võib vajadusel taotleda täiendavate asjakohaste dokumentide ning lisateabe esitamist. Esitatud dokumentatsiooni kontrolli tulemused vormistab tehnilise kontrolli teostaja elektripaigaldise korralise tehnilise kontrolli aruandes. Kontrollitoiminguid sooritatakse kooskõlastatult elektripaigaldise omaniku või tema poolt määratud käidukorraldajaga. Käidukorraldaja või omaniku juuresolekul toimub elektripaigaldise korraline tehniline kontroll, mille käigus:

- hinnatakse käidukorraldust, st kas elektripaigaldise käit on korraldatud viisil, mis tagab ohutuse ning kas paigaldises on sooritatud käidukava kohased toimingud;
- teostatakse visuaalkontrolli toimingud, mille käigus veendutakse, et elektripaigaldis vastab selle kohta kehtivatele nõuetele ja tootja asjakohastele paigaldus- või kasutusjuhenditele ega ole ohtu põhjustaval viisil nähtavalt kahjustunud;
- vajadusel teostatakse pistelised kontrollmõõtmised, mille käigus veendutakse, et elektripaigaldise katsetuste ja kontrollmõõtmiste protokollides toodud tulemused on usutavad. [6]

Tehnilise kontrolli teostaja peab teatama elektripaigaldise käidukorraldajale või omanikule kõigist kontrolli käigus ilmnenuid elektriseadme või -paigaldise nõuetele mittevastavustest. Kui tehnilise kontrolli teostaja avastab korralise kontrolli käigus, et elektriseadme või -paigaldise

kasutamine põhjustab otsest ohtu peab ta sellest teatama kirjalikult seadme või paigaldise käidukorraldajale või omanikule. Seejuures peab ta tegema ettepaneku seadme või paigaldise koheseks elektrivõrgust väljalülitamiseks ja/või selle kasutamise lõpetamiseks. Kui kontrolliti pingestamata elektriseadet, -paigaldist või selle osa ja kontrollimisel ilmnes, et taaspingestamine põhjustab otsest ohtu, ei tohi seda enne puuduse kõrvaldamist taaspingestada. Elektripaigaldise omanik ja käidukorraldaja tagavad, et elektripaigaldise kontrollimisel ilmnunud puudused ja rikked kõrvaldatakse õigeaegselt. [6]

Pärast ilmnunud oluliste ja käiduohutust vähendavate puuduste kõrvaldamist esitab käidukorraldaja või omanik elektripaigaldise samale tehnilise kontrolli teostajale järelkontrolliks. [6]

3.3. Erakorralise tehnilise kontrolli teostamine

Erakorralise tehnilise kontrolli ulatuse ja kontrollimisel aluseks võetavad normdokumendid määrab kontrolli tellija. Kontrollimeetodite ning mõõtelabori kaasamise vajaduse üle otsustab tehnilise kontrolli teostaja. Kontrolli tulemused vormistab tehnilise kontrolli teostaja vastavalt käesolevas juhendis sätestatule. [6]

3.4. Tehnilise kontrolli tulemuste dokumenteerimine

Kui tehnilise kontrolli teostaja avastab kontrollimisel, et elektriseadme või -paigaldise kasutamine põhjustab otsest ohtu, teatab ta sellest kirjalikult seadme või paigaldise omanikule. Otseste ohu kohese mittekõrvaldamise korral peab tehnilise kontrolli teostaja saatma omanikule edastatud otseste ohu teatise koopia viivitamatult Tehnilise Järelevalve Ametile, kes rakendab vajalikud meetmed. Pärast tehnilist kontrolli koostab tehnilise kontrolli teostaja aruande, milles on fikseeritud kõik vajalikud elektripaigaldist ja selle kontrolli puudutavad andmed ning antud hinnang elektripaigaldise ja selle dokumentatsiooni ning käidu vastavusele kehtestatud elektriohutusalastele nõuetele. Aruandes antakse elektripaigaldist puudutavate nõuete osas hinnang vähemalt aruandenäidises toodud mahus. Loetelust võib välja jätta need nõuded, mida kontrollitavas paigaldises ei saa rakendada ning ei tohi välja jätta paigaldises rakendamist vajavaid nõudeid. Sõltuvalt elektripaigaldise iseloomust tuleb loetellu lisada vajalikud nõuded, mida näidises toodud ei ole. Kõigi nõuete täitmisele tuleb anda hinnang (nõuetele vastav, nõuetele mittevastav, oluline mittevastavus, otsene oht). [6]

Aruande märkuste ja selgituste lahtris tuuakse lühidalt puuduste elektripaigaldises esinemise koht või muud täpsustavad asjaolud. Vajaduse korral võib tehnilise kontrolli teostaja lisada

aruandele puuduste selgituste lehe, kus viidatakse aruandes toodud puuduse rea numbrile. Tehnilise kontrolli teostaja teeb töö käigus vajalikke märkmeid aruande mustandile. Andmete ülekandmisel jälgitakse nende õigsust ja perioodiliselt teostab juhataja nende üle kontrolli. [6]

3.4.1. Tehnilise kontrolli tõendava dokumentatsiooni arhiveerimine

Elektripaigaldise ehitaja poolt Elektriohutusseaduse nõuete täitmise tõendamiseks esitatud dokumentidest arhiveerib tehnilise kontrolli teostaja vähemalt järgmised:

- koopia elektripaigaldise ehitaja deklaratsioonist ehitatud elektripaigaldise Elektriohutusseaduse nõuetele vastavuse kohta;
- kontrollmõõtmiste aruande.

Tehnilise kontrolli teostaja säilitab väljastatavate elektripaigaldise kasutuselevõtule eelneva või korralise või erakorralise tehnilise kontrolli aruannete ja tunnistuste allkirjastatud koopiad. [6]

3.4.2. Nõuetekohasuse tõendamine

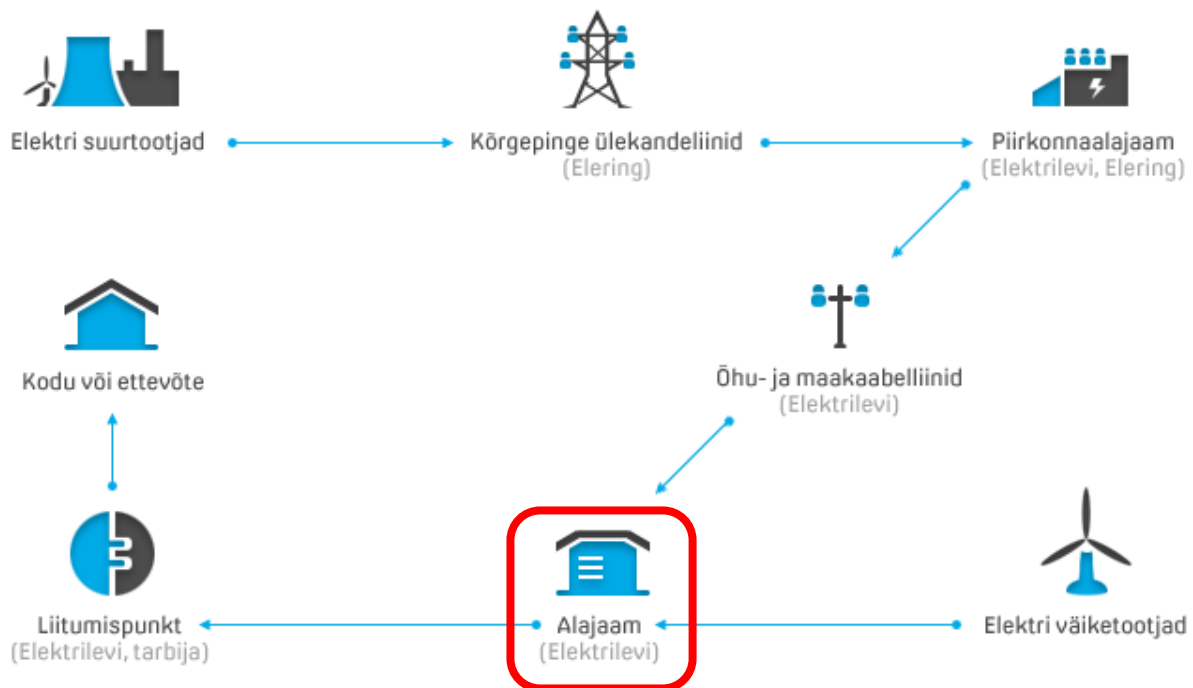
Pärast puuduste kõrvaldamise järelkontrolli koostab tehnilise kontrolli teostaja vajadusel uue aruande või kinnitab kirjalikult elektripaigaldise omanikule väljastatud aruandel ja enda aruande koopial puuduste kõrvaldamist ning näitab otsuse elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistuse väljastamiseks. Elektriohutusseadusega kehtestatud nõuetele vastavuse korral väljastab tehnilise kontrolli teostaja mõistliku aja jooksul elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistuse. Otsest ohtu põhjustavate või oluliste puuduste korral elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistust ei väljastata. Väljastatud elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistus kehtib koos elektripaigaldise kasutuselevõtule eelneva või korralise või erakorralise tehnilise kontrolli viimase aruandega. Tunnistusel paranduste ja muudatuste tegemine ei ole lubatud. Vajadusel asendab tunnistuse välja andnud tehnilise kontrolli teostaja selle uuega ja tunnistab varemväljastatud tunnistuse otsusega kehtetuks. [6]

4. JAOTUSVÕRGU ARENDAMINE JA PARANDAMINE

4.1. Elektrilevi OÜ jaotusvõrgu üldhinnang

Lõputöö uurimisobjektiks on valitud jaotusalajaama JAJ 590, mille omanik on Elektrilevi OÜ, mis on Eesti Energia kontserni kuuluv Eesti suurim jaotusvõrguettevõtja, kellel on ligi 475 000 klienti üle Eesti. Eesti suurima võrguettevõtjana pakub Elektrilevi OÜ ühiskonnale strateegilise tähtsusega teenust. Elektrilevi OÜ eesmärgiks on tagada klientidele kvaliteetne võrguteenus, see hõlmab eelkõige elektrivarustuse ja teeninduse kvaliteedi parandamine. Jaotusvõrk järgib rahvusvaheliselt tunnustatud varahalduse põhimõtteid, mille kohaselt on varahaldus ettevõtte kuluefektiivne varade käitamine, hooldamine, uuendamise ja realiseerimise süstemaatiline protsess, kus edukuseks peab olema teadlik riskidest keskkonna, inimeste ja majanduskeskkonna suhtes. [2]

Eesti elektrisüsteem ühendab omavahel elektrijaamad, võrguettevõtjad ja elektritarbijad. Elektrisüsteemis toimuvad elektrienergia tootmise, ülekandmise, jaotamise ja salvestamise protsessid ning nende juhtimine. [3]



Joonis 4.1. Elektrienergia põhimõtteline edastamise skeem (punase joonega ümbritsetud lõputöö uurimisobjekt – Jaotusalajaam JAJ 590)

Jaotusvõrguettevõtja Elektrilevi OÜ hoolitseb elektri jaotamise eest põhivõrguseadmetest kuni tarbimiskohtadeni. [3]

Eesti elektrisüsteemi kui terviku toimimise ehk selle, et igal ajahetkel oleks tagatud tarbijatele nõuetekohase kvaliteediga elektrivarustus, peavad tagama süsteemihaldur Elering AS ja jaotusvõrk Elektrilevi OÜ. Ühtlasi on Elering AS põhivõrguettevõtja, kes pakub kõrgepingevõrgu (110–330 kV) ülekandeteenuseid. [3]

Pärast AS Eleringile kuuluvaid kõrgepingevõrgu seadmeid algab jaotusvõrk (0,4–35 kV), mille kaudu toimetab võrguettevõtja elektri tarbija liitumispunktini. Jaotusvõrguettevõtjaid on Eestis ligikaudu 35, neist suurim on OÜ Elektrilevi. Et samasse kohta pole mitut paralleelset võrku otstarbekas ehitada, on igal võrguettevõtjal oma kindel teeninduspiirkond. OÜ Elektrilevi haldab ligikaudu 61 000 kilomeetrit liine ja enam kui 22 000 alajaama. Osa piirkonnaalajaamu on Elektrilevi OÜl põhivõrguettevõtjaga ühised. [3]

Elektrilevi OÜ on võrgust tulenevatest riskidest piisavalt teadlik ja nende maandamiseks valitud lahendused on kaasaegse praktika tasemel. Vaadates Elektrilevi OÜ kodulehekülje, uudiste jagu (<https://www.elektrilevi.ee/et/uudised/>), võib märgata et, jaotusvõrk viibib pidevas arengus ja jaotusvõrgu planeerijad pidevalt hoiavad elektrivõrgu normaaltalitusel. Minu kogemuse ja tööülesande põhjal saan öelda, et püsivalt tekivad objektid, mis on täiesti renoveeritud või uuesti ehitatud ja kus omanik on Elektrilevi OÜ.

4.2. Jaotusalajaama JAJ590 uuendamise põhjused

Elektrilevi OÜ koostab vajadusel olemasoleva võrgu tehnilisest seisukorrast ja antud piirkonna elektrivarustuse kvaliteedi nõuetest lähtuvalt elektrivarustuse uuendamise tööd. Jaotusalajaama ülevaatusel ajal leiti, et mitte ainult kõrge- ja madalpinge alajaama jaotusseadmed vajavad vahetust vananemise tõttu, vaid ka terve hoone vajab uuendamist, amortisatsiooni tõttu. Elektrilevi OÜ juhtkond tegi otsuse korralda riigihange ja täielikult rekonstrueerida jaotusalajaama elektrivarustus. Riigihanke eesmärgiks oli koguda pakkumised ja valida parima lahendust, nii investeringute osas, kui ka uue ja säästliku tehnoloogia osas. [2]

Ehitisregistri kood	Ehitis	Ehitise nimetus	Aadress	Esmane kasutus	Korruste arv	Ehitisealune pind (m ²)
120638541	Hoone	alajaam nr 590 (lammutatud)	Harju maakond, Tallinna linn, Põhja-Tallinna linnaosa, Madala tn 3e	1965	1	70
120693407	Hoone	alajaam nr 590	Harju maakond, Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Madala tn 3e	2015	2	52,9

Joonis 4.2. Väljavõte ehitisregistris (<https://www.ehr.ee>), vaadatud 22.02.2015.a.

Vana jaotusalajaam oli ehitatud 1965 aastal (Joonis 4.2.) vastavalt nõutele, mis oli kehtivaid tol ajal. Peamisteks põhjuseks, miks oli vaja renoveerida jaotusalajaama tervikuna on:

1. Jaotusalajaama hoone amortiseerumine (Joonis 4.3.) põhjustas ohtu inimestele, loomadele ja ümbritsevale keskkonnale, hoone enda hävinemise ja trafo õlimahuti puudumise tõttu. Uue alajaama hoone annab võimaluse kasutada säästvaid seadmeid, vähem märgatavaid rajatisi ja hooneid.



Joonis 4.3 Jaotusalajaam JAJ 590 enne ja pärast rekonstrueerimist.

2. Vana tehnilise lahenduse järgi oli kasutatud suuremat maa-ala 70 m², võrreldes uue tehnilise lahendusega, milles maakasutusala on 52,9 m² (Joonis 4.2.).
3. Vanade seadmete müra häiris elanikkonda.
4. Uute tehnoloogiate rakendamine toob usaldusväärset toimimist (avariijuhtumite vähemine, pingekvaliteedi tõus), ning annab võimaluse automatiseerida alajaama protsesse ja pidevalt jälgida olukorrast alajaama seisundit.
5. Tarkvõrgu arendamine, mis tagab varustuskindluse ja kvaliteedi nõuded.

5. UUE JAOTUSALAJAAMA PROJEKTEERIMINE

Elektriprojekteerimise all mõistetakse kinnistul vajalike elektrisüsteemide ja elektrotehniliste süsteemide projekteerimistööid, mida on vaja hoone ja tehnosüsteemide kui terviku ehitamiseks ja töökorda viimiseks. Elektriprojekteerimistööid vajatakse peaegu alati, kui seade, süsteem, masin, hoone või kinnistu vajavad toimimiseks elektrienergiat. Üha rohkem on seadmete, paigaldiste ja süsteemide ehitamine seotud ka info- ja andmesidetehnoloogia rakendustega. Projekteerimisülesanded on kasutaja (tellija) vajaduste mõistmine, vajalike uuringute teostamine, erinevad tehnilised mõõtmised, funktsioonide, seadmete ja süsteemide valikud, dokumentide koostamine ning kontakteerumine teiste projektiga seotud isikutega. Lisaks võivad projekteerimistööde hulka kuuluda ka muud klienti abistavaid ülesanded nagu järelvalvefunktsioon, hooldusraamatuga, kontrolliga ja vajamineva tehnika soetamisega seotud ülesanded. Tehniline projekterija otsib tehnilisi lahendusi, mis rahuldavad kliendi soove ja vajadusi vastavalt olemasolevatele ressurssidele. Projekterija dokumenteerib jooniseid, skeeme, nimekirju ja lahenduste seletuskirju müügi- ja teostusdokumentidena. [12]

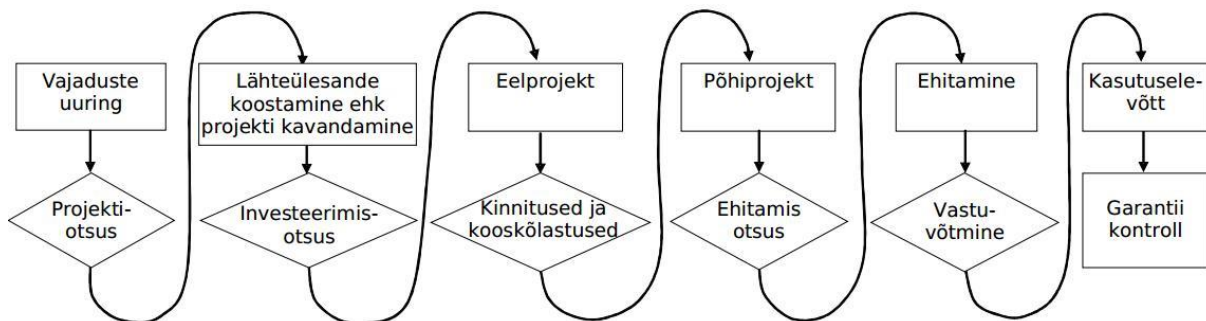
Enne ehitamise või ehitusülesande alustamist koostatatakse projekt või tegevuskava, mis kirjeldab tellija soovitud tulemust. Tegevuskava (projekti) objektiks võib olla füüsiline tulemus (nt hoone, hooneasukoht), protsess (nt ajakava), menetluskord (nt hankimine ja paigaldusviis, rahastamisskeem) ja nii edasi. Tegevuskavadeks (projektideks) on muu hulgas programmid, visandid, koond- ja detailjoonised; ehitusviisi, hoone, töö ja ruumijaotuse seletuskirjad, tootmisplaanid ja ajakavad. Tegevuskavade andmed tulenevad varasematest dokumentidest ja neid täpsustatakse projekti teostamise käigus. [12]

Projekteeritav ja ehitatav jaotusalajaam on ette nähtud elektrienergia muundamiseks ja jaotamiseks selles konkreetses piirkonnas. Alajaama tehnosüsteemi moodustavad kõik hoonesse paigaldatud seadmed ja süsteemid, mille eesmärk on pakkuda hoone kasutajatele kontrollitud töökeskkonda, side- ja turvalahendusi ning edastada vajalikku energiat. Jaotusalajaama elektripaigaldis hõlmab hoonete ja ruumide elektri- jaotussüsteemide, side- ja juhtimissüsteemide, valgustuse ning elektriliste infosüsteemide projekteerimist, ehitamist, hooldamist ja seadmete valmistamist. [7] [12]

5.1. Projekteerimise protsess

Ehitusprojekti vajadus tekib siis, kui tehakse otsus uue ruumi ehitamiseks või vana remontimiseks. Ehitusprojekti lähtepunktiks on tellija nõuded alajaama rekonstrueerimiseks. Selle peamine põhjus on selles, et uus alajaam pakuks hea eesmärgi toetava keskkonna ning kõrvaldada praegune halb seisukord. [12]

Projekti aluseks oli tellija soov investeerida oma kapitali jaotusvõrgu viimiseks vastavusse nõuetega. Tellija ootab investeeritud kapitalilt võimalikult suurt tootlust kogu ehitise elutsükli jooksul ja projekterija peab selleks sobivat tegevuskeskkonda pakkuma. Projekti põhietapid on toodud alljärgnevalt (Joonis 5.1.):



Joonis 5.1. Ehitusprojekti etapid

Vajaduste uuringu etapis selgitatakse ja hinnatakse projekti vajalikkust, tingimusi ja võimalusi. Tulemused koondatakse vajadusanalüüsi aruandesse, mis määrab kindlaks projekti olemuse. Vajadusanalüüsi alusel tehakse otsus projekti käivitamiseks. Renoveerimisel määratakse arhitektuursed ja remondi eesmärgid ning selgitatakse välja võimalikud muutunud ja uued vajadused. [12]

Projekti kavandamise ehk projekteerimise lähteülesande koostamise etapis selgitatakse ja hinnatakse projekti teostamise vajadusi, nende teostusvõimalusi ning alternatiivseid rakendamisviise ja -vahendeid. Tulemused kogutakse projektikavasse, mille teostamisviisile ja tulemusele kehtestatud mahu- ja kvaliteedieesmärgid määravad kindlaks projekti kulud ja ajakava. Projektikava alusel tehakse investeerimisotsus. [12]

Eelprojekti tulemusena valitakse ja määratletakse objekti projektlahendus, tehnilised süsteemid ja teostusviis ning võetakse vastu otsus projekti heakskiitmise kohta. [12]

Põhiprojekti etapis määratletakse hankeviisi, koostatakse hanke seletuskirjad ja joonised, valmistatakse ette hanked ja tehakse otsus ehitustööde alustamise kohta. [12]

Ehitusetapi käigus ehitatakse projektis kavandatud kinnisasi, ehitus või selle osa. Ehitusaegsete projekteerimistööde (teostusjooniste ja juhendite) abil tagatakse projektide asjakohane teostus, kvaliteedieesmärkidele vastav lõpptulemus ning vajalik kasutus- ja hooldusvalmidus. Ehitusetapp lõpeb hoone vastuvõtuotsusega. [12]

Kasutuselevõtuetapis käivitatakse hoonesse kavandatud tegevus ja tuvastatakse kasutamishoolduse olemasolu. Projekt lõpeb garantiikontrolli ja tagatiste vabastamisega. [12]

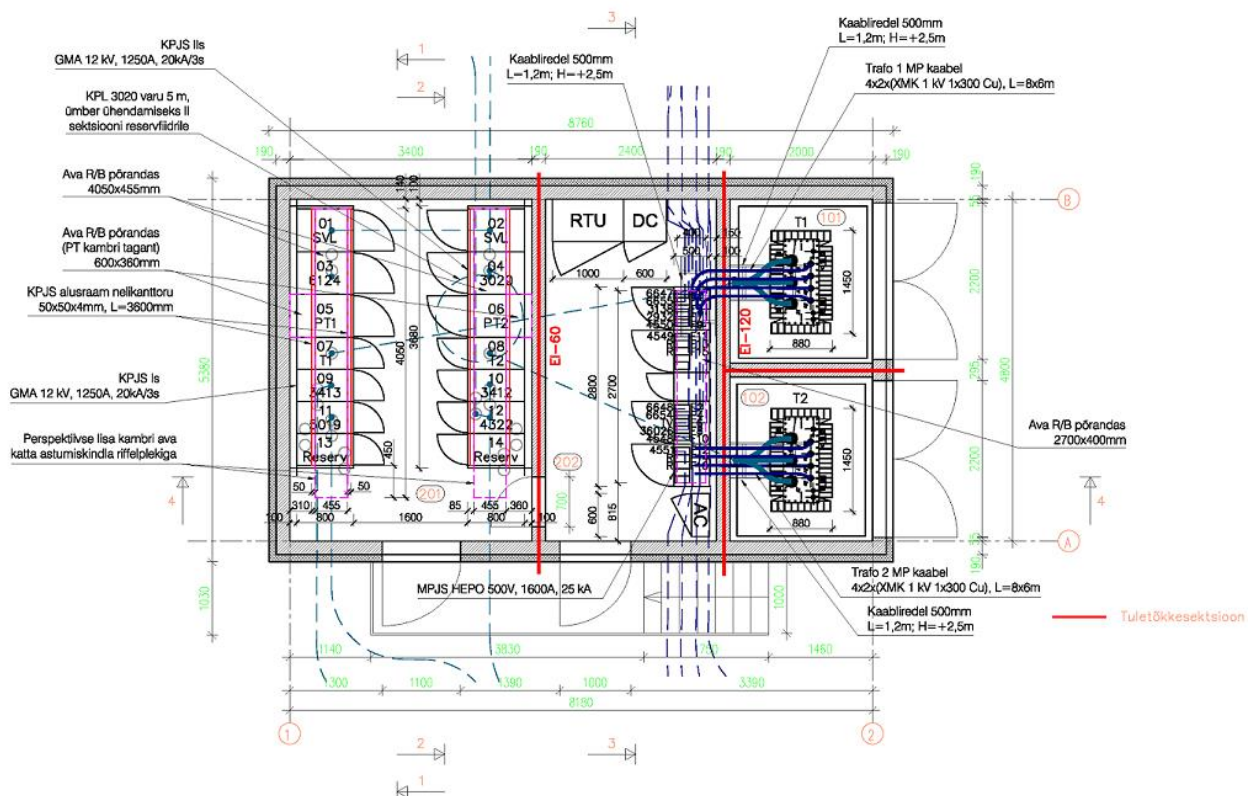
Ehitusprojektiga alustavatel projekteerijatel tuleb hoolitseda selle eest, et hoone projekteeritakse ja ehitatakse ehitamist käsitlevate seaduste ja määruste ning selleks antud ehitusloa alusel. Projekteerimisetevõtjatel peavad projekti nõudlikkust arvestades olema piisavad eeldused võetud töö teostamiseks ja kvalifitseeritud personal olema töö teostamise ajal kättesaadav. [12]

5.2. Nõuded alajaama projekteerimistöödele

Kohe pärast riigihanke lõppemist, algasid projekteerimistööd. Projekteerimise tööde aluseks olid Elektrilevi OÜ poolt väljastatud Hankedokumendid, milles olid märgitud põhilised nõuded jaotusalajaama projekteerimiseks ja ehitamiseks.

Projekti mahus on mõeldud alajaama rekonstrueerimistööde alla olemasoleva alajaama lammutamine ning uue alajaama ehitamine. Alajaama rekonstrueerimistööde teostamiseks ühendatakse 6 kV ja 0,4 kV kaablid ümber ajutise alajaama toitele peatükis 6. kirjeldatud viisil. Olemasoleva alajaama lammutamiseks koos vundamendiga koostati lammutusprojekt, mis oli kooskõlastatud huvitatud osapooltega, kommunikatsiooni valdajatega, linnaasutustega ja keskkonnaametiga. Lammutusprojektis olid ette nähtud vajalikud tööde mahud ning utiliseerimine. Uue alajaama ehitamiseks ning vajalike taastamistööde teostamiseks koostati ehitusprojekt. Projekt kooskõlastati kõikide huvitatud osapooltega (sealhulgas ka naaberkinnistute valdajatega), kommunikatsioonitrasside valdajatega ning linnaasutustega. [7]

Enne projekti koostamist, oli vaja teostada uuringuid, et oleks tagatud hoone, tehnovõrkude ning muude ehitiste projekteerimiseks ja ehitamiseks vajalike lähteandmete olemasolu. Selle lahendamiseks, teostati topo-geodeetilised uuringud, mille tulemused näidatud Lisas 1. Joonisest võib teha järelduse, et jaotusalajaama ehitamistööd ei riku olemasolevaid tehnovõrke. Kõige suurem probleem, mis oli vaja lahendada enne kõikide tööde alustamist, oli kõigi seadmete paigutamine nii väikesele pindalale. Töövõtjal ei olnud võimalust alustada hoone ehitamist enne jaotusalajaama sisseplaani koostamist. Pärast pikki arutamisi ja mitmete võimaluste läbivaatamist leiti optimaalne lahendus (Joonis 5.1.), mis rahuldab tellija nõudeid ja ei olnud väga keeruline ehituses. Joonisel 5.1 on näidatud hoone plaan, koos elektriseadmete paigutusega – kaks jõutrafat (T1, T2), 0,4kV jaotusseade (kahesektsiooniline), RTU-kapp, vahelduv- ja alalisvoolu keskused ning 6 kV jaotusseade I ja II sektsioonid. Hoone plaan on illustreeriv, kuna oli vaja täpsustada alajaama hoone suurused ja üleanda need andmed hoone projekteerijale. Hiljem alajaama sisseplaan muutub, et täita tellija soovid (näiteks, esialgu ei olnud plaaneritud 6 kV jaotuseadmete ja 0,4 kV jaotuseadmete uks, kuid hiljem üks paigaldati tellija soovide täitmiseks). [7]



Joonis 5.1. Jaotusalajaama JAJ 590 hoone plaan

5.3. Jaotusalajaama automatiseeritud protsessid

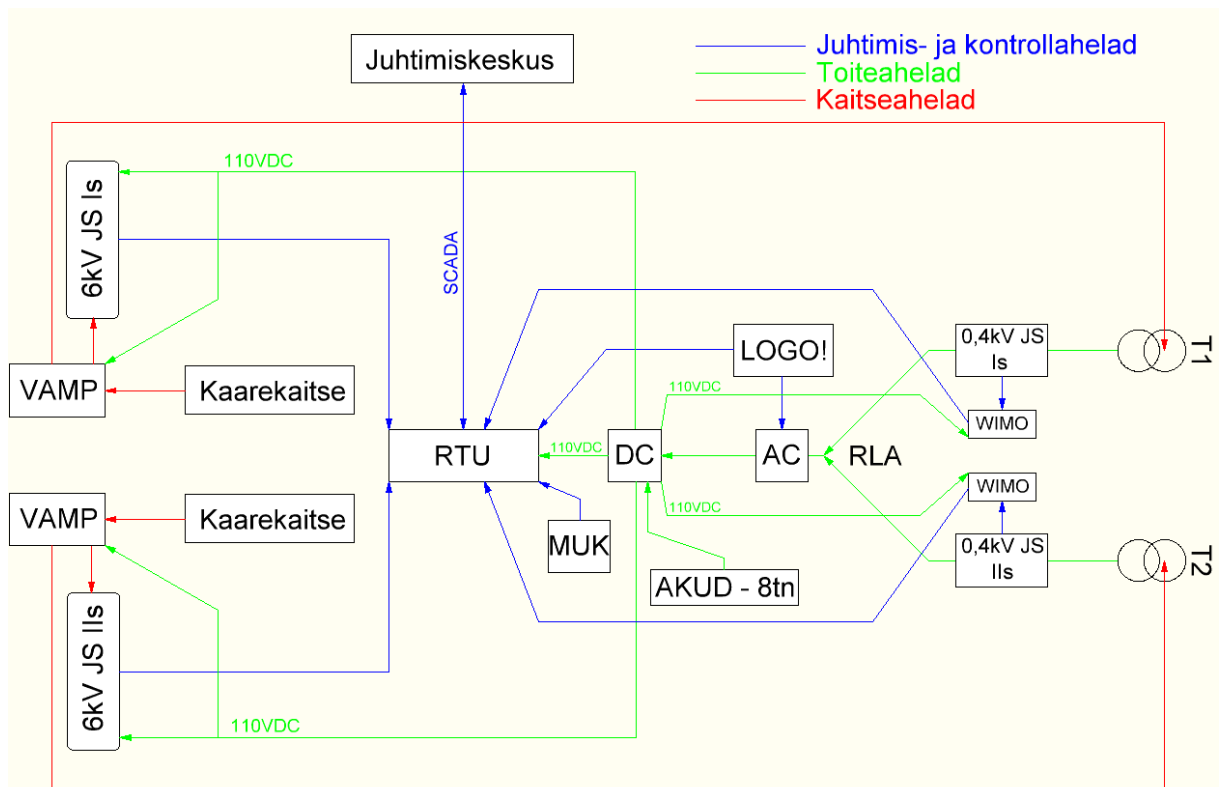
Jaotusalajaamas toimuvad erinevad protsessid normaaltalitluse hoidmiseks ja elektrienergia kvaliteedi tagamiseks. Elektrienergia kvaliteedi all mõeldakse üldjuhul elektritarbijate elektrivarustuskindlust ja talitusparameetrite vastavust nimisuurustele. Normaaltalitus – talitus, mille tarbeks elektrisüsteem on projekteeritud ja loodud ning mille ajal on kõik talitluse muutuvparameetrid lubatu piirides. Alajaamast edastatakse dispetšisüsteemi mõõteandmed, lülitite asendid, trafode astmed, pingeregulaatorite olekud, ajamärkidega varustatud alarmid ja sündmused, lühise asukoht jm. Nõudmisel edastatakse releede sätteid ja rikkemeeriku andmed. Dispetšisüsteem saadab alajaama juhtimiskorraldusi, automaatikasätteid, kellade sünkroniseerimisandmeid ja üldpäringuid. Andmeid, mida alajaamadest kogutakse, võib rühmitada järgmiselt:

- elektrimõõtmised – pinge, vool, aktiiv- ja reaktiivvõimsus, pinge ja voolu harmoonikud, siirdeprotsesside ostsillogrammid;
- muud analoogmõõtmised, näiteks mootorite ja trafode temperatuurid, seadmete diagnostikaandmed, energia kvaliteedinäitajad;
- elektrivõrgu talitluse ning sidesüsteemi ja releekaitse sündmused ja häired;
- seisundid ja sätteid nagu lülitite asendimuutused, trafoastmed, automaatpingeregulaatorite olekud, süsteemiautomaatika ja releekaitse sätteid;
- kompleksandmed, nagu siirdeprotsesside ostsillogrammid, andmed rikete asukoha määramiseks ja energia kvaliteedi näitajad. [13]

Mõõteandmeid iseloomustavad nende vähim ja suurim väärtus, mõõtmistäpsus, mõõtmiste sagedus, mõõdetava suuruse suurim lubatav (tuvastatav) muutumiskiirus. Töötlemisel kontrollitakse esmalt, kas andmed on nõutavates piirides. Erinevates kohtades mõõdetud suuruste võrdlemisel tuleb arvesse võtta andmete fikseerimisaeg ja aja mõõtmise võimalik viga. Joonisel 5.2. on näidatud põhimõtteline jaotusalajaama protsesside plokkskeem koos juhtimis- ja kontrollahelatega, toiteahelatega ja kaitseahelatega, mille abil hoitakse jaotusalajaama pidevalt korras. Tabelis 5.1 on toodud plokkskeemide lühendid.

Tabel 5.1. Plokkskeemide lühendid

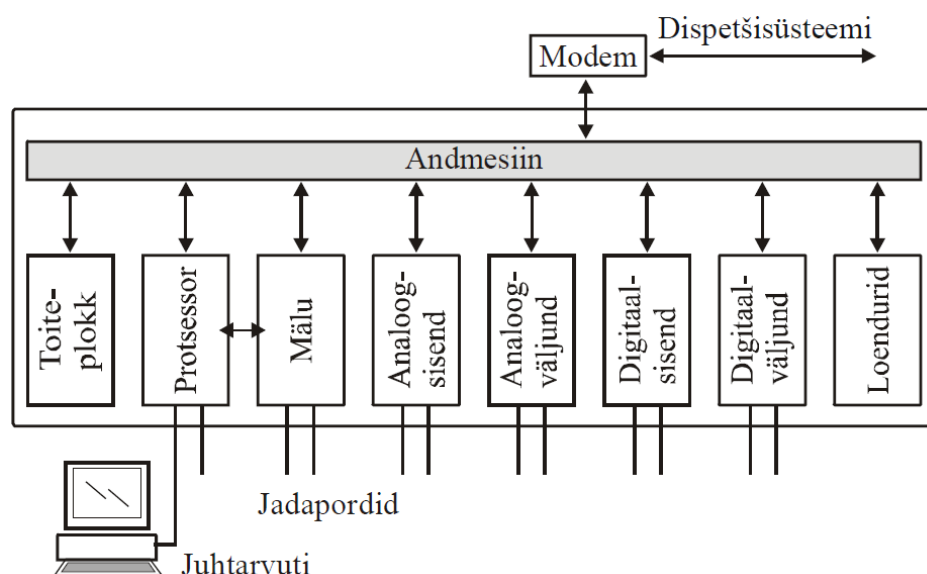
Lühend	Nimetus
6 kV JS Is/IIs	Kõrgepinge (6kV) jaotusseade I ja II sektsioon
VAMP	Kohtterminal, VAMP 255. Kohtterminaliga on ühendatud kaarekaitse seade.
RTU	Kaugterminal
AC	Vahelduvvoolukeskus
DC	Alalisvoolukeskus
MUK	Maaühenduskaitse seade
LOGO!	Siemens LOGO! Kontrollerr
RLA	Releelülitis automaatika seade
0,4 kV JS Is/IIs	Madalpinge (0,4kV) jaotusseade I ja II sektsioon
T1, T2	Jõutrafad
WIMO	Madalpinge mõõtmise ja jälgimise seade



Joonis 5.2. Jaotusalaajas JAJ 590 toimuvate protsesside plokkskeem

Elektrivarustuskindluse tagamisel on oluline olemasoleva süsteemi talitluse jälgimine ning hooldamine vastavalt nõuetele. Hoolimata ennetavatest meetmetest esinevad elektrivõrgus katkestused. Juhtseade, mida jälgib ja kontrollib kõikede teiste seadmete tööd, on – kaugterminal RTU, näidatud joonisel 5.3. Kaugterminali ülesanne on registreerida alajaamas toimuv, edastada mõõteandmed ja sündmused ning vastu võtta saabuvad juhtimiskorraldused. Kaugterminal filtreerib kontaktide vibratsioonist tekkivad mürad, eristab saabuvat signaali mürast, omab piisavalt suurt mälu sündmuste säilitamiseks, kui häirete või side katkemise tõttu pole võimalik andmeid edastada, side taastumisel edastab saatmata jäänud sündmused, tagab andmete uuendamise vajaliku kiiruse, võimaldab jadajuhtimist ja muud. RTU ja Elektrilevi OÜ SCADA Juhtimiskeskuse vahel toimub pidevalt info edastamine. Tänapäeva kaugterminalide omadused on konfigureeritavad ja nad koostatakse moodulitest, milleks on:

- toiteplokk;
- protsessor, tarkvara ja liidesed;
- mäluplokk;
- analoogsisendite ja -väljundite plokk;
- digitaalsisendite ja -väljundite plokk;
- loendurite plokk;
- kell ja valve. [13]



Joonis 5.3. Kaugterminali struktuurskeem

Kaugterminaliga on ühendatud maaühenduskaitse MUK, mille ülesanne on kaitsta maaühenduse eest. Maaühendus on rike, mis on tekkinud mingi juhi ühendumisel maaga või isolatsioonitakistuse vähenemisel maa suhtes allapoole määratletud väärtust. [13]

Kohtterminalide (6 kV jaotusseadmed, VAMP-releekaitse, kaarekaitse) all mõistetakse seadmeid, mis suudavad täita mitmesuguseid releekaitse- ja automaatjuhtimistegevusi ning ka andmehõive ja andmeside funktsioone. Seega võib vajaliku tasemega kohtterminal asendada enamikku automaatikaseadmetest. Kohtterminalid on ette nähtud elektrivõrgu jälgimiseks, mõõtmiseks, kaitsmiseks ja juhtimiseks. Neid kasutatakse erineva keerukusastmega (üks või mitu latisüsteemi) jaotlates ja erineva neutraalirežiimiga (maandatud, maandamata või kaarekustutuspoolidega maandatud) võrkudes. Olenevalt sellest kas tegu on ülekande- või jaotusvõrgu kohtterminaliga, on selle toimimispõhimõtted (näiteks võimalike kaitsete valik) mõnevõrra erinevad, kuid üldiselt on kohtterminali funktsioonid järgmised:

- kaitse;
- mõõtmine;
- juhtimine;
- primaarseadmete seisundi ja korrasoleku jälgimine;
- andmevahetus ja side;
- energia kvaliteedi seire;
- üldotstarbelised lisafunktsioonid;
- standardsed loogikafunktsioonid;
- diagnostika.

Vaid mingi kindla fiidriga piirduvaid kohtterminale nimetatakse fiidriterminalideks. Kaitse on kohtterminali kõige olulisem funktsioon. Erinevate kaitsete plokid on üksteisest sõltumatud, neil on omad sätete grupid, andmete salvestamisseadmed, mõõte- ja juhtimiskanalid. Fiidriterminali võimalikud releekaitsetegevused on järgmised:

- liigvoolukaitse (sh suunakaitse);
- maalühiskaitse;
- distantkaitse;
- faasikatkevuskaitse;
- ülepingsekaitse;
- nulljärgnevusülepingsekaitse;
- taasülilitusautomaat;
- üle- ja alasageduskaitse;
- sünkronismi kontroll;
- termokaitse.

Loetletud funktsioonidest levinumad on liigvoolu- ja maalühiskaitse.

Kohtterminalide seiretegevused haaravad nii mõõteandmete kui seisundite jälgimist ja kogumist. Mõõdetavate suuruste hulka kuuluvad:

- faasivoolud;
- neutraalivool;
- faasipinged;
- nulljärgnevuspinge;
- sagedus;
- aktiiv- ja reaktiivvõimsus;
- võimsustegur;
- energia (impulsside loendamine);
- harmoonikud;
- riketega seotud talitlusparameetrite registreerimine (rikkemeerik). [13]

Rikkemeerik registreerib nii digitaalsignaale kui ka analoogmõõtmisi sagedusega 2...10 kHz. Kasutaja saab määrata salvestamise kestuse, mis muuhulgas oleneb salvestatavate mõõtmiste arvust. Salvestus on varustatud ajamärkidega, mis kellade sünkroniseerimise korral võimaldab võrrelda salvestusi erinevatel seadmetel ja erinevates alajaamades. Kohtterminalide juhtimistegevus haarab nii lokaal- kui kaugjuhtimist, millesse kuuluvad:

- sisse- ja väljalülitamine (ennekõike võimsus- ja lahkülitid)
- jadajuhtimine;
- seadmete juhtimise blokeerimine;
- juhtimisseadmete seisundite ja alarmide jälgimine.

Jälgitavateks seisunditeks on

- võimsuslülitite seisund (lülituste arv, lahutamiskiirus ja andmed remontide kohta);
- gaasi tiheduse sobivus (elegaaslülititele);
- sündmuste salvestamine ja nende kuvamine terminali ekraanil;
- omatarbevõimsus, kaitsetele vajaliku pinge ja voolu olemasolu, täitevahelate valmidus, ajamite toide, blokeeringud jm.

Andmeside ülalpidamine on kohtterminali üks olulisemaid funktsioone. Üldjuhul on kohtterminal võimeline pidama sidet otse dispetšisüsteemi kõrgema taseme sideserveriga. Kesksel kohal on sideprotokollid, mis seni on enamasti valmistajakohased. Vajalik on ka

lokaalne side kohtterminali ja kohaliku arvuti (serveri) vahel. Sideliiniks on nüüdisajal optiline kaabel, kuid kõlbavad ka tavalised sidekaablid. Elektri kvaliteedi seirefunktsioon võimaldab eristada 13...40 pinge ja voolu harmoonikut, määrata pingelohkude ja -muhkude kestust ja kontrollida pinge kvaliteedi muude näitajate vastavust rahvusvahelisele standardile EVS-EN 50160:2010 Avalike elektrivõrkude pinge tunnussuurused. Üldotstarbelised lisafunktsioonid võimaldavad tagastada väljundreleesid, panna algseisu häiremeerik, kvaliteediseire- ja muud registrid, mugandada kasutajaliidese kuvari eredust, kontrasti ja teisi parameetreid. Standardsed loogikafunktsioonid võimaldavad kasutajal luua talle vajalikke loogilisi kontrole, blokeeringuid, juhtimiskorraldusi jne, mida võib siduda kaitsetega, mõõtmistega, seire ja mis tahes muu fiidriterminali funktsiooniga. [13]

0,4 kV jaotusseadmed I ja II saavad toide trafodest T1 ja T2. Vahelduvvoolukeskus AC saab toite ühest 0,4 kV sektsioonidest. Keskuse sees on paigaldatud releekaitse ja automaatika RLA, mille ülesanne on tagada vahelduvvoolu keskuse pidev toide. RLA-ga on ühendatud LOGO! Kontroller, mille ülesanne on kontrollida toite olemasolu. Kui katkeb ühe sektsiooni toide, siis kontroller lülitab teisele ja saadab läbi RTU sellise teabe juhtimiskeskusele. Juhul, kui toide katkeb mõlemas sisendis, on olemas alalisvoolukeskuses DC akupatareid, mis tagavad toite katkestuse korral jaotusalajaamade juhtimissüsteemide töö kuni 8 tunni jooksul. [9] [10]

Alalisvoolukeskuse DC abil saavad toite kaugterminal, kohtterminalid ja mõõtetterminalid. Alalisvoolukeskuses on olemas alaldi, mis on ettenähtud vahelduvvoolu muutmiseks alalisvooluks. Alalisvool (110 V) on ettenähtud kaugterminali, kohtterminalide ja mõõtetterminalide toiteks. [9] [10]

Tavaliste tarbijate elektrienergia kvaliteedi tagamiseks on olemas igas 0,4 kV sektsioonis mõõtmise ja jälgimise seade WIMO, mis jälgib energia kvaliteeti ja edastab selle kohta informatsioon RTU-sse. Mõõdetavate suuruste hulka kuuluvad:

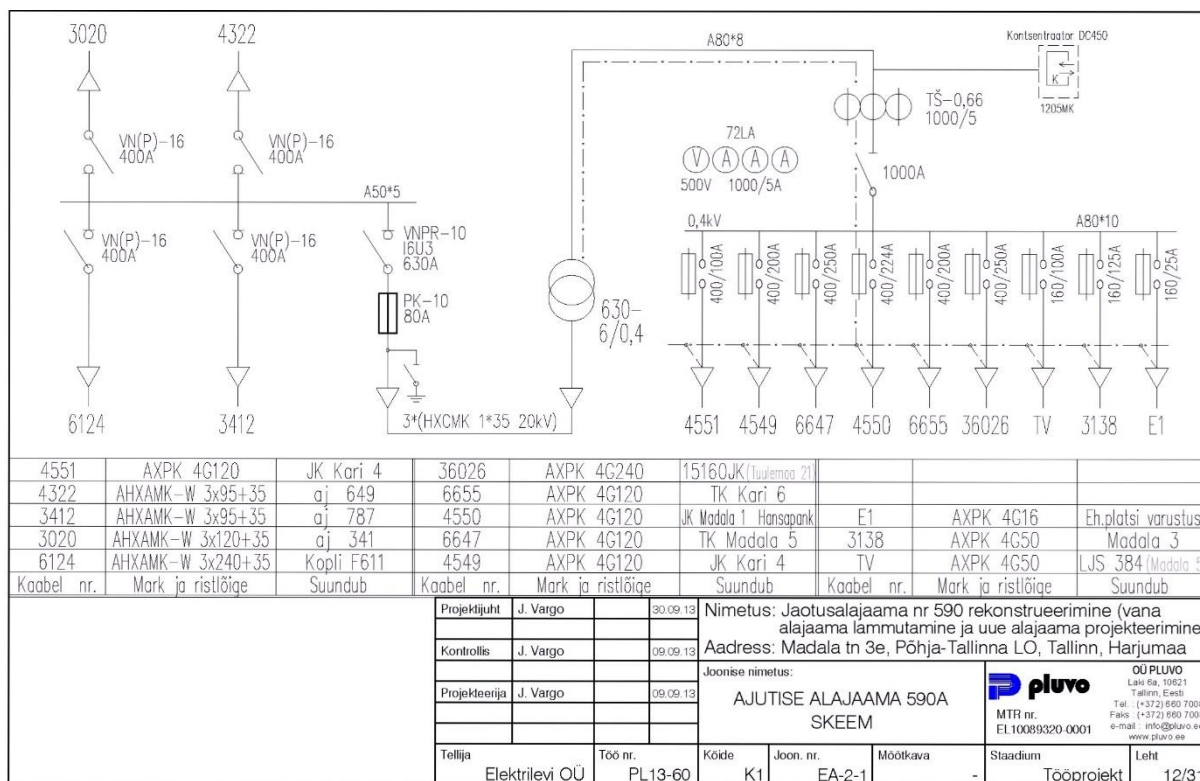
- aktiiv-, reaktiiv- ja näivvõimsus;
- aktiiv- ja reaktiivenergia;
- harmoonikud ja summaarne voolu ning pinge moonutustegur; [9] [10]

6. VANA JAOTUSALAJAAMA LAMMUTAMINE JA AJUTISE ALAJAAMA PAIGALDAMINE

Enne vana alajaama lammutamist oli vaja teostada esialgsed tööd ja üle viia kõik tarbijaid ajutisele toitele. Käesolevasse töösse kuuluvad kõikide väljuvate kaabelliinide ümbertõstmine ajutise alajaama ning hiljem uue alajaama toitele. Vajaduse korral olemasolevad kaablid pikendati või paigaldati ümber.

Alajaama rekonstrueerimistööde korraldamiseks koostati tööde teostamise projekt. Projektis näidati ette ajutise alajaama paigaldamine, 6 kV ja 0,4 kV kaabelliinide ajutise toite skeem ja ümberühendamistööde järjekord. Olemasolevate 6 kV ja 0,4 kV kaabelliinide ümberühendamiseks koostati projekt, milles oli ette nähtud kaabelliinidele piisav varu, selleks, et kaablite ümberühendamisel ajutisse ning pärast rekonstrueeritud alajaama kasutada võimalikult vähe jätkumuhve. [7]

Olemasoleva jaotusalajaama nr 590 hoone lammutamiseks paigaldatakse kinnistule Kari tn 6 ajutine, ühe 630 kVA trafoga, metallkestaga komplektalajaam nr. 590A (skeem toodud joonisel 6.1.).



Joonis 6.1. Ajutise alajaama 590A skeem

Komplektalajaam, mis on näidatud joonisel 6.2., koosneb 6 kV jaotlast, jõutrafoost 630 kVA, 0,4 kV jaotusseadmest ning alajaama omatarbest. Vastavalt hankedokumentatsioonile on ajutise alajaama keskpingejaotlas ettenähtud koormuslahklülitid ning trafofiider sulavkaitsmega. Madalpingejaotla on üheseksiooniline, 8 fiidriga.



Joonis 6.2. Ajutine alajaam 590A

Keskpinge kaabelliinid 5019 ja 3413 ühendatakse omavahel kokku väljaspool alajaama hoonet. Ülejäänud keskpinge kaabelliinid kaevati piisavas ulatuses välja, tehti sisselõige, vajadusel keriti projekteeritud kaabltrassi suunas. Kaabliotsale tehti ühendusmuhvid projekteeritud kaabliga ning ühendati need ümber ajutise alajaama 6 kV jaotlasse. Keskpinge kaabelliinide ajutine toiteskeem on esitatud lisas 3.

Alajaamast nr 590 ühendati lahti kõik madalpingekaablid ning kaheksa kaabelliini ühendati ümber ajutisse alajaama. Ülejäänud madalpinge kaabelliinid kaevati piisavas ulatuses välja, võimalusel tõmmati välja alajaamast, otsad isoleeriti ning kaeti ajutiselt kinni.

Kõikide madalpingetarbijate toide säilis. Madalpinge kaabelliinide ajutine toiteskeem on esitatud lisas 4. Projekteerimisel oli kaablile KPL 3020-le ette nähtud piisavalt pikk varu, et kaabelliini oleks hiljem uues alajaamas võimalik ümber ühendada. Jätkumuhvide tegemisel arvestati alajaamast väljuvate kaablimarkidega, näiteks uue alajaama ehitamisel on keelatud alajaama keskpinge jaotluse siseneda õli kaablitega, seega vanad õlikaablid pikendati uue plastisolatsiooni kaablitega alajaama hoone väljaspool. Ehitusplatsi ajutiseks elektrivarustuseks paigaldatakse ajutisse alajaama lisafiider kaitselülitiga 3x25 A. Ajutise alajaama seinale paigaldatakse ehitusplatsi liitumis-jaotuskilp, peakaitse nimivooluga 3x25 A ning elektriarvestussüsteemiga. Pärast tööde lõppu likvideeriti ajutine alajaam ning tehti vajalikud korrastus ja taastamistööd, mis olid ette nähtud projektis.

6.1. Ajutise alajaama tehniline kontroll

Ajutine elektripaigaldis on ehitise ehitamise ajaks või muuks ajutiseks otstarbeks paigaldatud elektripaigaldis. See fakt aga ei vabasta ajutise tehnilise kontrolli teostamisest. Nõuded kontrollimisele on samad, kuna kõik elektripaigaldised peavad olema ohutud inimesele, kaasa arvatud ohuteadlikud või elektriala isikud. Tehniline kontroll algab tellimusega ning tellimusega seonduva dokumentatsiooniga. Dokumentatsioon kontrollitakse enne tehnilist kontrolli algusest ja kontrolli käigus, et veenduda paigaldise dokumentatsiooni vastavuses. Tehnilise kontrolli käigus koostatakse aruanne koos objekti põhilise näitajaga, näiteks: omanik ja/või valdaja, peakaitse suurus, toiteliini mark ja pikkus ja nii edasi. Tähtsamat osa mängib nõuetele vastavuse hinnang, see tähendab elektripaigaldise vastavust projektile, kehtivatele normidele ja nõuetele. Need nõuded peavad olema täidetud nii paberi peal kui ka reaalsetel objektidel. Ajutise alajaama puhul kontrolliti dokumentatsiooni ja kogu ehitusobjekti vastavust nõuetele. Tähtsal kohal kontrollis olid nõuetekohased ehituslahendused. Olulised asjad, mida oli vaja kontrollida, olid asjakohaste nõuete järgimine ja jaotla ning jaoturite seadmete paigaldamise viisid, nende ühendused ja kaitsemeetmete rakendamine. Tavaliselt ainult visuaalkontrollist ei piisa, seepärast teostati nii kõrge- kui ka madalpinge toiteliinide kontrollmõõtmised ning maandustakituse mõõtmised. Kontrolli ajal puudusi ei avastatud, seega lubati ajutine alajaam pingestada. Pärast uue alajaama ehitamist teostati jaotusalajaama kasutusevõtu tehniline kontroll, millest põhjalikult on kirjutatud peatükis 8.

7. UUE JAOTUSALAJAAMA EHTAMINE

7.1. Jaotusalaajaama hoone ehitamine

Hoone ehitamisel kasutati arhitektuur projekt OÜ House & Designe poolt, kusjuures on toodud jaotusalaajaama hoone tehnilised näitajad (tabel 7.1.). Hoone ülesehitus põhineb tellija lähteülesandel ja valitud alajaama seadmetel. Jaotusalaajaama hoone plaan on toodud lisa 2. [7] [8]

Tabel 7.1. Jaotusalaajaama hoone tehnilised näitajad

Ehitisealune pind	52,9 m ²
Suletud netopind	64,8 m ²
Ruumala	270 m ³
Korrused	2
Hoone kõrgus	5,7 m
Hoone laius	5,4 m
Hoone pikkus	8,8 m

Jaotusalaajaama hoone ehitati kivihoonena (Joonis 7.1.). Hoone on ristkülikukujulise põhiplaaniga ja gabariitmõõtudega 5,4x8,8 m. [8]



Joonis 7.1. Alajaama hoone välisvaade



Joonis 7.2. Alajaama hoone vundament

Hoone on rajatud monoliitsele plaatvundamendile (Joonis 7.2.), mille pind on 500 mm allpool planeeritavate katendite pinda. Plaatvundament on ühtlasi ka kaablikeldri põrand. Kaablikelder (Joonis 7.3.) paikneb jaotla ja juhtimiskeskuse all mille puhas kõrgus on 2 m. [8]



Joonis 7.3. Alajaama kaablikelder



Joonis 7.4. Trafode ruumid

Traforuumide (Joonis 7.4.) on rajatud ühekorruselistena ilma kaablikeldrita. Traforuumide põrandasse on rajatud 2 monoliitset õlikindla töötlusega vanni mahuga $0,76 \text{ m}^3$ kumbki vann. Traforuumid ette nähakse omaette tuletõkkesoonidena, kus konstruktsioonide tulepüsivus on REI60. Hoone seinad on plokkidest, mis laotakse puhta vuugiga ja värvitakse. Traforuumide seinad jäetakse viimistluseta. Põhikorruse põrand on rajatud monoliitsest raudbetoonist ja kaetud täismassplaatidega. Põhikorruse puhas kõrgus on 3 m, mis koosneb jaotusseadmete ruumist ja juhtimisruumist. Põhikorrusele pääseb kuumtsingitud terasest trepi kaudu. Välisüksed on soojustatud metalluksed. Fassaad (Joonis 7.5.) soojustatakse EPS plaadiga ja krohvatakse. Hoone katuslagi (Joonis 7.6.) rajatakse õõnespaneelides ja isoleeritakse EPS soojutusega ning kaetakse SBS kattega. Laed värvitakse. Jaotla ja juhtruumi uste ette rajatakse kuumtsingitud terasest platvorm koos trepiga. [8]



Joonis 7.5. Alajaama fassaad



Joonis 7.6. Alajaama katuslagi

Hoone ehitati niimoodi, et ehitiste kavandatav tööiga vastavalt tellija nõudele oleks:

- hoonel 40 aastat;
- hoone tehnosüsteemidel 20 aastat. [7] [8]

Jaotusalajaama hoone tulepüsivusklass on TP1, mida tähendab et ehitise kandekonstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures üldjuhul sellise ehitise kandekonstruktsioon tulekahjus ei varise. [7] [8]

7.1.1. Jaotusalajaama kliimatingimused

Seadmete normaalseks toimimiseks on vaja täita kliimatingimused, mis on toodud alljärgnevas tabelites 7.2. Kliimatingimused täitakse alajaama ventilatsiooni, küte ja jahutuse abil. [7]

Tabel 7.2. Jaotusalajaama JAJ590 kliimatingimused

Õhutemperatuurid	Minimaalne väljas	-40 °C
	Maksimaalne väljas	+40 °C
	Minimaalne ruumis	+5 °C
	Maksimaalne ruumis	+40 °C
	24 tunni keskvärtus ruumis<	+35 °C
Kõrgus merepinnast	Alla	1000 m
Maksimaalne õhuniiskus	Väljas 48 tunni jooksul	100%
	Ruumis 24tunni keskvärtus	95%
Aasta keskmine õhurõhk		760mmHg
Sademed	Aasta sademete hulk	630 mm
Tuuled	Keskmine tuulekiirus	16,5 m/s
	Lühiajaline tuulekiirus	25 m/s
Jäätumine	Maksimaalne keskmine jäätumine	5 mm
	Maksimaalne jäätumine	15 mm
Lumi	Maksimaalne lumekiht	50 cm
	Lumise aja kestus	5 kuud

Hoone kesk- ja madalpingeruumide ning kaablikeldri osa soojustatakse, kaetakse õhekrohviga ning värvitatakse. Kesk- ja madalpingeseadmete ruumi sisetemperatuur peab olema +15 °C, et tagada seadmete normaaltalitus. Lubatud maksimaalne temperatuuri kõikumine peaks olema piirides +5 °C kuni +35 °C, kuid ei tohi ületada +35 °C. Hoone kesk- ning madalpingeseadmete ruumi kütmiseks ja jahutamiseks on nähakse ette õhk-õhk soojuspump, soojuspumba kütte- jahutuse režiimide ümberlülitamine teostatakse käsitsi kevadel ja sügisel, seda jälgivad operatiivbrigaadid. Reservküttena nähakse ette keskpingseseadmete ruumi otsekütte- elektrikonvektorid. Küttesüsteem varustatakse hooneautomaatikaga, mis lülitab soojuspumbad

välisõhu temperatuuri -12 °C juures välja ning elektrikütte konvektorid sisse. Temperatuuri langes -12 °C lülitakse soojuspumbad uuesti sisse ja elektrikütte konvektorid välja. Keskpingseseadmete ruumi elektrikonvektorite juhtimine ette nähakse ruumiregulaatoriga, mida paigaldatakse laele. Soojuspumba kompressori põhi varustatakse küttekaabli ja vastava termostaadiga. Soojuspumba välisosa paigaldatakse katusele. Kaablikeldrisse nähakse ette elektrikonvektorid, kusjuures ruumi temperatuur peaks olema minimaalselt +5 °C. Paigaldatavad tehnoseadmed tagavad keskpingseseadmete ruumi sellise mikrokliima, et suhteline õhuniiskuse ei tõuse üle 95 %. Temperatuuride lähenedes kriitilisele piirile edastatakse juhtimiskeskusesse häiresignaal. Hoone ruumide õhuvahetuse tagamiseks ette nähakse mehhaanilised ventilatsioonisüsteemid. Madalpingeseadmete ruumi õhuvahetus toimub loomulikul teel. Keskpingseseadmete ruumi ette nähakse mehhaaniline sissepuhkeväljatõmbesüsteem. Väljuva õhu avad varustatakse vahetatavate plaatfiltritega EU3 ja raskusrestidega. Sissepuhkele paigaldatakse filtrikastid kottfiltritega EU6. Külma õhu sissevalgumise takistamiseks ja võimaliku kondensaadivee tekkimise vältimiseks nähakse ette soojustatud klapplahendusi koos vastava juhtimisautomaatikaga. Ventilatsioonisüsteemidele nähakse ette tuletõrjeblokeering. [7] [8]

Traforuumide osa jääb soojustamata, kaetakse õhekrohviga ning värvitakse. Hoone metallkonstruktsioonid ja raudbetoonkonstruktsioonide sarrus maandatakse. [7] [8]

Traforuumide õhuvahetus toimub loomulikul teel, sisetemperatuuri tõustes lülitakse töösse sundventilatsioonisüsteem. Ventilatorite juhtimine nähakse ette automaatselt läbi temperatuuriandurite ja käsitsi. Ventilatsiooniavad varustatakse filtriga, et oleks välistatud liiva ja jämedate tolmuosakeste sattumine ruumidesse. [7] [8]

7.2. Põhiseadmete ja väliselektripaigaldise ehitamine

7.2.1. Jõuseadmed

Jõuseadmed paigaldatakse vastavalt tootja nõuetele, mis on fikseeritud paigaldusjuhendis. Keskpinge jaotusseade paigaldatakse alusraamile, mis koosneb kahest 50x50 mm nelikanttorust (Joonis 7.7.). Madalpingejaotusseade paigaldatakse ilma alusraamita. Jaotusseadmete all, betoonpõrandas, tehakse avad keskpinge ja madalpingekaabli ühendamiseks. Alajaama skeem on toodud lisas 9, kus on näidatud keskpinge- ja madalpinge seadmed. [9]



Joonis 7.7. Keskpinge jaotusseadmete alusraam

Paigaldavad keskpinge- ja madalpingeseadmete põhilised andmed:

1. Keskpinge 6 (12) kV jaotusseade - Schneider Electric GMA

- Nimipinge – 12 kV
- Nimivool – 800 A
- Nimilahutusvõime/kestus - 20 kA /3s
- 14 keskpingekambrit, millest:
 - 4 kambrit, nimivooluga – 800 A;
 - 8 kambrit, nimivooluga – 630 A;
 - 2 pingetrafo kambrit.

2. Madalpinge 0,4 kV jaotusseade - Harju Elekter HEPO

- Nimipinge – 500 V
- Nimivool – 1600 A
- Nimilahutusvõime/kestus - 25 kA /1s
- 20 madalpingefiidrit, millest:
 - 16 fiidrit, nimivooluga – 400 A;
 - 4 fiidrit (reserv), nimivooluga – 400 A.

3. Jõutrafo - Siemens Tumetic

- Nimipinge – 10,5/6,3/0,41 kV
- Nimivõimus – 400 kVa
- Nimivool (primaar) – 21,99 A
- Nimivool (sekundaar) – 563,3 A

7.2.2. Kaabelliinid

Jaotusalajaama 6 kV ja 0,4 kV maakaabelliinid ehitatakse välja vastavalt asendiplaanil (näidatud lisas 5) toodud paigutusele ning vastavalt kesk- ja madalpinge kaabelliini skeemidele (näidatud lisas 6 ja 7), kusjuures kaabelliinid olid üle viidud ajutisele alajaamale. Kogu ulatuses rajatakse kaabelliinid kaitsetorudes (Joonis 7.8.), tugevusega 450 N, lahtise kaeve teel, minimaalsel sügavusel 0,7 m. Kaablikaitsetorud paigaldatakse 10 cm paksusele liivaalusele ning kaetakse pealt 10 cm paksuse liivakihiga. Enne uue alajaama vundamenti rajamist paigaldati kaitsetorud uute kaabelliinide sisseviimiseks alajaama (Joonis 7.9.). Kaablitorude paigutamisel nähakse ette reservtorud, mida saab kasutada tulevikus uute madal- ja keskpinge kaablite ühendamisel. Plaatvundamenti alla nähakse samuti ette kaabliühendused 6 kV jaotusseadmete ja trafode vahel (skeem näidatud lisas 10), mis säilitab vajaliku ruumi ja tagab käidu- ning hooldustööde ohutuse. Tehnovõrkude ja puude kaitsevööndis kaevatakse käsitsi ning tagatakse normidekohased vahekaugused. Maakaabli ja tehnorajatiste vahelised väikseimad lubatavad vahekaugused toodud alljärgnevas tabelis 7.3. [9]



Joonis 7.8. Kaabelliinid kaitsetorudes



Joonis 7.9. Kaitsetorud vundamenti all

Tabel 7.3. Maakaabli ja tehnorajatiste vahelised väikseimad lubatavad vahekaugused (kujad):

Tehnorajatis	Rõhtvahekaugus rööpkulgemisel, m	Püstvahekaugus ristumisel, m
Elektrikaabel	0,1*	0,1*/0,5**
Sidekaabel või –kanalisatsioon	0,5	0,5
Vee-, kanalisatsioonitoru	1,0	0,5
Kaugküttetorustik	2,0	0,5
Gaasitoru	1,0	0,5

Märkused: 1. * Paigaldatav kaabel torus; 2. ** Keskpinge- ja madalpingekaablite ristumisel

Ristumisel projekteeritava tehnorajatisega, olemasolev kaabel paikneb kõrgemal. Kitsastes oludes, võib seda kaugust vähendada, kuid see peab olema kooskõlastatud kaablitrassi valdajadega. Kaablikraav täitakse tihendatud pinnasega või liivaga. Kaablikraavist liigne pinnast teisaldatakse. [9]

Paigaldatav maakaabel ja kaablikanaliseerimine kogu ulatuses tähistatakse hoiatuslindiga (Joonis 7.10.). Hoiatuslint peab olema kollast värvi ning sisaldama musta värviga hoiatust, et tegemist on elektrikaabliga. Hoiatuslintide paigaldussügavus on 30 cm ülalpool kaablit või kanalisatsiooni. Kaabli otsad tuleb tähistata kaablilipikutega. [9]

Kaabli lipikutele peab kandma järgmised andmed:

1. Kaabli algus- ja lõpupunkt;
2. Kaabli number (olemasolul);
3. Kaabli tootemark.



Joonis 7.10. Kaabelliinide ohutuslint

7.2.3. Alajaama maanduspaigaldis

Alajaamale rajatakse maanduspaigaldis (Joonis 7.11.), mis koosneb alajaama ümber paigaldatud potentsiaalitasandusringist, maanduskontuurist ja vertikaalelektroodidest (skeem toodud lisa 9). Maanduskontuur rajatakse selliselt, et oleks võimalik mõõta kontuuri katkematust. Maanduskontuuri nurkadesse paigaldada 2x1,5 m pikkused maandusvardad. Vertikaalmaandurite omavaheline kaugus peab olema vähemalt 2 korda suurem kui nende pikkus. Projekteeritud maanduskontuur ühendatakse alajaama olemasoleva maanduskontuuriga. [9]



Joonis 7.11. Alajaama maanduspaigaldis

Alajaama maanduse ehitusel lähtuda Elektrilevi OÜ poolt koostatud juhendist P393/1 (kehtiv alates 01.02.2013). Kõik ühendused teostada poltliite, pressliite või mõne muu töökindla ühenduse teel. Vältida maa sees oleva maandusseadme ümbritsemist liivaga, vajadusel katta savikihiga. Ristumisel kommunikatsioonidega, tagada minimaalne puhasvahe 0,1 m. [9]

Maandustakistuse määramisel on lähtutud pikkaajalise rikke maksimaalselt lubatavast puutepingest $U_{TP} = 80 \text{ V}$, madalpinge- ja kõrgepinge-maanduspaigaldiste ühendamisel. Vastavalt lähteandmetele on maaühendusvoolu väärtus 10 A, arvutuses võetakse maaühendusvooluks 15 A. Projekteeritud keskpingekaablid oma väikese pikkuse tõttu ei suurenda märkimisväärtelt maaühendusvoolu, seega neid ei võta arvesse.

$$Z_E = \frac{2 \cdot U_{TP}}{I_M} = \frac{2 \cdot 80 \text{ V}}{15 \text{ A}} \approx 10 \Omega \quad (7.1)$$

Seega, maandusimpedants vastavalt arvutustele (valem 7.1) peab olema $Z_E \leq 10 \Omega$. Ehitustööde käigus oli teostatud maandustakistuse mõõtmised ja projekteeritud maanduspaigaldise takistus anti nõutud tulemusi. [9]

7.3. Siseelektripaigaldise ehitamine

7.3.1. Omatarbeahelad

Jaotusalajaama omatarve saab toite vahelduvomatarbekeskusest (AC keskusest). AC keskus on ühe sektsiooniga kahe sisendiga mõlema madalpingejaotla sektsioonidest, selleks et tagada pidevat toidet. AC keskus on varustatud mootorajamiga RLA-ga. Kaitselülitid on varustatud alarmeerivate kontaktidega, millest alarm edastatakse RTU-sse. Pingete ja voolude mõõtmiseks on ette nähtud multimeetrid ning mõlemal sisestusel pingekontrolli releed, millest alarm edastatakse RTU-sse. Omatarbe energia arvestuseks on ette nähtud elektriarvestussüsteem AC keskuses. AC keskusest saab toite alalisvoolukeskus (DC keskus). DC keskus on ettenähtud varutoideks. [10]



Joonis 7.12. Alalisvoolu keskus ja vahelduvvoolu keskus koos RTU kapiga

AC keskus ja DC keskus (Joonis 7.12.) paiknevad esimesel korrusel madalpingeseadmete ruumis. Omatarbeahelate väljaehitusel juhendatakse omatarbe elektriskeemist. Omatarbe kilp ühendatakse 0,4 kV jaotla maanduslatiga. Seadmete paigaldamist teostatakse vastavalt EVS-

HD 60364-5 Madalpingelised elektripaigaldised nõuetele ning paigaldamisel ja ühendamisel tuleb järgida ka tootja nõudeid. [10]

7.3.2. Üldvalgustus

Hoonesiseste ruumide üldvalgustus on lahendatud vastavalt standardi „EVS-EN 12464-1:2011 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad“ nõuetele luminofoorlampvalgustitega (Joonis 7.13.). Ruumide valgustust lülitatakse lüliti kaudu. Trafoderuumide lülitid asuvad madalpingeseadmete ruumis. [10]



Joonis 7.13. Luminofoorlampvalgustite paigaldus keskpingseseadmete ruumis

Keskpinge- ja madalpingeseadmete ruumide valgustid paigaldatakse valgustiriputusrennile. Valgustiriputusrennide kinnitamiseks kasutatakse keermestatud varrast. Traforumide valgustid paigaldatakse seina peale. Kaablikeldri valgustid paigaldatakse lakke. [10]

Valgustite arv ja võimsus valiti valgustusarvutuse järgi. Valgustusarvutused on tehtud vastavalt normidele. Traforumide ja kaablikeldri valgustustihedus peab olema vähemalt 200 lx,

keskpinge- ning madalpingeseadmete ruumide valgustustihedus 500 lx. Lülitite paigalduskõrgus on 1,5 m põrandast. Valgustite ja lülitite kaitseaste peab olema vähemalt IP44. [10]

7.3.3. Turvavalgustus

Turvavalgustussüsteemi projekteerimise ja ehitamise aluseks on Eesti Standardid EVS-EN 1838:2013; EVS-EN 50172:2005 ja Eesti Vabariigi valitsuse määrus nr. 315 (vastu võetud 27.10.2004.a.). [10]

Turvavalgustusena kasutatakse üldvalgustust, mis varustatakse akutoitega, mille minimaalne toimimisaeg on vähemalt 1 tund. Akutoitega varustatud avariivalgustid paigaldatakse keskpingeseadmete ja madalpingeseadmete ruumides. [10]

Evakuatsioonivalgustus (Joonis 7.14.) paigaldatakse kõikidesse ruumidesse, kus võib viibida inimene. Traforuumides ei ole ette nähtud evakuatsioonivalgustust, kuna ruumide väikesed gabariidid ei võimalda teostada tööd kinniste ustega. [10]



Joonis 7.14. Evakuatsioonivalgustuse paigaldus madalpingeseadmete ruumis

7.3.4. Jõuseadmed

Hoone igasse ruumi on ette nähtud 1 pistikupesa (230 V). Pistikupesade kaitseaste on IP44. Pistikupesade paigalduskõrgus on üldjuhul 1,0 m põrandast (Joonis 7.15.). Vihmaveetorud ja -rennid on varustatud elektriküttegaabliga, mille juhtimine toimub termostaatlüliti kaudu. [10]



Joonis 7.15. Pistikupesade paigaldus keskpingsesadmete ruumis

7.3.5. Juhtmestik

Hoone juhtmestik ehitatakse vasksoontega plastisolatsiooniga kaablitega, vastavalt plaanjoonistele ja elektrikilbi skeemidele. [10]

Kaablite koll-rohelist soont on keelatud kasutada faasi- või neutraaljuhina. Kaablid paigaldatakse üldjuhul pinnapealselt PVC torudes või kaablikarbikutes (Joonis 7.16.). Kaablite kulgemisel läbi kandevseinte tuleb kaablid paigaldada PVC torus. Eri tuletõkketsoonide vahelised läbiviigud tihendatakse tuldtõkestava ainega (Joonis 7.16.), vastavalt tuletõkkeseptsiooni tulepüsisusastmele. [10]



Joonis 7.16. Kaabli paigaldus PVC torudesse ja tuletõkketsoonide läbiviigude tihendamine (0,4kV II sektsiooni ja trafo T2 vaheline kaabel)

Kõik kaablid tähistatakse mõlemast otsast. Paigaldatavad harutoosid tähistatakse. Kaablite paigaldamisel on vaja järgida valmistajatehase ja standarditega antud juhiseid. [10]

7.3.6. Ventilatsioon, küte ja jahutus

Ventilaator projekteeritud tsentrifugaaltüüpi, otseülekanedega, ettepoole kaarduvate labadega isoleerimata kestas. Ventilaatorid on varustatud turvalülitiga. Tulekahju korral lülitatakse kõik ventilatsioonisüsteemid välja üheaegselt. Tulehäire signaal edastatakse turvasüsteemide keskusest, mis paikneb esimesel korrusel madalpingeseadmete ruumis. [10]

Ümarad õhutorud on valmistatud tsingitud plekist spiraalvalts-meetodil. Õhutorude ühendus on tihe. Õhutorud on valmistatud tehases ja varustatud sertifikaadiga. Painduvaid õhutorusid pole lubatud kasutada. Õhuvõtt toimub läbi selleks ettenähtud metallrest. Metallrest on varustatud pisarapüüdjaga. Õhu kiirus õhuvõtturestis ei tohi ületada 2,0 m/s. [10]

Traforuumi ventilatsiooni eesmärk on likvideerida liigsoojus. Traforuumidest liigsoojuse eemaldamiseks on ette nähtud nii loomulik kui ka sundventilatsioon. Juhul, kui loomulik ventilatsioon ei ole piisav ning ruumi temperatuur on kõrge, siis käivitub sundventilatsioon. Vastasel juhul sundventilatsioon seisab. Selleks paigaldatakse mõlema ukse sisse rest mõõtudega 600x500 mm ning väljatõmberest mõõtudega 1760x560 mm. Väljatõmberesti asukoht on ukse kohal. Sundväljatõmbeks paigaldatakse ventilaator, ventilaatori järele paigaldatakse tagasilöögiklapp ning välisseina rest. Ventilaatori tööd juhib ruumi paigaldatav termostaatlülit. Temperatuuri tõustes üle etteantud väärtuse (seade arv +30 °C...+35 °C) lülitub töösse ventilaator maksimaalvõimsusel. Temperatuuri langedes alla etteantud väärtuse (näiteks +25 °C) ventilaator seiskub. Termostaatlülitite sisse- ja väljalülitumise temperatuuride vahe (diferentsiaal) on 10°C piires. Termostaatlülitid paigaldatakse põrandast 1,5 m kõrgusele. [10]

Keskpinge- ja madalpingeseadmete ruumide kütte ja liigsoojuse välja viimine on lahendatud õhk-õhk soojuspumbaga, mis paigaldatakse keskpinge- ja madalpingeseadmete ruumidesse. Sellise lahenduse korral peab olema tagatud see, et kevadisel perioodil toimuks soojuspumba ümber lülitus kütte režiimist jahutuse režiimi. Kui seda lülitust ei tehta, võib tekkida oht, et ruumide temperatuur ületab lubatu.

Soojuspumbad varustatakse talvevarustusega. Soojuspumba välisosa paigaldatakse katusele (Joonis 7.17.). [10]

Reservküttena on ette nähtud kesk- ja madalpingeseadmete ruumides otsekütte elektrikonvektorid. Küttesüsteem varustatakse hooneautomaatikaga, mis lülitab soojuspumbad välisõhu temperatuuri -12 °C juures välja ning elektrikütte konvektorid sisse. Temperatuuri tõustes -12 °C kõrgemale aga uuesti soojuspumbad sisse ja elektrikütte konvektorid välja. [10]

Õhuvahetuseks paigaldatakse keskpinge- ja madalpingeseadmete ruumidesse ventilatsioon. Antud ruumides ei ole otseselt saasteallikaid, seega ventilatsioon töötab perioodiliselt, kui selleks on vajadus. Lülitus toimub käsitsi. [10]



Joonis 7.17. Katusele paigaldatud soojuspumba välisosa

Väljatõmbeks paigaldatakse ventilaator, ventilaatori järele paigaldatakse tagasilöögiklapp ning välisseina rest. Õhu juurdevoolule nähakse ette värske õhu klapp. Klapp paigaldatakse vastasseina, kust toimub väljatõmme. Klapp varustatakse G3 filtriga. [10]

Kaablikeldrites ei ole otseselt saasteallikaid ning liigsoojuse allikaid. Seega antud ruumidesse sundventilatsiooni ei ole ette nähtud. Õhuvahetus toimib loomulikul teel. Loomuliku ventilatsiooni tagamiseks paigaldatakse ruumide vastasseintes ventilatsiooni putukavõrguga välisrestid. [10]

Kaablikeldrisse on ette nähtud elektrikonvektorid, et hoida ruumi temperatuur minimaalselt +5°C. Elektrikonvektorite juhtimine on ette nähtud läbi elektrikonvektorisse sisseehitatud temperatuuriregulaatori. [10]

liigpingepiirikute (Joonis 7.19.) paigaldamine nii keskpingseseadmes kui ka madalpingeseadmes. Liigpingepiirikute (Joonis 7.19.) paigaldamine nii keskpingseseadmes kui ka madalpingeseadmes. Keskpingseseadme mõlemasse sektsiooni paigaldatakse metalloksiidliigpingepiirikud. Madalpingeseadme mõlemasse sektsiooni paigaldatakse elektroonsed blokid, mis kaitsevad liigpingetest tekkida võivate kahjustuste eest. [10]



Joonis 7.19. Liigpingepiirikute paigaldus 0,4kV jaotusseadmetes

7.4. Turvasüsteemide ehitamine

7.4.1. Valve- ja tulekahjusignalisatsioon

Valvesignalisatsiooni eesmärk on võimaliku sissemurdmise avastamine varases staadiumis ning häire käivitamine ja edastamine valveteenust osutavale organisatsioonile ning omanikule. Valvesignalisatsiooniga on kaitstud kõik ruumid, millesse on võimalik tungida sisse väljastpoolt hoonet. Valveanduritega on kaetud kergesti ligipääsetavad ning kõrgendatud tähelepanu vajavad ruumid. Passiivsete liikumisanduritena kasutatakse väikeloomakindlaid IP liikumisandureid. Välisustele paigaldatakse magnetkontaktid. Metalluste magnetkontaktidena kasutatakse süvistatavaid magnetkontakte. Valvesignalisatsioon koosneb keskseadmest, laiendusmoodulitest, liikumisanduritest ja ukse magnetkontaktidest. Kõik turvaseadmed sh ühenduskarbid peavad omama tamperlüliteid ja olema ühendatud 24 h sabotaažikaitseahelasse. Valvekeskus asub esimesel korrusel madalpingeseadmete ruumis. Süsteemil on olemas reservtoide, turvasüsteemide keskus varustatakse akudega. Akude mahtuvus peab olema piisav, et tagada reservtoide vähemalt 24 tunniks. Valvesignalisatsioonisüsteemi juhitakse kaardilugejalt. Kaardilugeja paigaldatakse keskpingseseadmete ruumi siseseinale ukse kõrvale. Hoone välisseinale paigaldatakse välissireen häire edastamiseks objektil. Kasutatakse vilkuri ja reservakumulaatoriga varustatud välissireeni. Jaotusalaam varustatakse autonoomse

tulekahjusignalisatsioonisüsteemiga, mis integreeritakse valvesüsteemiga. Tsoonid tulekahjuanduriga on programmeeritud valvekeskuses 24 h avatuna. Autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem projekteeritakse ja paigaldatakse selliselt, et see avastaks kontrollitaval alal algava tulekahju võimalikult varases staadiumis ja annaks sellest teate avastamispiirkonna ära näitamisega tsooni numbri kaudu ning avastaks süsteemi tööd ohustavad rikked, andes nendest rikketeate. Suitsuanduritena kasutatakse kas optilisi suitsuandureid või temperatuuritõusuandureid. Traforuumides kasutatakse temperatuuritõusuandureid ja varustatakse lisadiodiga, mis viiakse välja hoone välisseinale ukse kohale. Tulekahjuandurid paigaldatakse lakke, arvestades valgustite asukohti. Tuleõnnetuse või –õnnetuseohu korral kasutatakse inimestele evakuatsiooni märguandeks tulekahjuteatenuppe. Tulekahjuteatenupud paigaldatakse iga evakuatsiooniväljapääsu ukse juurde. Teatenupud paigaldatakse põrandast 1,5 m kõrgusele nii, et need oleks selgelt nähtavad, et oleks ära hoitud nende vigastamine ning tagatud neile vaba juurdepääs. Tulekahjuandurid ja käsiteadustid on keskseadmega ühendatud nii, et iga andur või teadusti on omaette 24 h tsoonis. Tulekahju andurite ja käsiteadustite taaskäivitamine toimub keskseadme releeväljundi abil. [11]

7.4.2. Kaabeldus

Kaabeldus teostatakse vastavalt korruseplaanidele ning valvesüsteemi struktuurskeemile. Kaabeldus teostatakse süvistatult või pinnapealselt (PVC torudes, kaablikarbikus või kaabliredelitel). Paigaldamisel nõrkvoolukaablid tugevvoolukaablitega ühistel kaabliredelitel tuleb tagada vahekaugus 100 mm. [11]

7.4.3. Süsteemi väljundid, häire- ja rikke signaalid

Keskseadmel on väljund häire edastamiseks turvafirmasse. Turvafirmale edastatakse häiresignaalid raadiosaatja kaudu ja üle Etherneti võrgu. Raadiosaatja kaudu edastatakse eristatult tulekahju häiresignaal, valvesignalisatsiooni staatus, häiresignaal ja rike. Etherneti kaudu edastatakse detailne info sündmuste kohta valveobjektile. Enne raadiosaatja paigaldamist kontrollitakse valvefirma tehnikuga signaali tugevust. Keskseadmel on väljund häire edastamiseks Elektrilevi dispetšerile (SCADA RTU). Elektrilevi dispetšerile SCADA RTU kaudu edastatakse eristatult tulekahju häiresignaal, valvesignalisatsiooni staatus, häiresignaal ja rike. Alajaama valvestamisel lülitakse sisse jaotusalajaama sisevalgustus. Tulekahjuhäire korral lülitakse sundventilatsiooni. Ventilatsioonisüsteemi töö taastamine toimub käsitsilülitamise AC keskuses. [11]

8. JAOTUSALAJAAMA TEHNILINE KONTROLL

Elektripaigaldis on elektriseadmete ja -juhtide statsionaarselt paigaldatud talitluslik kogum. Elektripaigaldis tuleb projekteerida ja ehitada ning seda katsetada, remontida, hooldada ja kontrollida nii, et see ettenähtud otstarbel ja viisil kasutamise korral ei ohusta inimest, vara ega keskkonda ega põhjusta lubamatuid elektromagnetilisi häireid ning on häirekindel. Enne uue elektripaigaldise pingestamist on vaja teostada kasutuselevõtule eelnev tehnilise kontrolli, mille ajal kontrollitakse elektripaigaldise nõutele vastavust, ning antakse hinnang elektripaigaldisele. Tehnilise kontrolli ajal kontrollitakse üle põhilised seadmed, ühendused ja liited, kaitsemeetmed, kaabeldus ja juhistik, maandamine ja dokumentatsioon. Iga elektripaigaldise kohta on olemas omad nõuded, mida on vaja täita positiivse tulemuse saamiseks ja ettenähtud otstarbel kasutamiseks loa saamiseks. Jaotusalajaam kuulub II-liiki elektripaigaldiste hulka, mida tähendab, et iga viie aasta järel on vaja teostada korduv tehniline kontroll nõuete täitmise kontrollimiseks ja ohutu töö tagamiseks.

8.1. Ehitaja deklaratsioon

Vastavalt „Elektripaigaldise tehnilise kontrolli kord, mahud ning korralise kontrolli juhud ja sagedus“ määrusele nr 62 § 4 lõige 2, peab elektripaigaldise ehitaja deklareerima „Elektriohutusseaduse“ nõuete täitmist, näidates muuhulgas ära projekteerimisel ja ehitamisel aluseks võetud normdokumendid. Sealhulgas, vastavalt sama määruse § 5 lõige 1.2 esitab elektripaigaldise ehitaja tehnilise kontrolli teostajale elektripaigaldise ehitaja nõuetekohasuse deklaratsiooni koos visuaalkontrolli protokolliga. Need dokumendid kontrollitakse ja nende vastavuse või mittevastavusse kohta esitatakse otsus.

8.2. Kontrollmõõtmised

Teine tähtis asi on elektripaigaldise tehnilise kontrolli vajalikud mõõtmised elektripaigaldise nõuetele vastavuse kontrollimiseks. Tehnilise kontrolli inspektor vaatab üle kogu elektripaigaldise oma silmaga, kuigi mõned asjad saaks kontrollida ainult mõõtmise kaudu. Näiteks, oma silmaga vaadates maanduspaigaldist, ei saa öelda maandustakistuse suurust, või alajaamast väljaminevad ja tarbija paigaldisse tulenevate kaabliotste kohta ei saa väida, et kaabliosa, mis on maa all, on korras ja ei nõua kaabli vahetust. Antud juhul oli vaja kontrollida mõõtmiste kaudu jaotusalajaama kõrgepinge (6 kV) ja madalpinge (0,4 kV) toiteliine ning alajaama maanduspaigaldist koos kaitse- ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematusena. 6 kV toiteliinid kontrolliti pingeteimi abil. Teimimine koosneb kaabli kesta terviklikkuse kontrollist

ja ülepingeteimist madalsagedusliku vahelduvpingega (0,02...0,1 Hz). Plastkaabel, nimipingega 6 kV kontrollitakse vastavalt „J360: 6-35 kV Kaabelliinide teimimise juhend“, mis on OÜ Elektrilevi võrgustandardi osa, nõute järgi. Teimipinge valitakse faasipinge U_f järgi. Faasipinge U_f arvutatakse valemi 8.1 abil, kus U_n on võrgu või kaabli nimipinge. [14]

$$U_f = \frac{U_n}{\sqrt{3}} \approx 3464 \text{ V} \approx 3,6 \text{ kV} \quad (8.1)$$

Vastavalt juhendi nõutele, kasutuselevõttule eelneva kontrolli korral kaabli teimi kestus on 30 minutit ja teimipinge peab vastama $3xU_f$ väärtusele. Vastavalt valemile 8.2, teimipinge peaks olema [14] :

$$U_T = 3 * 3464 = 10392 \text{ V} \approx 11 \text{ kV} \quad (8.2)$$

Mõõtetulemused loetakse rahuldavaks, kui teimiajal puudub isolatsiooni läbilöök.

0,4 kV toiteliinid kontrolliti vastavalt standardi „EVS-HD 60364-6:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 6: Kontrolltoimingud“, punkti 61.3.3 toodud nõutele. Isolatsioonitakistust mõõdeti tööjuhtide ja kaitsejuhi või maandussüsteemi vahel. Isolatsioonitakistus mõõdeti 500 V pingel. Mõõtetulemus loetakse rahuldavaks, kui iga ahela isolatsioonitakistus väljalülitatud tarvitite korral võrdub vähemalt 1 M Ω väärtusega. Viimane asi, mida on vaja kontrollida mõõtmistega, on alajaama maanduspaigaldis. Maanduspaigaldist ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontrolliti vastavalt standardi „EVS-EN 61936-1:2010 Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded“, punkti 10 toodud nõutele, ehk oli mõõdetud maanduse näivtakistuse suurust ja kontrollitud potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus. Jaotuslajaama alajaama uus maanduskontuur oli ühendatud vana alajaama maanduskontuuriga ja saadi 1,95 Ω väärtus. Tulemust võib lugeda heaks tänu väikesele näivatakinduse väärtusele. Pärast mõõtmisi kanti saadud tulemused mõõteprotokollides ja esitati tehnilise kontrolli teostajatele, kes peab andma saadetud tulemustele hinnangu. [15] [16]

8.3. Projektdokumentatsioon

Tehnilise kontrolli ajal kontrollitakse ka projektdokumentatsiooni, paigaldise vastavust projektile, projekti ekspertiisi (kui oli vajadus, siis peab olema ka teostatud), kasutatud normdokumentatsiooni, tööprojekti olemasolu, teostusjooniseid ja jooniste piisavust.

Ülaltoodud parameetreid kontrollitakse vastavalt „Elektriohutusseaduses“ ja määruises „Elektripaigaldise tehnilise kontrolli kord, mahud ning korralise kontrolli juhud ja sagedus“ ning standardis „EVS-HD 60364-5-51:2009 Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised“ toodud nõutele. Eriti suur tähelepanu pöörati jooniste piisavusele. Joonistel peab olema iga ahela kohta järgmine informatsioon, vastavalt ülaltoodud standardi punktile 514.5, [5] [6] [17] :

- juhtide tüüp ja ristlõige;
- liinide pikkus;
- kaitseaparaatide liik ja tüüp;
- kaitseaparaatide nimivool või voolusäte;
- kaitseaparaatide arvutuslik lühisvool ja lahutusvõime.

8.4. Kaetud tööde ja seadistööde aktid

Järgmisena, vastavalt määruisele „Elektripaigaldise tehnilise kontrolli kord, mahud ning korralise kontrolli juhud ja sagedus“, kontrollitakse kaetud tööde akte koos joonistega ning seadistööde akte. Kaetud tööde akti ja jooniste hulka kuuluvad maandusseadme, maakaabli, kaabelkütte, kaetud installatsiooni, ristumiste ja asetuste ning kaablimuhvide kontroll. Kõrge- ja madalpinge kaabelliinid paiknesid maa peal ja kaablipikendused olid tehtud väljaspool jaotuslajaama. Jaotuslajaama maanduspaigaldis oli ühendatud vana jaotuslajaama maanduskontuuriga. Selle punkti nõuded oli rakendatud maanduspaigaldise ja maakaablite kohta. Kaetud tööde aktis kontrollitakse kaabelliinide tüübid ja nende pikkused ning kasutatud muhvid ja kaitsetorud kaablite kaitsmiseks. Seadistustöödest kontrollitakse kaitseseadmete sätete akt(id), tehnoloogiliste seadmete akt(id), kõrgepingeseadmed, näiteks võimsuslülitid ja trafod, mõõtetrafod, kõrgepingeseadmete abipaigaldised, juhtimissüsteemide seadmed, tehnoloogilised kõrgepingeseadmed. Jaotuslajaamades kontrolliti kaugterminali, kohtterminalide, trafode seadistööde aktid, nende vastavust kehtivatele normidele ja nõutele. [6]

8.5. Seadmed ja materjalid

Seadmetest ja materjalidest kontrolliti kasutusjuhendi, vastavusdeklaratsiooni ning sertifikaadi olemasolu. Trafode, 6 kV ja 0,4 kV jaotusseadmete, kaugterminali, kohtterminalide, alalis- ja vahelduvvoolukeskuste puhul olid esitatud sertifikaadid, mis olid tõendatud omaniku poolt ja kontrollitud tehnilise kontrolli teostaja poolt. Tähtis osa selles kontrollis on punktil Kõrgepingeseadmete üldnõuded ja erinõuded vastavalt standardi „EVS-EN 61936-1:2010

Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded,“ punkti 6.1 ja 6.2 nõutele. Seadmed on vaja valida ja paigaldada rahuldamiseks järgmisi nõudmisi [16]:

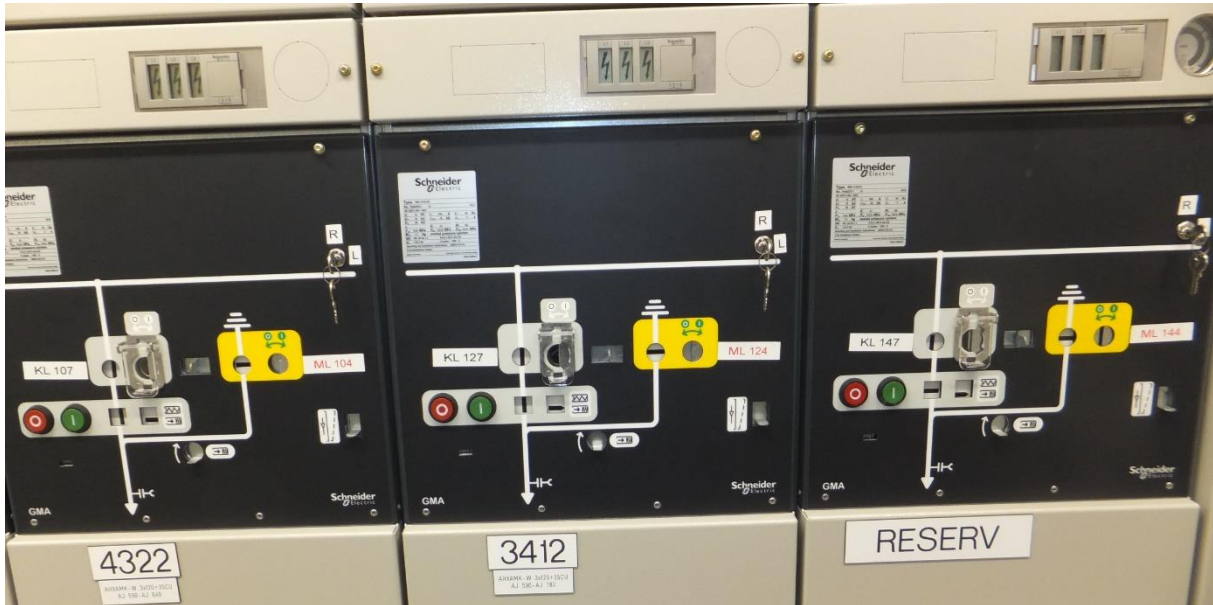
- ohutu konstruktsioon, kui seadmed on korralikult monteeritud, paigaldatud ja toitega ühendatud;
- ohutu ja nõuetele vastav toimivus, võttes arvesse asukoha eeldustekohaseid oodatavaid välistoimeid;
- ohutu ja nõuetele vastav toimivus tavatalitluse ja mõistlikult oodatavates ülekoormuse, ebanormaalse talitluse ja rikke oludes ilma kaasneva kahjustuseta, mis võiks muuta seadmed ebaturvaliseks;
- personali kaitse seadmete kasutamise ja hoolduse kestel.
Seadmete paigaldamise, käidu ja hoolduse ajal pööratakse erilist tähelepanu personali ohutusele. See hõlmab:
- transpordi, ladustamise, paigaldamise, käidu ja hoolduse käsiraamatuid ja juhiseid;
- käidul, hoolduses ja katsetustel nõutavaid eritooriistu;
- konkreetsele asukohale väljatöötatud ohutuid tööprotseduure;
- ohutu maandamise meetmeid.

Jaotusalajaama kõrgepingeseadmete erinõude vastavuse kontrolli kuuluvad järgmised osised:

- Lülitusseadmed ja nende elektriline ja mehaaniline blokeering
- Jõutrafo
- Kaablid
- Juhid
- Mõõtetrafod, voolutrafod ja pingetrafod
- Liigpingepirikud

Katkestus- ja kaitselahutusseadmete (sealhulgas maanduslülite) kontaktide asendi näitamiseks tuleb ette näha vastav seadis. Asendinäidu meetodi peab määrama vastavalt seadmestandardile kasutaja. Asendinäitur peab ühetähenduslikult näitama seadme põhiahela kontaktide tegelikku asendit. Sisse- ja väljalülitatud asendinäitur peab olema käitajale hästi näha (Joonis 8.1.). Lahk- ja maanduslülitid tuleb paigaldada selliselt, et neid ei saaks tahtmatult käitada ajami käepidet tõmmates ega surudes. Kasutaja poolt ettenähtud kohtades tuleb valeoperatsioonide vältimiseks paigaldada blokeeringu- ja/või lukustusseadised (Joonis 8.1.) Blokeering võib olla vajalik seadmete õige toimimisjärjekorra tagamiseks, et vältida ohtu personalile ja vältida seadmete kahjustumist. Blokeeringu võib saavutada elektrilisel või mehaanilisel viisil. Elektritoite

kadumise puhuks peab elektriline blokeering olema projekteeritud selliselt, et valjalülitumine toimuks ohutult. Lülitusaparatuuri tunnusandmed peavad põhinema vastavatel IEC kõrgepingestandarditel.[16]



Joonis 8.1. 6 kV jaotusseade asendinäitajad ja mehaaniline ning elektriline blokeering

Trafopaigaldised ei tohi põhjustada pinnase-, pinna- ega heitvee saastumist. Selle nõude täitmine tuleb saavutada trafo tüübi ja/või asukoha valikuga. Kui on vaja võtta proove (õliproove) või jälgida trafo käidus olulisi seireaparate (näiteks vedeliku taseme, temperatuuri või rõhu) ajal, millal trafo on pingestatud, peab seda olema võimalik teha ohutult ja seadmeid kahjustamata. Kaablid tuleb valida ja paigaldada selliselt, et nende soonte, isolatsiooni, liidete, seadmeklemmide ega kaabli ümbruse temperatuur ei tõuseks üle enamalt lubatava temperatuuri

- tavatalitluses,
- eritalitlusoludes vastavalt tarnija ja kasutaja eelnevale kokkuleppele,
- lühise korral.

Kaabli liited seadmetega (võimsuslülitititega) ei tohi ettenähtavate talitlusolude korral põhjustada kaablis lubatavast kõrgemat temperatuuri. Tuleb arvestada seadmeile toimivaid jõudusid, mis tekivad juhi pikkuse muutumisest olenevalt temperatuurist. Vajaduse korral tuleb nende jõudude vähendamiseks kasutada sobivaid meetmeid (näiteks paindliiteid, kompensatoreid või looklevat paigutust). Kui taolisi meetmeid ei rakendata, tuleb seadmete mehaanilise tugevuse määramisel arvestada temperatuuri muutustest tingitud lisajõudusid. [16]

Kaablite hoolduseks ja katsetamiseks tuleb ette näha sobiv juurdepääs. Kaabli kaitsmiseks mehaanilise vigastuse eest paigaldamise ajal ja pärast seda tuleb hoolitseda alljärgnevalt [16]:

- kaabli vigastamise vältimiseks tuleb paigaldustoimingud sooritada ümbruse temperatuuril, mis on määratud seadmestandardiga või tootja poolt;
- ühesoonelised kaablid tuleb paigutada selliselt, et oleks välistatud nende vigastamine lühisvoolude tõttu tekkivate jõudude poolt;
- valitud paigaldusviis peab tagama välistoimete vastuvõetavalt ohutud väärtused. Rennidesse süvistatavad kaablid tuleb paigaldada kindlaksmääratud sügavusele ja katta plaatide või hoiatusvõrguga, et vältida nende vigastamist kõrvaliste isikute poolt. Maa- ja veekaablid peavad olema mehaaniliselt kaitstud pinnasest või veest väljumise kohtades;
- paigaldamisel pinnasesse tuleb kaablid panna kaablikraavi põhja, milles ei tohi olla kive. Kaableid peab ümbritsema kivideta muld või liiv. Kaitse tagamiseks keemiliste toimete eest võib tarbe korral kasutada erikonstruktsiooniga kaableid;
- rennides asuvate kaablite vigastamise vältimiseks nende kohal liikuvate sõidukite poolt tuleb rakendada vajalikke meetmeid;
- tuleb arvestada pinnase lihet ja vibratsiooni;
- püstpaigalduse korral tuleb kaabel kinnitada töökindlate klambrite või pellidega, mille vahekaugus sõltub kaabli ehitusest ja tootjapoolsetest juhistest.

Metalltorudesse paigaldatud kaablid peavad olema rühmitatud selliselt, et ühesama ahela kõigi faaside juhid ja neutraaljuht oleks pöörivoolude minimeerimiseks paigutatud ühtesamasse torusse. Tuleb arvestada maandusjuhi paiknemist. Kaablid tuleb paigaldada selliselt, et puutepinged jääksid lubatavatesse piiridesse või selliselt, et lubamatu puutepingega puutevõimalikud osad oleksid sobivate meetmete abil puute eest kaitstud. Metallmantlid peavad olema maandatud. Trafosid ahelasse ühendavate kaablite pikkus peab olema valitud selline, et ferresonantsi tekke oht oleks minimaalne. Tuleb hoolikalt piirata jõukaablite ühendamise ajal tekkivaid mehaanilisi toimeid. Painderaadiuste vähimalt lubatavad väärtused paigaldamisel ja pärast paigaldamist sõltuvad kaabli tüübist ja on esitatud asjakohastes standardites või tuleb sätestada tootja poolt. Enimalt lubatav tõmbekoormus paigaldamisel sõltub soone liigist ja kaabli tüübist. Need on esitatud asjakohastes standardites või tuleb sätestada tootja poolt. [16]

Painduvate ja järelveetavate kaablite soontele toimiv kestev või lööktõmbekoormus peab olema nii väike kui võimalik ega tohi ületada tootja poolt etteantud väärtust. Tuleb hoolitseda, et juhi pikenemine ja kokkutõmbumine oleks temperatuuri muutumisel vaba. [16]

Liited juhtide vahel ja juhtide liited seadmetega peavad olema defektivabad ega tohi käidu jooksul halveneda. Nad peavad olema mehaaniliselt ja keemiliselt püsivad. Liitepinnad tuleb vajalikul viisil ette valmistada ja ühendada vastavalt liite liigile ettenähtu kohaselt. [16]

Kõrgepingeelektripaigaldises, peakaitsme nimivoolust olenemata peaks olema määratud käidukorraldaja, ning temal peaks olema vastav pädevus ja peavad olema erialane ettevalmistus, teadmised elektripaigaldisest, selle ehitusest ja kasutamise ohutusnõuetest ning töökogemus ulatuses, mis tagab elektripaigaldise kasutamisel ohutuse. Käidukorraldaja on kohustatud [16]:

- koostama käidukava elektripaigaldise kohta, mille käidukorraldajana ta tegutseb, ja kontrollima selle järgimist;
- nõudma elektripaigaldise kasutamise või elektripaigaldises tehtava töö peatamist, kui on ilmnenud oht inimesele, varale või keskkonnale, kuni ohu möödumiseni või kõrvaldamiseni;
- olema kättesaadav ohutu käidu tagamiseks ja tehnilise kontrolli ning riiklike järelevalvetoimingute teostamisel;
- teatama Tehnilise Järelevalve Ametile elektripaigaldise kasutamise nõuete rikkumistest, kui elektripaigaldise omanik ei kõrvalda ise rikkumist mõistliku aja jooksul.

Mõõtetrafode sekundaarahelad tuleb maandada või eraldada maandatud metallvarjega. Sekundaarahela maandamiskoht tuleb valida selliselt, et elektrilised häired oleksid välistatud. Mõõtetrafod tuleb paigaldada selliselt, et nende sekundaarklemmid oleksid pärast jaotlalahtri pingetuks tegemist kergesti juurdepääsetavad. Voolutrafo liigvoolu nimikordsus ja nimikoormus tulevad valida selliselt, et oleks tagatud kaitseseadmete laitmatu talitus ja välistatud mõõtevahendite vigastumine lühise korral. Kui voolutrafode kaitseotstarbeliste südameike mähistega on ühendatud ka mõõteriistu, tuleb viimaseid vajaduse korral kaitsta vigastumise eest suurte lühisvoolude toimel sobivate abitrafode kasutamise teel. Pingetrafode valikul peavad nende nimiväljundvõimsus ja täpsus vastama sekundaarahelatesse ühendatavatele seadmetele ja juhistiketele. Tuleb arvestada ka ferresonantsi võimalikke toimeid. Pingetrafo sekundaarpool peab olema kaitstud lühisvoolude toime eest; kaitseparaadid soovitatakse varustada signalisatsioonivahenditega. [16]

Liigpingepiirikud peavad olema konstrueeritud ja paigaldatud selliselt, et kesta purunemisel või rõhuvabastusseadme rakendumisel oleks tagatud personali ohutus. Voolupiiravate sulavkaitsmetega ühtesamasse ahelasse paigaldatud liigpingepiirikute pinge-aeg-tunnusjooned peavad arvestama sulavkaitsmete rakendumisel tekkivaid liigpingeid. Kui varistortüüpi piirikute maandusjuhiahelas on ette nähtud loendurid, peavad piiriku ja loenduri vahele jääv juht ja loendur ise olema puute eest kaitstud. Loendurite näitusid peab saama lugeda pingestatud seadmete korral. [16]

8.6. Kaitse otse- ja kaudpuute eest madalpinges

Alajaama madalpinge osas on vaja rakendada kaitsemeetmeid otsepuute ja kaudpuute eest, vastavalt standardis „EVS-HD 60364-4-41:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest“ toodud nõutele. Pingestatud osad peavad olema täielikult kaetud isolatsiooniga, mida saab eemaldada ainult purustamise teel (Joonis 8.2.). Pingestatud osad peavad olema ümbristes või katete taga, mis tagavad nõutud kaitseastme. Katted ja ümbrised peavad olema kindlalt oma paigale kinnitatud ning olema piisavalt tugevad ja vastupidavad, et nõutav kaitseaste ja vajalik kaugus pingestatud osadest säiliks teadaolevates normaalkäiduoludes, arvestades võimalikke välistoimeid. [18]

Kaitse kaudpuute eest on realiseeritud toite automaatse väljalülitamise teel ja lisakaitse lisakaitsepotsiaaliühtlustuse abil. Toite automaatne väljalülitamine on kaitseviis (Joonis 8.2.), milles

- põhikaitse on ette nähtud pingestatud osade põhiisolatsiooniga või katete või ümbristega
- rikkekaitse on ette nähtud kaitsepotsiaaliühtlustusega ja toite automaatse väljalülitamisega rikke korral.



Joonis 8.2. Madalpinge (0,4 kV) jaotla

Lisa-kaitsepotsiaaliühtlustus peab hõlmama kõiki kohtkindlate seadmete üheaegselt puudutatavaid pingeliste juhtivaid osi ja kõrvalisi juhtivaid osi. [18]

8.7. Kaitse kuumustoime eest madalpinges

Kaitse kuumustoime eest on vaja lahendada vastavalt standardis „EVS-HD 60364-4-42:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest“ toodud nõutele. Elektriseade ei tohi põhjustada oma läheduses paiknevate materjalide süttimisohtu. Kui kohtkindla seadme pinnatemperatuur võib saavutada väärtusi, mis võib tekitada lähedal olevate materjalide süttimisohtu, peab seade olema

- paigaldatud materjalidele või materjalidesse, mis taluvad sellist temperatuuri ning mille soojusjuhtivus on väike, või
- eraldatud ehitustarinditest elektrikaarekindlate materjalidega, mis taluvad sellist temperatuuri ning mille soojusjuhtivus on väike, või
- paigaldatud soojuse ohutuks hajumiseks piisavale kaugusele kõigist materjalidest, millele selline temperatuur võiks avaldada kahjulikku soojustoimet, kusjuures kõik kandetarindid peavad olema väikese soojusjuhtivusega.

Kui püsivalt toiteallikaga ühendatud seadmest võib normaaltalitusel välja paiskuda elektrihaar või -sädemed, peab seade olema

- täielikult ümbritsetud elektrihaarekindla materjaliga või
- eraldatud elektrihaarekindla materjaliga ehitustarinditest, millele elektrihaar võiks avaldada kahjulikku soojustoimet, või
- paigaldatud elektrihaare ja -sädemete ohutu kustumise tagamiseks piisavalt kaugemale ehitustarinditest, millele elektrihaar või -sädemed võiksid avaldada kahjulikku soojustoimet. [19]

Elektrihaarekindlad materjalid, mida kasutatakse sellisel kaitsel, peavad olema mitte- süttivad, väikese soojusjuhtivusega ning mehaanilise püsivuse tagamiseks piisava paksusega. Kohtkindel seade, mis fookustab või koondab soojust, peab olema piisavalt kaugel kõigist kohtkindlatest esemetest ja ehitustarinditest, et normaaltalitusel ei tekiks neil esemetel ega tarinditel ohtlikku temperatuuri. Kui mis tahes paigas eraldi asuv elektriseade sisaldab olulises koguses põlevvedelikku, tuleb rakendada meetmeid, et vältida põlevvedeliku või vedeliku põlemisaaduste (leegi, suitsu, mürgiste gaaside) levimist ehitise teistesse osadesse. Elektriseadme paigaldamisel kohaleasetatud ümbriste materjal peab taluma elektriseadme poolt põhjustatavat kõrgeimat temperatuuri. Selliste ümbriste valmistamiseks ei sobi põlevmaterjalid, väljaarvatult siis, kui süttimise vältimiseks on rakendatud vastavad kaitsemeetmed nagu katmine mittesüttiva, raskeltsüttiva või väikese soojusjuhtivusega materjaliga. Puuteküündivuses asuvate elektriseadmete juurdepääsetavad osad ei tohi saavutada temperatuuri, mis võiks inimestele põhjustada põletusi. [19]

8.8. Liigvoolukaitse madalpinges

Liigvoolukaitse on vaja lahendada vastavalt standardis „EVS-HD 60364-4-43:2010 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse“ toodud nõutele. Liigvoolu tuvastamine tuleb ette näha kõigis liinijuhtides. Kaitse peab välja lülitama selle juhi, milles liigvool tekkis, kuid ei pruugi väljalülitada teisi pingestatud juhte. Kui neutraaljuhi ristlõige on vähemalt võrdne või samaväärne liinijuhtide omaga, kusjuures neutraaljuhi vool eeldatavasti ei ole suurem kui vool liinijuhtides, ei ole vaja ette näha neutraaljuhi liigvoolu tuvastamist ega selle juhi väljalülitamisaparaati. Sellise kaitse võib saavutada liinijuhtide liigvoolukaitseaparaadiga, näiteks selle alajaama madalpinge osa juhtudel kasutatakse gG-tunnusjoonega sulavkaitsmed. Aparaat, mis tagab kaitse liigkoormuse eest, peab olema paigutatud punkti, milles juhtide ristlõige, liik, ehitus või paigaldusviis muutub, kusjuures see

kaasneb juhtide kestvalt lubatava voolu vähenemisega. Aparaaadi, mis kaitseb juhti liigkoormuse eest, võib paigutada juhi ulatusse mis tahes punkti, kui juhi sellel osal, mis jääb juhi ristlõike, liigi, ehituse või paigaldusviisi muutumise koha ja kaitseaparaadi paigutuskoha vahele, ei ole haruahelaid ega pistikupesid. Liigkoormuse- ja lühisekaitseaparaatide omadused peavad olema sobitatud omavahel selliselt, et lühisekaitseaparaadi poolt läbilastav energia ei ületaks väärtust, mida liigkoormuskaitseaparaat võib taluda ilma kahjustuseta. [20]

8.9. Madalpinge elektriseadmete valik

Elektriseadmete valik on vaja lahendada vastavalt standardis „EVS-HD 60364-5-51:2009 Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised“ toodud nõuetele. Iga seade peab vastama sellekohastele Euroopa standarditele (EN), harmoneerimisdokumentidele (HD) või HD nõudeid esitavatele rahvuslikele standarditele. Selliste standardite või harmoneerimisdokumentide puudumise korral peab seade vastama sellekohasele rahvuslikule standardile. Muudel juhtudel tuleb rahvusliku komitee otsuse alusel rakendada kas CENELEC-i poolt ülevõtmata IEC standardit või mõne muu maa standardit. Kui rakendamiseks sobivaid standardeid ei ole, tuleb seade valida paigaldise projekteerija ja paigaldaja vahelise erikokkuleppe järgi. Seadmed peavad vastama paigaldiseosa nimipingele (vahelduvpinge korral pinge efektiivväärtusele). Seadmed tuleb valida vastavalt projekti-kohasele normaaltalitusvoolule (vahelduvvoolu korral voolu efektiivväärtusele). Seadmed peavad kaitseaparaatide tunnusjoontega määratud aja jooksul taluma ka ebanormaalsetes olukordades tekkida võivaid voolusid. Kui sagedus mõjutab seadmete talitusomadusi, peab seadmete nimisagedus vastama nendega ühendatud ahelas kulgeva voolu sagedusele. Seadmed, mis valitakse nende võimsuse järgi, peavad vastama normaalkäiduoludele, arvestades seejuures nende üheaegsustegurit. Kui paigaldamise ajal pole võetud kasutusele muid sobivaid meetmeid, tuleb kõik seadmed valida nii, et need oma normaaltalitusel, sealhulgas lülitustoimingutel, ei põhjustaks kahjulikke toimeid muudele seadmetele ega toitesüsteemile. Seadmed tuleb valida selliselt, et nende impulsstaluvuspinge oleks vähemalt võrdne paigaldamispunkti arvutusliku liigpingega. Elektriseadmed tuleb valida ja paigaldada vastavalt tabeli ülaltoodud standardi nõuetele, kus määratakse seadmete vajalikud omadused vastavalt neile mõjuda võivatele välistoimetele. [17]

Seadmete omadused tuleb määrata kas kaitseastme järgi või katsetustulemuste põhjal. Kõik seadmed ja juhistik tuleb paigutada selliselt, et nende käit, ülevaatus, hooldus ning juurdepääs liidetele oleks hõlbus. Kui seadmed paigaldatakse ümbristesse või piirestatud ruumiosadesse, ei tohi see juurdepääsu oluliselt raskendada. Lülitus- ja juhtimisaparaatide

otstarbe näitamiseks tuleb ette näha sildid või muud sobivad tähistamisviisid, välja arvatud juhtudel, mil segimine ei ole võimalik (Joonis 8.2.). Isoleeritud PEN-juhid tuleb tähistada ühel järgmistest viisidest [17]:

- kollarohelise värviga kogu pikkuses ja sinise lisamärgistusega otstel; või
- sinise värviga kogu pikkuses ja kollarohelise lisamärgistusega otstel.

Kaitseaparaadid tuleb paigutada ja tähistada selliselt, et kaitstavaid ahelaid saaks kergesti ära tunda; sel eesmärgil võib olla otstarbekas aparate jaotuskilpides vastavalt rühmitada (Joonis 8.3).



Joonis 8.3. Vahelduvvoolukeskuse rühmitus

8.10. Juhistikud madalpinges

Juhistiku valik ja paigaldusviisid on vaja lahendada vastavalt standardites „EVS-HD 60364-5-52:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud“ ja „EVS-HD 60364-5-51:2009 Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised“ toodud nõutele. Juhistiku paigaldusviis oleneb kasutatavatest juhtmetest või kaablitest ja paigalduskohast ning peavad olema arvesse võetud välistoimed (Joonis 8.4.). Juhid peavad olema tähistatud vastavalt ülaltoodud nõutele. Valitud paigaldusviis peab tagama juhistiku kõigi osade kaitse ettenähtavate välismõjude eest. Eriti hoolikalt tuleb kaitse tagada suunamuutuskohtades ja juhistiku sisenemiskohtades seadmetesse. Juhi koormusvool normaaltalitusel ettenähtava

koormuse kestusel peab olema selline, et isolatsiooni temperatuur ei tõuseks üle lubatava piiri. Kui neutraaljuht on olemas, peab selle ristlõige võrduma vähemalt faasijuhi ristlõikega. Juhtidevahelised ning juhtide ja seadmete vahelised ühendused peavad olema elektriliselt püsivad ning vajaliku mehaanilise tugevuse ja kaitsega. Ühendusviiside valikul tuleb vastavalt sobivusele arvestada

- juhi materjali ja isolatsiooni,
- juhi koostisesse kuuluvate kiudude arvu ja kuju,
- juhi ristlõiget,
- kokkuühendatavate juhtide arvu.

Kõigile ühendustele peab saama kontrolliks, katsetamiseks ja hoolduseks ligi pääseda, välja arvatud järgmistel juhtudel:

- pinnasesse paigaldamiseks ettenähtud ühendused;
- kompaundtäitega või kapseldatud ühendused;
- külma osa ja kütteelemendi vahelised ühendused, nt lae-, põrand- ja trassiküttesüsteemides;
- keevituse, jootmise, kõvajootmise või presstööriistade kasutamise teel valmistatud ühendused;
- ühendused, mis vastavalt tootestandardile ja kujutavad endast seadme osa. [17] [21]



Joonis 8.4. Kaabelliinide ja juhtide paigaldusviisid

Kus vaja, tuleb rakendada meetmeid, et ühenduse normaaltalitlustemperatuur ei toimiks halvendavalt ühendatud või kandvate juhtide isolatsioonile. Juhtide ühendused (mitte üksnes lõpp-, vaid ka vaheühendused) tuleb teha sobivates ümbristes, näiteks ühenduskarpides, väljundkarpides või, kui tootja on seadmes ette näinud sellekohase vaba ruumi, seadme sees.

Viimasel juhul peavad olema paigaldatud kohtkindlad ühendusseadmed või tuleb ette näha võimalus nende paigaldamiseks. Lõppahelates peavad juhtide otste ühendused paiknema ümbrises. Kaablite ja juhtmete ühendus- ja liitepunktid ei tohi olla mehaanilise tõmbe all. Tõmbetõkiste ehitus peab olema selline, et see väldiks kaablite ja juhtmete mehaanilist kahjustumist. Kui ühendus on tehtud ümbrises, peab ümbris tagama vajaliku mehaanilise kaitse ning kaitse võimalike välismõjude eest. Juhistikud tuleb paigaldada selliselt, et ehitise üldtarindite toimivus ega tuleohutus ei väheneks. Kui juhistikuliine viiakse läbi ehitise osade, nagu põrandad, seinad, katused, laed, vahepiirded või õhkvahede kaitsepiirded, tuleb läbiviiguavad pärast juhistiku läbiviimist tihendada vastavalt ehitise elemendi läbiviiguesele tulekindlusastmele. Kui juhistikuliin viiakse läbi ehitise elemendi, mille kohta on sätestatud teatav tulekindlusaste, peab läbiviiguava sisemine tihendus vastama elemendi läbiviiguesele tulekindlusastmele. Juhistikku ei tohi viia läbi ehitise kandevelementide, välja arvatud juhtumeil, mil kandevelementi toimivus pärast sellist läbiviiku on tõestatud. [17] [21]

8.11. Turvasüsteemid

Turvasüsteemide ehitus on vaja lahendada vastavalt standardis „EVS-HD 60364-5-56:2010/A1:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-56: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Turvasüsteemid“ toodud nõutele.

Turvasüsteemide toiteallikaina võib kasutada

- akupatareisid;
- primaar-galvaanielemente;
- normaaltoitest sõltumatuid generaatoragregate;
- elektrivarustusvõrgu eri liini, mis kindlalt ei sõltu normaaltoiteliinidest.

Turvasüsteemide toiteallikad tuleb paigaldada kohtkindlalt ning sellisel viisil, et nende talitlust ei saa halvendada normaaltoiteallikate väljalangemine. Turvasüsteemide toiteallikad tuleb paigaldada selleks sobivasse kohta ja neile tohivad juurde pääseda üksnes elektrilaisikud või ohuteadlikud isikud. Turvasüsteemide toiteallikate asukoht peab olema korrakohaselt ning piisavalt ventileeritav, et toiteallikast eralduvad gaasid, suits ega aur ei pääseks inimeste poolt kasutatavatele aladele. Teineteisest sõltumatuid elektrivarustusvõrgust tulevaid toiteliine tohib kasutada turvasüsteemide toiteallikaina üksnes siis, kui on kindel, et mõlema liini üheaegne väljalangemine on ebatõenäoline. Turvasüsteemide toiteallika võimsus peab olema toidetavate

turvasüsteemide jaoks piisav. Akupatareid (Joonis 8.5.) peavad olema hooldusvabad, kinnise või hermeetilise, rasketele tööstusoludele ettenähtud ehitusega. Turvasüsteemide toiteallika seisund (talitusvalmis, rikkis, talitluses) peab olema vastaval näiduseadisel näha. Turvasüsteemide vooluahelad peavad olema muudest vooluahelatest sõltumatud. [22]



Joonis 8.5. Alalisvoolu keskuse akupatareid

Liigkoormuskaitseadmed tuleb valida ja paigaldada selliselt, et mingi ühe ahela liigkoormus ei halvendaks turvasüsteemide teiste ahelate korrektset talitlust. Elektriaparaadikoosted peavad olema selgelt märgistatud ja paigaldatud kohtadesse, kuhu pääsevad üksnes elektrilaisikud või ohuteadlikud isikud. Seadmetes, mida toidetakse kahe eri ahela kaudu teineteisest sõltumatutest toiteallikatest, ei tohi ühe ahela rike halvendada teise ahela elektrilöögivastast kaitset ega korrektset talitlust. Sellised seadmed tuleb tarbe korral ühendada mõlema ahela kaitsejuhiga. Turvasüsteemide vooluahelate juhtmed ja kaablid, väljaarvatult metallvarjega ja tulekindlad kaablid, peavad olema kõigist muudest juhtmetest ja kaablitest, sealhulgas teiste turvasüsteemide omadest oludekohaselt ja töökindlalt vahekauguste või katete abil eraldatud. Vastava jaotuskilbi lähedal peavad peale üldise põhimõtteskeemi olema esitatud turvasüsteemide toiteallikate täielikud andmed. Piisab andmete esitamisest ühejooneskeemil.

Peavad olema kättesaadavad turvasüsteemide joonised, millel peavad olema täpselt esitatud järgmiste seadmete asukohad:

- kõik elektriseadmed ja jaotuskilbid koos nende nimetustega,
- turvaseadmed koos lõppahelate nimetustega, seadmete iseärasuste ja otstarbega;
- turvaseadmete toiteahelate spetsiaalsed lülitus- ja seireseadmed (nt piirkonnalülitid, optilised ja akustilised hoiatussignaalseadmed). [22]

Peab olema kättesaadav turvatoiteallikatega pidevalt ühendatud elektritarvitite nimekiri, millel on esitatud nende tarvitite nimivõimsus, nimi- ja käivitusvool ning käivituse kestus. Peavad olema kättesaadavad turvasüsteemide ja nende seadmete käidujuhised. Neis tuleb arvestada paigaldise kõiki üksikasju. Turvasüsteemides, millelt nõutakse talitlemist tulekahjuoludes, võib kasutada üht või mitut järgmist juhistikuliiki:

- mineraalisolatsiooniga kaableid,
- tulekindlaid kaableid
- juhistikku, milles on ette nähtud vajalik tulekaitse ja mehaaniline kaitse.

Juhistikud tuleb koostada ja paigaldada selliselt, et tuli ei saaks kahjustada vooluahelate toimivust. Turvasüsteemide juhtimis- ja siinijuhistikud peavad vastama samadele nõuetele nagu turvasüsteemide eneste juhistikud. Turvasüsteemide alalisvooluahelates tuleb ette näha kahepooluseline liigvoolukaitse (Joonis 8.6.). Elektriaparaadikoosted, mida kasutatakse nii vahelduv- kui ka alalisvoolu korral, peavad sobima nii vahelduv- kui ka alalisvoolukäidule. Häda- ja turvavalgustust (Joonis 8.7.) võib toita tsentraalsest elektrivarustusüsteemist või valgustitesse sisseehitatud toiteallikatest. [22]



Joonis 8.6. Kahepooluselised kaitselülitid alalisvoolu keskus



Joonis 8.7. 6 kV jaotusseadme ruumi hädavalgustus

Tulekindlalt eraldatud hooneosas peavad valgustite toitejuhtmed või -kaablid olema kas kõrge tulekindlusega või, kui selles hooneosas on enam kui üks hädavalgusti, tuleb valgustid ühendada vaheldumisi vähemalt kahe toiteahelaga selliselt, et ühe ahela väljalangemisel säiliks piki pääsuteed piisav valgustustihedus. Kui valgustid on ühendatud vaheldumisi eri vooluahelatesse, tuleb liigvoolukaitseseadmeid kasutada selliselt, et lühis ühes ahelas ei katkestaks naabervalgustite toidet ühes tulekindlalt eraldatud hooneosas ega valgustite toidet teistes tulekindlalt eraldatud hooneosades. Jaotus-, juhtimis- ja kaitseseadmed ei tohi mõjutada vooluahela toimivust. Hoone evakuatsiooniks tuleb tagada vähimalt nõutav valgustustihedus, piisavalt lühike ümberlülitumisaeg ja piisavalt pikk ettenähtud talitlusaeg. [22]

8.12. Jaotlad ja jaoturid

Jaotla ja jaoturite ehitus on vaja lahendada vastavalt standardites „EVS-HD 60364-5-51:2009 Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised“, „EVS-HD 60364-4-41:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest“ ja „EVS-HD 60364-5-54:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhid“ toodud nõutele. Kõik elektriseadmed peavad võimaldama ühe põhikaitseviisi (otsepuutekaitseviisi) rakendamist. Lülitus- ja juhtimisaparaatide otstarbe näitamiseks tuleb ette näha sildid või muud sobivad tähistamisviisid, välja arvatud juhtudel, mil segimine ei ole võimalik (Joonis 8.1.). Juhistik tuleb kujundada või märgistada selliselt, et seda saaks tuvastada paigaldise kontrollil, katsetamisel, remondil ja muutmisel. PEN-juhti tohib kasutada üksnes kohtkindlates elektripaigaldistes ja selle ristlõige peab olema mehaanilise tugevuse kaalutlustel vähemalt 10 mm² vase või 16 mm² alumiiniumi korral. PEN-juht peab olema isoleeritud vastavalt juhistiku nimipingele. PEN-juhtidena ei tohi kasutada juhistiku metallümbriseid. Isoleeritud PEN-juhid tuleb tähistada ühel järgmistest viisidest:

- kollarohelise värviga kogu pikkuses ja sinise lisamärgistusega otstel; või
- sinise värviga kogu pikkuses ja kollarohelise lisamärgistustega otstel.

Elektripaigaldise kohta peavad olema kättesaadaval hetkeseisule vastavad joonised ja dokumentatsioon. [17] [18] [23]

8.13. Maanduspaigaldis ja potentsiaalühtlustus

Madalpinge maanduse ja kaitsejuhtide paigaldamine, ning kõrgepingepaigaldise maandus on vaja lahendada vastavalt standardites „EVS-HD 60364-5-54:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja

kaitsejuhid“ ja „EVS-EN 50522:2010 Üle 1 kV nimivahelduvpingega tugevvoolupaigaldiste maandamine“ toodud nõutele. Maandussüsteeme võib kasutada koos või eraldi kaitse- ja talitluseesmärgil vastavalt elektripaigaldise nõuetele. Kaitse-eesmärkidest tulenevad nõuded peavad alati olema esikohal. Kus see on ette nähtud, tuleb maandur ühendada peamaanduslatiga maandusjuhi kaudu. Madalpingevõrgu neutraali või PEN-juhti võib maandada kõrgepingevõrgu maanduspaigaldise kaudu (mis sellisel juhul moodustab ühise maanduspaigaldise), kui kõrgepingepaigaldises tekkiva maaühenduse vältel ei teki madalpingevõrgus või sellega ühendatud tarbijapaigaldistes ohtlikke puutepingeid. [23] [24]

Maandussüsteemidele esitatavad nõuded näevad ette ühendamise maaga,

- mis on töökindel ja sobib kokku paigaldise kaitsenõuetega,
- mis talub maaühendusvoolusid ja kaitsejuhi maandusvoolusid ilma soojuslikest, soojuslik-mehaanilistest ja elektromehaanilistest toimetest tuleneva ohuta ja nendest vooludest tingitud elektrilöögi ohuta,
- mis on tugev või mehaaniliselt kaitstud ning piisavalt korrosioonikindel vastavalt eeldatavatele välistoimetele
- mis vajaduse korral vastab ka talitlusnõuetele.

Pinnasesse süvistatud maandusjuhtide ristlõige peab vastama tabelile 8.1.

Tabel 8.1. Pinnases paiknevate maandusjuhtide vähimristlõiked

Maandusjuhi kaitstus korrosiooni eest	Mehaaniliste kahjustuste eest kaitstud maandusjuhi vähimalt nõutav ristlõige mm ²		Mehaaniliste kahjustuste eest kaitsmata maandusjuhi vähimalt nõutav ristlõige mm ²	
	Vask	Teras	Vask	Teras
Kaitstud	2,5	10	16	16
Kaitsmata	25	50	25	50

Igas paigaldises, milles kasutatakse kaitse-potentsiaaliühtlustust, tuleb ette näha peamaanduslatt ja ühendada sellega järgmised osad (Joonis 8.8):

- kaitse-potentsiaaliühtlustusjuhid,
- maandusjuhid,
- kaitsejuhid,
- talitlusmaandusjuhid, kui need on olemas.

Iga kaitsejuhi ristlõige peab rahuldama tingimusi toite automaatse väljalülitamise kohta ning

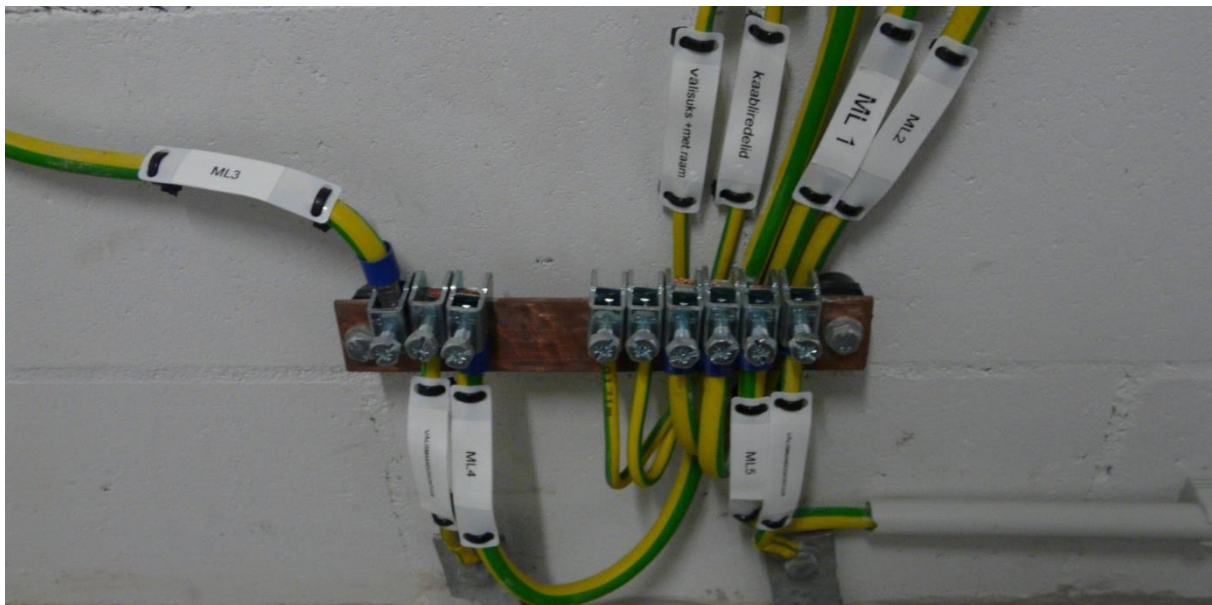
peab olema võimeline vastu pidama arvutuslikule lühisvoolule. Kaitsejuhtide vähimalt nõutav ristlõige on toodud tabelis 8.2.

Tabel 8.2. Kaitsejuhtide vähimalt nõutav ristlõige

Liinijuhi ristlõige S , mm ²	Vastava kaitsejuhi vähimalt nõutav ristlõige, mm ²	
	Kui kaitsejuht on samast materjalist nagu liinijuht	Kui kaitsejuht ei ole samast materjalist nagu liinijuht
$S \leq 16$	S	$\left(k_1/k_2\right) * S$
$16 < S \leq 35$	16	$\left(k_1/k_2\right) * 16$
$S > 35$	$(S/2)$	$\left(k_1/k_2\right) * S/2$

Kus, k_1 on liinijuhi teguri k väärtus, mis on saadud tabeli A valemist või valitud standardi „EVS-HD 60364-4-43:2010 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse“ tabelitest vastavalt juhi materjalile ja isolatsioonile.

k_2 on kaitsejuhi teguri k väärtus, mis on valitud standardi „EVS-HD 60364-5-54:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhid“ tabelist A.54.2 või A.54.6. [23] [24]



Joonis 8.8. Jaotusalajaama peamaanduslatt

Kaitse-potentsiaaliühtlustuseks on ette nähtud peamaanduslatiga ühendatud juhtide ristlõige ei tohi olla väiksem kui

- 6 mm² vase puhul,
- 16 mm² alumiiniumi puhul,
- 50 mm² terase puhul.

Pingealti osa ja kõrvalise juhtiva osa vahelise kaitse-potentsiaaliühtlustus- juhi ristlõige ei tohi olla väiksem kui pool vastava kaitsejuhi ristlõikest. Kahe pingealti osa vahelise kaitse-potentsiaaliühtlustusjuhi ristlõige ei tohi olla väiksem kui nende osadega ühendatud vähimal kaitsejuhil. Kaitse-potentsiaaliühtlusjuht, mis ei kujuta endast kaabli osa, loetakse mehaaniliselt kaitstuks, kui ta on paigaldatud torusse, kaablikanalisse või valumassi või kui see on kaitstud muul taolisel viisil. [23] [24]

8.14. Üle 1 kV jaotlad ja alajaamad

Üle 1000V jaotlad ja alajaamad ehitamisel on vaja lahendada vastavalt standardis „EVS-EN 61936-1:2010 Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded“ toodud nõutele. Vooluahelate kujundus peab vastama käidunõuetele ja võimaldama ohutusnõuete täitmist. Tuleb püüda tagada ka talitluse katkematus rikke- ja hooldeoludes, arvestades elektrivõrgu konfiguratsiooni. Vooluahelad peavad olema kujundatud selliselt, et lülitustoiminguid saaks sooritada ohutult ja kiiresti. Iga teistest elektriliselt eraldatud elektrivõrk tuleb varustada maaihendusnäituriga, mis võimaldab maaihenduse kindlakstegemist või selle väljalülitamist. Tuleb tagada, et paigaldise kaitselahutatud sektsioonid ei saaks juhuslikult pingestuda rööbiti ühendatud sekundaarvooluallikatest. [16]

Jaotusalajaama ehitised peab vastama rahvuslikele ehitusnormidele ja tuletõrje eeskirjadele. Kandetarindite osad, vaheseinad, vooderdus, ümbrised tuleb valida sellised, mis taluvad eeldatavat põlemiskoormust. Elektrilised käidualad tuleb projekteerida selliselt, et vee sissepääs oleks takistatud ning kondensaadi tekke võimalus minimaalne. Seinte, lagede ja esimese korruse materjalid peavad olema võimalust mööda sellised, mis ei rikne sissetungiva ega lekkevee toimel. Kui seda nõuet ei saa täita, tuleb rakendada meetmed, mis hoiavad ära käiduohutuse halvenemise vee lekke või kondensatsiooni tagajärjel. Ehitise teostus peab vastama eeldatavatele mehaanilistele koormustele ja elektriikaare korral tekkivale siserõhule. Torustikud ja muud seadmed, kui nende kasutamist alajaamades lubatakse, tuleb projekteerida selliselt, et isegi nende vigastumise korral elektripaigaldis ei kahjustuks. Ehitiste välisseinad peavad keskkonnaolude jaoks olema piisava mehaanilise tugevusega. Ehitiste mehaaniline

tugevus peab olema piisav, et taluda kõiki paigaldise tavakäidul esinevaid staatilisi ja dünaamilisi koormusi. Läbi seinte kulgevad torud ega juhistikud ei tohi mõjutada seinte ehituslikku terviklikkust. Seinu läbivad metallosad peavad täitma jaotise kaitsemaanduse nõudeid. Ehitise juurdepääsetavaid välispinnapaneele ei tohi olla võimalik väljastpoolt eemaldada. Välispindade koostisse kuuluvad kattematerjalid peavad olema vastupidavad atmosfääri (vihma, paikese, agressiivse ja tuule) toimele. Hoone katus peab olema piisava mehaanilise tugevusega keskkonnatoimete talumiseks. Põrandad peavad olema tasased ja püsikindlad ning võimelised taluma staatilisi ja dünaamilisi koormusi. Ruumi ja rõhuvabastusavade nõutavad mõõtmed sõltuvad jaotla tüübist ning lühisvoolust ja need peab ette andma tootja. Kui rõhuvabastusavad on vajalikud, peavad need olema kujundatud ja paigutatud selliselt, et nende rakendumisel (lühisekaarest tingitud väljapaiskumisel) oleks oht inimestele ja varale viidud nii väikeseks kui võimalik. Teeninduskoridoride ja juurdepääsualade mõõtmed peavad vastama tööde sooritamise, lülitusseadmete käidu ja seadmete transportimise vajadustele. Teeninduskoridoride laius peab olema vähemalt 800 mm. Teeninduskoridoride laius ei tohi ülaltoodust olla väiksem ka siis, kui neisse ulatuvad seadmeosad, näiteks kohtkindlad juhtimismehhanismid või kaitselahutatud asendis olevad lülitivankrid. Evakueerumiseks peab alati jääma ruumi vähemalt 500 mm, isegi kui seadmete väljatõmmatavad osad või avatud ukсед ulatuvad põgenemisteedele. Lagede, piirete ja katete kõrgus, välja arvatud juurdepääsud kaablitele, peab olema vähemalt 2 m. Sissepääsukesed peavad lubamatu sisenemise vältimiseks olema varustatud turvalukkudega. Sissepääsukesed peavad avanema väljapoole ja olema varustatud vastavate ohutusmärkidega (Joonis 8.9). [16]



Joonis 8.9. Jaotusala jaama sissepääsukesed koos ohutusmärkidega

Ehitise välisüksed peavad olema raskestisüttivast materjalist, välja arvatud siis, kui ehitis on ümbritsetud vähemalt 1,8 m kõrguse välistaraga. Siseruumi kliimaolud tuleb tagada kas õhu oludekohase jahutamise, soojendamise, kuivatamise ja ventileerimisega või ehitise oludekohase projektlahendusega. Vajaduse korral tuleb ette näha filtrid või soojusvahetid. [16]

Paigaldised peavad olema ehitatud selliselt, et pingestatud osade juhuslik puudutamine või juhuslik ulatumine pingestatud osade läheduses asuvasse ohutsooni oleks välditud. Kaitse tuleb ette näha pingestatud osadele, üksnes talitusisolatsiooniga osadele ja osadele, mida võib lugeda ohtlikku potentsiaali kandvaks. Selliste osade näideteks on

- puutevõimalikud pingestatud osad;
- paigaldiste osad, mille kaablite maandatud metallmantlid või juhtivad varjed on eemaldatud;
- maandamata metallmantlitega või maandatud juhtivate elastomeervarjetega kaablid ja nende juurde kuuluvad osad ning juhtivate elastomeervarjeteta paindkaablid;
- kaablite lõpumuhvid ja juhtivad katted, kui neil võib esineda ohtlik pinge;
- isolaatorite isoleerkehad ja muud seadmed, näiteks valukompaundi abil isoleeritud elektriseadmed, kui neil võib tekkida ohtlik puutepinge;
- kondensaatorite, muundurite ja muunduritrafode karkassid või ümbrised, mis tavatalitlusel võivad olla ohtliku pinge all;
- elektrimasinate, trafode ja õhksüdamik-reaktorite mahised.

Tunnustatud on järgmised kaitseviisid:

- kaitse ümbrise abil,
- kaitse katte või piirde abil,
- kaitse tõkke abil,
- kaitse paigutamisega väljapoole puuteküündivust

Jaotlalahtrite ehitus peab olema selline, et personal oleks käidu ajal nii hästi kui võimalik kaitstud elektrikaare eest. Kaitse kaudpuute puhul rakendatakse maanduspaigaldisele esitavad nõuded. Maanduspaigaldis, selle osad ja potentsiaaliühtlustusjuhid peavad olema võimelised ilma oma soojuslikke ja mehaanilisi lubatavaid piirväärtusi ületamata rikkevoolu reservkaitse toimimisaja kestel taluma ja maasse juhtima. Maanduspaigaldis peab tagama paigaldise toimivuse ettenähtud kasutusea kestel, võttes nõuetekohaselt arvesse korrosiooni ja mehaanilisi koormusi. Maanduspaigaldis peab talitlema selliselt, et see väldiks seadmete kahjustusi

ülemäärasest potentsiaalitõusust, potentsiaalide erinevusest maanduspaigaldise ulatuses ja ülemäärastest vooludest kõrvalahelates, mis ei ole ette nähtud rikkevoolude juhtimiseks. Maanduspaigaldis peab koos sobivate meetmetega hoidma sammu- ja puutepinge ning kandunud potentsiaali kaitserleede ja lülitite normaalse toimimisaja kestel lubatud piirides. Maanduspaigaldise toimivus peab kaasa aitama kõrgepingevõrgu elektri- ja elektroonikaaparaatide elektromagnetilise ühilduvuse tagamist. Erilist tähelepanu tuleb osutada kõrgepingealajaama maanduspaigaldise toimealas asuvatele madalpingepaigaldistele. Tööstus- ja kommertsipaigaldistele võib kasutada ühist maanduspaigaldist, kus seadmete väga lähedase paiknemise tõttu ei ole võimalik maanduspaigaldisi eraldada. [16]

Käidu- ja hooldustööde ajal tuleb ebaõigete toimingute, inimvigade, õnnetuste vältimiseks kasutada selget identifitseerimist ja ühetähenduslikku tähistust. Märkid, sildid ja juhised peavad olema valmistatud tugevast ning mittekorrodeeruvast materjalist ja trükitud kustumatute kirjamärkidega (Joonis 8.10.). [16]



Joonis 8.10. 6 kV jaotuseadme II sektsiooni tähistused

Jaotla talitusolek peab olema indikaatorite abil selgesti näidatud, väljaarvatud juhtudel, millal peakontaktide seis on käitajale selgesti näha. Kaablite otsamuhvid ja komponendid peavad olema identifitseeritavad. Selleks, et identifitseerimine oleks võimalik, tuleb ette näha tähised, mis vastavad juhistiku paigaldusplaanidele või skeemidele. Suletud elektrikäidulades peavad kõik elektriseadmete ruumid olema varustatud ruumi välisküljel ja igal juurdepääsu uksele ruumi identifitseerimiseks ja kõigi võimalike ohtude rõhutamiseks vajaliku teabega. Värvid ja kontrastvärvid peavad vastama IEC standarditele või rahvuslikele normidele. Hädaväljapääsud tuleb tähistada sellekohaste ohutusmärkidega. Märgid peavad vastama IEC standarditele või rahvuslikele nõuetele. Kaablite sisenemiskohad hoonetesse peavad olema tuvastatavad. Identifitseerimismärke ei tohi paigutada eemaldatavatele katetele ega ustele, mida võidakse ümber paigutada (Joonis 8.11). [16]



Joonis 8.11. Kõrgepinge kaabli sisenemiskoht kaablikeldris

Seadmete veatu ja ohutu talitluse tagamiseks tuleb tarbe korral ette näha vajalikud seire-, kaitse-, reguleerimis- ja juhtimisseadmed. Hoiatus- ja rikkesignalisatsiooniseadmed peavad selgelt näitama ohus ja rikkes olekut; mitu eri signaali võib koondada ühtseks kaugjuhtimispunkti edastatavaks liitsignaali. Kui kaugjuhtimine on võimalik, peab kohaliku juhtimise paikades (lülitite vahetus läheduses) olema võimalus üle minna kaugjuhtimiselt kohalikule juhtimisele. Kaugjuhtimise või automaatselt juhitud lülitusseadmete juhtimisahelad peavad olema varustatud plaanilise seisaku ajal juhusliku toimimise vältimise vahenditega. [16]

Kaitse ootamatu liigkoormuse ning sisemiste ja väliste rikete eest tuleb tagada automaatikavahenditega, mis on projekteeritud selektiivseks ja kiireks toimimiseks ja mis vastavad paigaldise suurusele ja tähtsusele. Oluliste rühma kuuluva süsteemi, nagu näiteks arvutipõhise juhtimissüsteemi või mis tahes muu seadme toiteks, kui toite lühiajaline katkestus võib esile kutsuda ohuolukorra, on soovitatav kasutada sobivat katkematu toite allikat (näiteks ups-i). Mõned seadmed (näiteks antud alajaama puhul elegaasvõimsuslülitite küttekehad) vajavad automaatset reservtoidet. Alalisvoolutoiteallikad peavad olema võimelised toitma kõiki alalisvoolu püsitarbijaid ja lülitusseadmetega tehtavate tähtsate toimingutega seotud koormusi. See saavutatakse vajaliku arvu piisava võimsusega sõtumatute toiteallikate valikuga. Alalisvoolutoiteallikad, nagu näiteks akupatareid, peavad olema varustatud pingele ja voolu seiremõõteriistadega. Akupatarei mahutavuse määramisel peab toetuma halvimalle võimalikule stsenaariumile, mille tagajärjeks võib olla jaama vahelduvvoolu omatarbetoite täielik kadumine (näiteks täielik elektrikatkestus või paigaldise pealattide lühis). Vähima nõude kohaselt peab akupatarei mahutavus olema piisav tõhjenemise alguses võimsuslülitite ja koormuslülitite väljalülitamiseks, seejärel pideva alalisvoolukoormuse toiteks ja paigaldise selliste lülitite sisselülitamiseks, mis taastavad vahelduvvoolutoite. Akupatareid koos pingeleaste osadega tuleb hoida ruumis või kapis, kuhu on juurdepääs ainult volitatud isikutel. Akupatareide ruumid või kapid peavad olema kuivad ja piisavalt ventileeritud, et piirata vesiniku kogunemist. Vesiniku lubatavad tasemed ja soovitatav õhuvahetussagedus peavad vastama rahvuslikele normidele. [16]

Kaitseks elegaasi (SF_6) lekke kui vähetõenäolise sündmuse vastu tuleb ette näha ventilatsioon jaotla ruumis ja sellistes juurdepääsetavates kohtades, kus gaasi kogunemine võib kujutada ohtu. Igast küljest maapinnast madalamal asuvates SF_6 -paigaldistega ruumides tuleb ette näha mehaaniline ventilatsioon, kui gaasi ja ruumi mahtude suhtest olenevalt saab sinna gaasi koguneda sellisel määral, et see tekitab töötajate tervise ja turvalisuse talumatut riski. [16]

Tavaisikutele juurdepääsetavaid kaitselahutusseadmeid peab saama lukustada. Paigaldised peavad olema võimelised taluma lühisvoolu soojuslikku ja dünaamilist toimet. Vooluahelate kujundus võib olla ka selline, et paigaldise tavaliselt lahus talitlevaid sektsioone saab lülitustoimingute ajaks lühiajaliselt kokku ühendada, sealhulgas ka siis, kui lühisvoolud on taolisel juhul paigaldise vastavatest tunnusvaartustest suuremad. Neil juhtudel tuleb töötajate ohutuse tagamiseks rakendada oludekohaseid meetmeid. Selleks võib olla vaja rakendada täpselt määratletud käidutoiminguid.

Ahelates, mis on varustatud voolupiiravate kaitseseadmetega, võivad seadmete ja lühikeste ühenduste tunnussuurused olla valitud voolupiirava aparadi poolt läbilastava lühisvoolu järgi. Rakendatavuse korral peab iga elektripaigaldise kohta olema ehitamist, vastuvõtmist, käitu, hooldust ja keskkonnakaitset võimaldav dokumentatsioon (Joonis 8.12). Teeninduskäikude ja juurdepääsualade laius peab olema küllaldane töötamiseks, käidujuurdepääsuks, hädaolukorras lahkumiseks ja seadmete transportimiseks. Juurdepääsetavates sise- ja välispaigaldistes tuleb ette näha tavakäidutoimingutele vastav valgustus. Kui vaja, tuleb ette näha häda- ja/või abivalgustus; selleks võib kasutada kohtkindlaid või kantavaid valgusteid. Valgustuspaigaldise iga osa, mis vajab hooldamist või kus tuleb näiteks lampe vahetada, peab olema välja ehitatud selliselt, et tööde korrektse sooritamise korral saab tagada nõutava töötamiskauguse kõrgepingelistest pingestatud osadest. Töökorras ohutuspaigaldised peavad olema projekteeritud selliselt, et põgenemis- ja päästeteid ja avariiväljapääsu saaks põlengu korral ohutult kasutada ja et kaitse ning ühilduvus keskkonnaga oleksid tagatud. Kus vaja, tuleb paigaldisi endid kaitsta tuleohu, üleujutuse ja säästumise eest. Kus nõutakse, tuleb rakendada lisameetmeid tähtsate paigaldiste kaitsmiseks liikluse toime (soolapritsmete, sõidukiavariide) eest. Identifitseerimine ja etikettimine on vajalikud käidueksituste ja õnnetuste vältimiseks. Paigaldise kõik olulise tähtsusega osad, nt kogumislaidid, jaotlad, lahtrid ja juhid tuleb selgelt, loetavalt ja püsivalt märgistada. Paigaldise sobivatesse kohtadesse tuleb paigutada ohu eest hoiatavad pealdised, näiteks hoiatussildid, ohutusjuhised ja teabesildid. [16]



Joonis 8.12. Jaotusalajaama dokumentatsioon 6 kV jaotusseadme ruumides

8.15. Tehnilise kontrolli otsus

Jaotusalajaama tehniline kontroll seisnes elektripaigaldise dokumentatsiooni, mõõteprotokollide ja käidukorralduse ülevaatuses ning objekti visuaalses ülevaatuses veendumaks kohustuslike nõuete täitmisel ja dokumentatsiooni ning tegeliku olukorra kokkulangemises. Mõõtmiste käigus selgitati välja elektripaigaldist iseloomustavad peamised suurused, mis on seotud elektrisüsteemi ohutu toimimisega. Mõõtmised protokolliti kirjalikult. Tehnilise kontrolli käigus vaadati üle elektripaigaldise dokumentatsioon ja selle vastavus tegelikkusele ning hinnati elektrisüsteemi olukorda visuaalselt. Tehnilise kontrolli ajal tegi inspektor märkusi ja kontrollis nõutele vastavust ülaltoodud peatükki 8. punktidele. Tehnilise kontrolli tulemused esitatakse kontrolli aruandes. Inspektor leidis, et elektrisüsteem on täiesti korras ja väljastas selle kohta tunnistuse, mille alusel alajaama sai pingestada. Jaotusalajaama tehniline kontroll ja selle järgnev elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnistuse väljastamine oli üks eeltingimuseks, et saada uuele hoonele kasutusluba.

9. KOKKUVÖTTE

Magistriõppe lõputöö on kirjutatud Tallinna Tehnikaülikooli dotsendi Raivo Teemetsa juhendamisel ning enamasti on kasutatud tehnilise kontrolli tellija Pluvo OÜ materjali ning tehnilise kontrolli teostaja Tehnokontroll OÜ materjali, mis oli saadud inpekterimise läbiviimisel.

Lõputöö teemaks oli valitud 6/0,4 kV jaotusalajaama elektrivarustus, mille peamine eesmärk on elektripaigaldise tehniline kontrolli kord, kuna see teema on otseselt seotud omandatava erialaga ning sain kasutada bakalaureuse ning magistriõppe ajal saanud teadmisi. Teema on pakutud tööandjalt Tehnokontroll OÜ, kus hetkel töötan inspektorina ja kooskõlastatud tehnilise kontrolli tellija ettevõttega Pluvo OÜ.

Lõputöö teema oli pakutud selleks, et avardada ja rakendada omandatud tehnilisi teadmisi ja oskusi probleemi lahendamisel. Tavalised inimesed ei tea sageli, millise ohuni nii inimesele, loomadele kui masinatele võib viia elektrivõrk, mis ei vasta nõuetele. Oma töös püüdsin kajastada elektrivarustuse loomist, tellija soovidest kuni valmis elektripaigaldiseni.

Lõputöö alguses vaadeldakse elektripaigaldise tehnilise kontrolli korda, kusjuures on toodud tehnilise kontrolli liigid, teostamise kord, dokumenteerimine ning nõuetekohasuse tõendamine. Enne uue jaotusalajaama projekteerimise käsitlemist on tehtud ülevaade jaotusvõrgu hetkeseisust ning toodud uue jaotusalajaama ehitamise põhjused.

Töös on esitatud projekteerimise lähteandmed ja projekteeritavate objektide üldiseloomustus. Iga uus elektripaigaldis tuleb ehitada ja rekonstrueerida vastavalt nõuetekohase elektripaigaldise projektile. Tehnilise kontrolli käigus hinnati elektriprojekti nõuetele vastavust, kusjuures hindamise käigus tehnilise kontrolli teostaja veendus nii nende olemasolus kui ka nende piisavuses ja asjakohasuses. Projekteerimise osas on käsitletud projekteerimis etappe, tellija soove ja nõudeid ning jaotusalajaama automatiseerimist.

Jaotusalajaama ehitamise ajal paigaldati ehitusaegne alajaam, et säiliks tarbijate toide ning pärast vana alajaama lammutamist algasid uue alajaama ehitamistööd. Ajutise alajaama puhul teostati samuti tehniline kontroll ning saadud tehnilise kontrolli tulemused on samuti toodud ka antud uurimistöös.

Uurimistöös on antud ülevaade jaotusalajaama ehitamise etappidest, millest neli põhilist on:

- jaotusalajaama hoone ehitamine,
- põhiseadmete ja väliselektripaigaldise ehitamine,
- siseelektripaigaldise ehitamine,
- turvasüsteemide ehitamine.

Nende etappide tuvastamine on vajalik selleks, et tehnilise kontrolli teostajal oleks arusaamine, kuidas ehitatakse elektripaigaldist. Samal ajal peavad tehnilise kontrolli teostajal olema piisavad teadmised elektrivarustuse valdkonnas ja vastav pädevus.

Ehitamistöode lõppes teostati kasutuselevõtule eelnev tehniline kontroll. Tehnilise kontrolli käigus hinnati visuaalselt paigaldise olukorda, tutvuti paigaldise kohta oleva dokumentatsiooniga ning katse- ja mõõtmistulemustega. Iga elektripaigaldis peab vastama ehitamise ajal kehtinud nõuetele. Kuna paigaldis oli korras, väljastati kontrolli tegija poolt omanikule tunnistuse nõuetele vastavuse kohta.

Lõputöö kirjutamise ajal õppisin aru saada elektripaigaldise projekteerimistööst, rakendama oma teadmisi tehnilise kontrolli teostamisel, kõrge- ja madalpingeseadmete struktuuri ja ehitust. Õppisin otsima ja valima nõudeid ja norme nii, et saaks kontrollida nende kasutust ja vastavust antud lõputöö objekti kohta, selleks, et oleks tagatud võrgu ohutu töötamine nii seadmetele kui ka tarbijatele. Veel õppisin aru saada, kuidas toimuvad elektrivarustuse renoveerimistööd ja millistest etappidest need koosnevad ning kuidas etappe õigesti kohaldada.

Uurimistöö praktiline väärtus on selline, et seda võib kasutada õppematerjaliks tulevastele lõpetajatele õppeaines Elektrivarustus, kuna magistrیتöös on toodud kõik elektrivarustuse loomise etapid. Lugeja saab teoreetilise ülevaate, millal ja mis põhjusel tekib vajadus uuendada elektripaigaldist, kuidas toimuvad projekteerimis- ja ehitamistööd ning lõpuks tehnilise kontrolli läbiviimine valmis paigaldisele, kasutades asjakohased norme ja nõudeid, projekti, mõõte- ja katsetulemusi ning visuaalkontrolli käigus saadud tulemusi. Selle uurimistöö näite alusel on võimalik saada teadmisi tehnilise kontrolli protseduuri kohta ja valmistuda ette praktilisteks tegevusteks.

Lõputöö ülesande lahendamiseks rakendasin teadmisi sellistes valdkondades nagu elektriseadmed, elektripaigaldised, elektrotehnika, elektrimasinad, elektriaparaadid, elektrivarustus, füüsika, mõõtetehnika, võõrkeeled. Neid teadmisi olen saanud bakalaureuse ja magistriõppe ajal järgmistest õppeainetest: Füüsika I, Elektriaparaadid, Mõõtetehnika alused, Elektrivarustus, Elektrotehnika, Elektrimasinad, Akadeemiline inglise keel, Elektrivarustuse tulevikuvisioonid, Elektriseadmete tõrked ja töökindlus, Inseneritöö alused, Elektripaigaldised, Elektrivarustuse raalprojekteerimine. Lõputöö lahendamise ajal tekkinud probleeme on aidanud lahendada Tallinna Tehnikaülikooli dotsent Raivo Teemets ning Tehnokontroll OÜ ja Pluvo OÜ kollektiiv: Pavel Paštševski, Heinar Sakarias, Nikolai Lillo, Anatoli Balõberdin, Jegor Vargo ja Jevgeni Lištšina.

Lõputöö on kirjutatud kasutades litsentseeritud tarkvara Microsoft Windows 7 Home Premium AO, Microsoft Office Word 2013, Microsoft Office Paint, Internet Explorer.

Enda arvates sain püstitatud ülesandega hakkama, kuna töö täitmise käigus on kõik seatud eesmärgid lahendatud ning olen ise teostatud tööga rahul.

KASUTATUD KIRJANDUS

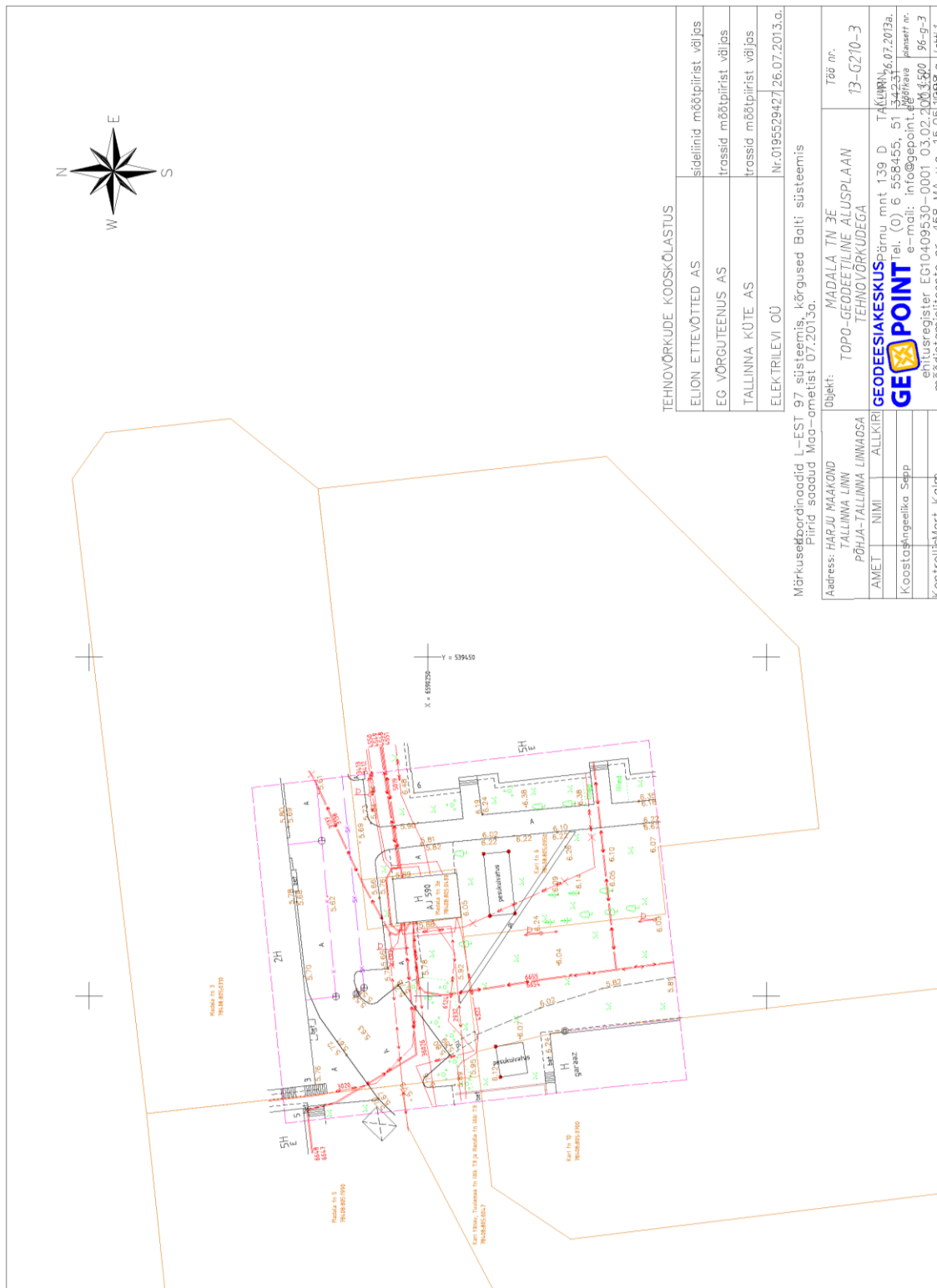
1. Rööp, A. Magistritöö vormistamise juhend – Tallinn, 2013. – 27 lk.
2. P347:Varahalduse põhimõtted – Elektrilevi OÜ, 2014. – 28 lk.
3. Elektrilevi OÜ kodulehekülg <https://www.elektrilevi.ee/>. Vaadatud 22.02.2015.a.
4. EVS-EN 50110-1:2013. Elektripaigaldiste käit. / Osa 1: Üldnõuded. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013. – 44 lk.
5. Elektriohutusseadus <https://www.riigiteataja.ee/akt/129062014015>. – Riigi Teataja, kehtiv alates 01.07.2014.a.
6. Elektripaigaldise tehnilise kontrolli kord, mahud ning korralise kontrolli juhud ja sagedus <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062014097>. – Riigi Teataja, kehtiv alates 01.01.2015.a.
7. Elektrilevi OÜ, Hankedokumendid: 6kV jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine – Tallinn, Mai 2013.
8. House & Designe OÜ Arhitektuur projekt, töö nr. 1309 – Tallinn, 2014.
9. Pluvo OÜ, Töö nr. PL13-60 Elektriprojekt: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine, Köide 1: Väliselektripaigaldis - Tallinn, 2013.
10. Pluvo OÜ, Töö nr. PL13-60 Elektriprojekt: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine, Köide 2: Väliselektripaigaldis - Tallinn, 2014.
11. Pluvo OÜ, Töö nr. PL13-60 Elektriprojekt: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine, Köide 3: Turvasüsteemid - Tallinn, 2014.
12. Elektriprojekterimise käsiraamat. – Tallinn: Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit, 2011. – 151 lk.
13. Meldorf, M., Tikk, T. Elektrivõrgu operatiivjuhtimissüsteem – Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2001. – 303 lk.
14. Elektrilevi OÜ, J360: 6-35 kV Kaabelliinide teimimise juhend, 06.03.2015 – 2 lk.
15. EVS-HD 60364-6:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. / Osa 6: Kontrolltoimingud – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007. – 52 lk.
16. EVS-EN 61936-1:2010 Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. / Osa 1: Üldnõuded – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010. – 52 lk.
17. EVS-HD 60364-5-51:2009 Ehitiste elektripaigaldised. / Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2009. – 40 lk.
18. EVS-HD 60364-4-41:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007. – 48 lk.

19. EVS-HD 60364-4-42:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. / Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011. – 29 lk.
20. EVS-HD 60364-4-43:2010 Madalpingelised elektripaigaldised. / Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010. – 36 lk.
21. EVS-HD 60364-5-52:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. / Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011. – 97 lk.
22. EVS-HD 60364-5-56:2010/A1:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-56: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Turvasüsteemid – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011. – 24 lk.
23. EVS-HD 60364-5-54:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. / Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhid – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011. – 49 lk.
24. EVS-EN 50522:2010 Üle 1 kV nimivahelduvpingega tugevvoolupaigaldiste maandamine – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010. – 74 lk.

LISAD

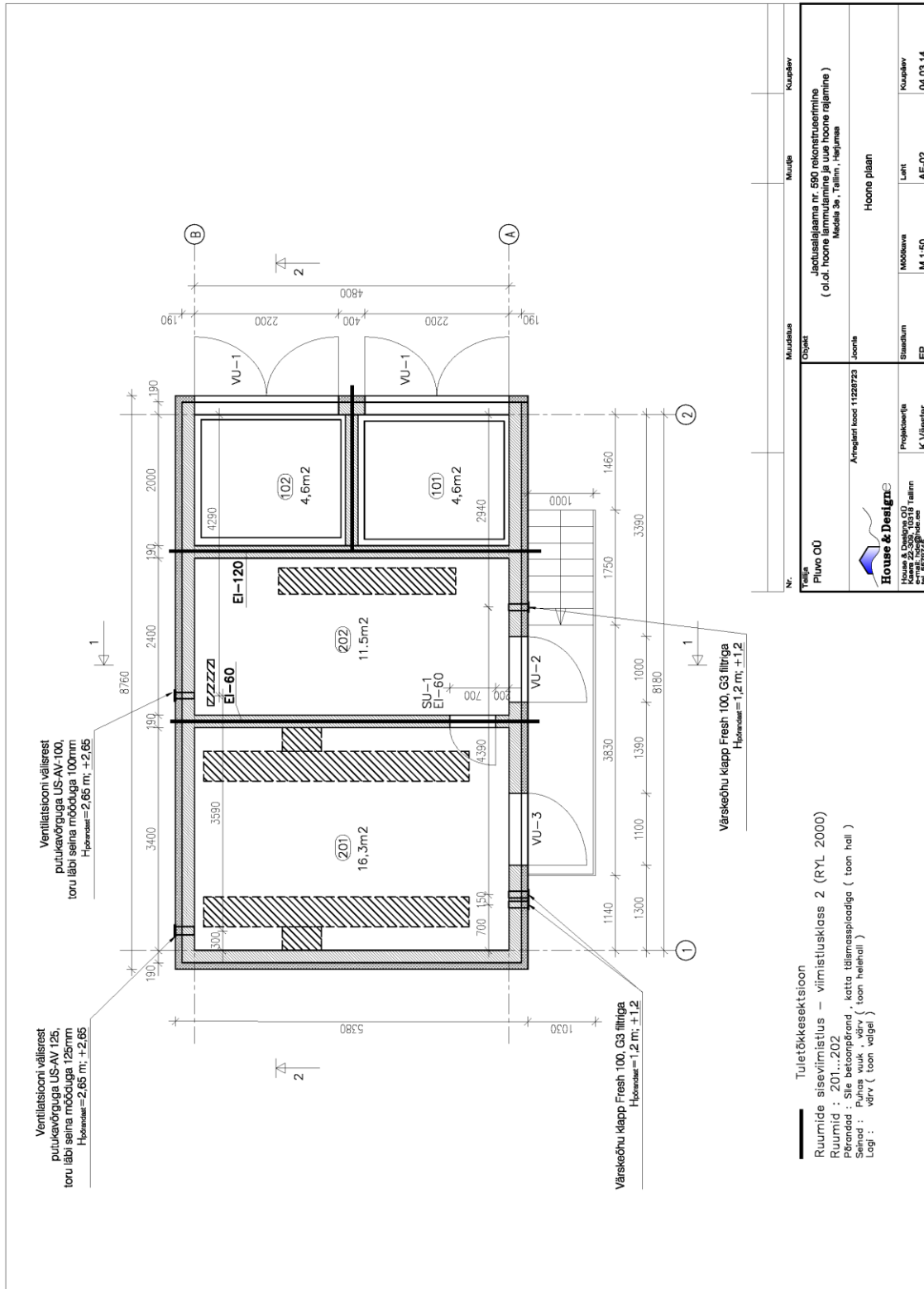
Topo-geodeetiline alusplaan tehnoõrkudega

Lisa 1

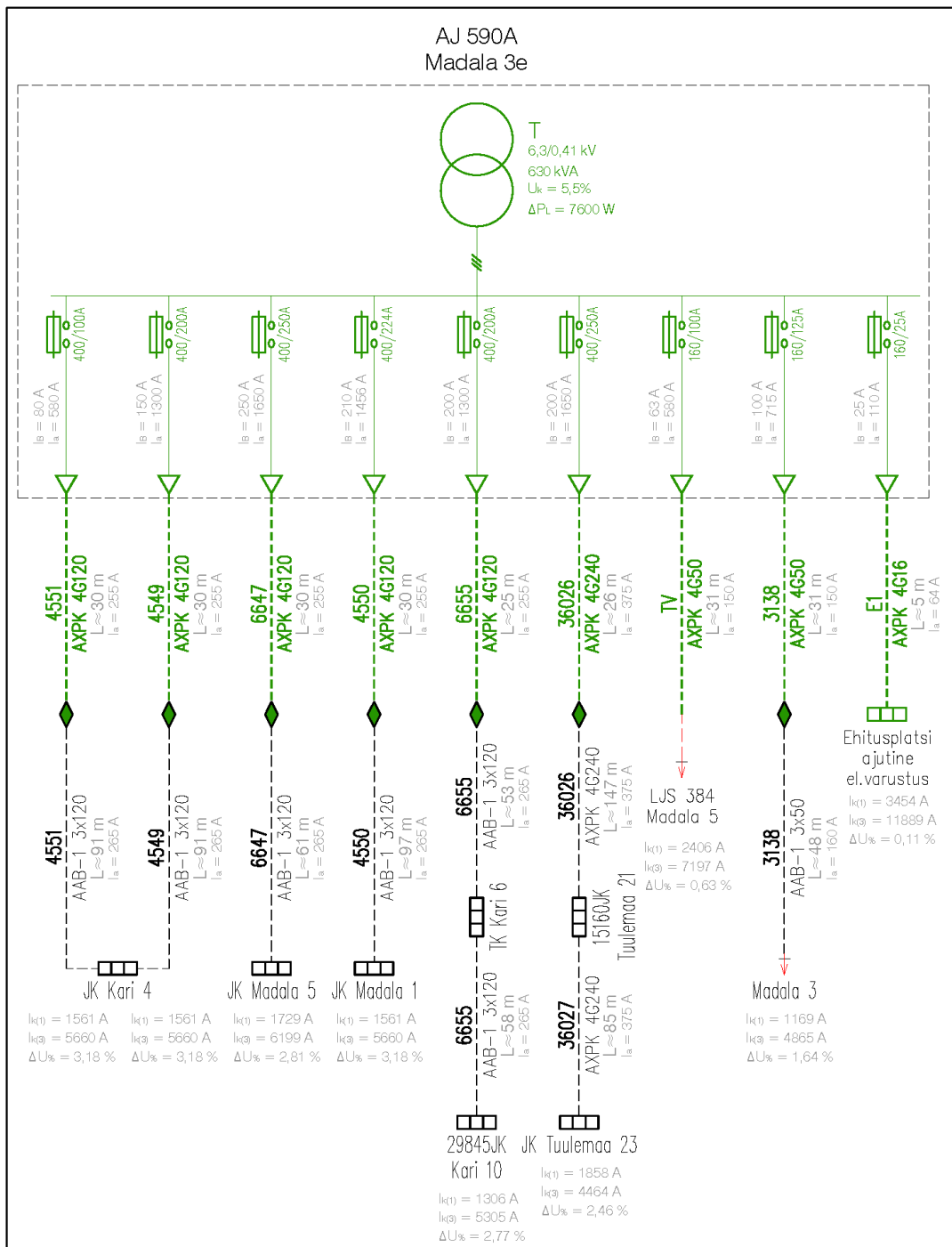


Jaotusalajaama JAJ 590 hoone plaan

Lisa 2



Ajutise alajaama 590 madalpinge skeem



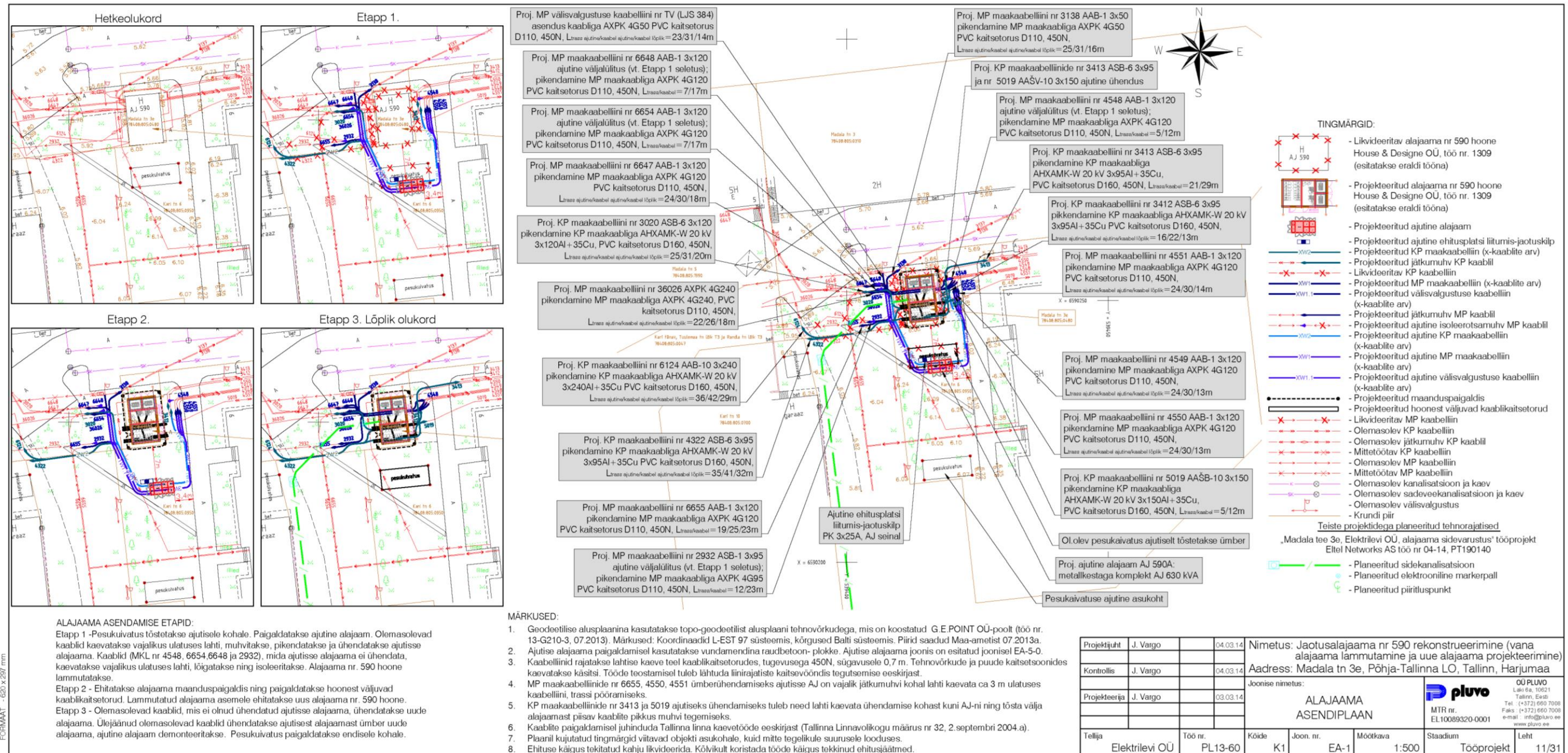
FORMAAT A4 297 x 210 mm

Projekti juht	J. Vargo		30.08.13	Nimetus: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine (vana alajaama lammutamine ja uue alajaama projekteerimine) Address: Madala tn 3e, Põhja-Tallinna LO, Tallinn, Harjumaa				
Kontrollis	J. Vargo		30.08.13					
Projekteerija	J. Vargo		29.08.13	Joonise nimetus: AJUTISE ALAJAAMA 590A 0,4kV ELEKTRIVARUSTUSE SKEEM				
Tellija	Elektrilevi OÜ	Töö nr.	PL13-60					Köide
				K1	EA-4-2	-	Tööprojekt	17/31

pluvo
 OÜ PLUVO
 Laki 6a, 10621
 Tallinn, Eesti
 Tel. : (+372) 680 7008
 Faks : (+372) 680 7008
 e-mail : info@pluvo.ee
 www.pluvo.ee

MTR nr.
 EL10089320-0001

Jaotusalajaama 590 asendiplaan



- TINGMÄRGID:**
- Likvideeritav alajaama nr 590 hoone
 - House & Designe OÜ, töö nr. 1309 (esitatakse eraldi tööna)
 - Projekteeritud alajaama nr 590 hoone
 - House & Designe OÜ, töö nr. 1309 (esitatakse eraldi tööna)
 - Projekteeritud ajutine alajaam
 - Projekteeritud ajutine ehitusplatsi liitumis-jaotuskilp
 - Projekteeritud KP maakaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud jätkumuhv KP kaabli
 - Likvideeritav KP kaabelliin
 - Projekteeritud MP maakaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud välisvalgustuse kaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud jätkumuhv MP kaabli
 - Projekteeritud ajutine isoleerotsamuhv MP kaabli
 - Projekteeritud ajutine KP maakaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud ajutine MP maakaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud ajutine välisvalgustuse kaabelliin (x-kaablitte arv)
 - Projekteeritud maanduspaigaldis
 - Projekteeritud hoonest väljuvad kaablikaitseturud
 - Likvideeritav MP kaabelliin
 - Pikendamine MP kaabelliin
 - Olemasolev jätkumuhv KP kaabli
 - Mittetöötav KP kaabelliin
 - Olemasolev MP kaabelliin
 - Mittetöötav MP kaabelliin
 - Olemasolev kanalisatsioon ja kaev
 - Olemasolev sadeveekanaliseerimine ja kaev
 - Olemasolev välisvalgustus
 - Krundi piir
- Teiste projektidega planeeritud tehnoarajadised**
- „Madala tee 3e, Elektrilevi OÜ, alajaama sidevarustus“ tööprojekt Eitel Networks AS töö nr 04-14, PT190140
 - Planeeritud sidekanalisatsioon
 - Planeeritud elektrooniline markerpall
 - Planeeritud piirituspunkt

ALAJAAMA ASENDAMISE ETAPID:

Etapp 1 - Pesukuiatus tõstetakse ajutisele kohale. Paigaldatakse ajutine alajaam. Olemasolevad kaablid kaevatakse vajalikus ulatuses lahti, muhitakse, pikendatakse ja ühendatakse ajutisse alajaama. Kaablid (MKL nr 4548, 6654, 6648 ja 2932), mida ajutisse alajaama ei ühendata, kaevatakse vajalikus ulatuses lahti, lõigatakse ning isoleeritakse. Alajaama nr. 590 hoone lammutatakse.

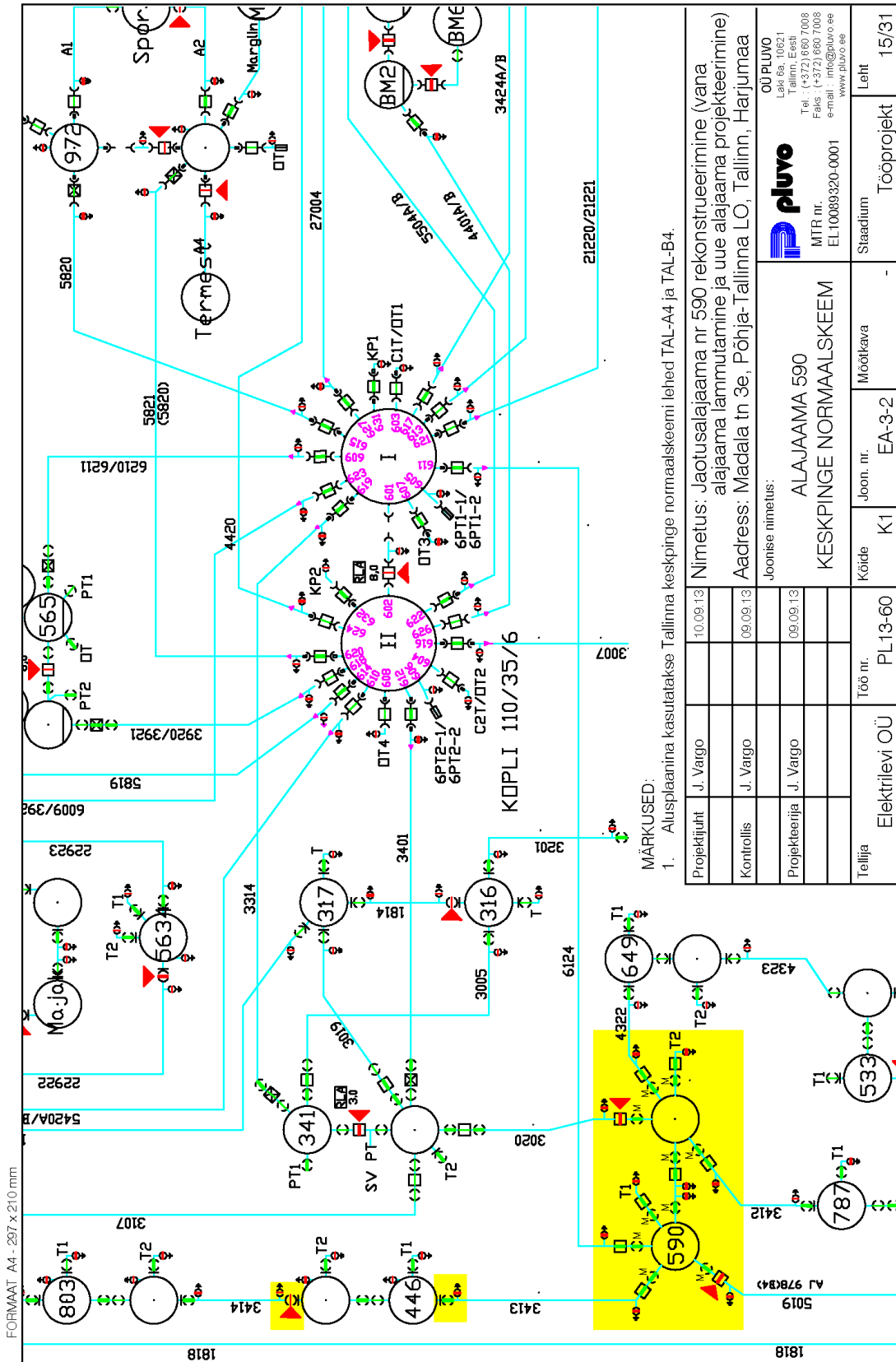
Etapp 2 - Ehitatakse alajaama maanduspaigaldis ning paigaldatakse hoonest väljuvad kaablikaitseturud. Lammutatud alajaama asemele ehitatakse uus alajaama nr. 590 hoone.

Etapp 3 - Olemasolevad kaablid, mis ei olnud ühendatud ajutisse alajaama, ühendatakse uude alajaama. Ülejäänud olemasolevad kaablid ühendatakse ajutisest alajaamast ümber uude alajaama, ajutine alajaam demonteeritakse. Pesukuiatus paigaldatakse endisele kohale.

- MÄRKUSED:**
1. Geodeetilise alusplaanina kasutatakse topo-geodeetilist alusplaanit tehnovõrkudega, mis on koostatud G.E.POINT OÜ-poolt (töö nr. 13-G210-3, 07.2013). Märksused: Koordinaadid L-EST 97 süsteemis, kõrgused Balti süsteemis. Piirid saadud Maa-ametist 07.2013a.
 2. Ajutise alajaama paigaldamisel kasutatakse vundamendina raudbetoon- plokke. Ajutise alajaama joonis on esitatud joonisel EA-5-0.
 3. Kaabelliinid rajatakse lahtise kaevetee kaablikaitseturudes, tugevusega 450N, sügavusele 0,7 m. Tehnovõrkude ja puude kaitsesoonides kaevatakse käsitsi. Tööde teostamisel tuleb lähtuda liinirajatiste kaitsesoonisid tegevuse eeskirjast.
 4. MP maakaabelliinide nr 6655, 4550, 4551 ümberühendamiseks ajutisse AJ on vajalik jätkumuhvi kohal lahti kaevata ca 3 m ulatuses kaabelliini, trassi pööramiseks.
 5. KP maakaabelliinide nr 3413 ja 5019 ajutiseks ühendamiseks tuleb need lahti kaevata ühendamise kohast kuni AJ-ni ning tõsta välja alajaamast piisav kaablitte pikkus muhi tegemiseks.
 6. Kaablitte paigaldamisel juhendada Tallinna linna kaevetööde eeskirjast (Tallinna Linnavalikogu määrus nr 32, 2. septembri 2004. a).
 7. Plaanil kujutatud tingimärgid viitavad objekti asukohale, kuid mitte tegelikule suurusele looduses.
 8. Ehituse käigus tekitatud kahju likvideerida. Kõvikult koristada tööde käigus tekkinud ehitusjäätmed.

Projekti juht	J. Vargo	04.03.14	Nimetus: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine (vana alajaama lammutamine ja uue alajaama projekteerimine)	Address: Madala tn 3e, Põhja-Tallinna LO, Tallinn, Harjumaa
Kontrollis	J. Vargo	04.03.14		
Projekteerija	J. Vargo	03.03.14	Joonise nimetus:	
			ALAJAAMA ASENDIPLAAN	
Tellijä	Elektrilevi OÜ	Töö nr.	Kõide	Joon. nr.
		PL13-60	K1	EA-1
			Mõõtkava	1:500
			Stadium	Tööprojekt
			Leht	11/31

Jaotusalajaama 590 keskpinge skeem



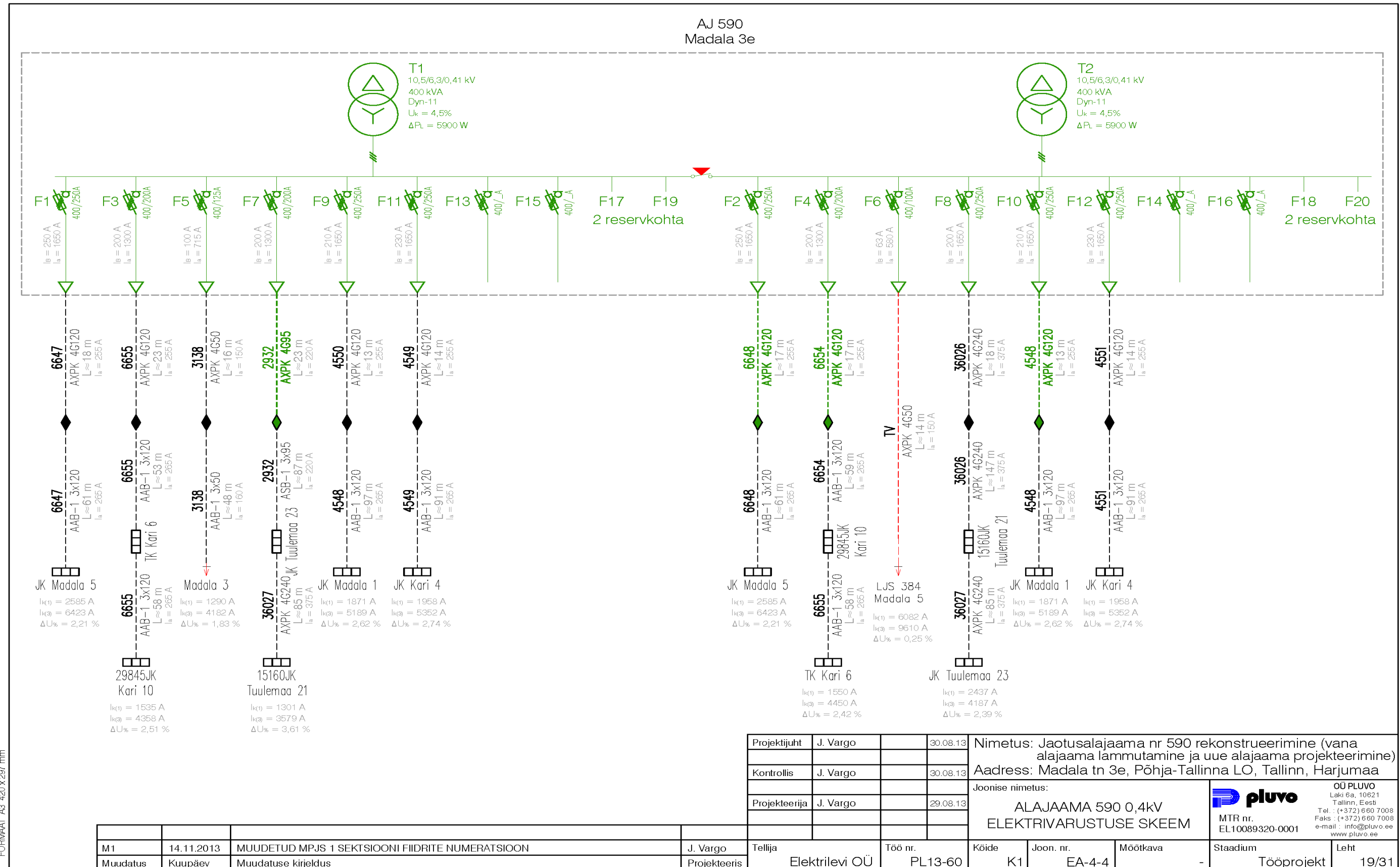
FORMAAT A4 - 297 x 210 mm

MÄRKUSED:

1. Alusplaanina kasutatakse Tallinna keskpinge normaalskeemi lehed TAL-A4 ja TAL-B4.

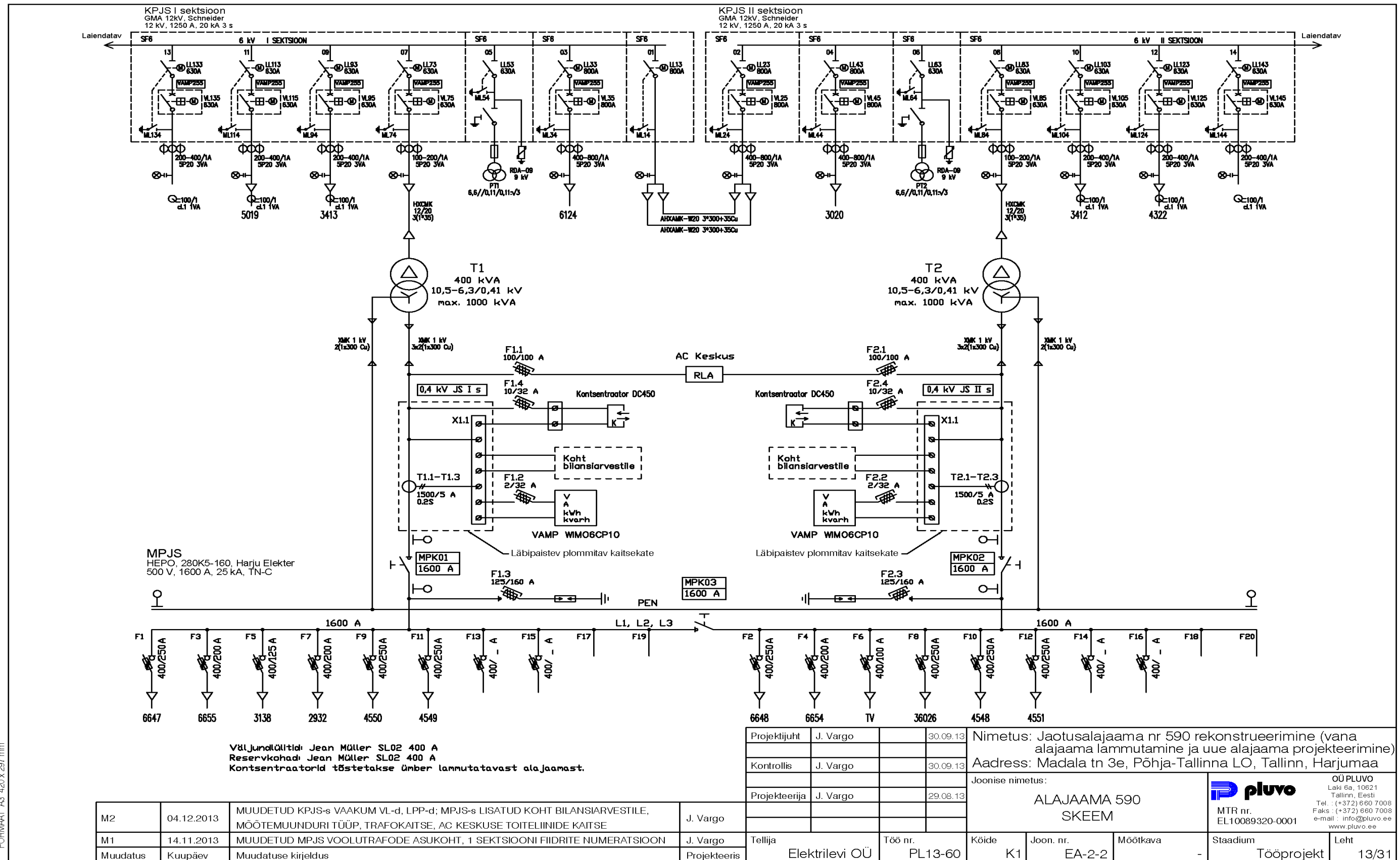
Projekti juht	J. Vargo	10.09.13	Nõuetus: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine (vana alajaama lammutamine ja uue alajaama projekteerimine) Address: Madala tn 3e, Põhja-Tallinna LO, Tallinn, Harjumaa	OU PLUVO Laik 6a, 10621 Tallinn, Eesti Tel: (+37) 800 7008 Faks: (+37) 800 7008 e-mail: info@pluvo.ee www.pluvo.ee	Staadium	Tööprojekt	15/31	
Kontrollis	J. Vargo	09.09.13			ALAJAAMA 590 KESKPINGE NORMAALSKEEM	Leht		
Projekteerin	J. Vargo	09.09.13			Joonise nimetus: ALAJAAMA 590 KESKPINGE NORMAALSKEEM	Mootkava		
Tellij	Elektrilevi OÜ	PL13-60			Kõide	Joon. nr.	EA-3-2	
			Töö nr.					

Jaotusalajaama 590 madalpinge skeem



FORMAAT A3 420 x 297 mm

Jaotusalajaama 590 skeem

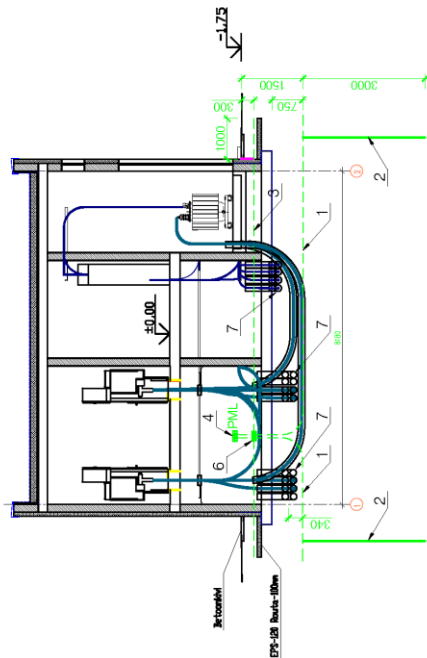


Projekti juht	J. Vargo	30.09.13	Nimetus: Jaotusalajaama nr 590 rekonstrueerimine (vana alajaama lammutamine ja uue alajaama projekteerimine)		
Kontrollis	J. Vargo	30.09.13	Aadress: Madala tn 3e, Põhja-Tallinna LO, Tallinn, Harjumaa		
Projekteerija	J. Vargo	29.08.13	Joonise nimetus:		
			ALAJAAMA 590 SKEEM		
M2	04.12.2013	MUUDETUD KPJS-s VAAKUM VL-d, LPP-d; MPJS-s LISATUD KOHT BILANSIARVESTILE, MÕÕTEMUUNDURI TÜÜP, TRAFOKAITSE, AC KESKUSE TOITELIINIDE KAITSE	J. Vargo	Tellija	Elektrilevi OÜ
M1	14.11.2013	MUUDETUD MPJS VOOLUTRAFODE ASUKOHT, 1 SEKTSIOONI FIIDRITE NUMERATSIOON	J. Vargo	Töö nr.	PL13-60
Muudatus	Kuupäev	Muudatuse kirjeldus	Projekteeris	Köide	K1
				Joon. nr.	EA-2-2
				Mõõtkava	-
				Stadium	Tööprojekt
				Leht	13/31

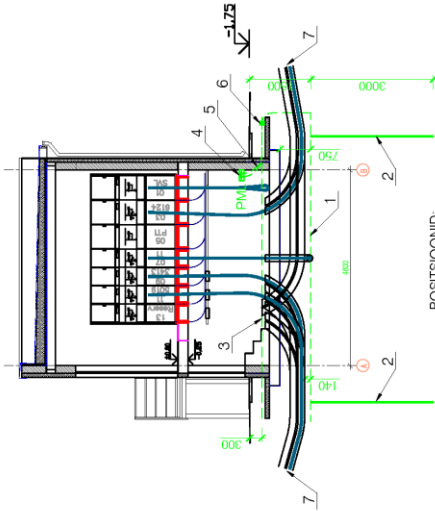
FORMAAT A3 420 x 297 mm

Jaotusalajaama 590 maanduspaigaldise plaan

Lõige 1-1



Lõige 2-2

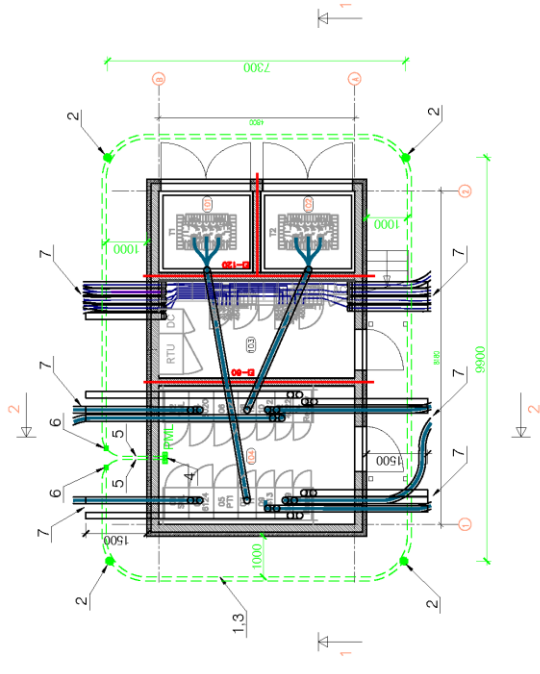


POSITSIONID:

1. Horisontaalne maanduselektrood: paljassuhte Cu 25, L=40m
2. Vertikaalne maanduselektrood: maandusvarras d=20, L=1500, 2 tk. (Kokku 8 tk.)
3. Potentsiaalitasanduselektrood: paljassuhte Cu 25, L=38m
4. Alajaama peamaanduslatt PML
5. Maanduse paljassuhte Cu 25, L=2m
6. Potentsiaalitasanduse liides
7. Kaablitruustik

MAPKUSED:

1. Joonise aluseks kasutatatakse House & Design's OÜ esprojekti, tšü nr. 1309, joonis AE-01, 15.01.2014.
2. Alajaamade rajada maandur, mis koosneb alajaama ümber paigaldatud potentsiaalitasandusringist, maanduskontuurist ja vertikaalelektroodidest. Maanduskontuur rajada sellisel, et on võimalik mooda kontuuri katkestust. Maanduskontuuri nurkadesse paigaldada 2x1,5 m pikkused maandusvardad.
3. Projekteeritud maanduskontuur ühendada alajaama olemasoleva maanduskontuuriga.
4. Alajaama maanduse ehituslõu lähtub Elektrilevi OÜ poolt koostatud juhendist P393/1 (kehtiv alates 01.02.2013). Kõik ühendused teostada poltite (pressilite) või mõne muu lookitud ühenduse teel. Vältida maa sees oleva maandusseadme ümbritsemist liivaga, vajadusel kaitsa see kõhuga. Ristumisel kommunikatsioonidega, tagada minimaalne puhas vahe 0,1 m.
5. Kuna pinnase eritakistus mõõtmine ei kuulu projektivõtte mahitu, on materjalikulu antud orienteeruvalt. Ehitustööde käigus tuleb teostada maanduskestuse mõõtmised ning jätud kui projekteeritud maanduspaigaldises tekistus ei anna nõutud tulemus, siis tuleb paigaldada süvaelektrood. Süvaelektroodi puurauk tuleb rajada ja süvaelektrood paigaldada küni eesmise põhjaveetsoonidini. Puurauk tuleb tamponeerida vedela savimördi abil sellisel, et oleks vältitud veekiirde reostamine puuraugu kaudu. Süvaelektroodide pikkus ja arv selgitada ehituse käigus teostatud mõõtmiste tulemusena. Vertikaalmaandurite omavaheline kaugus peab olema vähemalt 2 korda suurem kui nende pikkus.
6. Ühesooneliste trafokaablitte varjed tuleb maandada ainult ühest kaabli otsast - KP,JS kambriks.



Projektiit	J. Vargo	16.01.14	Nimetus: Jaotusalajaama nr. 590 rekonstrueerimine (vana alajaama lammutamine ja uue alajaama projekteerimine)
Kontrollis	J. Vargo	16.01.14	Address: Maddala tn 3e, Põhja-Tallinna LO, Tallinn, Harjumaa
Projekteerija	J. Vargo	16.01.14	Alajaama MAANDUSPAIGALDISE PLAAN
Tallija	Elektrilevi OÜ	PL13-60	Staadium
		Töö nr.	Leht
		Kõide	21/31
		Joon. nr.	EA-5-1
		Mõdülava	1:50
		K1	Tööprojekt

