

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Elektrotehnika instituut

ATR70LT

Ats Põder

ERAMU ELEKTRIPAIGALDIS

Magistritöö

Instituudi direktor prof. Tõnu Lehtla

Juhendaja dotsent Raivo Teemets

Lõpetaja Ats Põder

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, 08.06.2015

..... Ats Põder

ATR70LT

Eramu elektripaigaldis

Ats Põder, üliõpilaskood 132714AAAM, juuni 2015. – 57 lk.

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Energeetikateaduskond

Elektrotehnika instituut, elektriagamite ja elektrivarustuse õppetool

Töö juhendaja: dotsent Raivo Teemets

Võtmesõnad: elektripaigaldis, projekteerimine, tugevvoolupaigaldis, nõrkvoolupaigaldis, jõupaigaldis, valguspaigaldis, jaotuskeskused, maanduspaigaldis, potentsiaaliühtlustus, lühisvoolud

Referaat:

Lõputöö on 57 lehel, sisaldab 9 tabelit, 5 illustratsiooni ja 19 joonist.

Lõputöö eesmärgiks on eramu elektripaigaldise projektdokumentatsiooni koostamine. Tugev- ja nõrkvooluprojekt on koostatud kahekorruselisele eramajale aadressiga Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa.

Lõputöö teema on oluline, sest kvaliteetne projektdokumentatsioon kõrvaldab võimalikud ehitamisel ette tulevad probleemid juba varases staadiumis ning kokkuvõttes võimaldab säästa ehituskuludelt. Projekteerimise ajal saab läbi arutada erinevad teostusviisid ning valida kliendile sobivaim lahendus.

Lõputöös käsitletakse hoone liitumist jaotusvõrguga ning liitumiskaabli paigaldamist. Projekteeritud on hoone peajaotuskeskus, millest toidetakse kõiki hoonesiseseid elektritarbijaid. Lahendatakse elektriseadmete, valgustite ja lülitite paiknemine ning toide. Teostatakse peajaotuskeskuse kolmefaasilise lühisvoolu arvutus, et valida õige lühisetaluvusega komponendid. Samuti arvutatakse kõigi hoonesiseste liinide ühefaasilised lühisvoolud, millega kontrollitakse kaitseautomaatide rakendumist. Lõputöös käsitletakse eramu projekteerimisel vajalikke standardeid ja teisi normdokumente.

ATR70LT

Electrical Installation of Private Residence

Ats Põder, student code 132714AAAM, June 2015. – 57 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

Key words: electrical installation, electrical designing, low current installation, power installation, lighting installation, centres, earthing installation, equipotential bonding, short-circuit currents

Summary:

This thesis is written on 57 pages, contains 9 tables, 5 illustrations, and 19 drawings.

The purpose of this master's thesis is to create design documentation of electrical installation. There is composed design documents of power installation and low current installation for two-storey private residence located at Lai street 14, Võhma, Viljandi county.

The topic of this thesis is important, because high quality design documentation eliminates possible construction errors in early stage and in total manages to lower construction costs. During designing different execution methods are discussed and the best solution is chosen.

In this thesis there is discussed connecting the building to power grid and installing the cable. There is designed the main distribution center, from which all of the electrical equipment is powered. Project locates electrical equipment, luminaires and switches and their power. There is calculated three-phase short-circuit current in the main distribution center to choose the suitable breaking capacities for the components. Also single-phase short-circuit currents are calculated for each line to make sure that every circuit breaker has correct rated current. In this thesis technical standards and other normative documents are discussed.

ATR70LT

Die Elektroinstallation eines Einfamilienhauses

Ats Pöder, Studentennummer 132714AAAM, Juni 2015. – 57 Seite.

Technische Universität Tallinn

Institut für Energetik

Elektrotechnisches Institut, Fachgruppe für Elektroantrieb und Elektroversorgung

Betreuer: Dozent Raivo Teemets

Stichwörter: Elektroinstallation, Projektierung, Starkstrominstallation, Schwachstrominstallation, Leistungsinstallation, Beleuchtung, Zustellungscentren, Erdungsinstallation, Potentialausgleich, Kurzschlussströme

Referat:

Die Abschlussarbeit umfasst 57 Seiten, beinhaltet 9 Tabellen, 5 Illustrationen und 19 Skizzen.

Ziel der Abschlussarbeit ist die Zusammenstellung von einer Projektdokumentation für die Elektroinstallation eines Einfamilienhauses. Das Projekt der Stark- und Schwachstromsinstallation ist zusammengestellt für einen zweistöckigen Einfamilienhaus, mit der Adresse Lai Str 14, Võhma, Viljandimaa.

Das Thema der Abschlussarbeit ist wichtig, da eine Qualitative Projektdokumentation die möglichen Probleme bei einer Hausbau schon in einem frühen Stadium vermeidet und zusammenfassend die Möglichkeit gibt von den Hausbaukosten zu sparen. Bei der Projektierung kann man verschiedene Realisierungsweisen diskutieren und für den Kunden die beste Lösung zu finden.

Der Abschlussarbeit beschäftigt sich mit den Themen Gebäudeanschluss an das Verteilernetz und die Verlegung der Netzkabel. Die Hauptzustellungscentrum des Gebäudes, wovon alle gebäudeinneren Verbraucher versorgt werden und die Lage und Versorgung von Elektrogeräten, Beleuchtung und Schalter organisiert wird, ist projektiert.

Es wird eine dreiphasiger Kurzschlussstromberechnung von Hauptzustellungscentrum durchgeführt, um die Komponenten mit den richtigen Kurzschlussstoleranz auszusuchen. Ebenso

werden alle einphasige Kurzschlussströme von den Gebäudeinneren Stromleitungen berechnet, womit man die Einschaltung von den Schutzautomatiken kontrolliert. Die Abschlussarbeit beschäftigt sich mit den nötigen Standards und anderen normativen Dokumenten bei der Projektierung eines Gebäudes.

SISUKORD

1. Eessõna	9
2. Sissejuhatus.....	10
2.1 Objekti kirjeldus.....	11
3. Elektrivõrguga liitumine	14
3.1 Maakaabli paigaldamine	16
3.2 Juhistikusüsteem	18
4. Jaotuskeskus.....	20
4.1 Kaitse liigpingete eest	20
4.2 Kaitse toite automaatse väljalülitamise teel	22
4.3 Kaitse liigvoolu eest.....	23
4.4 Nõuded jaotuskeskustele.....	25
5. Jõupaigaldis.....	27
6. Valgustuspaigaldis	31
7. Maanduspaigaldis	35
7.1 Potentsiaaliühtlustus.....	37
8. Nõrkvoolupaigaldis.....	38
8.1 Valvesignalisatsioonisüsteem	38
8.2 Tulekahjusignalisatsioon.....	40
8.3 Andmesidevõrk	41
9. Lühisvoolude arvutamine.....	42
9.1 Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamine.....	42
9.2 Ühefaasilise lühisvoolu arvutamine	44
10. Eripaigaldised	48
10.1 Vanne ja dušše sisaldavad ruumid	48
10.2 Saunakeriseid sisaldavad ruumid	50
10.3 Elektriseadmete kaitseastmed	51
11. Kokkuvõte.....	53
12. Kasutatud kirjandus	56
13. Lisa 1. Eramu elektripaigaldise projekt	58

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Elektrotehnika instituut

MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE

Ats Pöder, üliõpilaskood 132714AAAM

Magistritöö teema: Eramu elektripaigaldis

Ülesanne: Urida eramute projekteerimiseks vajalikku normdokumentatsiooni ning koostada eramu tugev- ja nõrkvooluprojekt.

Lähteandmed:

1. Arhitektuursed alusjoonised
2. Tellija ettepanekud elektriprojekti koostamiseks
3. Normdokumentatsioon

Lahendamisele kuuluvate probleemide loetelu:

1. Jõupaigaldise plaanide ja skeemide koostamine
2. Valguspaigaldise plaanide koostamine
3. Nõrkvoolupaigaldise plaanide ja skeemide koostamine
4. Hoone maanduspaigaldise lahendamine
5. Lühisvoolude arvutamine

Magistritöö esitada instituuti eesti keeles 2 eksemplaris hiljemalt 08.06.2015.

Juhendaja:

Ülesande vastu võtnud:

Dotsent R. Teemets

Üliõpilane A. Pöder

1. EESSÕNA

Idee lõputöö teemaks valida „Eramu elektripaigaldis“ sain oma varasemast töökogemusest ja soovist õpitud teooriat praktilise poolega siduda. Olen oma töös kokku puutunud hoonete tugev- ja nõrkvoolupaigaldiste projekteerimisega erinevates projektistaadiumites. Magistritöös soovisin käsitleda eramu projekteerimiseks vajalikke norme ja standardeid. Läbitöötatud materjal aitab ka tulevikus mul tööülesandeid paremini täita.

Soovin tänada oma lõputöö juhendajat Raivo Teemetsa, kes oma teadmiste ja nõuga mind magistritöö kirjutamisel toetas.

2. SISSEJUHATUS

Ehitusprojekt on ehitise ehitamiseks vajalike dokumentide kogum, mis koosneb seletuskirjast, tehnilistest joonistest ja teistest asjakohastest dokumentidest, milleks võivad olla jooniseid selgitavad skeemid, tabelid, graafikud, ekspertiisi ja uuringute aruanded ja muud dokumendid. Tulenevalt hoone iseloomust võib ehitusprojekt sisaldada järgmisi osi: asendiplaani osa, arhitektuuriosa, tuleohutuse osa, konstruktsiooniosa, kütte- ja ventilatsiooniosa, veevarustuse- ja kanalisatsiooniosa, elektripaigaldiste osa ning vastavalt vajadusele teised ehitisega seonduvad osad. Ehitusprojekti võib koostada kolmes staadiumis, milleks on eelprojekt, põhiprojekt ja tööprojekt [1].

Eelprojekti koostamisel analüüsitakse arhitektuursete ja tehniliste lahenduste ökonoomsust ja tehniliste lahenduste sobivust. Eelprojekt peab sisaldama tehnoloogia ja seadmete suurusi ja paiknemist, nende kasutamisest tulevaid piiranguid ja teisi spetsiifilisi nõudeid. Selles staadiumis peab olema võimalik määrata ehituse orienteeruvat maksumust.

Põhiprojektis arendatakse edasi eelprojektis esitatud lahendusi ja töötatakse välja põhilahendused selliselt, et projekti erinevad osad oleksid omavahel kooskõlas. Põhiprojekti tehniline kirjeldus peab olema täpsusega, mis võimaldab määrata eelarvelist ehitusmaksumust, korraldada ehitushange ning koostada hinnapakumist.

Tööprojektis täpsustatakse eelmistes staadiumites toodud lahendusi selliselt, et pärast ehitusega seonduvate dokumentide koostamist oleks võimalik ehitis tervikult valmis ehitada. Tööprojektis peab sisalduma tehniline informatsioon mahus, mis võimaldab täpsustada ehitusmaksumust, teostada ehitustöid ning monteerida ja seadistada seadmeid [1].

Elektripaigaldis on üksteisega ühendatud elektriseadmete ja -juhtide teatud otstarbega ja kokkusobitatud tunnussuurustega paigaldatud kogum koos ehitusliku osaga. Ehituslik osa võib olla näiteks paigaldus-, kande- ja piirdetarandid, seadmete alused ja vundamendid. Juht on elektrienergia või elektrilise signaali edastamiseks ette nähtud juhe, kaabel või latt [2]. Elektripaigaldise võib jaotada erinevateks osadeks, milleks on:

- jõupaigaldis, kus kirjeldatakse hoones paiknevate elektriseadmete toidet, jaotuskeskusi, maanduspaigaldist ja potentsiaaliühtlustust,
- valguspaigaldis, kus kirjeldatakse valgustite lülitamist ja valgustite paiknemist,

- nõrkvoolupaigaldis, kus kirjeldatakse valvesignalisatsioonisüsteemi, videovalvesüsteemi, läbipääsusüsteemi, tulekahjusignalisatsioonisüsteemi, sidevõrku ja teisi nõrkvoolusüsteeme.

2.1 Objekti kirjeldus

Projekteeritavaks objektiks on valitud Lai tn 14, Võhma, Viljandimaal asuvale krundile ehitatav kahekorruseline ühepereelamu, mille püstitamiseks projekteerimistingimuste väljastamise taotlus laekus Võhma Linnavalitsusele 15.09.2014.

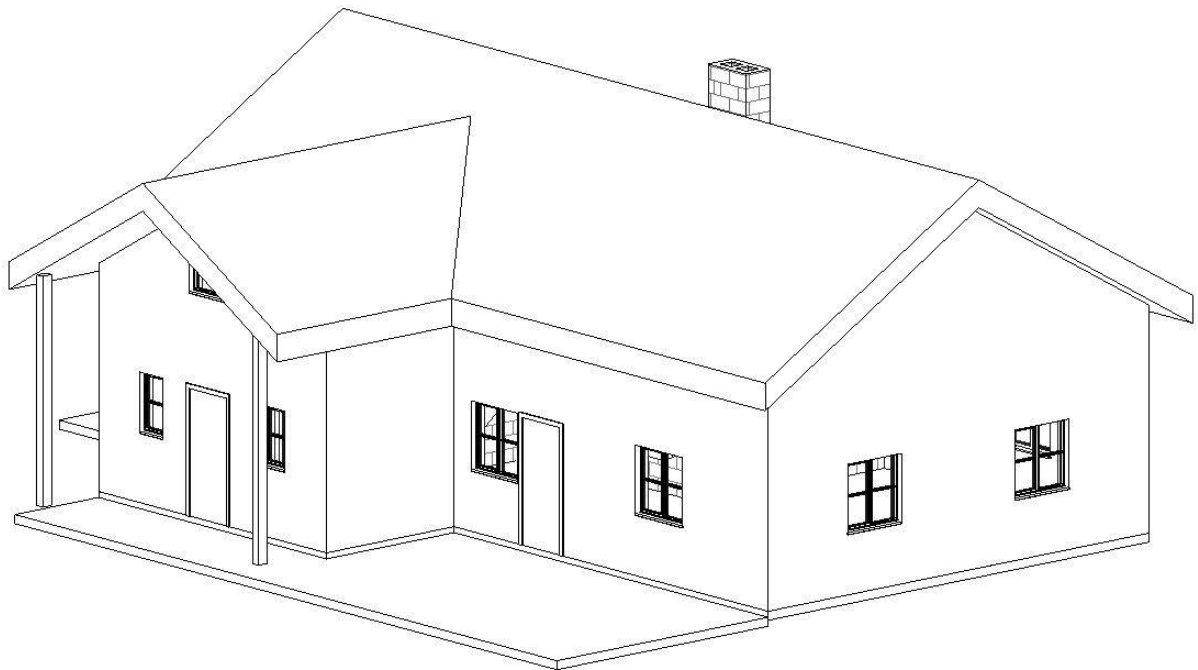
Üldjuhul on vajalik tühjade kruntide hoonestamisel detailplaneeringu koostamine, kuid vastavalt planeerimisseaduse §9 110 p2 alusel võib kohalik omavalitsus lubada, välja arvatud riikliku kaitse alla võetud maa-alal või selle kaitsevööndis, samuti kultuurimälestise kaitsevööndis, loodusobjekti kaitsevööndis või miljööväärtuslikul hoonestusalal, ilma detailplaneeringut koostamata olemasoleva hoonestuse vahele jäävale ühele krundile üksikelamu ehitusprojekti koostamist ja püstitamist, kui uue üksikelamu projekteerimisel ja ehitamisel järgitakse piirkonna hoonestuslaadi ja planeerimispõhimõtteid ning kohalik omavalitsus on saanud projekteerimistingimuste eelnõu kohta naaberkinnisasja omanike kirjaliku nõusoleku, mille puudumisel langetab otsuse kohalik omavalitsus, arvestades naaberkinnisasja omanike seisukohtadega [3].

Võhma Linnavalitsus koostas 13.10.2014 elamu püstitamise ehitustingimuste täpsustamiseks projekteerimistingimuste eelnõu. Elamu planeerimisel arvestatakse piirkonna hoonestuslaadi ja planeerimispõhimõtteid. Projekteerimistingimuste eelnõu on kooskõlastatud naaberkinnistute omanikega 16.10.2014.

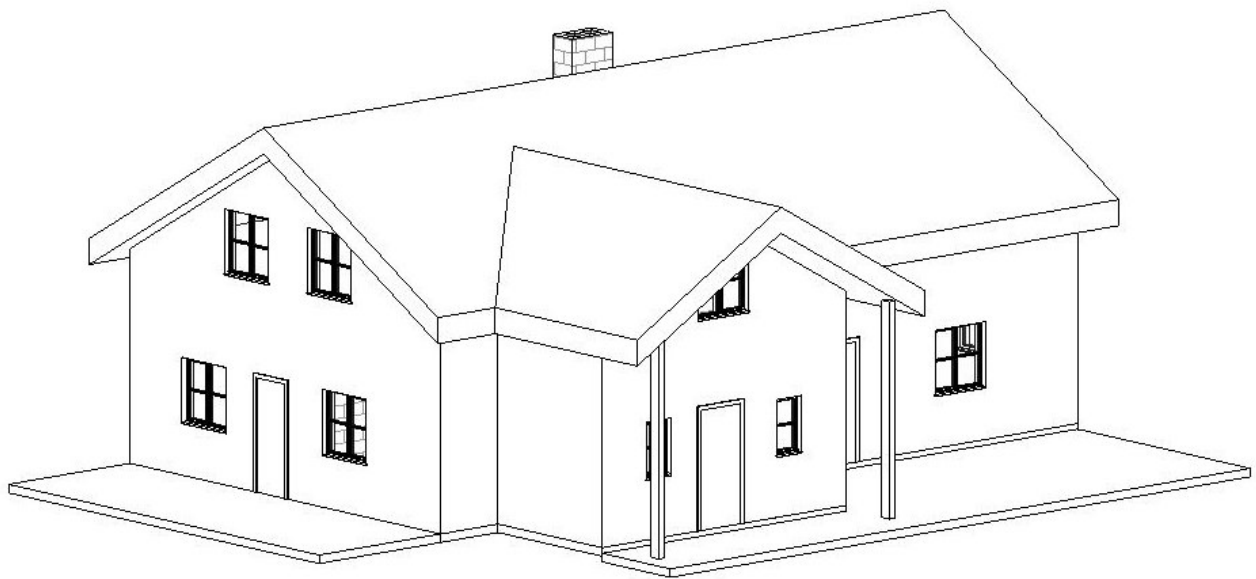
Võhma Linnavalitsus võttis vastu 20.10.2014 korralduse nr 158 „Detailplaneeringu mitteamatamine ja projekteerimistingimuste kinnitamine“. Projekteerimistingimustes kirjeldatakse hoone projekteerimiseks ja ehitamiseks kohaliku omavalitsuse poolt esitatud nõudeid. Tegemist on Võhma linna põhjaosas asuva elamupiirkonnas asuva hoonestamata krundiga. Eelnevalt on krundi piirile rajatud liitumisühendused vee- ja kanalisatsioonitrassidega ning on paigaldatud elektrivõrgu liitumiskilp õhuliini mastile. Krundile sissepääs toimub Laialt tänavalt. Nõutava tulekustutusvee tagamiseks on Lai 12 ja 14 kruntide piiri lähedusse paigaldatud maapealne tuletõrjehüdrant. Krundil piirangud puuduvad. Vastavalt projekteerimistingimustele peab projekteerimisel järgima ehitistevahelist kuja. Hoonestusala peab jääma Laia tänava väljakujunenud ehitusjoonest tahapoole.

Ehitis on lubatud ehitada maksimaalselt kahekorruseline ning kasutada tuleb piirkonda sobivaid ehitusmaterjale, milleks on näiteks puitvooder. Projekt tuleb kooskõlastada Viljandimaa Päästeteenistusega ja Võhma Linnavalitsusega. Tööde planeerimisel liinide kaitsetsoonis kooskõlastada projekt Eesti Telekom AS-ga ja Elektrilevi OÜ-ga.

Elamu on planeeritud kirde-edela suunaliselt ning Laia tänava väljakujunenud ehitusjoonele. Nõutava hoonetevahelise kuja tagamiseks on elamu planeeritud Lai tn 12 krundi piirist 8 meetri kaugusele. Eelnevalt on koostatud eelprojekti staadiumis elamu tehnilised joonised ja seletuskiri. Hoone on lahendatud plaatvundamendiga, puitkarkass seintega, vahelaed on puidust, katusekatteks on eterniitplaadid. Elamu välisseinte viimistluseks kasutatakse puitvoodrit. Joonistel 2.1 ja 2.2 on projekteerimistarkvaras koostatud projekteeritava hoone 3d vaated.



Joonis 2.1. Projekteeritud hoone 3d vaade läänesuunast



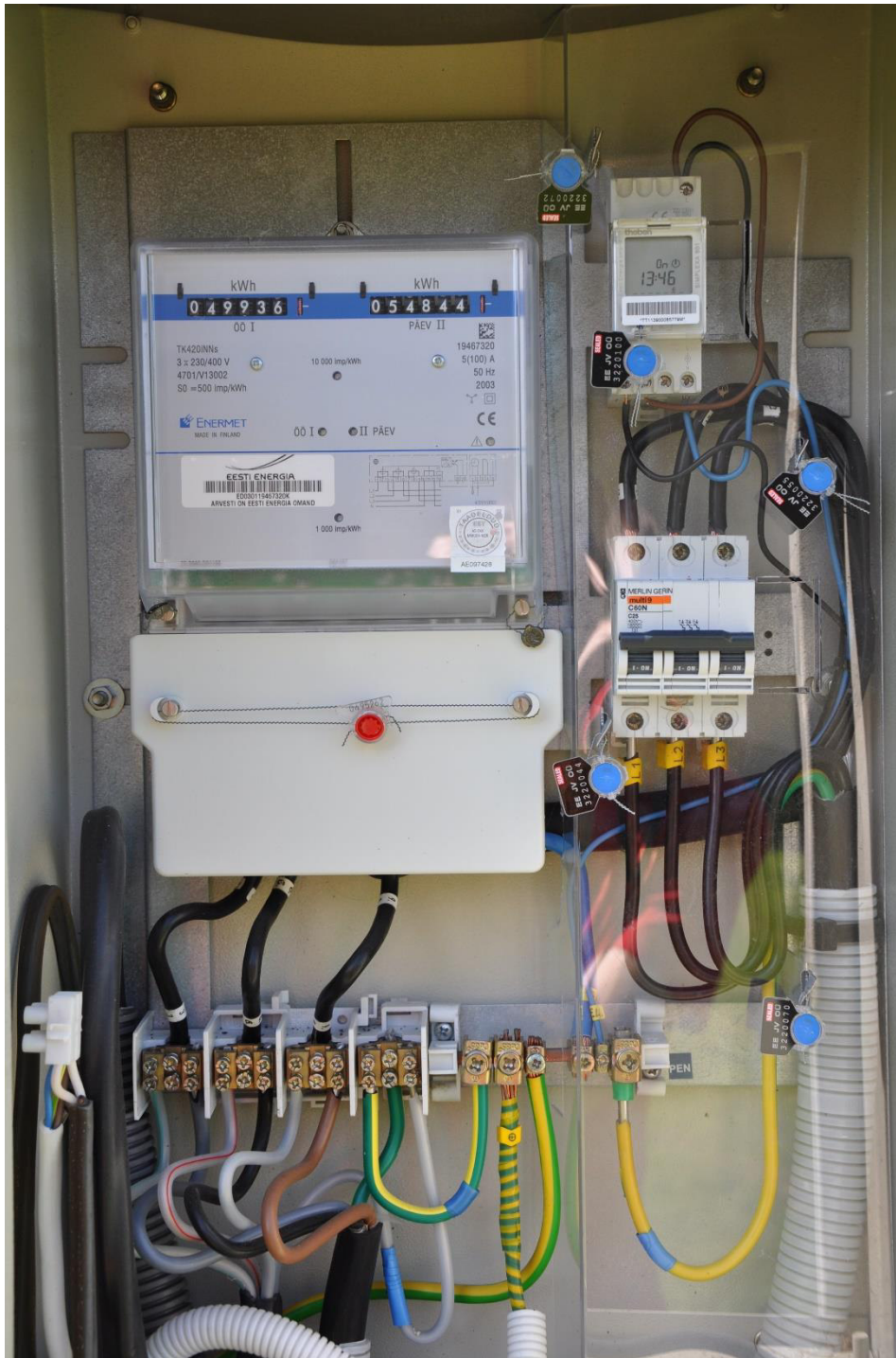
Joonis 2.2. Projekteeritud hoone 3d vaade põhjasuunast

Objekti elektripaigaldise projekteerimine hõlmab tugev- ja nõrkvooluprojektide koostamist põhiprojekti staadiumis. Tellija on esitanud oma soovid elektripaigaldise projekteerimiseks. Samuti on arhitekt koostanud hoone korruste plaanid, mis on aluseks elektriprojekti koostamisel. Elektripaigaldis peab vastama Eesti Vabariigis kehtivatele seadustele ja normidele ning olema koostatud vastavalt heale ehitustavale. Elektripaigaldise kasutamine peab olema ohutu.

3. ELEKTRIVÕRGUGA LIITUMINE

Elektrivõrguga liitumise tüüpsed tehnilised tingimused on kirjeldatud Elektrilevi OÜ poolt väljestatud dokumendis „Uue madalpinge liitumise / eramu elektripaigaldise projekteerimise tehnilised tingimused“. Tehnilistes tingimustes näeb projekteerija, millistele võrguhaldaja poolt esitatud nõuetele peab elektripaigaldise projekt vastama. Tüüpsete tehniliste tingimuste kohaselt ehitab liitumispunkti elektripaigaldise peakilpi klient oma vajadustele vastava liini, mis tuleb markeerida aadressiga Elektrilevi OÜ liitumispunktis. Sisestuskaabel peab vastama kehtivatele normidele. Elektripaigaldise valdaja peab enne elektriseadmete pingestamist esitama teatise elektripaigaldise nõuetekohasuse kohta. Samuti on määratud, et elektripaigaldises tuleb ette näha nõuetekohaste liigkoormuskaitsete kasutamine ja lisaks liigpingekaitse kasutamine, kui kasutatakse liigpingeid mittetaluvaid seadmeid. Töid tohib teostada litsentseeritud elektritööde firma [4].

Elektrivõrguga liitumiseks sõlmib klient liitumislepingu ja tasub liitumistasu. Liitumislepingu täitmisel paigaldab Elektrilevi OÜ liitumiskilbi koos oma mõõtesüsteemiga, mis on ka liitumispunktiks. Liitumispunkt on elektripaigaldise täpselt määratud ühenduspunkt jaotusvõrguga, millega seondub võrgu kasutaja ja võrguettevõtja vaheline vastutus ja elektripaigaldiste teeninduspiir [2]. Liitumispunkt paikneb enamasti krundi piiril liitumiskilbis. Joonisel 3.1 on näha Elektrilevi OÜ madalpinge liitumiskilp. Joonise alumises paremas nurgas näha oleva siseneva kaabli faasisooned on ühendatud kolmefaasilise kaitselüliti klemmidele. Kaabli PEN-juht on ühendatud PEN-latile. Pärast kaitselüliti on ühendatud programmkell ning kahetariifne elektriarvesti. Elektriarvesti järel on ühendusklemmid, millele saab tarbija oma toitekaabli ühendada. Tarbija pääseb liitumiskilbis ligi ainult elektripaigaldise toitekaabli ühendamiseks mõeldud klemmidele, mis on näha joonise alumises vasakus nurgas. Ülejäänud osa on kaetud läbipaistvast plastikust kattega ning kinni plommitud.



Joonis 3.1. Näide Elektrilevi OÜ madalpinge liitumiskilbist

Liitumiskilpi paigaldatav kaitselüliti määrab elektrilise läbilaskevõime. Elektrivõrguga liitumine on tasuline teenus, mille maksumus sõltub ampri arvust. Suurem liitumine ehk võimalus suuremat võimsust tarbida läheb kliendile rohkem maksma. Erinevatel võrguhaldajatel on erinevad tasustamise süsteemid. Mõnel firmal on iga ampri jaoks kindel summa, mis tuleb kliendil tasuda, teistel sõltub liitumistasu reaalsest elektrivõrgu ümberehitamiskulutustest. Seega on oluline

tulevane hoone elektritarbimine projekteerimise käigus võimalikult täpselt üle vaadata ja tuleb prognoosida tarbitava voolu suurus, kuna pole mõtet kulutada suuremale ja mittevajalikule liitumisele.

3.1 Maakaabli paigaldamine

Levinud on hoone liitumiskaabli paigaldamine pinnasesse. Maakaabel tagab kõrgema töökindluse, kuid rikke tekkimisel on rikke asukoha määramine aeganõudvam ja keerulisem. Kaabli valimisel tuleb arvestada tootja poolt lubatud paigaldamistingimustega. Maakaabliks valitakse tihti neljasooneline alumiiniumjuhtmetega ja PEX isolatsiooniga 1 kV jõukaabel AXPK, mis on mõeldud kohtkindlaks paigalduseks sise- ja välistingimustes ning sobib pinnasesse paigaldamiseks. Alumiiniumkaabli minimaalne soone ristlõike pindala on 16 ruutmillimeetrit. AXPK on ka Elektrilevi OÜ poolt heakskiidetud kaablimark.

Maakaabli projekteerimisel tuleb jälgida, et oleks tagatud vähimad lubatud kaugused teiste eriosade välisvõrkudega. Võimaluse korral on soovitatav paigaldada maakaabel väljapoole rajatiste kaitsevõõndeid, mis on järgmised:

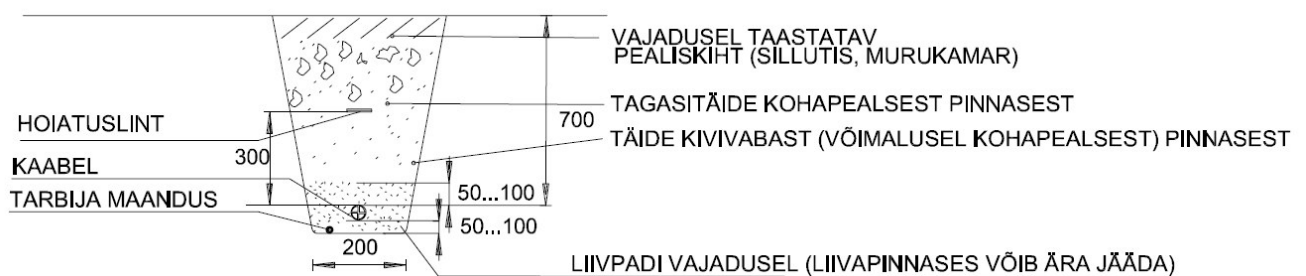
- kaabelliinidel – kuni 1 m äärmise kaabli välispinnast,
- gaasitorudel rõhuga 5...16 bar – 5 m gaasitoru teljest,
- gaasitorudel rõhuga all 5 bar – 1 m gaasitoru teljest,
- kaugküttevõrgul rajatise välispinnast – 0,5 m,
- vee- ja kanalisatsioonitorudel – 2 m toru välispinnast [5].

Kaablite nõutud sügavused erinevate asukohtade puhul on välja toodud tabelis 3.1. Vastavalt tabelile valime kaabli sügavuseks 0,7 meetrit, kuna tegemist on õuealaga.

Tabel 3.1. Paigaldussügavuste valik [5]

Asukoht	Süvis, m
Sõidutee koos peenraga, tiheda liiklusega õu, parkimisplats põllumaa	1,0
Jalgtee, õueala, mitteharitav maa	0,5...0,7
Jalgtee	0,5

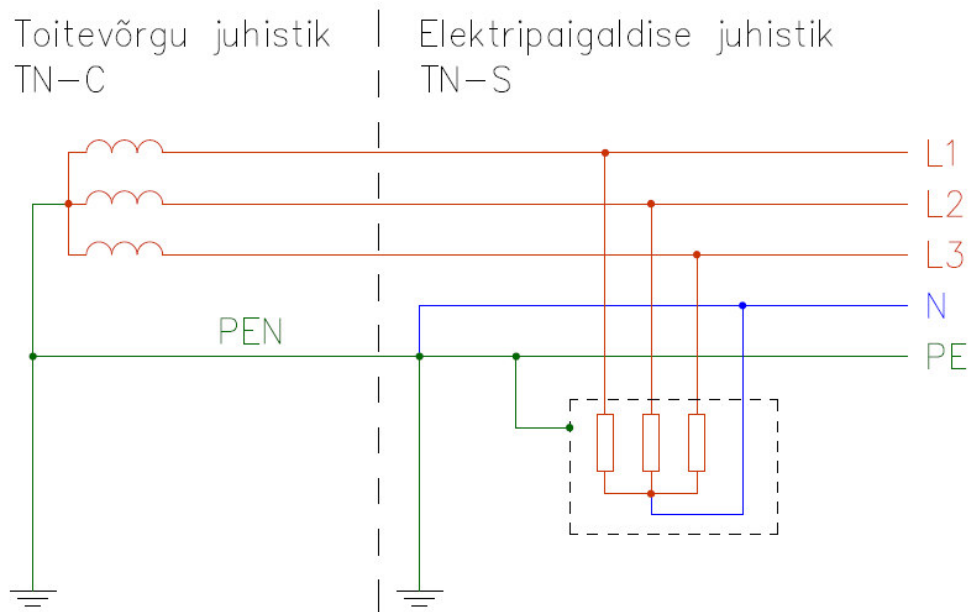
Joonisel 3.2 on välja toodud ilma kaitsetoruta paigaldatava maakaabli kaeviku lõige. Kaeviku sügavus peab olema selline, et kaabli saaks paigaldada 700 mm sügavusele ning kaabli alla saaks paigaldada liivapadja. Kaeviku põhja minimaalne laius on 200 mm. Kui hoone maandusena kasutatakse pinnasesse paigaldatavaid elektroode, siis võib need paigaldada samasse kaevikusse. Kaeviku põhja on soovitatud paigaldada 50 kuni 100 mm paksust tihendatud liivapatja, millele paigaldatakse maakaabel. Kaabli peale on samuti ette nähtud 50 kuni 100 mm paksune liivapadi. Järgmise kihina paigaldatakse umbes 200 mm paksune kivivaba täide ning selle peale ehk kaablist 300 mm kõrgusel peab olema kaabli hoiatuslint, mis väldiks tulevikus tehtavate kaevetööde käigus maakaabli kahjustamise. Järgmise kihina täidetakse kaevik kohapealse pinnasega ning seejärel tuleb vajadusel pealiskiht taastada. Kui kaevetööd tehakse enne krundi haljastamist, siis puudub vajadus katendite taastamise järele [5].



Joonis 3.2. Kaeviku lõige [5]

3.2 Juhistikusüsteem

Tihti pole vajalik alajaamast väljuvas jaotusvõrgus neutraal- ja kaitsejuhti eraldada. Sellisel juhul võib TN-S juhistik alata hoone peajaotuskeskusest. Juhistikku, mille üks osa on välja ehitatud TN-C juhistikuna ja teine osa TN-S juhistikuna, nimetatakse TN-C-S juhistikuks (joonis 3.3). TN-C-S juhistikus võib PEN-juhi vool ja pingelang tekitada häiringuid nagu ka TN-C juhistikusüsteemis. Selle vältimiseks tuleb hoone sisestusel PE- ja N-juhi hargnemispunkt ühendada peapotentsiaaliühtlustussüsteemiga ning maandada [6].



Joonis 3.3. TN-C-S juhistiku skeem

TN-C juhistiku põhiline eelis seisneb tema lihtsuses ja odavuses, kuid sellel süsteemil on ka mitmeid puudusi. Kuna kaitsejuht on ühitatud ühe tööjuhiga, siis ei saa kasutada rikkevoolukaitseülililit, mis eeldab, et kaitsejuht on tööjuhtidest eraldatud. TN-C süsteemi puhul võib mikroelektronikaseadmetel esineda parasiitvoolusid ja elektromagnetilist mitteühilduvust. Samuti pole väiksema ristlõike pindala korral PEN-juhi töökindlus väga kõrge. TN-C juhistikku saab edukalt kasutada jaotusvõrkudes, sest:

- juhtide ristlõige (vase järgi) ei ole alla 10 mm²,
- ei nõuta rikkevoolukaitset,
- ei kasutata mikroelektronikat, millele elektromagnetiline mitteühilduvus oleks probleemiks [6].

TN-S juhistikus on kaitsejuht neutaaljuhist ja teistest tööjuhtidest eraldatud. Selle tulemusel on normaaltalitusel kaitsejuhi pinge maa suhtes null ja voolutugevus kaitsejuhis on samuti null. Sellega tagatakse, et normaaltalitusel:

- pingealdiste osade pinge maa suhtes on null ja inimese elektrilöögioht on välistatud,
- häirivaid elektromagnetilisi välju ei teki, sest potentsiaaliühtlustusjuhtide kaudu ühenduses olevatesse osadesse ei saa hargneda voolu,
- mikroelektronikaseadmete maandatud osade pinge on null ning nende vaheliste kaablite varjetes ei teki parasitvoolusid.

Rikkeolukorras võivad TN-S juhistikusüsteemis eelpool nimetatud nähtused siiski tekkida. Seetõttu tuleb kasutada riknenud elektriseadme toite kiiret väljalülitamist liigvoolukaitse abil [6].

4. JAOTUSKESKUS

Hoone tehnilisse ruumi seinale paigaldatakse pinnapealne peajaotuskeskus PJK. Kuna liinide pikkused PJK kilbist kuni tarbijateni on suhteliselt lühikesed, siis pole vaja hoonesse üle ühe jaotuskeskuse paigaldada.

Jaotuskeskuse sisestusel on kolmepooluseline pealüliti, mille välja lülitamisega saab kogu keskuse toite maha võtta. See lüliti on ainult käsitsi lülitatav ega kaitse lühise ega liigkoormuse eest. Peajaotuskeskust lühise eest kaitsev kaitseautomaat asub liitumiskilbis. Peajaotuskeskusest toidetavaid liine kaitstakse kaitseülititega lühise ja liigkoormuse eest ning vajadusel kasutatakse lisaks rikkevoolukaitseülitit toite automaatseks väljalülitamiseks.

4.1 Kaitse liigpingete eest

Jaotuskeskuse sisestusele nähakse ette 1,4 kV kaitseastmega tüüp 1+2 liigpingepiirik, mis kaitseb äikesest ja võrgus toimunud lülitamiste tulemusel kilbini jõudvate liigpingete eest. Elektripaigaldistes kasutatakse järjest enam mikroelektronikal põhinevaid elektriseadmeid, mis on tundlikud liigpingete suhtes.

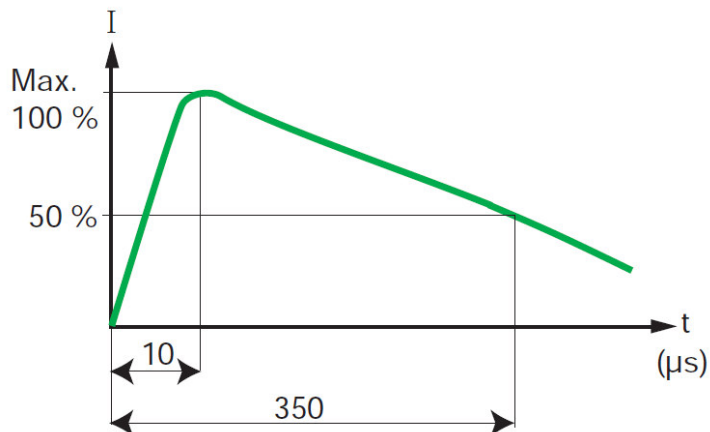
Liigpingeid võivad tekitada välgulöögid nii oma otsese kui ka kaudse toimega, milleks on:

- välgu otselöök ehitise maandatud voolujuhtivate osadega, milleks võivad olla katuseantennid, piksekaitsesüsteem jne,
- välgu otselöök õhuliini, mille tulemusena tekib vooluimpulss, mis võib toiteliiniga ühendatud elektriseadmed purustada,
- induktiivne sidestus, kus õhuliini lähedusse lööv välg indutseerib liini liigpinge,
- otsesisestus maa kaudu, kus paigaldise lähedusse lööv välg tekitab maa potentsiaali kasvu, mis tõstab omakorda ehitise kaitsemaandusjuhi potentsiaali.

Mootorite, trafode ja teiste induktiivsete elektritarvitite sisse- ja väljalülitamine ja koormuse kiire muutumine toob tihti kaasa voolu järsu muutumise, mida väljendab voolu tuletis aja järgi ja mis indutseerib transientliigpinge. Võrreldes välgulöögist tingitud liigpingetega on lülitusest tulenevad liigpinged palju madalamad, kuid neid esineb tihedamini. Sellise pingepulsi vastu kaitseb tüüp 2 liigpingepiirik [7].

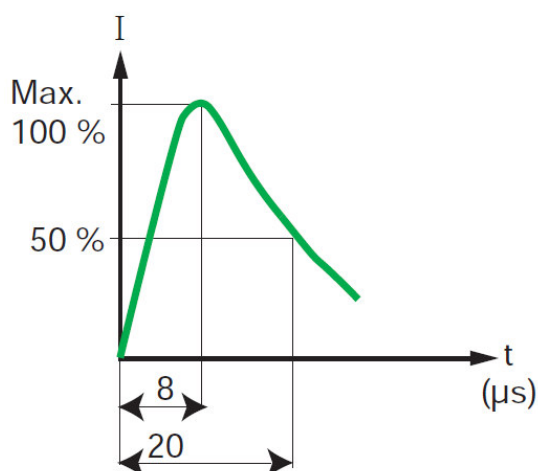
Vooluimpulsse kirjeldatakse impulsi amplituudiga, frondi kestusega ja poolväärtusajaga. Kasutusele on võetud kaks standardset impulssvoolu lainekuju, milleks on pika kestusega ja lühikese kestusega impulsid.

Pika kestusega laine (10/350 μs), mis kirjeldab välgulöökidest tulenevaid voolusid. Selline lainekuju on välja toodud joonisel 4.1. Alates 10 % amplituudväärtusest kuni 90 % amplituudväärtusest kulub 10 μs ja impulsi algusest kuni langemine tasemele 50 % kulub 350 μs .



Joonis 4.1. Pika kestusega laine [8]

Lühikese kestusega laine (8/20 μs), mis kirjeldab lülitustoimingute ja kaugemate välgulöökide mõjusid. Selline lainekuju on välja toodud joonisel 4.2. Alates 10 % amplituudväärtusest kuni 90 % amplituudväärtusest kulub 8 μs ja impulsi algusest kuni langemine tasemele 50 % kulub 20 μs . Lülitusliigpinged on enamasti kuni 4 korda kõrgemad võrgupinge amplituudväärtusest ning enamasti ei kahjusta tugevvooluseadmeid ega juhistikku. Lülitusliigpinged võivad rikkuda mikroelektronika [9].



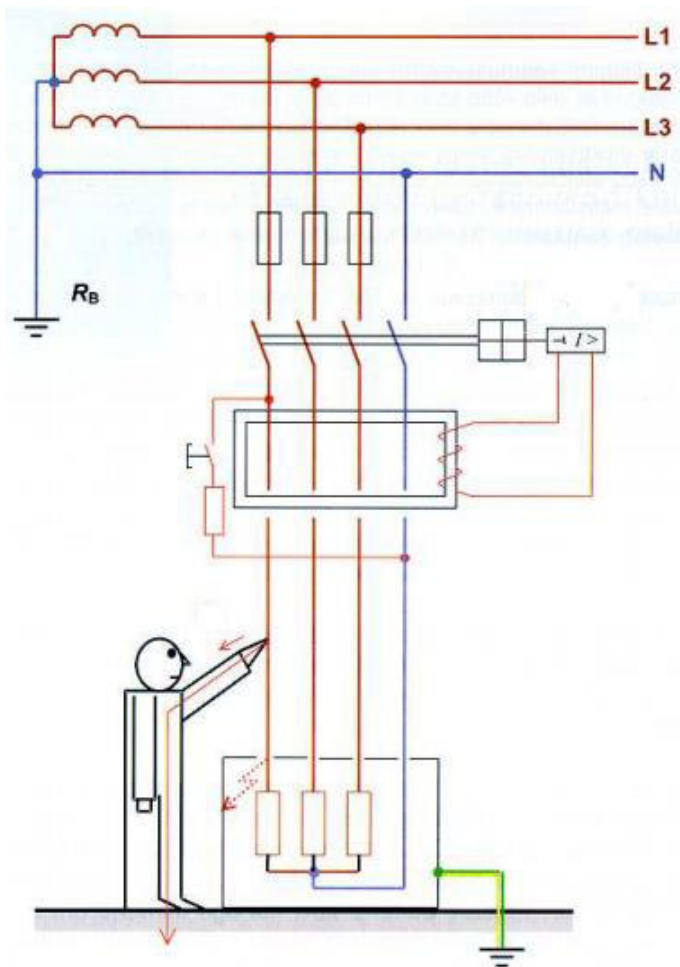
Joonis 4.2. Lühikese kestusega lainekuju [8]

Pika kestusega impulsside vastu kaitseb tüüp 1 liigpingepiirik ning see paigaldatakse hoone elektrisisendisse. Tüüp 2 liigpingepiirikut kasutatakse jaotuskeskustes.

4.2 Kaitse toite automaatse väljalülitamise teel

Elektrotehnikas kasutatav isoleermaterjal pole kunagi ideaalne ning ka töökorras elektriseadmete ja -võrkude normaaltalitusel tekib vool faasi- ja neutraaljuhtide soontele lisaks ka faasi ja maa ning mitme faasi vahel. Sellist voolu nimetatakse lekkevooluks, mis on töökorras isolatsiooni ja 230 V pinge korral enamasti all 1 mA. Selline voolutugevus on piisavalt väike, et ei tekita ohtu inimese tervisele. Lekkevoolu, mille väärtus ületab ohutu piiri, nimetatakse rikkevooluks, mis võib tekkida isolatsioonirikke, elektriseadme kereühenduse või toiteliini maaühenduse tagajärjel [10].

Vastavalt standardile EVS-IEC 60364-4-41 „Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest“ tuleb kõigile kuni 20 A pistikupesadele, mis on üldkasutuseks tavaisikute poolt, ette näha lisakaitse rikkevoolukaitse aparaadina, mille rakendumisvool ei tohi olla suurem kui 30 mA. Samuti peavad olema rikkevoolukaitsega kaitstud välioludes kasutatavad teiseldatavad seadmed nimivooluga enamalt 32 A [11]. Joonisel 4.3 on välja toodud rikkevoolukaitseüliti tööpõhimõtte TT-juhistikus.



Joonis 4.3. Rikkevoolukaitselüli kasutamine TT-juhistikus [12]

Rikkevoolukaitselüli kontrollib faasijuhtide ja neutraaljuhi voolude geomeetrilist summat, mis on normaaltalitluses igal ajahetkel null ning mõõtemähises voolu ei teki. Kui rikke tekkimisel voolude tasakaal kaob ning erinevus faasijuhtides ja neutraaljuhis on suurem rikkevoolukaitselüli rakendumispiirist, siis lahutatakse vabasti jõukontaktid.

4.3 Kaitse liigvoolu eest

Tavaliselt on pistikupesade liinid kaitstud lühise ja liigkoormuse eest 16 A kaitseautomaadiga ning kasutatakse 2,5 mm² ristlõikega paigalduskaablit. Valgustite jaoks kasutatakse 10 A kaitseautomaati ning 1,5 mm² ristlõikega kaableid. Kaitseautomaatide ja kaablite valimisel tuleb arvestada, et kaabli lubatav koormus oleks suurem kui kaitseautomaadil. Kaitse peab rakenduma enne, kui kaabel hakkab liiga suure koormuse tõttu vananema. Näiteks kui kasutada C20 kaitseautomaati, siis peab kasutama vähemalt 4 mm² ristlõikega vaskkaablit. Sellise ristlõike puhul on lubatud koormus 24 A,

kuid 2,5 mm² kaabli puhul on süvispaigaldusel lubatud ainult 18,5 A. Juhti liigkoormuse eest kaitsev kaitseaparatuur peab rahuldama tingimusi 4.1 ja 4.2.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z, \quad (4.1)$$

kus I_B – vooluahela arvutuslik vool,
 I_n – kaitseaparaadi nimivool,
 I_Z – juhi kestvalt lubatud vool.

$$I_2 \leq 1,45 I_Z, \quad (4.2)$$

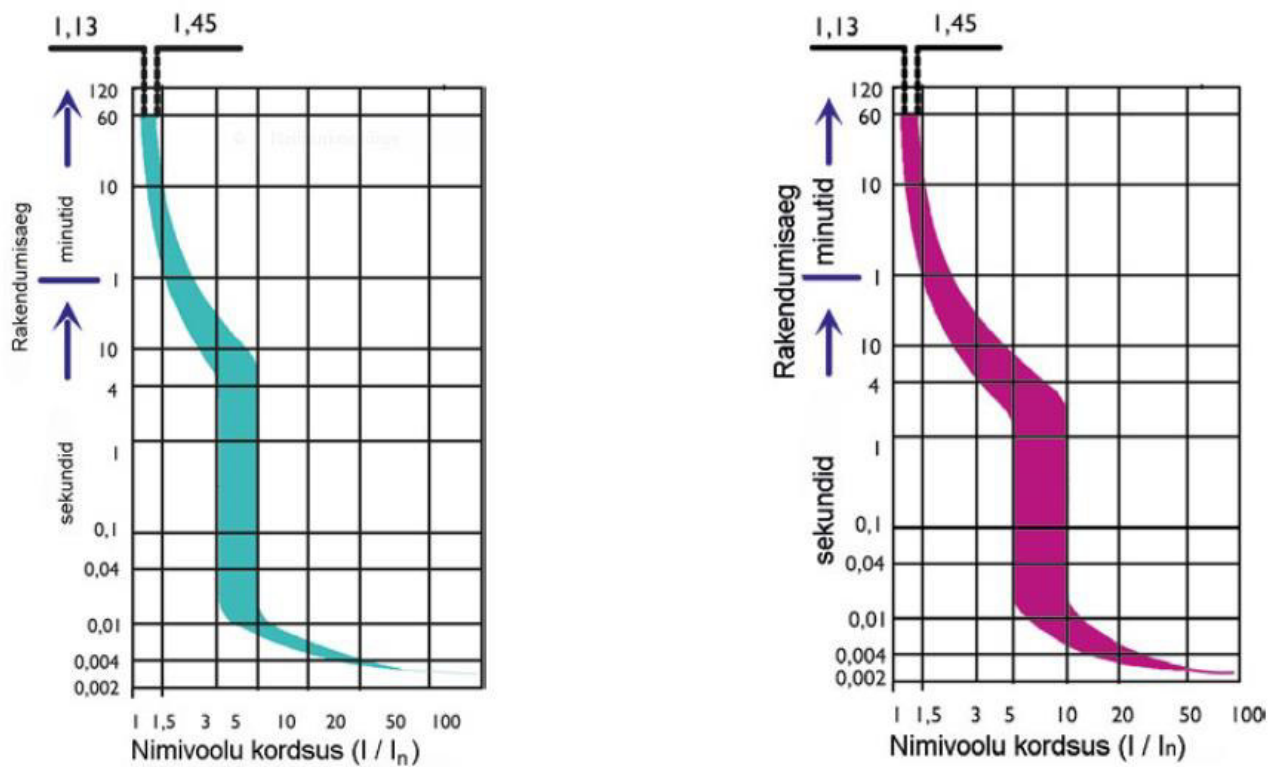
kus I_2 – vool, mis tagab kaitseaparaadi rakendumise 1 tunni jooksul,
 I_Z – juhi kestvalt lubatud vool [13].

Tabelis 4.1 on välja toodud B ja C tüüpi kaitseautomaatide tunnussuurused. B tüüpi kaitseautomaadi rakendumiseks elektromagnetvabasti abil on vaja vähemalt kolmekordset nimivoolu. Kui vool on väiksem kui kolmekordne nimivool, siis kaitse koheselt rakenduda ei tohi. Sellisel juhul on tegemist liigkoormusega ning rakendumisaeg on pikem. Automaat rakendub kindlasti viiekordse nimivoolu korral [13].

Tabel 4.1. B ja C tüüpi tunnusjoonega kaitseautomaatide rakendumisajad

Rakendumis-tunnusjoon	Termovabastus	Rakendumisaeg	Elektromagnetiline vabastus	Rakendumisaeg
B	1,13 I_n	> 1 h	3 I_n	$\geq 0,1$ s
	1,45 I_n	< 1 h	5 I_n	< 0,1 s
C	1,13 I_n	> 1 h	5 I_n	$\geq 0,1$ s
	1,45 I_n	< 1 h	10 I_n	< 0,1 s

Joonisel 4.4 on välja toodud B ja C tüüpi kaitseautomaatide rakendumistunnusjooned. Nagu jooniselt näha, vajab C karakteristikuga kaitseautomaat lühise korral rakendumiseks suuremat voolu kui B tüüpi kaitseüliti, kuid ülekoormuse korral on mõlemal samad nimivoolu kordsused nõutud.



Joonis 4.4. B (vasakul) ja C (paremal) tüüpi kaitseautomaatide rakendumistunnusjooned [13]

4.4 Nõuded jaotuskeskustele

Vastavalt standardile EVS-EN 61439-1:2012 „Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 1: Üldreeglid“ peavad madalpingelistel aparaadikooste nimesiltidel olema järgmised andmed:

- Tootja nimi
- Tüübitähis
- Valmistamise kuupäev
- Alusstandard
- Kaitseaste ehk IP-kood
- Juhistikusüsteem
- Voolutähis ning vahelduvvoolu korral ka sagedus
- Nimipinge U_n

Lisaks eelnevalt mainitud nimisildi andmetele peab kooste dokumentatsioonis olema järgnev lisainformatsioon:

- Arvutuslik isolatsioonipinge U_j ning vajadusel ka nimiimpulsstaluvus U_{imp}
- Kooste nimivool I_{nA} ja kõigi ahelate nimivoolud I_{nc}
- Kas tinglik lühisvoolu I_{cc} taluvus (kaitseaparaadi rakendumisaja jooksul talutava lühisvoolu efektiivväärtus) või enimalt lubatava lühisvoolu I_{cw} arvutatud efektiivväärtus ja selle kestus
- Enimalt lubatav löökvool I_{pk} ehk arvutusliku lühisvoolu tippväärtus
- Sisemine kaitseaste ehk IP-kood avatud kilbi ukse korral
- Tavatingimustest erinevad nõuded
- Kooste mõõtmed
- Mass, kui ületab 30 kg [14].

Standardiga EVS-EN 61439-3:2012 „Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 3: Jaotuskilbid, mida tohivad käsitada tavaisikud“ määratakse kindlaks tavaisikute poolt käsitavate kilpide nõuded. Sellised jaotuskeskused on ette nähtud lülitustoiminguteks ja sulavpanuste vahetamiseks, nende kilpide tunnuspinge maa suhtes ei ületa vahelduvvoolu korral 300 V, väljundahelate tunnusvool on kuni 125 A ning jaotuskilbi tunnusvool on kuni 250 A. Tavaisikute poolt käsitatavad kilbid on kohtkindlad, kinnise ehitusega ning on ette nähtud nii sise- kui ka väliskasutuseks. Selliste jaotuskilpide kaitse mehaanilise toime eest ehk IK-kood peab olema sisejaotuskeskuse korral IK05 ning välisjaotuskeskuse korral IK07. Sisejaotuskeskuste kaitseaste peab olema pärast paigaldamist vähemalt IP2XC [15]. Lisatäht C tähendab, et 2,5 mm läbimõõduga ja 100 mm pikkuse kõvera vardaga ei tohi olla võimalik saada kontakti ohtlike osadega, kui kilbil on otsepuute katted ees ja kilbi uks on avatud olekus [16].

5. JÕUPAIGALDIS

Jõupaigaldise projekteerimise ülesanne on igale hoonesse planeeritavale elektriseadmele toite tagamine. Kohtkindlad seadmed ühendatakse tihti klemmide abil otse toitekaabliga. Sellisteks seadmeteks võivad olla näiteks elektripliit, maa- või õhksoojuspump, elektrikeris jne. Paljud elektriseadmed on varustatud pistikutega, mille abil nad elektrivõrku ühendada saab. Jõupaigaldise projekteerimisel arvestatakse suuremate tarbijate ning teadaolevate kohtkindlate elektriseadmete asukohtadega. Samuti tuleb arvestada ruumi kasutusotstarbega ning sellest tulenevalt määrata näiteks pistikupesade asukohad selliselt, et nad asuksid elektritarvitile võimalikult lähedal. Vajalike toitepunktide määramisel tuleb järgida teisi eriosasid. Näiteks on kütteseadmete toite projekteerimisel vajalik arvestada, kuhu küttesüsteemi projekteerija on oma seadmed ette näinud. Samuti võidakse ventilatsiooniprojektis kindlaks määrata näiteks köögis väljatõmbekubu asukoht.

Suurimateks tarbijateks on tehnilises ruumis asuv maasoojuspump, ventilatsiooniseade ja pesumasin. Kuumutusseadmete võimsused on tihti suhteliselt suured. Seega võivad suure osa eramu elektrilisest võimsusest tarbida köögiseadmed, milleks võivad olla näiteks elektripliit, nõudepesumasin, veekeetja, mikrolaineahi, kohvimasin jne.

Jõupaigaldise projekteerimine on suures osas seotud sobivate elektrijuhtide valimisega. Juht on elektrienergia või elektrilise signaali edastamiseks ette nähtud juhe, kaabel või latt. Juht võib sisaldada mitut osajuhti ehk soont. Tööjuht osaleb elektrienergia edastamises. Vahelduvvooluahelates on tööjuhtideks faasijuhid ja neutraalijuht. Faasijuhtide tähised on L1, L2 ja L3 ning kaablisoontel on nad tähistatud pruuni, musta ja halli värvi isolatsiooniga. Neutraalijuhi tähis on N ning tema kaablisoone värv on sinine [2].

Voolu, millele on vooluahel normaaltalitusel ette nähtud, nimetatakse arvutuslikuks vooluks ehk normaaltalitusvooluks, mille tähis on I_B . Suurimat voolu, millega tohib juhti kestvalt koormata, ilma et tema temperatuur ületaks tootja poolt lubatud väärtusi ega vähendaks isolatsiooni eluiga, nimetatakse kestvalt lubatud vooluks, mille rahvusvaheline tähis on I_Z . Kestvalt lubatud voolust ohtlikult suuremat voolu nimetatakse liigvooluks [2].

Hoonesiseste toiteliinide projekteerimisel arvestatakse, mis võimsusega tarbijad erinevatesse ahelatesse paigaldatakse. Samuti tuleb arvesse võtta, et iga seade, mis ahelas on, pole alati sisse

lülitatud. Näiteks võib magamistuba toitval liinil enamus ajast koormus puududa, kuid koristamisel tolmuimejat kasutades võib tarbitav võimsus lühiajaliselt ulatuda mitme kilovatini.

Ühefaasiliste pistikupesade nimivool on enamasti samuti 16 amprit. Selliseid pistikupesasid toitva liini kaitseks tohib kasutada kaitseautomaati, mille nimivool on kuni 16 A. Nimipinge ühefaasilises ahelas on 230 V. Nende andmete põhjal saame valemi 5.1 abil välja arvutada maksimaalse tarbitava aktiivvõimsuse ehk määrame võimsusteguri võrdseks ühega. Võimsuseks saame 3,68 kW. Kui seadme võimsus ületab selle piiri, hakkab kaitseautomaat liini ülekoormuse eest kaitsma. Seega pistikupesade grupeerimisel tuleb arvestada, et ahelasse ühendatavate seadmete koguvõimsus ei ületaks seda suurust.

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi, \quad (5.1)$$

kus U – pinge faasi- ja neutraaljuhi vahel,
 I – tarbitav vool,
 $\cos\varphi$ – võimsustegur.

Suuremate tarbijate jaoks kasutatakse kolmefaasilist süsteemi, kuna sama voolutugevuse juures saame suurema võimsuse. Sama suure ristlõikega kaabli korral saame ühendada võimsama tarbija. Kolmefaasiliste pistikupesade nimivoolud on tihti ka üle 16 A. Kasutades valemit 5.2, saame 16 A kolmefaasilise tarbija maksimaalseks aktiivvõimsuseks 11,1 kW.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cos\varphi, \quad (5.2)$$

kus U – pinge kahe faasi vahel,
 I – tarbitav vool,
 $\cos\varphi$ – võimsustegur.

Näiteks köögis töötasapinnal paiknevad pistikupesad on tihti ühes grupis ning nendesse võidakse ühendada kohvimasin, veekeetja, mikrolaineahi ja teised suure võimsusega seadmed. Nende seadmete summaarne võimsus võib ületada lubatud piiri, kuid nende samaaegne täisvõimsusel töötamine on vähetõenäoline ning ahelat arvatavasti üle ei koormata. Kui me arvestaksime jõupaigaldise projekteerimisel ainult seadme maksimaalse võimsusega, siis saaksime grupeerimisel teha tunduvalt väiksemad grupid ning gruppide arv ning elektripaigaldise ehitamise kulud suureneksid märkimisväärselt.

Madalpingelistel elektritarvititel peab olema ette nähtud nii põhi- kui ka rikkekaitse, mille alusel jagatakse elektriseadmed kolme klassi:

- I klassi elektriseade – lisaks põhiisolatsioonile kasutatakse pingealtide juhtivate osade ühendamist kaitsejuhiga.
- II klassi elektriseade – varustatud kaitseisolatsiooniga ehk kahekordse või tugevdatud isolatsiooniga. II klassi elektriseadet ei saa ühendada kaitsejuhiga.
- III klassi elektriseade – kaitse elektrilöögi eest saavutatakse kaitsevääikepinge toitel (SELV, PELV). Seadmed ei vaja kaitsemaandust [2].

Lisaks võib vanadel elektriseadmetel kohata 0-klassi, kus kaitse elektrilöögi eest tagatakse ainult põhiisolatsiooniga. Pingealtide juhtivaid osi ei saa ühendada kaitsejuhiga. 0 klassi elektriseadmete müük ja kasutamine on tänapäeval keelatud, sest nad kujutavad endast suurt elektritrauma ohtu [2].

Kõiki elektriseadmeid pole vaja maandada ning teatud seadmete puhul tohib kasutada ilma maanduskontaktita pistikupesasid. Näiteks tihti on teler ja teised koduelektronikaseadmed II klassi seadmed, millele saaks paigaldada ilma maanduskontaktita pistikupesa. Siiski on eramutes soovitatav üldkasutatavad pistikupesad varustada maanduskontaktiga, et uue seadme paigaldamisel poleks vaja elektripaigaldist ümber ehitada.

Näiteks on võib elektripliidi võimsus olla umbes 6 kW. Paljud tootjad võimaldavad seda võimsust erinevalt faasida vahel ära jagada. Selleks on seadme toiteklemmidel sillad, mille lisamise või eemaldamisega saab faaside kasutamise arvu muuta. Kui jagame 6 kW koormuse kolme faasi vahel võrdselt ära, siis saame iga faasi vooluks 8,7 amprit. Sellisel juhul saame kasutada 2,5 mm² ristlõikega vaskkaablit ning kaitseüliti nimivool võib olla 16 amprit. Kui me sildaksime klemmid ning kasutaks ainult üht faasi, saame faasivooluks 26,1 amprit. See voolutugevus ületab hoone peakaitsme nimivoolu suuruse, milleks on 3x25 A.

Tabelis 5.1 on välja toodud eramusse planeeritavad elektriseadmed, nende ligikaudsed võimsused, liini kaitsvad kaitseülitid ja kasutatavad kaablimargid. Pistikupesade liinidel on kasutatud 16 A kaitseüliteid ja 2,5 mm² ristlõikega kaableid. Valgustite ahelate võimsused on väiksemad ning nende liinide ees on 10 A kaitseautomaadid ning ühendatud on 1,5 mm² ristlõikepindalaga kaablitega.

Tabel 5.1. Peajaotuskeskuse liinide võimsused, kaitselülitiid ja kaablid

Grupi nr	Tarbija nimetus	Võimsus, kW	Kaitselüliti	Kaablimark
1	Elektripliit	6,0	C16	PPJ 5G2,5
2	Maasoojuspump	6,0	C16	PPJ 5G2,5
3	Ventilatsiooniseade	1,0	C16	PPJ 3G2,5
4	Nõrkvoolukilp	0,1	B10	PPJ 3G1,5
5	Valvekeskus	0,1	B10	PPJ 3G1,5
6	Küttekollektor	0,1	B10	PPJ 3G1,5
7	Pistikupesad köögis	2,5	B16	PPJ 3G2,5
8	Pistikupesad esikus ja elutoas	0,7	B16	PPJ 3G2,5
9	Pistikupesad kabinetis ja sauna eesruumis	0,5	B16	PPJ 3G2,5
10	Pistikupesad magamistubades	0,5	B16	PPJ 3G2,5
11	Pistikupesad 2. korrusel trepihallis	0,3	B16	PPJ 3G2,5
12	Nõudepesumasina pistikupesa	2,5	C16	PPJ 3G2,5
13	Pistikupesad WCs, duširuumides, pistikupesa pesumasinale	2,5	C16	PPJ 3G2,5
14	Pistikupesad hoone välisseinal	0,5	C16	PPJ 3G2,5
15	Valgustus hoone välisseinal	0,3	C10	PPJ 3G1,5
16	Valgustus duširuumides	0,3	C10	PPJ 3G1,5
17	Valgustus 1. korruse kuivades ruumides	0,5	C10	PPJ 3G1,5
18	Valgustus 2. korruse kuivades ruumides	0,3	C10	PPJ 3G1,5

6. VALGUSTUSPAIGALDIS

Projektis on ette nähtud valgustuse lülitite ja kaablite paigaldamine. Valgustite jaoks tuuakse seinast või laest välja toitekaabel. Kuna eramutele pole esitatud nõudeid valgustiheduse osas, siis võib tellija valida hiljem endale meelepärased valgustid ning ehitaja ei pea hakkama valgustite valikut tellijaga kooskõlastama. Hoone esimese ja teise korruse valgustuse plaanidel on lisaks lülititele, kaablitele ning valgustite asukohtadele näidatud ka harutoosid. Tihti eraldi harutoose lae alla ei paigaldata ning vajalikud elektrilised ühendused tehakse lülitite taga seadmetooside sees.

Valgusvoog ϕ on suurus, mis iseloomustab lambi kiirgusvoo valguslikku toimet ehk kui palju valgust lambist välja tuleb. Valgusvoo ühikuks on lumen (lm).

Valgustustihedus E on suurus, mis iseloomustab pinnale langev valgusevoog pinnauhiku kohta. Valgustustiheduse ühikuks on luks (lx), mis on avaldatud valemiga 6.1 [17].

$$E = \frac{\phi}{S}, \quad (6.1)$$

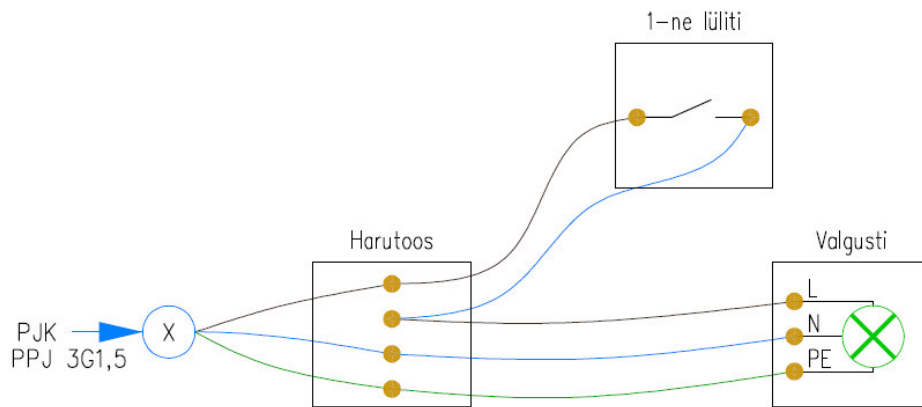
kus ϕ – valgusvoog,

S – pinna suurus, millele valgus langeb.

Eramutes pole valgustustiheduse jaoks eraldi nõudeid kehtestatud. Hoonetes, kus inimesed töötavad, on erinevate ruumide vajalikud valgustustiheduse väärtused kindlaks määratud standardiga EVS-EN 12464-1:2011 „Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad“. Valgustustihedus on üks suurustest, mille minimaalne suurus on sisetöökohadel määratud. Näiteks on büroopindadel kirjutamise, lugemise ja andmetöötlusega seotud tööde korral nõutud töötasapinnal keskmist valgustustihedust 500 lx [18]. Nõutud väärtuse saavutamiseks vajaliku valgustite arvu ja paigutuse kindlaks määramiseks tuleb valida välja konkreetsed valgustid ning teostada valgusarvutused näiteks arvutusprogrammiga DIALux. Arvutuste jaoks peab olema valgusti tootja poolt väljastatud arvutusfail selle valgusti kohta.

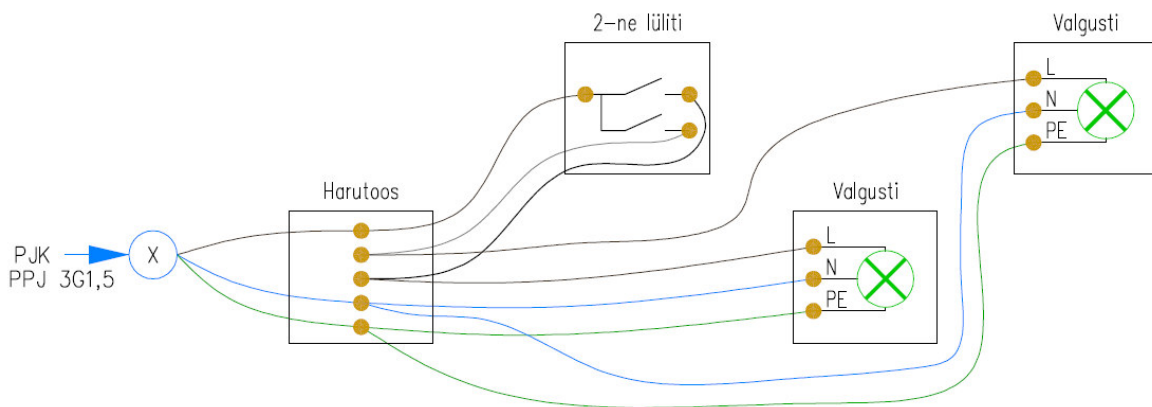
Joonisel 6.1 on välja toodud ühendusskeem, kus valgustit lülitatakse lihtlülitite abil. Harutoosi tuuakse peajaotuskeskusest toitekaabel PPJ 3G1,5, mille neutraaljuht ja PE-juht ühendatakse ühendusklemmide abil valgustisse mineva PPJ 3G1,5 kaabli vastavate juhtidega. Harutoosi tulev faasijuht ühendatakse lülitisse mineva PPJ 2x1,5 kaabli ühe soonega. Lülitite juures tehakse ühendus

mõlema PPJ 2x1,5 kaabli soonega. Lüliti üks klemmi on pidevalt pinge all ning teise klemmi olek sõltub lüliti asendist. Tagasi harutoosi minev kaablisoon ühendatakse valgustisse mineva PPJ 3G1,5 kaabli faasijuhiga. Lüliti lülitamisega saab muuta, kas toide jõuab valgustini või ainult lülitini.



Joonis 6.1. Lihtlüliti ühendamise skeem

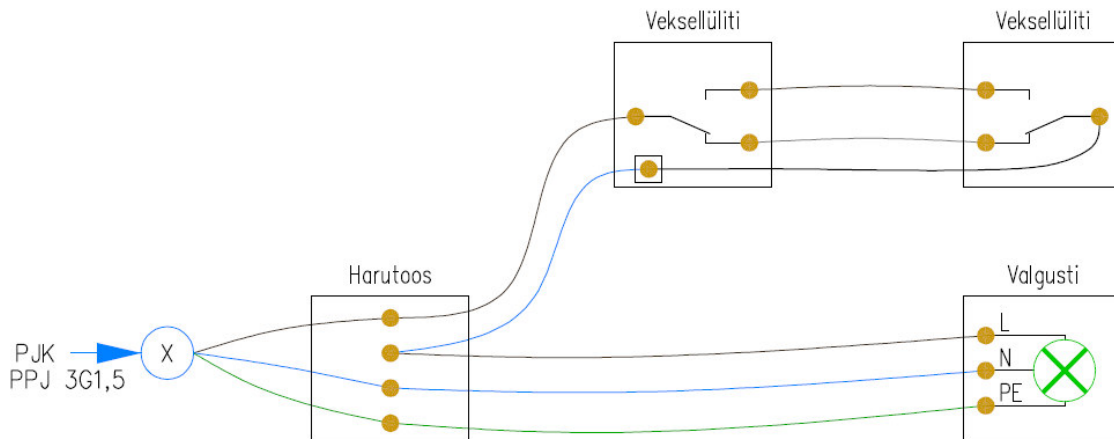
Joonisel 6.2 on välja joonistatud ühendusskeem grupilüliti kasutamisel. Sellises olukorras samuti ühendatakse valgustitesse minevad PPJ 3G1,5 kaablite neutraal- ja PE-juhid peajaotuskeskusest tuleva kaabli vastavate soontega. Harutoosi ja lüliti vahele paigaldatakse kaabel PPJ 3x1,5, mille üks soon on pidevalt pinge all. Teiste kahe soone olek ning valgustite toited sõltuvad lüliti kummagi klahvi asenditest.



Joonis 6.2. Grupilüliti ühendamise skeem

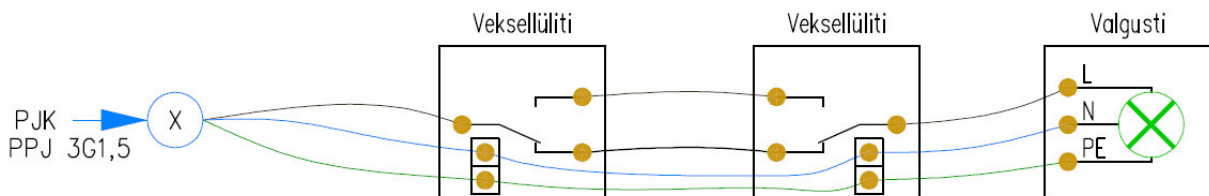
Veksellüliteid kasutatakse, kui on vaja sama valgustit lülitada kahest kohast. Sellisel juhul pole lülititel kindlat asendit ehk ei saa lüliti ülemise asendi põhjal väita, kas valgusti on sisse lülitatud või mitte. Veksellülite ühendamiseks on mitu võimalust. Joonisel 6.3 on välja toodud olukord, kus harutoosist hargneb eraldi kaabel lülitile ja valgustile. Joonisel 6.4 on vekslite ühendusskeem, kus lülitid ühendatakse läbijooksuga.

Joonisel 6.3 minnakse harutoosist esimese veksellülitini PPJ 2x1,5 kaabliga. Kahe vekslite vaheline kaabeldus teostatakse PPJ 3x1,5 kaabliga, mille teise vekslite poolne ots ühendatakse lüliti kõigi kolme klemmiga. Teise otsa kaks soont ühendatakse esimese vekslite kahe klemmiga. Kolmas soon, mis tuleb vekslite üksikust klemmist, ühendatakse harutoosi mineva PPJ 2x1,5 ühe soonega klemmühenduse abil. Harutoosi ja valgusti vahele paigaldatakse kaabel PPJ 3G1,5. Kui mõlemad veksellülid on kas ülemises või alumises asendis, siis on valgustil toide peal. Kui lülid on erinevates asendites, siis on vooluring katkestatud ning valgusti ei põle.



Joonis 6.3. Kahe veksellülite ühendamise skeem

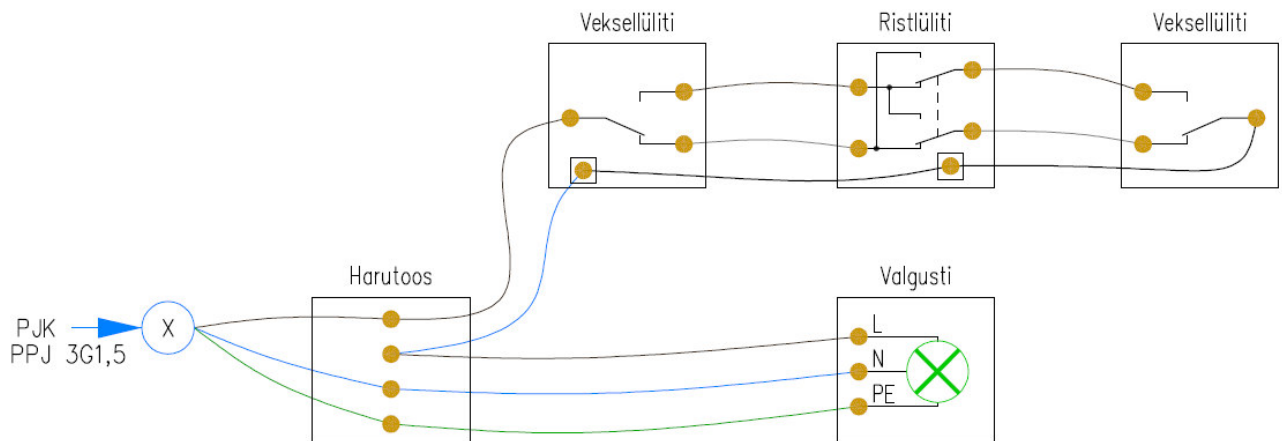
Teine variant veksellülite ühendamiseks on välja toodud joonisel 6.4. Sellisel juhul pole vaja harutoosis ühendust teha ning võib toitekaabli tuua esimese veksellülite tagusesse seadmetoosi. Lülite juures tehakse ühendus faasijuhi ja vekslite üksiku klemmiga. Neutraaljuht ja PE-juht ühendatakse ühendusklemmide abil vekslite vahele paigaldatava PPJ 4G1,5 kaabli vastavate soontega. Vekslite topeltklemmid ühendatakse PPJ 4G1,5 kaabli faasisoontega. Teisest veksellülitist minnakse valgustisse PPJ 3G1,5 kaabliga.



Joonis 6.4. Kahe veksellülite ühendamise skeem

Kui valgustit on vaja lülitada kolmest või enamast kohast, siis kasutatakse lisaks veksellülitele ka ristlüliteid. Ristlüliteid võid lülitusahelas olla rohkem kui üks. Joonisel 6.5 on välja toodud ühendusskeem kahele veksellülitele ja ühele ristlülitele. Ristlülitel on kaks asendit. Ühes asendis

ühendatakse klemmid paralleelselt kokku ehk mõlema poole alumised klemmid omavahel kokku ja ülemised klemmid samuti omavahel kokku. Teises asendis ühendatakse klemmid risti ehk ühe poole alumine klemm teise poole ülemise klemmiga kokku. Ühendamispõhimõte on sarnane joonisel 6.3 kirjeldatud skeemile. Lisatud on kahe vekseli vahel ristlüliti, mis ühendatakse kummagi veksellülitiga PPJ 3x1,5 kaabli abil. Sellisel juhul saab kolmest kohast valgustit sisse ja välja lülitada.



Joonis 6.5. Kahe veksellüliti ja ühe ristlüliti ühendamise skeem

Ehituse käigus paigaldatakse lülitid ja kaabeldus. Valgustite jaoks jäetakse laest või seinast välja kaablivaru. Valgustite paigaldamisel peab tellija arvestama vastavasse keskkonda paigaldamise nõuetega. Näiteks vannituppa tsoonidesse 1 ja 2 paigaldatavate valgusti peab olema kaitstud igast suunast pritsiva vee eest ehk tema kaitseaste peab olema vähemalt IPX4.

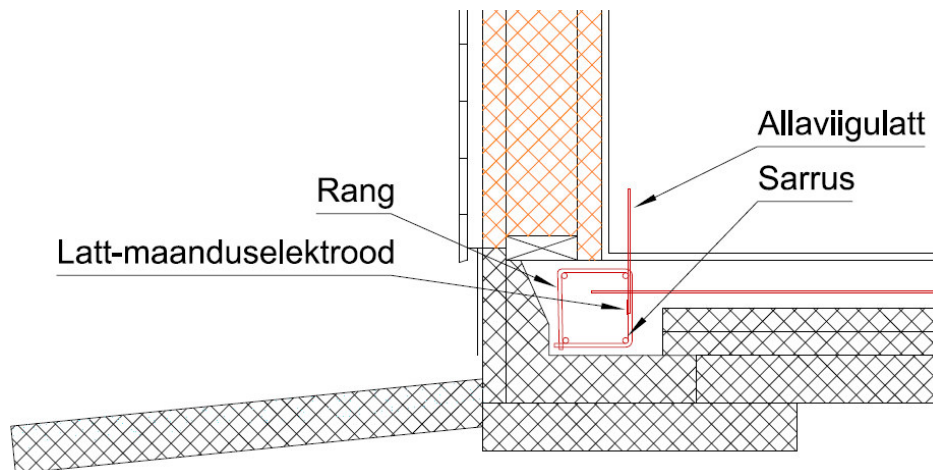
7. MAANDUSPAIGALDIS

Maandamiseks nimetatakse seadme või seadme osa galvaanilist ühendamist maaga maandusjuhtide ja -elektroodide abil. Maa on juhtiv aines, mille potentsiaal on kokkuleppeliselt igas punktis null. Maandamine võib olla vajalik elektriohutuse tagamiseks ehk kaitsemaanduseks või elektriseadme normaalseks talitlemiseks ehk talitusmaanduseks.

Hoonete maanduspaigaldised on kirjeldatud standardis EVS-HD 60364-5-54:2011 „Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine, kaitsejuhid ja kaitse-potentsiaaliühtlustusjuhid“. Maandussüsteemi ühendus maaga peab olema töökindel, taluma maaühendusvoolusid ja kaitsejuhi maandusvoolusid ilma soojuslikest, soojuslikmehaanilistest ja elektromehaanilistest toimetest tuleneva ohuta ja nendest vooludest tingitud elektrilöögi ohuta. Samuti peab ühendus olema tugev või mehaaniliselt kaitstud, piisavalt korrosioonikindel ning peab vajadusel vastama ka talitusnõuetele. Uusehitiste rajamisel on vundamendimaanduri kasutamine parim lahendus, sest see ei vaja lisa kaevetöid, tagab hea kontakti pinnasega, kasutab suurimal võimalikul määral ehitise pindala ning tagab sellele pindalale vastava vähima võimaliku maandustakistuse. Maanduselektroodi liigi ja paigaldussügavuse valikul tuleb arvestada kohalikke olusid, et pinnase kuivamine ja külmumine ei suurendaks maandustakistust sel määral, et see halvendaks kaitset elektrilöögi eest. Vundamendimaandur paikneb sellisel sügavusel, millele ei mõju aastaegade vaheldumisest tingitud ilmastiku toimed. Tänu eelmainitud eelistele on vundamendimaanduri eeldatav eluiga vähemalt sama pikk kui hoonel. Paljudes Euroopa riikides on uutel ehitistel nõutud vundamendimaanduri kasutamist [19].

Vundamendimaanduris võib maanduselektroodidena kasutada vaskjuhet, terasjuhet ja ribaterast. Kui hoone mõõtmed ei ületa ligikaudu 20 x 20 meetrit, siis võib kasutada maanduselektroodidena tsinkimata või tsingitud 30 x 3,5 mm ribaterast hoone välisseinte aluse vundamendi sees. Sellisel juhul on maandustakistuse väärtus enamasti vahemikus 1 kuni 10 oomi. Tavalisel loetakse piisavaks maandustakistuse väärtuseks 10 kuni 30 oomi ning selline väärtus tagab rikke korral puutepinge alla 50 V. Kui maandustakistuse mõõtmise käigus ei saavutata piisavalt väikest takistuse väärtust, siis tuleb lisada elektroode pinnasesse. Suuremate hoonete vundamendimaanduse puhul tuleb kasutada vundamendis lisaelektroode, et silmuse suurus ei ületaks 20 meetrit ehk hoone igast punktist peab olema vertikaalne kaugus maanduselektroodini maksimaalselt 10 meetrit. Maanduspaigaldise allaviiguks võib kasutada samuti ribaterast, mis ühendab vundamendisest maanduselektroode peamaanduslatiga [20].

Vundamendimaanduri elektroodi saab paigaldada vundamendikaeviku põhja kandevaiadele. Kui hoones kasutatakse sarrusbetoonvundamenti, siis ühendatakse maanduselektrood sarrustega standardsete poltliidete abil. Hoone sarrusbetoonvundamendi lõige on välja toodud joonisel 7.1. Sarrused toetatakse rangidega, mille külge paigaldatakse poltliidete või keevitamise abil maanduselektrood. Jooniselt on näha rangi külge kinnitatud 30x3,5 mm tsinkimata teraslatist maanduselektrood ja maanduspaigaldise allviigulatt.



Joonis 7.1. Sarrusbetoonvundamendi lõige

Tabelis 7.1 on välja toodud maandusjuhtide vähimad lubatud ristlõiked, mis tagavad maanduspaigaldise piisava töökindluse. Vundamendis on maanduselektrood kaitstud nii mehaaniliste vigastuste kui ka korrosiooni eest. Seega oleks terasest elektroodi vähim lubatud ristlõike pindala 10 mm². Projektis kasutatud 30x3,5 mm teraslati ristlõike pindala on 105 mm² ning tagab piisava vastupidavuse väliste toimete eest.

Tabel 7.1. Pinnases paiknevate maandusjuhtide vähimristlõiked

Kaitstud korrosiooni eest	Mehaaniliste kahjustuste eest kaitstud, mm ²		Mehaaniliste kahjustuste eest kaitsmata, mm ²	
	Vask	Teras	Vask	Teras
Kaitstud	2,5	10	16	16
Kaitsmata	25	50	25	50

7.1 Potentsiaaliühtlustus

Potentsiaaliühtlustuseks nimetatakse elektrilist ühendust, mis võrdsustab eri elektriseadmete pingeltide ja kõrvaliste juhtivate osade potentsiaali. Pingealdis juhtiv osa on näiteks metallist ventilatsioonitoru, mis normaalselt ei ole pingestatud, kuid võib sattuda pinge alla elektriseadme isolatsioonirikke tagajärjel [2].

Ehitiste elektrisisendites nähakse ette peapotentsiaaliühtlustus vastava klemmi või klemmlati abil. Iga juhti, mis on ühendatud peapotentsiaaliühtlustuslati ehk peamaanduslatiga, peab saama lahutada eraldi. Ühendused peavad olema töökindlad ja neid tohib saada lahutada üksnes tööriista abil. Näide OBO Bettermanni poolt toodetud peapotentsiaaliühtlustuslatist on välja toodud joonisel 7.2.



Joonis 7.2. OBO Bettermann peapotentsiaaliühtlustuslatti [21]

Peapotentsiaaliühtlustuslatiga ühendatakse:

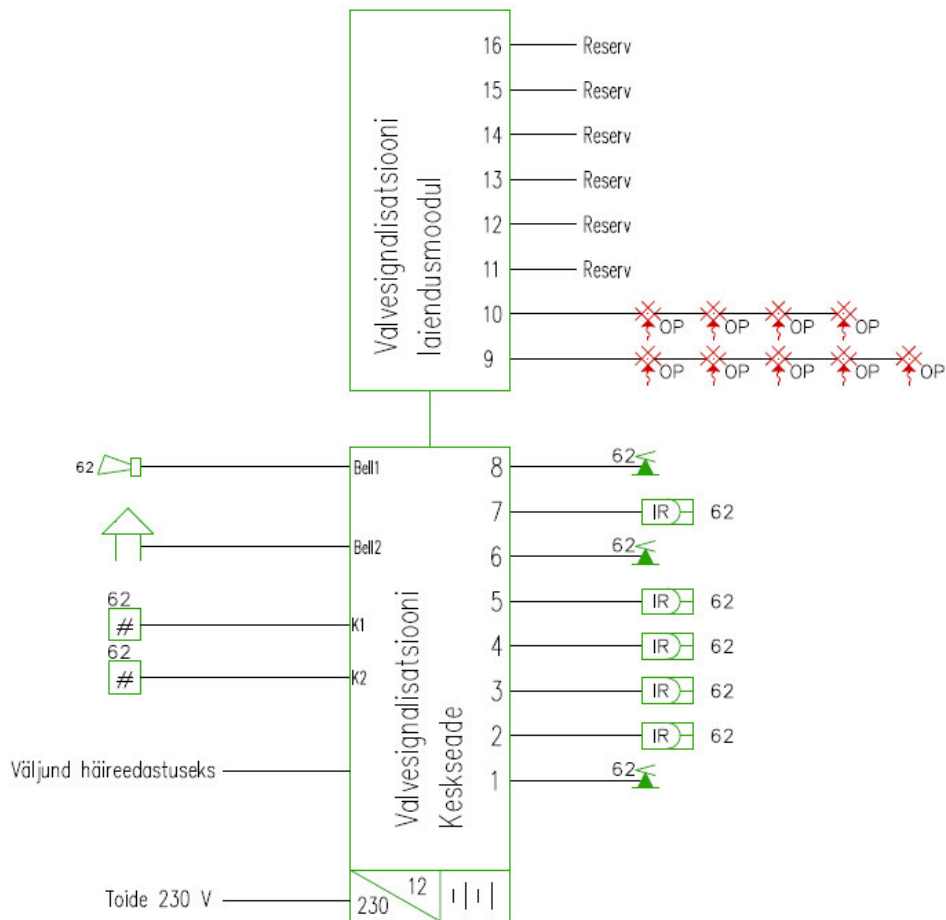
- kaitsejuht,
- maandusjuht,
- vee-, kanalisatsiooni-, kütte-, gaasi-, ventilatsioonitorustikud ja nende metallkandetarindid,
- ehitise metallosad ja terasbetoontarindite armatuur,
- antennide ja teiste sideseadmete maandusallaviigud,
- liigpingekaitseaparaadid [6].

8. NÕRKVOOLUPAIGALDIS

Nõrkvoolupaigaldis on elektripaigaldis, mis koosneb sidevõrgust, valvesignalisatsioonisüsteemist, televisioonivõrgust, automaatsest tulekahjusignalisatsioonisüsteemist, automaatikasüsteemidest, helindussüsteemist ja teistest sarnastest süsteemidest, mida iseloomustab suhteliselt nõrk vool, mille suurus on enamasti milliamprites, ja madal pinge, mille väärtus on alla 100 voldi. Eramutes on enamasti nõrkvoolusüsteemidest esindatud sidevõrk, valvesignalisatsioonisüsteem ja koaksiaalkaablivõrk. Nõrkvoolusüsteemide alla kuuluvad ka automaatikasüsteemid, mis võivad ulatuda näiteks lihtsast kütte juhtimisest kuni eemalt hallatava kogu hoonet hõlmava juhtimissüsteemini. Nõrkvoolusüsteemide osa hoonest on järjest kasvamas. Kasutatakse järjest enam juhtimissüsteeme, mille abil on võimalik saavutada rangeid energiakasutusnõuded, mis on hoonetele kehtestatud [22].

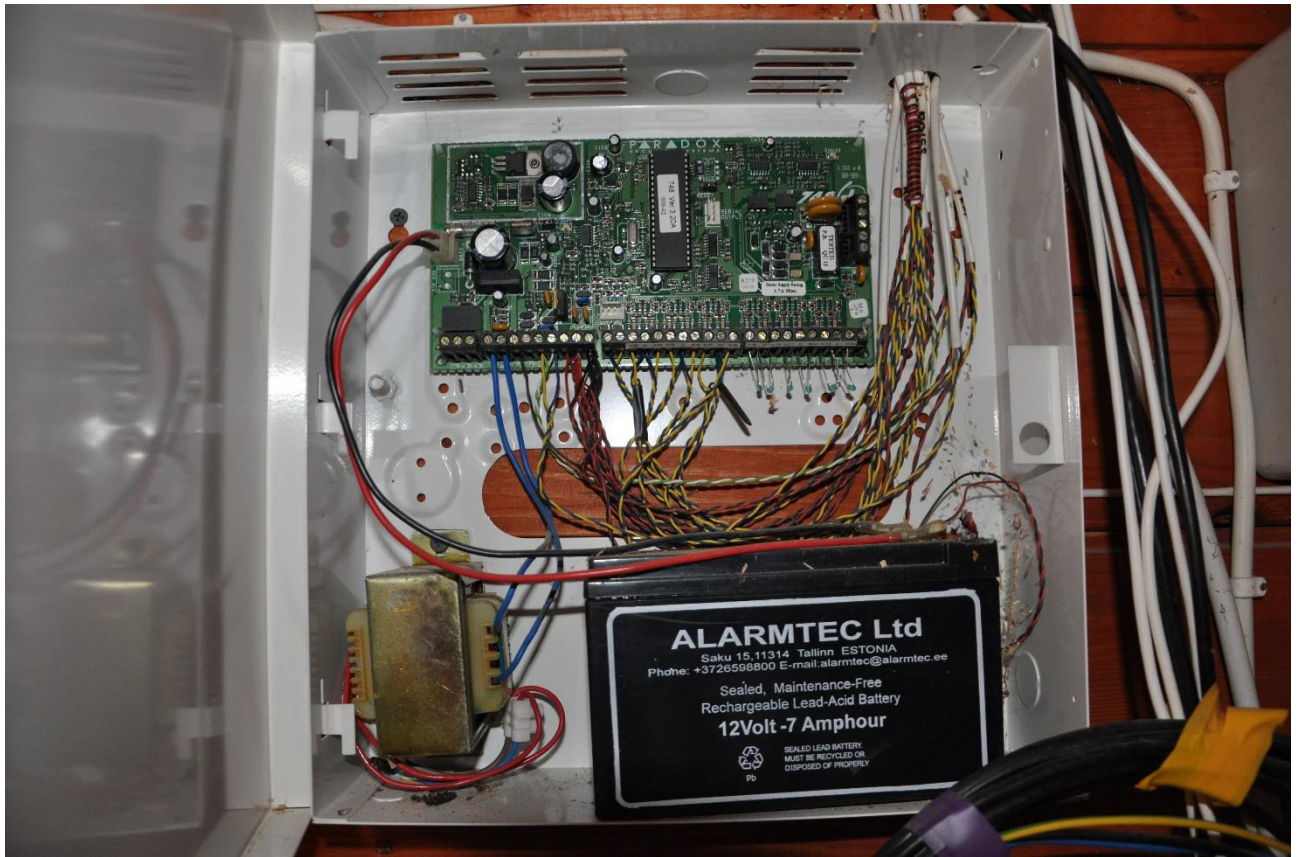
8.1 Valvesignalisatsioonisüsteem

Eramute valvesignalisatsioonisüsteem koosneb tihti keskseadmest, liikumisanduritest, ukse magnetanduritest, sireenidest, suitsuanduritest ja sõrmistikest. Valvesüsteemi keskseade paigaldatakse enamasti eraldi paigalduskasti, kus asub ka toiteplokk ja aku. Olenevalt keskseadme tootjast ja mudelist on erinev arv valvetsoone. Kui valvekeskusel olevate tsoonide arvust ei piisa, siis ühendatakse süsteemi vastav arv laiendusmooduleid. Iga liikumisandur ja ukse magnetandur ühendatakse eraldi tsooni, et oleks võimalik häire asukoht võimalikult täpselt ja kiiresti tuvastada. Kui valvesüsteemiga ühendatakse ka tulekahjuandurid, siis grupeeritakse mitu andurit kokku. Sellisel juhul saab häire asukohast teada piirkonna täpsusega. Häirest antakse teada sise- ja välisireeniga ning häireedastusega omaniku telefonile. Joonisel 8.1 on välja toodud projekteeritud valvesignalisatsioonisüsteemi struktuurskeem. Valvesüsteemi keskseadmest on 8 tsooni, kuhu ühendatakse välisuste magnetkontaktandurid ja esimesele korrusele paigaldatavad liikumisandurid. Süsteemi ühendatakse ka laiendusmoodul, millel on samuti 8 tsooni. Tsooni 9 ühendatakse kõik esimese korruse suitsuandurid ning tsooni 10 kõik teise korruse suitsuandurid. Tsoonid 11 kuni 16 on tühjad.



Joonis 8.1. Projekteeritud valvesignalsatsioonisüsteemi struktuurskeem

Joonisel 8.2 on näitena eraldi paigalduskastis paiknev valvesüsteemi keskseade. Joonisel on vasakul alumises osas näha toiteplokk ja paremal aku, mis tagab süsteemi töö välise toite katkemisel. Keskseadmega on ühendatud kõik hoones paiknevad valvesüsteemi andurid ja paigalduskastist väljaspool paiknev GSM häireedastusmoodul.



Joonis 8.2. Valvesignalisatsioonisüsteemi keskuse näide

8.2 Tulekahjusignalisatsioon

Vabariigi Valitsuse määruses nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatud tuleohutusnõuded“ on teiste hulgas määratud ka, millised nõuded on tuleohutuspäigaldistele, mille ülesandeks on tulekahju avastamine, tule ja suitsu piiramine, evakuatsiooni ohutuse tagamine ning päästemeeskondade ohutuse tagamine. Vastavalt määrusele eristatakse kolme tüüpi tulekahjusignalisatsiooni, milleks on:

- autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur, mis on lokaalne tulekahjusignalisatsiooniseade, mis samas korpuses sisaldab kõiki tulekahju avastamiseks ja helialarmi edastamiseks vajalikke komponente,
- autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem, mis on lokaalne elektrivõrku ühendatud seade, mille põhielementideks on autonoomsetest tulekahjusignalisatsioonianduritest moodustatud rühmad ja keskseade,
- automaatseks tulekahjusignalisatsioonisüsteemiks, mis on erinevatest komponentidest moodustatud süsteem ning annab automaatselt teate tekkinud tulekahjust ning oma töövalmidust ohustavast rikkest.

Määruse nr 315 alusel on elamutes nõutud autonoomse tulekahjusignalisatsioonianduri paigaldamine vähemalt ühte eluruumi [23]. Tegemist on minimaalse nõudega. Elamutesse võib paigaldada ka autonoomse või automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi.

Projektis on ette nähtud autonoomse tulekahjusignalisatsioonianduri asemel hoopis autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem ehk tulekahjusignalisatsiooniandurid ühendatakse valvesignalisatsioonisüsteemiga ühisesse süsteemi.

8.3 Andmesidevõrk

Eramu sidevarustuseks paigaldab sideteenuse pakkuja kas vasksoontega või fiiberoptilise kaabli eramu nõrkvoolujaotlani. Jaotlasse paigaldab sideteenuse pakkuja enda aktiivseadme, mille abil jõuab sideühendus jaotlani. Jaotlast töökohtade või teleriteni jaotamiseks paigaldab tellija eraldi aktiivseadmed nõrkvoolukeskusesse. Jaotlast kuni töökohtade läheduses oleva iga RJ45 pistikupesani paigaldatakse eraldi vasksoontega keerdparkaabel. Eramutes paigaldatakse tihti sidevõrgu RJ45 pistikupesad töökohtade ja telerite juurde ühisesse paigaldusraami koos tugevvoolu pistikupesadega.

9. LÜHISVOOLUDE ARVUTAMINE

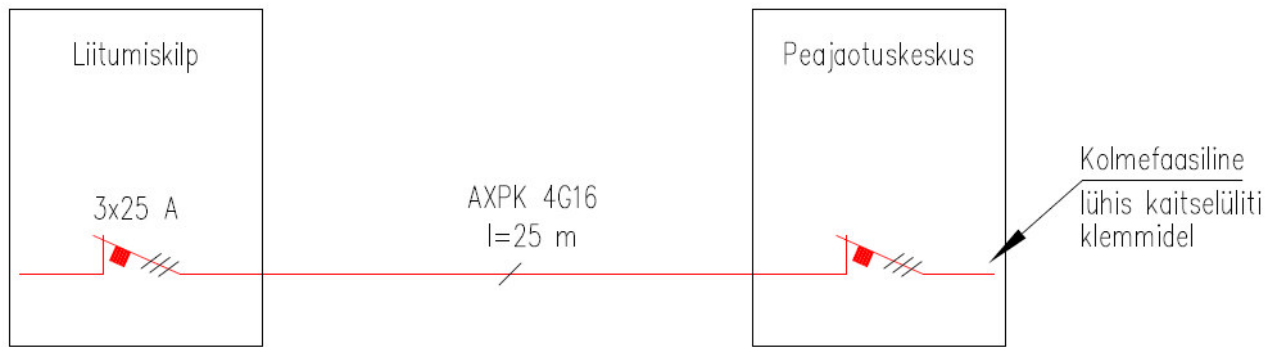
Lühis on elektriahela erinevate potentsiaaliga osade ühendus üle lõpmata väikese takistuse, mille tulemusena vool ahelas tõuseb järsult ning ületab tunduvalt püsitalituse lubatud suurima väärtuse. Praktikas võib esineda ühendust näiteks isolatsioonirikke tõttu erinevate potentsiaalide vahel, mille tulemusena vooluahel ei sisalda elektriseadme takistust vaid ainult kaabli takistust. Kuna kaablite takistus on tunduvalt väiksem tarviti omast, siis kasvab vool ahelas [24].

Lühisvoolusid võib esineda:

- kolme faasijuhi vahel,
- kahe faasijuhi vahel,
- faasi- ja neutraaljuhi vahel,
- faasijuhi ja maa vahel.

9.1 Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamine

Kõige sagedamini tuleb ette faasijuhi ja maa vahelist lühist, mida esineb 80 % juhtudest. Kahe faasi vahelisi lühiseid esineb 15 % kordadest ning ainult 5 % lühistest moodustavad lühised kolme faasi vahel. Sellegipoolest on vaja teada kolmefaasilise lühisvoolu suurust veendumaks, et aparatuur suudab lahutada maksimaalset lühisvoolu. Suurim vool tekib kolmefaasilise lühise puhul ning mööda võimalikult lühikest teekonda ehk lühis tekib jaotuskeskuses kaitselüliti klemmidel. Kolmefaasilise lühise tekkimise asukoha skeem on välja toodud joonisel 9.1. Lühise korral tekivad suured soojuslikud ja elektrodünaamilised mõjud, mida aparatuur peab taluma. Vastasel juhul võib kaitseaparatuur põlema süttida või korpus puruneda. Lühisetaluvus on voolutugevus, mida kaitseaparatuur peab suutma taluda ühe sekundi jooksul. Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamiseks saab kasutada valemit 9.1 [25].



Joonis 9.1. Kolmefaasilise lühise skeem

$$I_{sc3} = \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{sc}}, \quad (9.1)$$

kus I_{sc3} – vool kolmefaasilise lühise korral,
 U – kahe faasi vaheline pinge,
 Z_{sc} – kaabli ühe faasisoone näivtakistus.

Elektrilevi poolt väljastatud andmete põhjal on liitumiskilbis kolmefaasilise lühisvoolu suurus 1864 amprit. Valemist 9.1 saame avaldada ühe faasisoone takistuse, mis on välja toodud valemis 9.2.

$$Z_{sc} = \frac{U/\sqrt{3}}{I_{sc3}} \quad (9.2)$$

Arvutame välja ühe faasijuhhi takistuse valemi 9.2 põhjal:

$$Z_{sc} = \frac{400/\sqrt{3}}{1864} = 0,124 \, \Omega$$

Saadud takistus on kuni liitumispunktini. Saadud väärtusele hoone toitekaabli takistuse juurde liitmisel saame teada faasijuhtide takistuse alajaamast kuni hoone peakilbini. Tabelis 9.1 on välja toodud projektis kasutatud kaablite takistuste väärtused kaabli ühe kilomeetri pikkuse korral. Tavaliselt on alla 70 mm² ristlõikega kaablite reaktiivtakistus väike ning võime arvestada ainult aktiivtakistusega. Hoonesiseste kaablitenä on kasutatud AS Draka Keila Cables poolt toodetud PPJ tüüpi 1,5 ja 2,5 mm² ristlõike pindalaga sisepaigalduseks mõeldud vaskaableid. Hoone toitekaabliks valiti AXPK tüüpi 16 mm² ristlõike pindalaga alumiiniumkaabel pikkusega 25 meetrit.

Tabel 9.1. Ühe kilomeetri pikkuste kaablite takistused juhi temperatuuril 80 °C

Juhi ristlõige, mm ²	Vask			Alumiinium		
	Aktiivtakistus r	Reaktiivtakistus x	Näivtakistus z	Aktiivtakistus r	Reaktiivtakistus x	Näivtakistus z
1,5	14,62	0,115	14,62			
2,5	8,77	0,11	8,77			
16	1,415	0,09	1,418	2,324	0,09	2,326

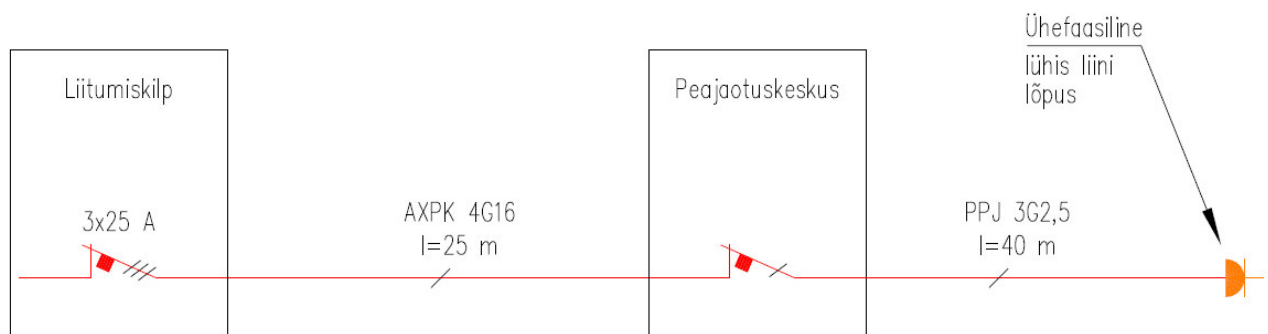
Saame välja arvutada kolmefaasilise lühisvoolu suuruse peajaotuskilbis.

$$I_{sc3} = \frac{400/\sqrt{3}}{0,124+0,025 \cdot 2,324} = 1268 \text{ A}$$

Saadud tulemuse põhjal saame määrata peajaotuskeskuse minimaalse lühisetaluvuse. Peajaotuskeskuse minimaalseks lühisetaluvuseks valime 4,5 kA. Samuti saame kontrollida, kas hoone toitekaabel vastab lühisetaluvuse nõuetele. AS Draka Keila Cables tootekataloogi põhjal talub kaabel AXPk 4G16 lühisvoolu 1 sekundi jooksul 1,5 kA, mis on suurem meie saadud tulemusest. Seega 16 mm² ristlõikega alumiiniumkaabli kasutamine on piisav ning kaabli ristlõiget suurendada pole vaja [26].

9.2 Ühefaasilise lühisvoolu arvutamine

Teine eesmärk lühisvoolude arvutamisel on kontrollimaks, kas kaitseautomaat rakendub kõige väiksema lühisvoolu korral ehk kas kaitse on valitud õige karakteristiku ja nimivooluga. Kõige väiksem lühisvoolu suurus tekib faasijuhi ja kaitsejuhi vahel ahela kõige kaugemas punktis. Sellise olukorra skeem on välja toodud joonisel 9.2.



Joonis 9.2. Ühefaasilise lühise skeem

See ühefaasilise lühisvoolu tugevus on arvutatav valemiga 9.3.

$$I_{sc1} = \frac{U_0 \cdot c}{Z_{sc} + Z_{Ln}}, \quad (9.3)$$

kus I_{sc1} – vool ühefaasilise lühise korral,

U_0 – faasipinge,

c – parandustegur, mis arvestab takistust kontaktides ja liitmikes,

Z_{sc} – faasijuhi näivtakistus,

Z_{Ln} – kaitsejuhi näivtakistus.

Mida pikem on ahel, seda suurem on kaabli takistus ning seda väiksem vool lühise korral tekib. Kiire väljalülituse tagab B-karakteristikuga kaitseautomaat 5-kordse nimivoolu korral ning C-karakteristikuga kaitse 10-kordse nimivoolu korral. Seega on näiteks B16 kaitsme kiireks rakendumiseks vaja lühisvoolu 80 amprit. Rikkesilmuse suurima lubatud takistuse saame valemist 9.4.

$$Z \times I_a \leq U_0, \quad (9.4)$$

kus Z_s – rikkesilmuse takistus,

I_a – voolutugevus,

U_0 – nimipinge.

Valemist järeldub, et B16 kaitseautomaadi kiireks rakendumiseks ei tohi rikkesilmuse takistus ületada 2,8 Ω . See takistus koosneb toiteallika takistusest ning faasi- ja kaitsejuhi takistusest toiteallikast rikkekohani.

Elektrilevi poolt väljastatud andmete põhjal on ühefaasilise lühisvoolu suurus liitumiskilbis 821 amprit. Valemist 9.3 saame avaldada faasijuhi ja kaitsejuhi takistuse kuni liitumispunktini, mis on välja toodud valemis 9.5.

$$Z_{sc} + Z_{Ln} = \frac{U_0 \cdot c}{I_{sc1}} \quad (9.5)$$

Faasijuhi ja kaitsejuhi takistus on:

$$Z_{sc} + Z_{Ln} = \frac{230 \cdot 0,95}{821} = 0,266 \Omega$$

Saadud tulemuse põhjal saame arvutada peajaotuskeskuse iga liini ühefaasilise lühisvoolu. Arvutame peajaotuskeskuse grupi number 1 ühefaasilise lühisvoolu. Kaabli pikkus on umbes 15 meetrit ja kaablisoone ristlõike pindala on 2,5 mm².

$$I_{sc1} = \frac{230 \cdot 0,95}{0,266 + 0,025 \cdot 2 \cdot 2,324 + 0,015 \cdot 2 \cdot 8,77} = \frac{218,5}{0,644} = 339,2 \text{ A}$$

Vastavalt elektrivõrgupoolsele takistusele ja kasutatud kaablite takistustele saab arvutada valemi 9.3 abil välja lühisvoolu iga ahela kõige kaugemas punktis. Arvutuste tulemused on välja toodud tabelis 9.2.

Tabel 9.2. Ühefaasiliste lühisvoolude arvutamine

Grupi nr	Kaitseautomaat	Kaabli ristlõige, mm ²	Liini pikkus, m	Hoonesisese kaabli takistus, Ω	Rikkesilmuse takistus, Ω	Ühefaasiline lühisvool, A	Nõutud lühisvool, A
1	C16	2,5	15	0,132	0,644	339,2	160
2	C16	2,5	10	0,088	0,557	392,6	160
3	C16	2,5	10	0,088	0,557	392,6	160
4	B10	1,5	5	0,073	0,527	414,3	50
5	B10	1,5	5	0,073	0,527	414,3	50
6	B10	1,5	10	0,146	0,674	324,4	50
7	B16	2,5	15	0,132	0,644	339,2	80
8	B16	2,5	35	0,307	0,995	219,6	80
9	B16	2,5	40	0,351	1,083	201,8	80
10	B16	2,5	35	0,307	0,995	219,6	80
11	B16	2,5	35	0,307	0,995	219,6	80
12	C16	2,5	20	0,175	0,732	298,5	160
13	C16	2,5	40	0,351	1,083	201,8	160
14	C16	2,5	35	0,307	0,995	219,6	160
15	C10	1,5	25	0,366	1,112	196,5	100
16	C10	1,5	25	0,366	1,112	196,5	100
17	C10	1,5	35	0,512	1,405	155,6	100
18	C10	1,5	30	0,439	1,258	173,6	100

Tabelist selgub, et iga liini ees olev kaitseautomaat rakendub lühise korral. Ühefaasiline lühisvool on igal juhul suurem kui kaitseautomaadi rakendumiseks vajalik voolutugevus. Kui mõne liini lühisvool oleks osutunud liiga väikeseks, siis oleks saanud olukorda parandada järgmiselt:

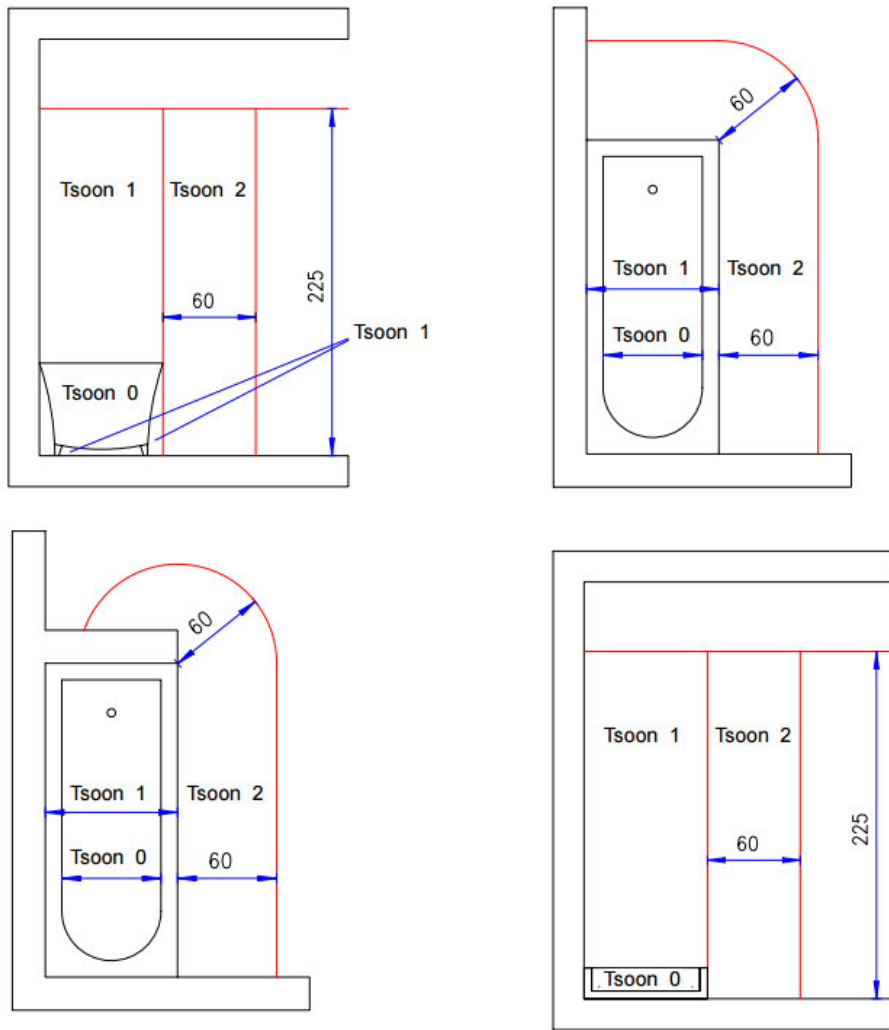
- kaabli ristlõike suurendamisel väheneb rikkeseilmus takistus ning lühisvool suureneb,
- liini pikkuse vähendamise teel oleks saanud kaabli takistust vähendada ning lühisvoolu väärtust suurendada,
- teise karakteristiku või madalama nimivooluga kaitseautomaadi valimisega oleks saanud vähendada nõutud lühisvoolu suurust.

10. ERIPAIGALDISED

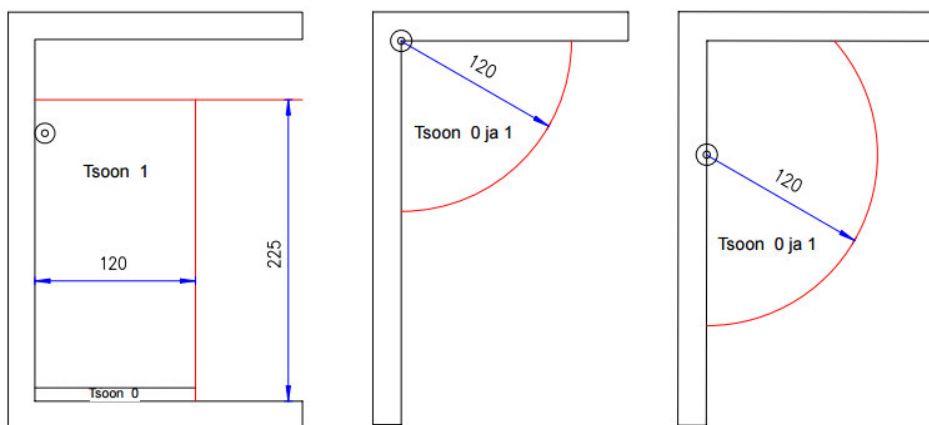
Vannitoad ja saunaruumid loetakse kõrgema elektriõhuga ruumideks. Nendes ruumides esineb kõrgemaid temperatuure ning rohkem niiskust ning sellest tulenevalt on elektriseadmetele esitatud kõrgemad nõudmised. Sellistes ruumides on kindlaks määratud, milline peab olema elektriseadme minimaalne vastupidamisvõime niiskusele.

10.1 Vanne ja dušše sisaldavad ruumid

Vastavalt standardile „EVS-HD 60364-7.701:2007. Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 7-701: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid.“ kehtivad erinõuded ruumide kohta, milles asub kohtkindel vann või dušš, mis on ette nähtud kogu keha pesemiseks. Vanne ja dušše sisaldavates ruumides tuleb igale ahelale ette näha kaitse rikkevoolukaitseaparaadi abil, mille nimivool on kuni 30 mA. Samuti on nõutud nendes ruumides lisapotentsiaaliühtlustust kõigi pingeldiste ja kõrvaliste juhtivate osadega. Standardi kohaselt on sellised ruumid jaotatud tsoonideks ning on nõuded erinevatesse tsoonidesse paigaldatavate elektriseadmete kohta. Joonisel 10.1 on välja toodud tsoonijaotus vannitoas ja joonisel 10.2 on näidatud tsoonide jaotus dušširuumides [27].



Joonis 10.1. Tsoonide jaotus vannitoas [16]



Joonis 10.2. Tsoonide jaotus duširuumis [16]

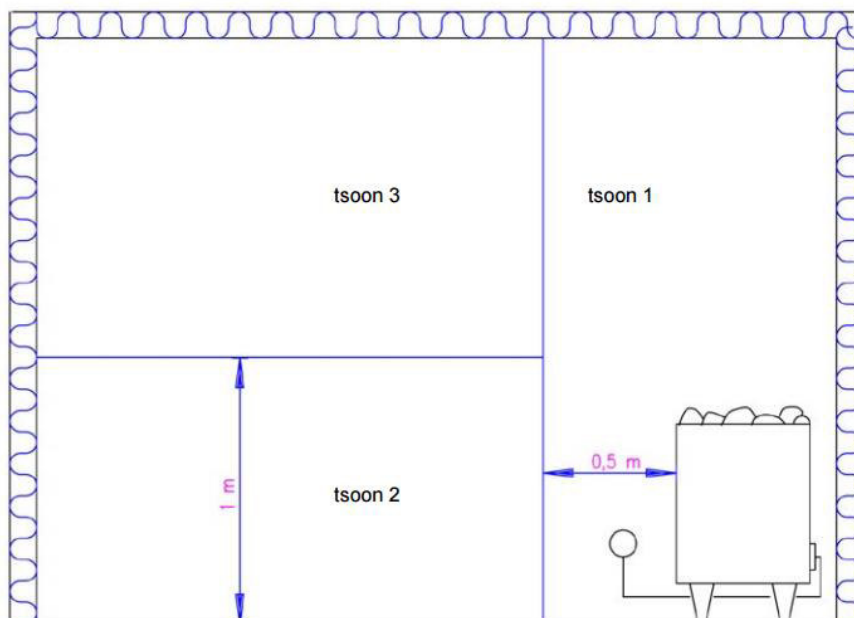
Elektriseadmete minimaalsed kaitseastmed erinevates tsoonides peavad olema:

- tsoonis 0 – IPX7,
- tsoonis 1 – IPX4,
- tsoonis 2 – IPX4 [27].

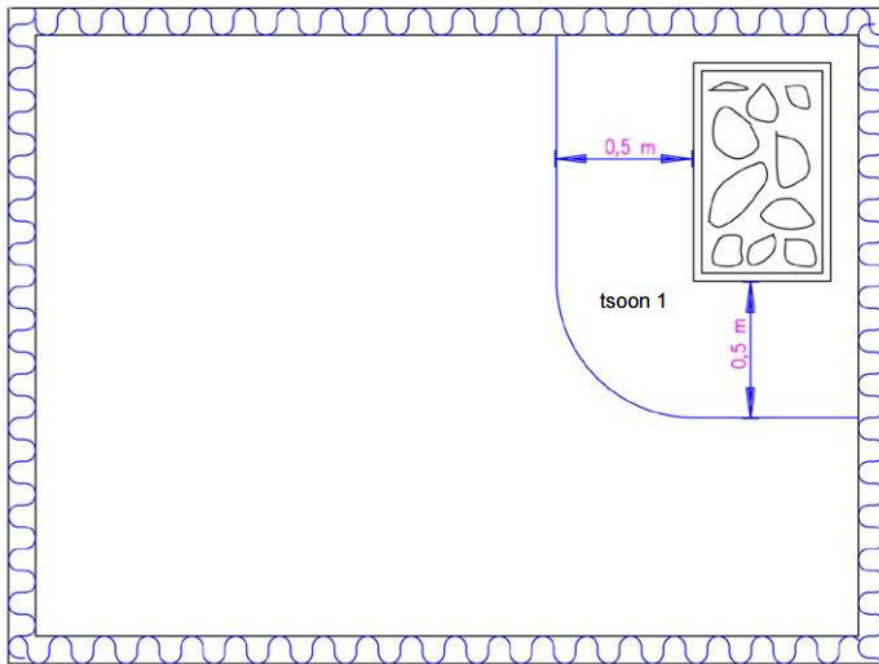
Tsooni 0 ei tohi paigaldada ühtegi lülitusaparaati ega paigalduskomponenti. Tsoonis 1 tohib olla harukarpe ja elektritarvitite ühenduskomponente. Tsoonis 2 tohib kasutada pistikupesadest erinevaid paigalduskomponente. Tsoonides 1 ja 2 tohib kasutada SELV ja PELV süsteemi paigalduskomponente, mille pinge vahelduvvoolu korral ei ületa 25 V või alalisvoolu korral ei ületa 60 V ning mille toiteallikas on väljaspool tsoone 0 ja 1.

10.2 Saunakeriseid sisaldavad ruumid

Standard „EVS-HD 60364-7-703:2006 Ehitiste elektripaigaldised. Osa 7-703: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Saunakeriseid sisaldavad ruumid ja kabiinid“ kirjeldab nõudeid ruumi kohta, milles paikneb saunakeris või sauna kütteseadmed. Samuti kehtib standard kohapeal ehitatud saunakabiinide kohta, kuid ei kehti tehasetooteliste saunakabiinidele. Pole täpsustatud kütтелиiki, seega kehtib nii elektrikeriste kui ka küttepudega köetavate keriste kohta. Saunaruumid jaotatakse kolme tsooni, mis on välja toodud joonistel 10.3 ja 10.4.



Joonis 10.3. Sauna tsoonijaotuse eestvaade [16]



Joonis 10.4. Sauna tsoonijaotuse pealtvaade [16]

Kui ruumis paikneb keris või sauna kütteseade, siis loetakse alati kogu ruum saunaks. Tsooni 1 võib paigaldada ainult kerise ja selle juurde kuuluvad elektriseadmed. Tsoonis 2 võivad olla elektriseadmed ning neile on kehtestatud ainult nõuded IP astmetele. Seadmete kuumuskindlusele nõudeid pole esitatud. Tsoonis 3 olevad elektriseadmed peavad vastama nii IP astmete nõuetele kui ka kuumustoimetele. Saunas olevad elektriseadmed peavad olema vähemalt kaitseastmega IP24. Kui puhastamine toimub veejoa abil, siis on nõutud kaitseaste IPX5. Tsoonis 3 asuvad elektriseadmed peavad taluma ümbruse temperatuuri vähemalt 125 °C. Saunaruumide tsoonid ei lõppe seinaga ära, vaid on kuni külma pinnani. Tsoonides 1 ja 3 ehk soojusisolatsiooni kuumale poolele paigaldatud kaablid peavad taluma vähemalt 170 °C temperatuuri. Leiliruumidesse ei tohi paigaldada pistikupesasid. Saunas tohivad olla ainult kerise juurde kuuluvad lülitusseadmed [28].

10.3 Elektriseadmete kaitseastmed

Elektriseadme kaitseaste ehk IP-kood või IP-aste määrab seadme kaitsevõimet väliste toimete eest. IP-kood koosneb kahest numbrist, millest esimene määrab seadme kaitsevõime võõrkehade eest, milleks võib olla näiteks tolm. Koodi teine number näitab seadme vastupidamisvõime niiskuse eest. Kaitseaste kirjeldamiseks on kasutusele võetud ka lisatäht, mis näitab inimese juurdepääsu ohtlikele osadele. Lisatähe kasutamine pole kohustuslik. Kui koodi üks number pole määratud, siis kasutatakse selle asemel tähte X. Näiteks kui projektis nähakse ette seade, mis peab olema kaitstud

igast suunast pritsiva vee eest, kuid kaitse tolmu eest pole määratud, siis võib seadme kirjeldamisel kasutada koodi IPX4. Tabelis 10.1 on välja toodud kaitseastmed tolmu eest ning tabelis 10.2 kaitseastmed niiskuse eest. Tabelis 10.3 on näidatud kaitseastme lisatähe tähendused.

Tabel 10.1. Kaitseaste tolmu vastu [22]

Tähis	Kaitse võõrkehade sissetungimise eest
0	Kaitset pole
1	Võõrkeha läbimõõt ≥ 50 mm
2	Võõrkeha läbimõõt $\geq 12,5$ mm
3	Võõrkeha läbimõõt $\geq 2,5$ mm
4	Võõrkeha läbimõõt ≥ 1 mm
5	Kaitse tolmu eest
6	Tolmutihe ehitus

Tabel 10.2. Kaitseaste niiskuse vastu [22]

Tähis	Kaitse vee sissetungimise eest
0	Kaitset pole
1	Kaitse vertikaalselt langevate veepiiskade eest
2	Kaitse $\leq 15^\circ$ vertikaalist langevate veepiiskade eest
3	Kaitse $\leq 60^\circ$ vertikaalist langevate veepiiskade eest
4	Kaitse igast suunast pritsiva vee eest
5	Kaitse igast suunast tuleva veejoa eest
6	Kaitse igast suunast tuleva tugeva veejoa eest
7	Kaitse kuni pooleks tunniks vee alla uputamise eest
8	Kaitse kestva sukelduse eest teatud sügavusele

Tabel 10.3. Kaitse inimese juurdepääsu eest ohtlikele osadele [22]

Tähis	Kaitse inimese juurdepääsu eest ohtlikele osadele
A	Juurdepääsu eest käeseljaga
B	Juurdepääsu eest sõrmega
C	Juurdepääsu eest tööriistaga
D	Juurdepääsu eest traadiga

11. KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö ülesandeks oli koostada tugev- ja nõrkvooluprojektid eramule. Objektiks valisin kahekorruselise ühepereelamu aadressiga Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa. Projekt hõlmas jõu-, valgustus- ja nõrkvoolupaigaldist. Samuti käsitlesin lõputöö raames elektrivõrguga liitumist ning liitumiskaabli paigaldamist. Lisaks kirjeldasin maanduspaigaldise ehitamist ja potentsiaaliühtlustust.

Magistritöö alguses kirjeldasin ehitusprojekti erinevaid staadiumeid, milleks on eelprojekt, põhiprojekt ja tööprojekt. Igal staadiumil on erinev eesmärk. Eelprojektis kirjeldatakse kasutatavaid tehnilisi lahendusi ning selle põhjal peab olema võimalik määrata ehituse orienteeruv maksumus. Põhiprojektis täpsustatakse tehnilist kirjeldust tasemeni, mis võimaldaks korraldada ehitushanke. Tööprojekt peab olema piisava täpsusega, mis võimaldab toetada ehitustöid. Näididprojekt on koostatud põhiprojekti staadiumis. Töös kirjeldati omavalitsuse poolt projekteerimistingimuste väljastamist ja selle sisu.

Elektrivõrguga liitumise peatükis kirjeldati Elektrilevi OÜ madalpinge liitumise tehnilisi tingimusi. Vastavalt tingimustele peab klient ehitama oma vajadustele vastava liini kuni hoone peajaotuskeskuseni. Liitumiskaabel paigaldatakse pinnasesse. Kasutatakse maakaablit AXPK 4G16, mis paigaldatakse vähemalt 0,7 meetri sügavusele. Kaabli kaitsmiseks tulevaste kaevetööde käigus tekkivate võimalike vigastuste vältimiseks paigaldatakse kogu liini ulatuses kaabli kohale 0,3 meetri kõrgusele maakaabli hoiatuslint. Liitumiskilbist kuni peajaotuskeskuseni on kaablil neli soont ehk kasutatakse TN-C juhistikusüsteemi. Hoones lahutatakse neutraaljuht kaitsejuhist ning lahutuskoht ühendatakse hoone kordusmaandusega. Hoonesisene juhistikusüsteem on TN-S.

Hoone peajaotuskeskus PJK paigaldatakse hoone esimesele korrusele tehnilisse ruumi. Peajaotuskeskusest saavad toite kõik hoonesse paigaldatavad elektriseadmed. Kuna hoonesse on planeeritud ka elektriseadmed, mis on liigpingete suhtes tundlikud, siis nähakse kilbi sisestusse ette 1+2 tüüpi liigpingepiirik. Piirik kaitseb pika ja lühikese lainepikkusega liigpingeimpulsside eest, tänu millele võivad näiteks välgulöögi tagajärjed olla tunduvalt väiksemad ning elektriseadmed sellele vastu pidada. Peajaotuskeskusest väljuvate liinide kaitseks nähakse neile ette automaatkaitseülilidid, mis kaitsevad lühise ja liigkoormuse eest. Hoones kasutati B- ja C-tüüpi kaitseüliliteid nimivooluga 10 ja 16 amprit. Pistikupesade liinidele, mida kasutavad tavaisikud, ning

niiskete ruumide valgustitele nähakse ette lisaks rikkevoolukaitselülitid, mille rakendumisvool on 30 milliamprit.

Jõupaigaldise peatükis käsitleti hoonesse paigaldatavate elektriseadmete võimsusi ning liinide koormamist erinevate elektriseadmetega. Hoonesse on projekteeritud nii ühe- kui ka kolmefaasilisi tarbijaid. Suurimad tarbijad on köögiseadmed ja tehnilised seadmed. Näiteks on maasoojuspump suure võimsusega kolmefaasiline tarbija ning kohtkindel seade, mille toitega tuleb juba projekteerimise käigus arvestada.

Eramusse on projekteeritud valgustuslahendus vastavalt kliendi soovile. Valgustuse peatükis käsitleti sisetöökohtade standardit, kuid see ei kehti eramute kohta. Seega võib tellija paigaldada oma soovidele vastavad valgustid ning valgusarvutuste teostamine pole nõutud. Ehitamise käigus paigaldatakse lülitid ja kaabeldus ehk valgustitele nähakse ette ainult toitekaabli otsad seintest ja lagedest, kuhu saab hiljem valgustid ühendada.

Hoonele paigaldatakse kordusmaandus. Maandusena kasutatakse hoone välisseinte aluses vundamendis rangidele kinnitatud tsinkimata terasest lattmaandurit. Selline maanduselektroodide asetus tagab piisavalt väikese maandustakistuse, mis omakorda tagab rikke korral puutepinge väärtuse all 50 V. Vundamendimaanduse eluiga on vähemalt sama pikk kui kogu hoonel, kuna elektroodid on välise keskkonna eest kaitstud. Maanduspaigaldise allaviigulatt ühendatakse peapotsiaaliühtlustuslatile, mis paigaldatakse tehnilisse ruumi peajaotuskeskuse juurde seinale. Samale latile ühendatakse ka kõik kõrvalised juhtivad osad, milleks on näiteks metallist ventilatsioonitorud ning hoonesse sisenevad metalltorud, mille potentsiaal on tavaoludes null, kuid mis võivad sattuda pinge alla isolatsioonirikke korral.

Nõrkvoolupaigaldise peatükis kirjeldatakse hoonesse projekteeritud sidevõrku, valvesignalisatsioonisüsteemi ning tulekahjusignalisatsiooni. Hoonesse nähakse ette valmidus meelepärase sidevõrgu teenusepakkujaga liitumiseks. Hoone tehnilisse ruumi nähakse ette sidejaotuskeskus, kuhu paigaldatakse RJ45 otsastuspaneel, millele ühendatakse kõik hoones paiknevate sidevõrgu pistikupesade keerdparkaablid. Nõrkvoolujaotlasse saab tellija paigaldada endale sobivaid aktiivseadmeid ning jaotada teenusepakkuja sideühendust hoonesiseselt edasi. Tehnilisse ruumi eraldi paigalduskasti nähakse ette valvesignalisatsioonisüsteem, kuhu ühendatakse hoone esimesele korrusele paigaldatavad liikumisandurid ja uste magnetkontaktandurid. Hoonesse paigaldatakse autonoomse tulekahjusignalisatsioonianduri asemel autonoomne

tulekahjusignalisatsioonisüsteem ehk suitsuandurid ühendatakse valvesignalisatsiooniga ühisesse süsteemi.

Lühise korral võib faasijuht kokku puutuda näiteks neutraalijuhi või teise faasijuhiga. Sellises olukorras tekib vooluring, mille tarbijaks on ainult kaabel alates alajaamast kuni rikkekohani. Sellise vooluringi takistus on väga väike ning voolutugevus kasvab suureks. Lühisvoolude arvutamisel on kaks eesmärki. Ühel juhul tuleb välja arvutada maksimaalne lühisvoolu suurus, et teaksime jaotuskilbi projekteerimisel arvestada vajaliku lühisetaluvusvõimega. Arvutatud kolmefaasiline lühisvool oli umbes 1,3 kA. Sellist lühisvoolu suudab enamus kaitseautomaate lahutada. Teine eesmärk lühisvoolude arvutamisel on kontrollida, et iga kaitseautomaat on sobiva nimivoolu ja karakteristikuga ehk tagab ka minimaalse lühisvoolu korral liini kiire väljalülitamise. Iga liini kohta arvutati ühefaasiline lühisvool. Arvutuste tulemustest selgus, et kaitseautomaadid on õigesti valitud ning tagavad kiire väljalülitamise ka siis, kui tekib ühefaasiline lühis liini kõige kaugemas punktis.

Lõputöös käsitleti ka duširuumidele ja saunadele esitatud nõudeid. Nendes ruumides on nõutud elektriseadmete vastupidavus niiskuse mõjule. Sellised ruumid on jaotatud tsoonideks ning töös on kirjeldatud, milliseid elektriseadmeid tohib erinevatesse tsoonidesse paigaldada ning millistele kaitseastmetele nad peavad vastama.

Riigihanke korral peab tellija valima kõige odavama pakkuja, kui tööde maht ja materjalide tehnilised näitajad on samad. Tihti ei saa tooteid võrrelda ainult tehniliste näitajate alusel. Kuna selle objekti puhul pole tegemist riigihankega, siis saab tellija kasutatavate materjalide kvaliteedi osas ise rohkem otsustada. Eratellijal pole sellises olukorras kohustust valida odavaim pakkumine, vaid võib valida ka kallima, kuid temale meelepärasema pakkuja. Tellijal on soovituslik uurida ehitustöid teostava firma tausta, et vältida probleeme ehitamise käigus. Ehitusfirmal peab olema MTR registreering, mis kinnitaks ettevõtte sobivust elektritööde teostamiseks.

12. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Vabariigi Valitsuse määrus nr 67. Nõuded ehitusprojektile. Vastu võetud 17.09.2010.
2. Meldorf, M.; Tammoja, H.; Treufeldt, Ü.; Kilter, J. Jaotusvõrgud. – Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2007. – 546 lk.
3. Planeerimisseadus. Vastu võetud 13.11.2002
4. Elektrilevi OÜ. Uue madalpinge liitumise / eramu elektripaigaldise projekteerimise tehnilised tingimused
5. Eesti Energia AS. P342 (0,4-20) kV võrgustandard - 0,4 kV kaabelliinid. Kehtiv alates 09.01.2015.
6. Risthein, E. Madalpingepaigaldiste juhistikusüsteemid. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2010. – 104 lk.
7. Eesti Elektritööde Ettevõtjate liit, toimetaja Risthein, E. Liigpingekaitse. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2007. – 112 lk.
8. Mischler, L. Electrical Installation Guide. – Schneider Electric, 2008. – 564 lk.
9. Teemets, R. Elektriaparaatide loengukonspekt.
http://www.ene.ttu.ee/elektrijamid/oppeinfo/materjal/AAR3340/4_Liigpingekaitse.pdf.
Vaadatud 10.05.2015.
10. Teemets, R. Rikkevoolukaitse. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2004. – 72 lk.
11. EVS-IEC 60364-4-41:2007. Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007. – 40 lk.
12. Risthein, E. Kaitseviisid elektriohutuse tagamisel. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2002. – 112 lk.
13. Koostaja Saastamoinen, A; tõlkinud Masing, T; Metusala, T. Elektripaigaldustööd I. – Helsingi: Sähköinfo Oy, 2009. – 229 lk.
14. EVS-EN 61439-1:2012. Madalpingelised aparaadikoosted / Osa 1: Üldreeglid. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012. – 144 lk.
15. EVS-EN 61439-3:2012. Madalpingelised aparaadikoosted / Osa 3: Jaotuskilbid, mida tohivad käsitada tavaisikud. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013. – 27 lk.
16. Koostaja Saastamoinen, A; tõlkinud Varres, M. Elektripaigaldustööd II. – Helsingi: Sähköinfo Oy, 2009. – 227 lk.
17. Tamm, T. Praktiline valgustustehnika. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2011. – 248 lk.

18. EVS-EN 12464-1:2011. Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus / Osa 1: Sisetöökohad. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012. – 54 lk.
19. EVS-HD 60364-5-54:2011. Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine, kaitsejuhid ja kaitse-potentsiaaliühtlustus. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012. – 45 lk.
20. Risthein, E. Maandamine ja potentsiaaliühtlustus. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2004. – 103 lk.
21. OBO Bettermann OÜ kodulehekülj http://catalog2.obo-bettermann.com/catalogue/catalogue.do?favOid=tbs_54892&act=showIO&forward=showProductGroupView&action=showManyProducts&lang=et&catId=TBS. Vaadatud 15.05.2015.a.
22. Eesti Elektritööde Ettevõtjate liit, toimetaja Risthein, E. Elamute elektripaigaldised. – Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2004. – 272 lk.
23. Vabariigi Valitsuse määrus nr 315. Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vastu võetud 27.20.2004.
24. Teemets, R. Elektrivarustuse loengukonspekt. http://www.ene.ttu.ee/elektriamid/oppeinfo/materjal/AAV3340/ElVar_6._Lyhised_elektrivorkudes.Konspekt2010kevad.pdf. Vaadatud 10.05.2015.
25. Metz-Noblat, B; Dumas, F; Poulain, C. Calculations of Short-Circuit Currents. – Grenoble: Schneider Electric, 2005. – 35 lk.
26. AS Draka Keila Cables kodulehekülj http://www.drakakeila.ee/toot/Draka_Catalogue_EST.pdf. Vaadatud 15.05.2015.a.
27. EVS-HD 60364-7-701:2007. Madalpingelised elektripaigaldised / Osa 7-701: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007. – 24 lk.
28. EVS-HD 60364-7-703:2006. Ehitiste elektripaigaldised / Osa 7-703: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Saunakeriseid sisaldavad ruumid ja kabiinid. – Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2006. – 16 lk.

ERAMU ELEKTRIPAIGALDIS

Töö number: 2015-08

Stadium: Põhiprojekt

Aadress: Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa

Koostas: Ats Põder

Sisukord

1. Joonisteloetelu.....	3
2. Seletuskiri	4
2.1. Üldandmed.....	4
2.2. Normdokumendid	4
2.3. Välistrassid	5
2.3.1. Madalpinge kaabelliinid.....	5
2.4. Tugevvolupaigaldis	5
2.4.1. Madalpinge peajaotussüsteemid	5
2.4.2. Pistikupesad	5
2.4.3. Valgustuspaigaldis	6
2.4.4. Maanduspaigaldis ja potentsiaaliühtlustus.....	6
2.4.5. Kaabliteed	6
2.5. Nõrkvolupaigaldis	7
2.5.1. Sidevõrk	7
2.5.2. Valvesignalisatsioonisüsteem	7
3. Põhimaterjalide loetelu	8

1. Joonisteloetelu

Joonise nr	Joonise nimetus
ET0-001-PJK	Peajaotuskeskuse PJK skeem
ET0-002-Pot	Potentsiaaliühtlustusskeem
ET1-101-Joud_1k	1. korruse jõupaigaldise plaan
ET1-102-Joud_2k	2. korruse jõupaigaldise plaan
ET1-201-Valgus_1k	1. korruse valguspaigaldise plaan
ET1-202-Valgus_2k	2. korruse valguspaigaldise plaan
EN0-001-Side_str	Sidevõrgu struktuurskeem
EN0-002-Valve_str	Valvesüsteemi struktuurskeem
EN1-101-Valve_1k	1. korruse valvesüsteemi ja sidevõrgu plaan
EN1-102-Valve_2k	2. korruse valvesüsteemi ja sidevõrgu plaan

2. Seletuskiri

2.1. Üldandmed

Liitumispunkt:	kinnistu piiril liitumiskilbis
Peakaitseme suurus:	3x25 A
Toitejuhistikusüsteem:	TN-C
Jaotusjuhistikusüsteem:	TN-S
Toitepinge:	3x230/400 V
Installeeritav võimsus:	25 kW
Arvutuslik võimsus:	17 kW
Võimsustegur:	0,97

2.2. Normdokumendid

Projekti koostamisel on aluseks võetud järgmised dokumendid:

- EVS-EN 61140:2006 Kaitse elektrilöögi eest. Ühisnõuded paigaldistele ja seadmetele
- EVS-HD 60364-4-41:2007 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest
- EVS-HD 60364-4-42:2011 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest
- EVS-HD 60364-4-43:2010 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse
- EVS-HD 60364-4-444:2010 Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-444: Kaitseviisid. Kaitse pingehäiringute ja elektromagnetiliste häiringute eest
- EVS-HD 60364-7-701:2007 Madalpinge elektripaigaldised. Osa 7-701: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid.
- EVS-HD 60364-7-703:2006 Ehitiste elektripaigaldised Osa 7-703: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Saunakeriseid sisaldavad ruumid ja kabiinid
- EVS-EN 50110-1:2013 Elektripaigaldiste käit. Osa 1: Üldnõuded
- Vabariigi Valitsuse 27. oktoobri 2004. a. Määrus nr 315. Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded.
- EVS-HD 60364-5-54:2011 Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine, kaitsejuhid ja kaitse-potentsiaaliühtlustusjuhid

2.3. Välistrassid

2.3.1. Madalpinge kaabelliinid

Liitumispunkt Elektrilevi OÜ-ga asub kinnistu piiri vahetus läheduses asuval õhuliini mastil, kuhu on paigaldatud liitumiskilp peakaitsmega 3x25 A. Elektriarestussüsteem on paigaldatud liitumiskilpi. Liitumiseks paigaldada maakaabel AXPK 4G16 liitumiskilbist kuni hoone peajaotuskeskuseni PJK. Kaabel paigaldada 0,7 meetri sügavusele pinnasesse. Kaabli ümber peab olema vähemalt 100 mm liivakiht, mis ei sisalda kive ega ehitusprahti. Kaablist 0,3 meetri kõrgusele paigaldatakse hoiatuslint. Hoone liitumispunkt asub krundi piiril paiknevas liitumiskilbis tarbija toitekaabli klemmidel.

2.4. Tugevvolupaigaldis

2.4.1. Madalpinge peajaotussüsteemid

Hoone esimesele korrusele tehnilisse ruumi seinale paigaldatakse pinnapealne peajaotuskeskus PJK, millest toidetakse kõiki hoone elektriseadmeid. Peajaotuskeskuse toitekaabli sisestus teostatakse alt ning väljuvad kaablite teostused teostada alt ja ülevalt. Sisestusse paigaldatakse 1+2 tüüpi liigpingepiirik. Keskuse lühisetaluvus peab olema vähemalt 4,5 kA ning kaitseaste vähemalt IP20C.

Väljuvad liinid varustatakse kaitseautomaatidega, mis reageerivad nii lühisele kui ka ülekoormusele. Tavaisikutele üldkasutuseks ette nähtud pistikupesad, mille nimivool on enamalt 20 A, varustatakse lisaks rikkevoolukaitselülititega, mille rakendumisvool on kuni 30 mA. Kõik niiskete ruumide tarbijate grupid varustatakse samuti rikkevoolukaitselülititega.

Peajaotuskeskusesse jätta reservruumi minimaalselt 25 %.

2.4.2. Pistikupesad

Pistikupesad paigaldatakse hoonesse plaanidel näidatud asukohtadesse. Pistikupesade paigalduskõrgus (tsenter) on 200 mm põrandapinnast, kui plaanil pole märgitud teisiti. Pistikupesad ja lülitid valida samast sarjast. Kõrvuti asetsevad tugev- ja nõrkvoolupistikupesad paigaldatakse ühisesse paigaldusraami.

2.4.3. Valgustuspaigaldis

Valgustid tarnib ja paigaldab tellija. Niiskettesse ruumidesse ja välistingimustesse paigaldatavate valgustite kaitseaste peab olema vähemalt IPX4. Kui valgusti puhastamine toimub veejoa abil, siis peab olema kaitseaste IPX5.

Valgustite lülitamine toimub käsitsi. Lülitite kõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandast, kui joonisel pole märgitud teisiti. Kohakuti olevad lülitid ja pistikupesad paigaldada ühele vertikaalsele joonele. Lülitid ja pistikupesad valida samast sarjast.

2.4.4. Maanduspaigaldis ja potentsiaaliühtlustus

Hoone elektrisisendis teostatakse potentsiaaliühtlustus vastavalt TN-S süsteemile, mis ühendatakse maanduspaigaldisega. Maanduselektroodina kasutatakse 30x3,5 mm tsinkimata teraslatti, mis paigaldatakse hoone välisseinte alusesse vundamenti. Elektroodi kaugus vundamendi äärest ja põhjast peab olema vähemalt 5 cm. Vundamendisisesest elektroodist kuni hoone tehnilises ruumis paikneva peamaanduslatini paigaldatakse 30x3,5 mm tsinkimata teraslatt. Maanduspaigaldise takistus peab olema piisavalt väike, et rikke korral puutepinge ei ületaks 50 V. Sellise tulemuse tagab enamasti maandustakistuse väärtus alla 30 oomi. Kui maandustakistuse mõõtmisel ei saavutata nõutud tulemust, siis tuleb lisada elektroode pinnasesse.

Peamaanduslatt paigaldatakse tehnilisse ruumi seinale ning sinna ühendatakse maandusjuht, veemõõtja konsool, hoonesse sisenevad metalltorud, metallkonstruktsioonid, ventilatsioonitorud jne. Kaitse- ja potentsiaaliühtlustusjuhid peavad olema kolla-rohelise isoleerkattega vaskjuhid. Kõik potentsiaaliühtlustusjuhid tuleb tähistada.

2.4.5. Kaabliteed

Kaablid paigaldatakse süvistatult seintesse ja lagedesse. Kõik kaablid tuleb mõlemast otsast tähistada. Enne ehitustööde alustamist tuleb kindlaks määrata kaabelliinide kindlad asukohad. Erilist tähelepanu pöörata kohtadele, kus kaablid ristuvad või kulgevad paralleelselt teiste eriosade kommunikatsioonidega. Tugev- ja nõrkvoolukaablite vaheline kaugus peab olema vähemalt 150 mm. Kaablite läbimineku tuletõkketarinditest ei tohi vähendada tarindi tulepüsivust. Selleks tuleb kasutada tuletõkkevahtu.

2.5. Nõrkvoolupaigaldis

2.5.1. Sidevõrk

Hoone nõrkvoolukeskus asub 1. korrusel tehnilises ruumis. Sidekappi paigaldatakse otsastuspaneel, kuhu ühendatakse RJ45 pistikupesadeni minevad keerdpaarkaablid Cat.6 U/UTP 4x2x0,5. Kaablid tuleb mõlemast otsast tähistada. Sidevõrk iga pistikupesa jaoks paigaldatakse eraldi kaabel. RJ45 pistikupesade paiknemist vaadata plaanidelt. Nõrkvoolu pistikupesade paigalduskõrgus (tsenter) on 200 mm põrandast, kui joonisel pole märgitud teisiti. Sidevõrgu pistikupesad paigaldada kõrvuti olevate tugevoolu pistikupesadega ühisesse paigaldusraami.

Sideteenuse pakkujat antud projektis ei käsitleta. Hoone tehnoruumist kuni krundi piiril paikneva sidepostini nähakse ette siledaseinaline kaablikaitsetoru läbimõõduga 50 mm. Hiljem saab tellija liituda meelepärase teenusepakkujaga ning sidekaabli kaablikaitsetorusse paigaldada.

2.5.2. Valvesignalisatsioonisüsteem

Hoonesse paigaldatakse valvesignalisatsioonisüsteem, mille keskus asub 1. korrusel tehnilises ruumis lae all eraldi paigalduskastis. Valvesüsteem varustatakse akuseadmega, mis tagab süsteemi töö toite kadumisel. Süsteemil peab olema väljund häiresignaali edastamise võimaluseks. Anduritena kasutatakse passiivseid infrapuna liikumisandureid ja ukse magnetandureid. Liikumisandurite vaateala peab olema vähemalt 11x11 meetrit ja 90°. Ukse magnetandurid paigaldada süvistatult ukse ülemisse äärde. Andurid paigaldada vastavalt tootja juhistele. Andurid paigaldada valvesüsteemi keskseadmelt ning laiendusmoodulil asuvatesse tsoonidesse. Igasse tsooni paigaldatakse kuni üks andur, et häire avastamine oleks võimalikult kiire ja täpne. Valvesüsteemi juhtsõrmistikud asuvad 1. korrusel peaukse juures ning 2. korrusel, et esimest korrust saaks valvestada kodust ära minnes ning ööseks, kui alumisel korrusel keegi ei viibi. Esimesele korrusele paigaldatakse valvesüsteemi sisesireen ning hoone välisseinale peaukse juurde paigaldatakse vilkuriga välisireen.

Süsteemiga ühendatakse optilised suitsuandurid, mis paigaldatakse mõlemale korrusele kuivadesse ruumidesse. Eraldi tsoonidesse ühendatakse esimese ja teise korruse andurid, et häire saaks tuvastada korruse täpsusega.

Kaabeldusel jätta iga anduri jaoks kaks kaablisoont reservi. Kui anduri jaoks on vaja nelja kaablisoont, siis valida kuuesooneline kaabel.

3. Põhimaterjalide loetelu

Jrk nr	Materjal	Ühik	Kogus	Märkused
Jaotuskeskused				
1	Peajaotuskeskus PJK	kmpl	1	Vt. skeemi ET0-001-PJK
Installatsioonimaterjalid				
1	Maanduskontaktiga 1-kohaline pistikupesa, 16A, 230V, IP20, süvispaigaldus	tk	43	
2	Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, süvispaigaldus	tk	4	
3	Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, pindpaigaldus	tk	2	
4	Lihtlüliti, 1-ne, IP20, 10A, 250V, süvispaigaldus	tk	11	
5	Lihtlüliti, 2-ne, IP20, 10A, 250V, süvispaigaldus	tk	3	
6	Veksellüliti, IP20, 10A, 250V, süvispaigaldus	tk	6	
7	Ristlüliti, IP20, 10A, 250V, süvispaigaldus	tk	1	
8	Seadmetoosid, harutoosid, paigaldusraamid	kmpl		Täpsustab töövõtja
9	Paigalduskaabel PPJ 2x1,5	m	25	Täpsustab töövõtja
10	Paigalduskaabel PPJ 3x1,5	m	35	Täpsustab töövõtja
11	Paigalduskaabel PPJ 3G1,5	m	140	Täpsustab töövõtja
12	Paigalduskaabel PPJ 3G2,5	m	270	Täpsustab töövõtja
13	Paigalduskaabel PPJ 5G2,5	m	25	Täpsustab töövõtja
14	Alumiiniumkaabel AXPk 4G16	m	25	Täpsustab töövõtja
15	Maakaabli hoiatuslint	m	25	Täpsustab töövõtja
Andmesidevõrk				
1	Nõrkvoolukeskus koos vajalike ühendus- ja otsastustarvikutega	kmpl	1	Vt. skeemi EN0-001-Side_str
2	Sidevõrgu pistikupesa 2xRJ45, Cat.6, süvispaigaldus	tk	6	
3	Keerdpaarkaabel Cat.6 U/UTP 4x2x0,5	m	140	Täpsustab töövõtja

Valvesignalisatsioonisüsteem				
1	Valvesignalisatsiooniseadme keskseade 8 tsooniga, laiendusmoodul 8 tsooniga, toiteplokk, aku, paigalduskast	kmpl	1	Vt. skeemi EN1-002-Valve_str
2	Infrapuna liikumisandur, 11x11 m, 90 °	tk	5	
3	Ukse magnetandur, süvispaigaldus	tk	3	
4	Valvesüsteemi sõrmistik	tk	2	
5	Optiline suitsuandur, tööraadius 6 m	tk	9	
6	Valvesüsteemi sisesireen	tk	1	
7	Valvesüsteemi välisireen vilkuriga	tk	1	
8	Valvesüsteemi kaabel 4x0,22	m	30	Täpsustab töövõtja
9	Valvesüsteemi kaabel 6x0,22	m	40	Täpsustab töövõtja
10	Valvesüsteemi kaabel 8x0,22	m	20	Täpsustab töövõtja
Maandus ja potentsiaaliühtlustus				
1	Peamaanduslatt	tk	1	
2	Tsinkimata taerasest maanduselektrood 30x3,5 mm	m	55	Täpsustab töövõtja
3	Vaskjuhe MK6 KORO	m		Täpsustab töövõtja
4	Vaskjuhe MK16 KORO	m		Täpsustab töövõtja
5	Maandussüsteemi ühendustarvikud	kmpl	1	Täpsustab töövõtja

Märkused:

1. Töövõtja täpsustab materjalide kogused.
2. Valgustid tarnib ja paigaldab tellija.

ELEKTROTEHNILINE INFORMATSIOON

1. NIMIPINGE/VOOL/SAGEDUS 400 V 32 A 50 Hz
2. LÜHISOTALUVUS. 4,5 kA
3. ARVUTATUD/INSTALLEERITUD VÕIMSUS/COSFII . . . 17 kW 25 kW 0,97 cosfii
4. JUHTIMISPINGE. JAH EI PINGE _____ V VOOL _____ A
5. JUHSTIKUTÜÜP L1,N L1,N,PE L1,L2,L3,N L1,L2,L3,N,PE

EHITUSLIKUD ANDMED

1. KESKUSE TÜÜP. KAPP KILP KARP
2. PAIGALDUSVIIS P.PEALNE SÜVISTATUD KAITSEASTE IP20C
3. KINNITUSVIIS. PÖRAND SEIN
4. UKSE TÜÜP LUKK RIIV
5. PÕHJA EHITUSVIIS. AVATUD TULEKINDEL
6. PINNAKATE PULBER TULEKINDEL
7. MÕÖDUD KÕRGUS: _____ LAIUS: _____ SÜGAVUS: _____

SEADMETE INFORMATSIOON

1. SEADMETE TÜÜP K.KINDEL LIIKUV MUU

KAABLID

1. TOITEKAABLID ÜLALT ALT
2. VÄLJUVAAD JÕUKAABLID. ÜLALT ALT INSTRUM.
3. JUHTKAABLID ÜLALT ALT INSTRUM.

MÄRKUSED

Kilpi jätta vähemalt 25 % reservruumi.

D Muudatus:
E Muudatus:
F Muudatus:

A Muudatus:
B Muudatus:
C Muudatus:

			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
			Skeem										Grupi nr.	Tarbija nimetus	kW	In/lv	Kaabeldus			
Muudatus D	Muudatus E	Muudatus F																		
													0.1	Sisestus liitumiskilbist Liitumiskilbis kaitse 3x25 A	17/25		AXPK 4G16			
													L1	Liigpingepiirik, tüüp 1+2, Up=1,4kV Kaitse vastavalt piiriku nõuetele						
													1	Elektripliit ja ahi	6	C16	PPJ 5G2,5			
													2	Maasoojuspump	6	C16	PPJ 5G2,5			
													3	Ventilatsiooniseade	1	C16	PPJ 3G2,5			
													4	Nõrkvoolukilp	0,1	B10	PPJ 3G1,5			
													5	Valvekeskus	0,1	B10	PPJ 3G1,5			
													6	Küttekollektor	0,1	B10	PPJ 3G1,5			
													RVK1	Rikkevoolukaitse 30mA, 25A						
													7	P.pesad: Köök	2,5	B16	PPJ 3G2,5			
													8	P.pesad: Esik, elutuba	0,7	B16	PPJ 3G2,5			
													9	P.pesad: Kabinet, sauna eesruum	0,5	B16	PPJ 3G2,5			
													10	P.pesad: Magamistoad	0,5	B16	PPJ 3G2,5			
													11	P.pesad: 2. korruse trepiahall	0,3	B16	PPJ 3G2,5			
													RVK2	Rikkevoolukaitse 30mA, 25A						
													12	P.pesa: Nõudepesumasin	2,5	C16	PPJ 3G2,5			
													13	P.pesad: Pesumasin, WC, duširuumid	2,5	C16	PPJ 3G2,5			
			14	P.pesad: Hoone välisseinal	0,5	C16	PPJ 3G2,5													
			15	Valgustus: Hoone välisseinal	0,3	C10	PPJ 3G1,5													
			16	Valgustus: Duširuumid	0,3	C10	PPJ 3G1,5													
			17	Valgustus: 1. korruse kuivad ruumid	0,5	C10	PPJ 3G1,5													
			18	Valgustus: 2. korruse kuivad ruumid	0,3	C10	PPJ 3G1,5													

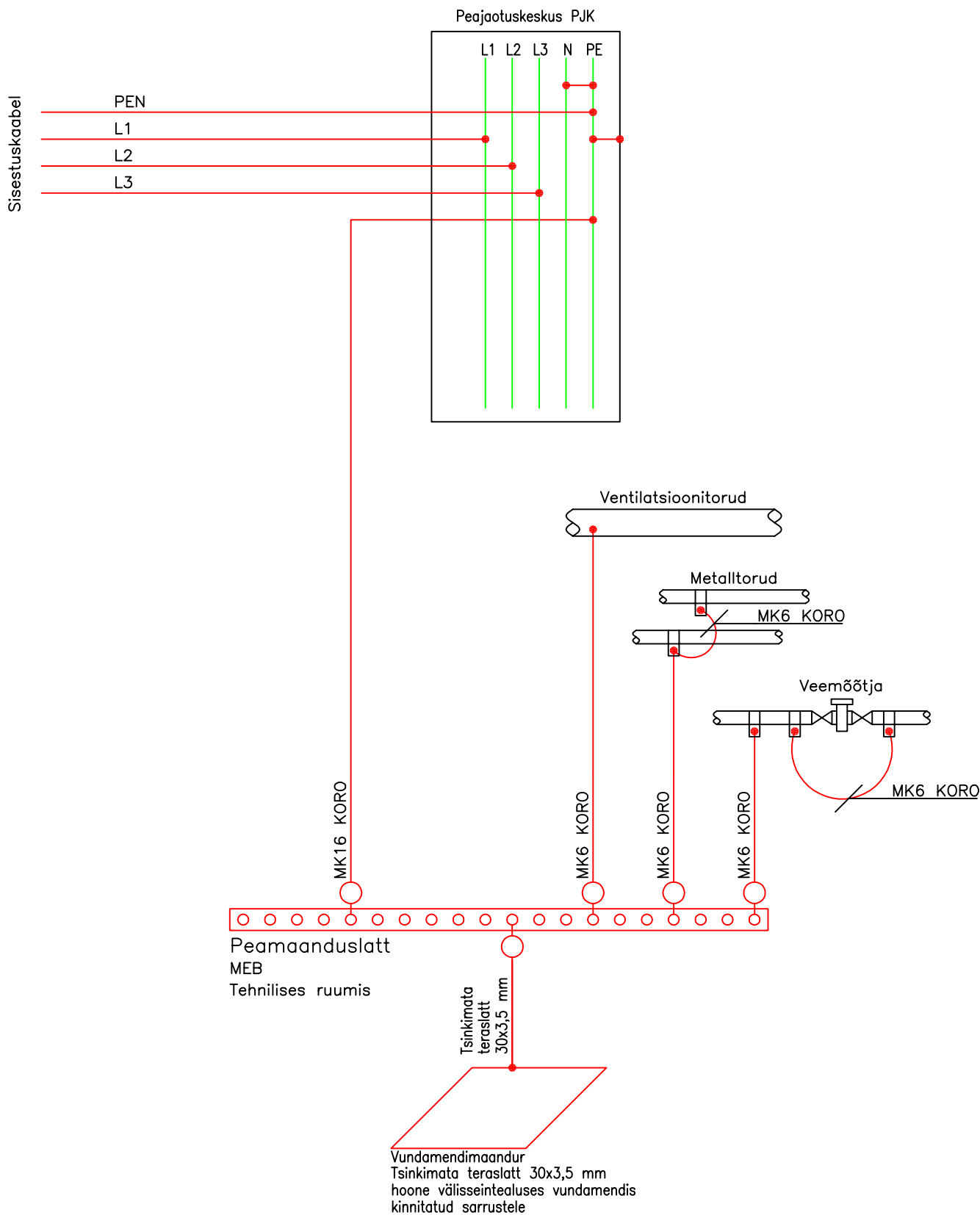
Muudatus A
Muudatus B:
Muudatus C:

Eramu elektripaigaldis
Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa
Peajaotuskeskuse PJK skeem

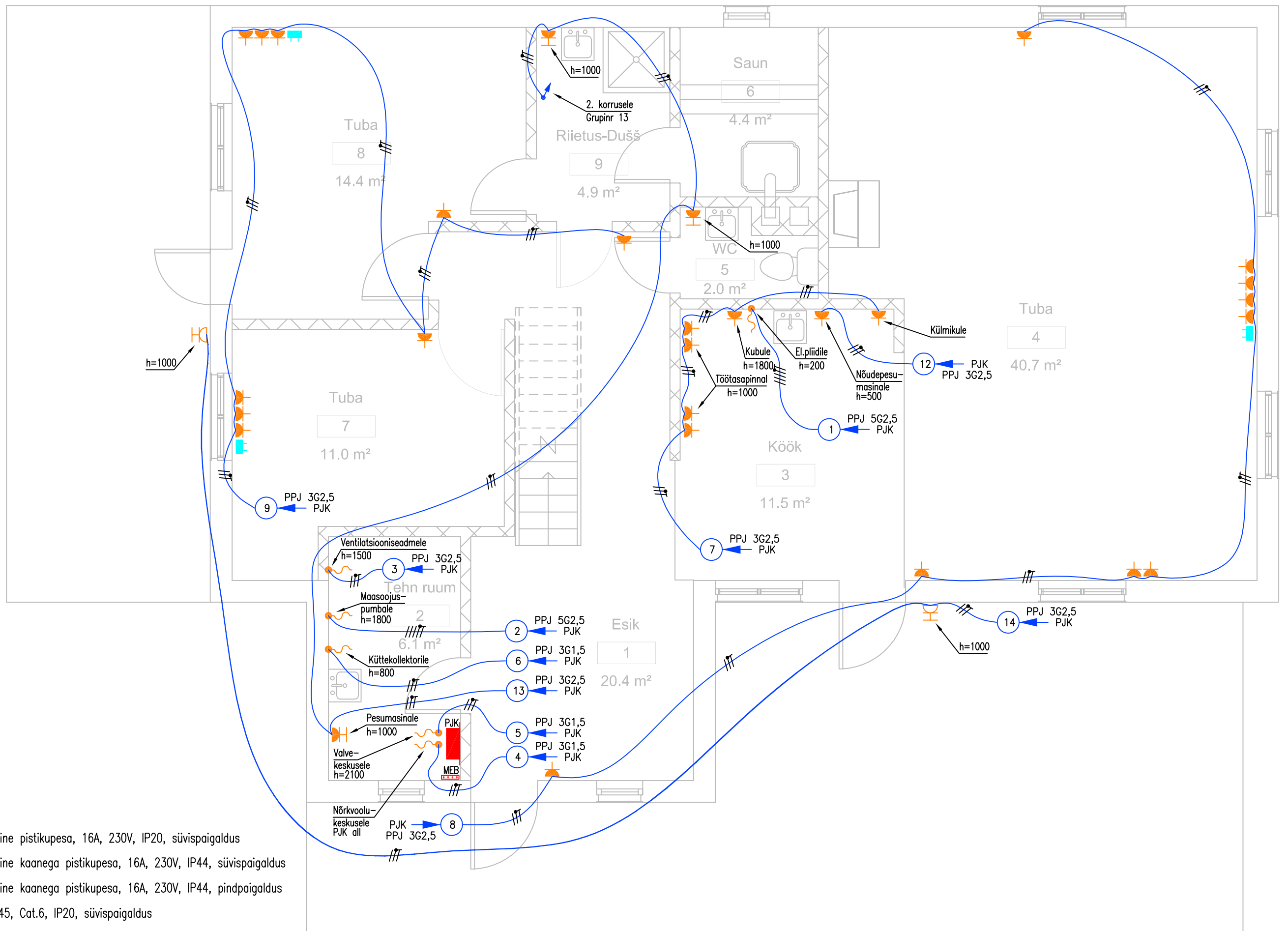
Proj. A.Põder
Leht/Lehti 2/2
Kuupäev 08.06.2015

Keskuse nr. PJK
Töö nr. 2015-08

Joonise nr. ETO-001-PJK



Töö nimetus Eramu elektripaigaldis	Joonise nimetus Potentsiaaliühtlustuse skeem		
Adress Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Mõõtkava
Projekteeris: Ats Pöder	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr ETO-002-Pot	



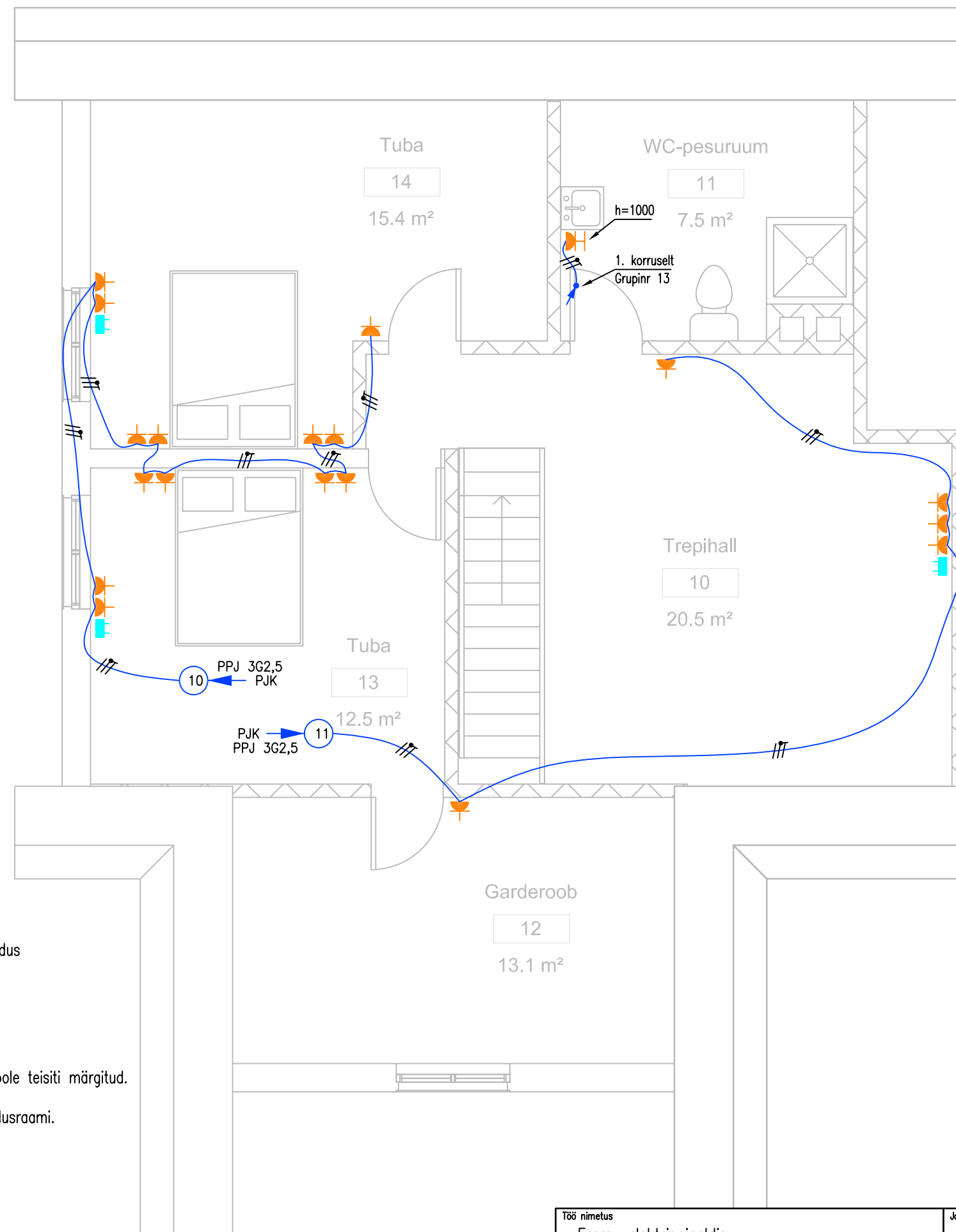
Tingmärgid

- Peajaotuskeskus PJK
- Kaablivaru 0,5 m
- Maanduskontaktiga 1-kohaline pistikupesa, 16A, 230V, IP20, süvispaigaldus
- Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, süvispaigaldus
- Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, pindpaigaldus
- Sidevõrgu pistikupesa 2xRJ45, Cat.6, IP20, süvispaigaldus
- Peamaanduslatt MEB




Märkused

1. Pistikupesade paigalduskõrgus (tsenter) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisel pole teisiti märgitud.
2. Lülitid ja pistikupesad valida sama tootja samast sarjast.
3. Kõrvuti asetsevad tugevvoolu ja sidevõrgu pistikupesad paigaldada ühisesse paigaldusraami.

Töö nimetus Eramu elektripaigaldis	Joonise nimetus 1. korruse jõupaigaldise plaan		
Address Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Määtkava 1:50
Projekteeris: Ats Pöder	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr ET1-101-Joud_1k	



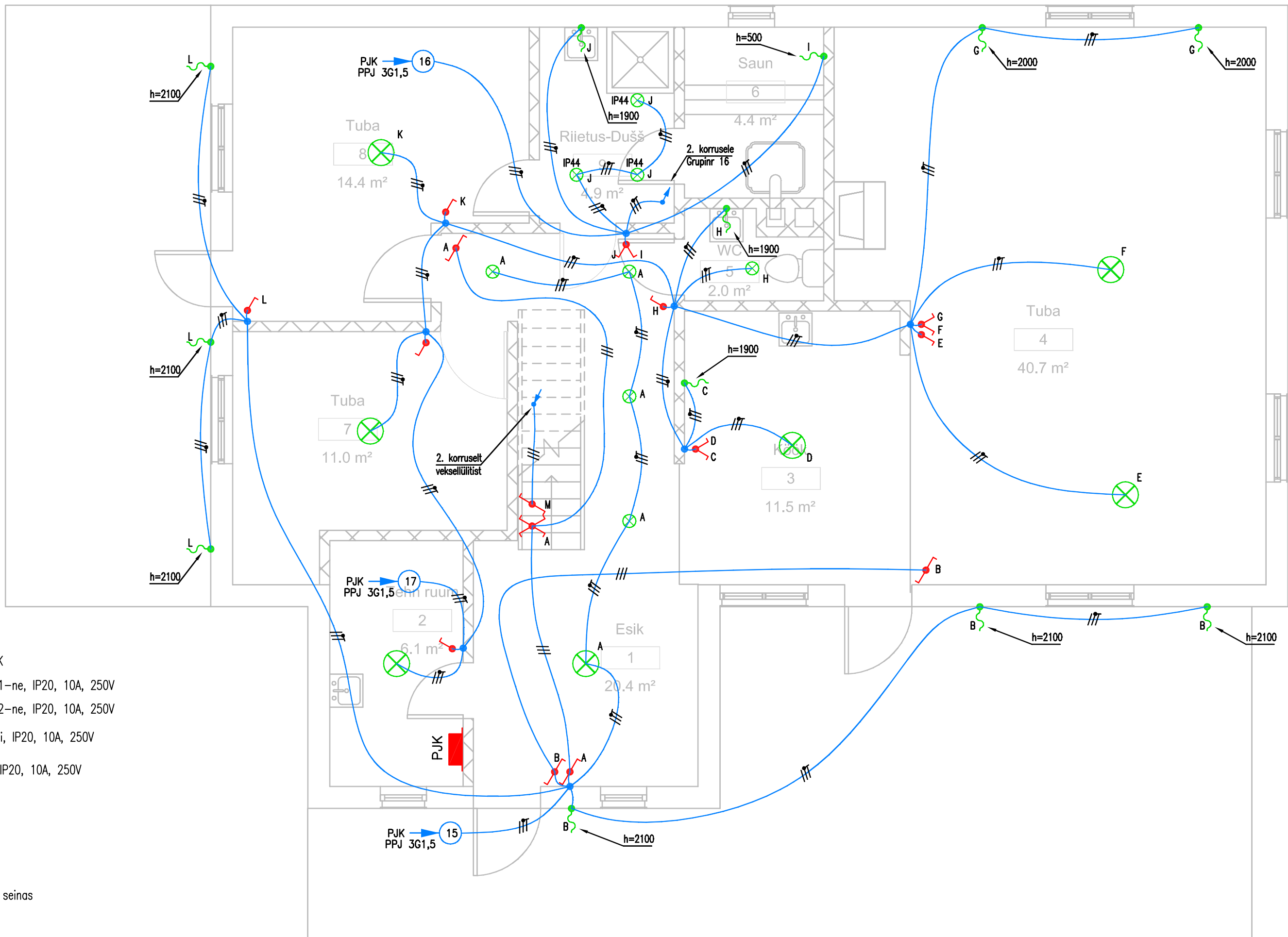
Tingmärgid

-  Maanduskontaktiga 1-kohaline pistikupesa, 16A, 230V, IP20, süvispaigaldus
-  Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, süvispaigaldus
-  Sidevõrgu pistikupesa 2xRJ45, Cat.6, IP20, süvispaigaldus

Märkused

1. Pistikupesade paigalduskõrgus (tsenter) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisel pole teisiti märgitud.
2. Lülitid ja pistikupesad valida sama tootja samast sarjast.
3. Kõrvuti asetsevad tugevvoolu ja sidevõrgu pistikupesad paigaldada ühisesse paigaldusraami.

Töö nimetus Eramu elektripaigaldis		Joonise nimetus 2. korruse jõupaigaldise plaan	
Address Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa			
Projekteeris: Ats Pöder	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Mõõtkava 1:50
	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr ET1-102-Joud_2k	



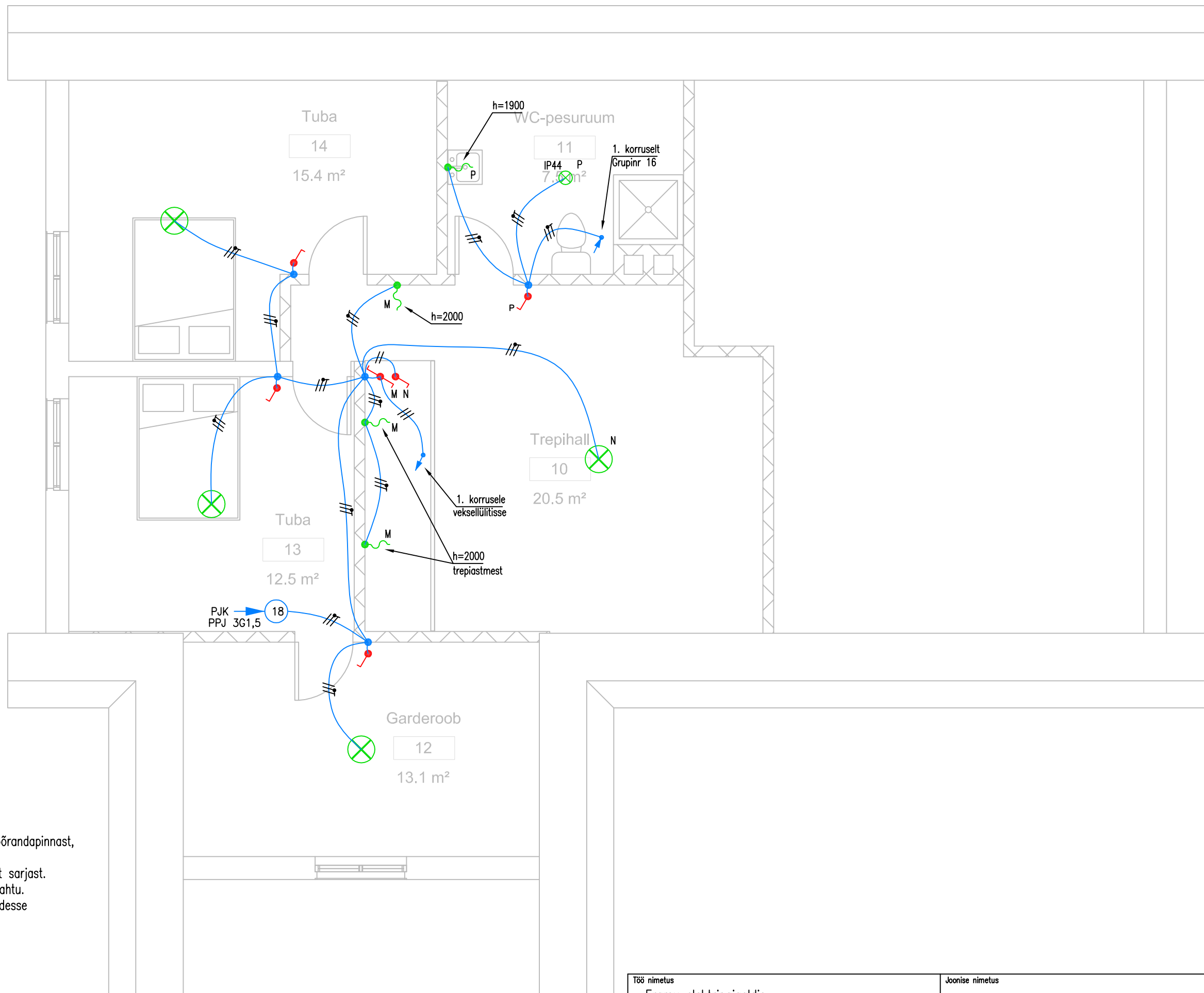
Tingmärgid

- Peajaotuskeskus PJK
- Süvistatav lihtlüüli, 1-ne, IP20, 10A, 250V
- Süvistatav lihtlüüli, 2-ne, IP20, 10A, 250V
- Süvistatav veksellüüli, IP20, 10A, 250V
- Süvistatud ristlüüli, IP20, 10A, 250V
- ~ Kaablivaru 0,5 m
- ⊗ Laevalgusti
- ⊗ Laevalgusti
- ⊗ Laevalgusti, IP44
- Süvistatav harutoos seinas

Märkused

1. Lülitite paigalduskõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandapinnast, kui joonisel pole teisiti märgitud.
2. Lülitid ja pistikupesad valida sama tootja samast sarjast.
3. Valgustite tarne ja paigaldus ei kuulu projekti mahtu.
4. Niisketes ruumides ja välitingimustes järgida nendesse keskkondadesse paigaldamise nõudeid.

<p>Töö nimetus Eramu elektripaigaldis</p> <p>Address Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa</p> <p>Projekteeris: Ats Pöder</p>	<p>Joonise nimetus 1. korruse valguspaigaldise plan</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Töö nr</td> <td style="width: 25%;">2015-08</td> <td style="width: 25%;">Staadium</td> <td style="width: 25%;">PP</td> </tr> <tr> <td>Kuupäev</td> <td>08.06.2015</td> <td>Joonise nr</td> <td>ET1-201-Valgus_1k</td> </tr> </table>	Töö nr	2015-08	Staadium	PP	Kuupäev	08.06.2015	Joonise nr	ET1-201-Valgus_1k
Töö nr	2015-08	Staadium	PP						
Kuupäev	08.06.2015	Joonise nr	ET1-201-Valgus_1k						



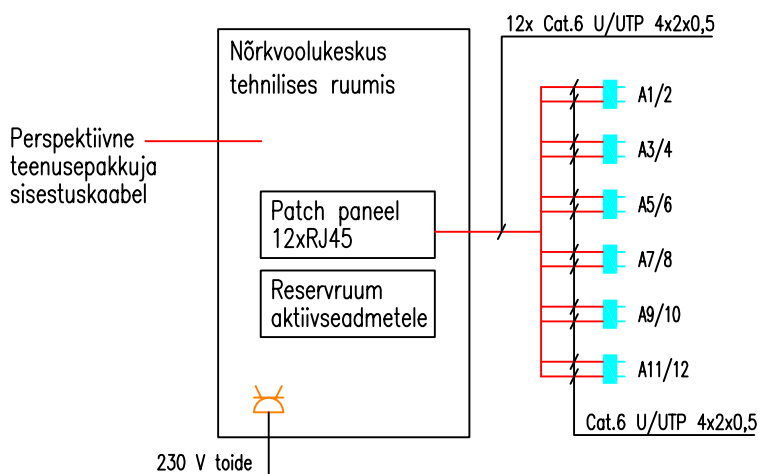
Tingmärgid

- Süvistatav lihtlüliti, 1-ne, IP20, 10A, 250V
- Süvistatav veksellüliti, IP20, 10A, 250V
- Kaablivaru 0,5 m
- Laevalgusti
- Laevalgusti, IP44
- Süvistatav harutoos seinas



Märkused

1. Lülite paigalduskõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandapinnast, kui joonisel pole teisiti märgitud.
2. Lülitid ja pistikupesad valida sama tootja samast sarjast.
3. Valgustite tarne ja paigaldus ei kuulu projekti mahtu.
4. Niisketes ruumides ja välitingimustes järgida nendes keskkondadesse paigaldamise nõudeid.

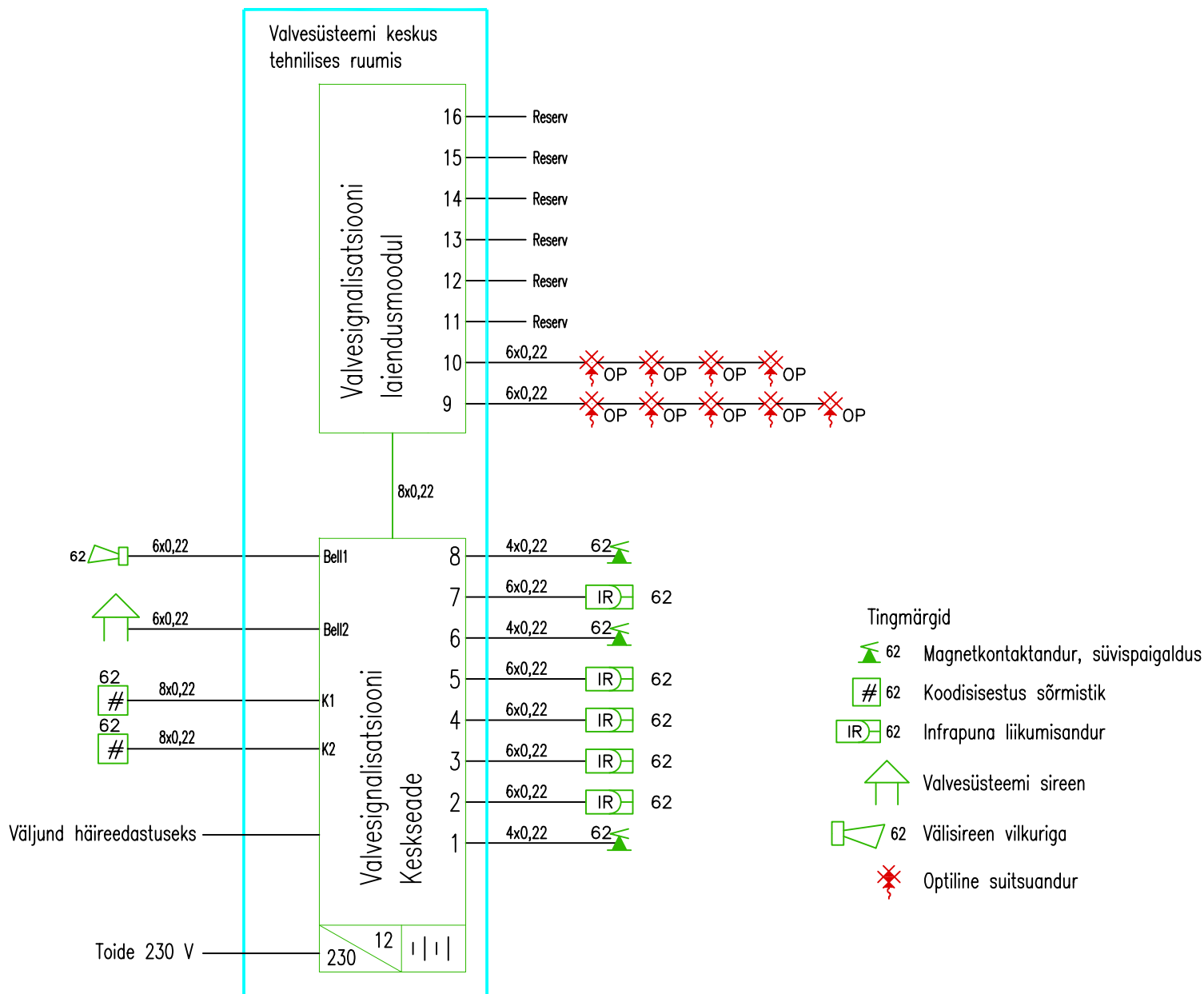
Töö nimetus Eramu elektripaigaldis		Joonise nimetus 2. korruse valguspaigaldise plaan	
Address Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa			
Projekteeris: Ats Pöder		Töö nr 2015-08	Staadium PP
		Mõõtkava 1:50	
		Kuupäev 08.06.2015	
		Joonise nr ET1-202-Valgus_2k	



Tingmärgid

-  Maanduskontaktiga 2-kohaline pistikupesa, 16A, 230V, IP20, pindpaigaldus
-  Sidevõrgu pistikupesa 2xRJ45, Cat.6, IP20, süvispaigaldus

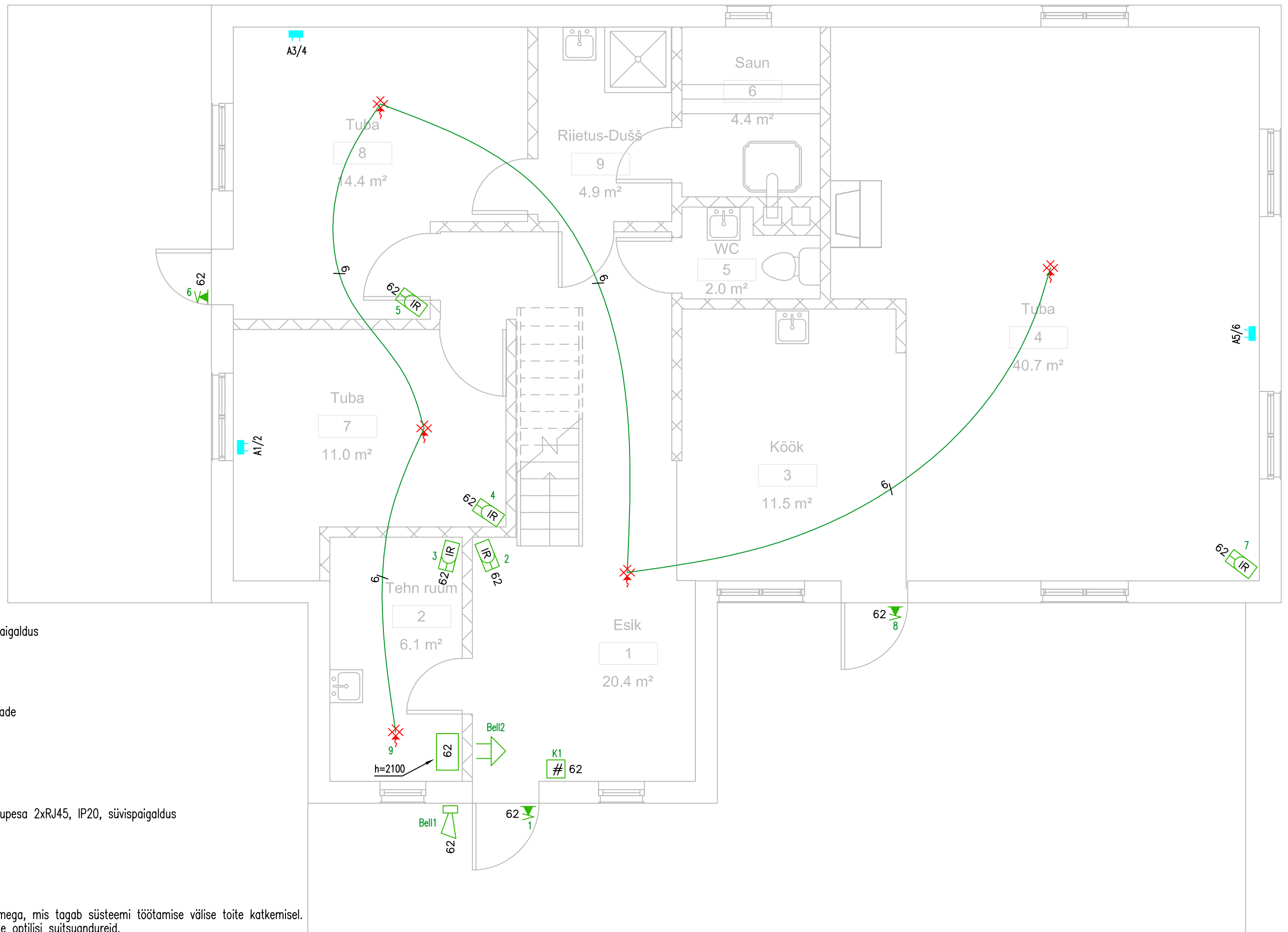
Töö nimetus Eramu elektripaigaldis	Joonise nimetus Sidevõrgu struktuurskeem		
Adress Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa			
Projekteeris: Ats Pöder	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Mõõtkaava
	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr ENO-001-Side_str	











Märkused

1. Keskseade varustada akuseadmega, mis tagab süsteemi töötamise välise toite katkemisel.
2. Tulekahjuanduritena kasutatakse optilisi suitsuandureid.
3. Suitsuandurid paigaldada valgustitega ühele joonele ning vastavalt tootja nõuetele.
4. Sõrmistiku paigalduskõrgus (tsenter) on 1500 mm põrandapinnast.
5. Uksemagnetid paigaldada ukse ülemisse äärde.
6. Häireedastusseadmed ja häireedastusviis kooskõlastada turvateenuse pakkujaga.
7. Seadmete asukohti vaata plaanidelt.

Töö nimetus Eramu elektripaigaldis	Joonise nimetus Valvesüsteemi struktuurskeem		
Adress Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa			
Projekteeris: Ats Pöder	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Mõõtkaava
	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr ENO-002-Valve_str	



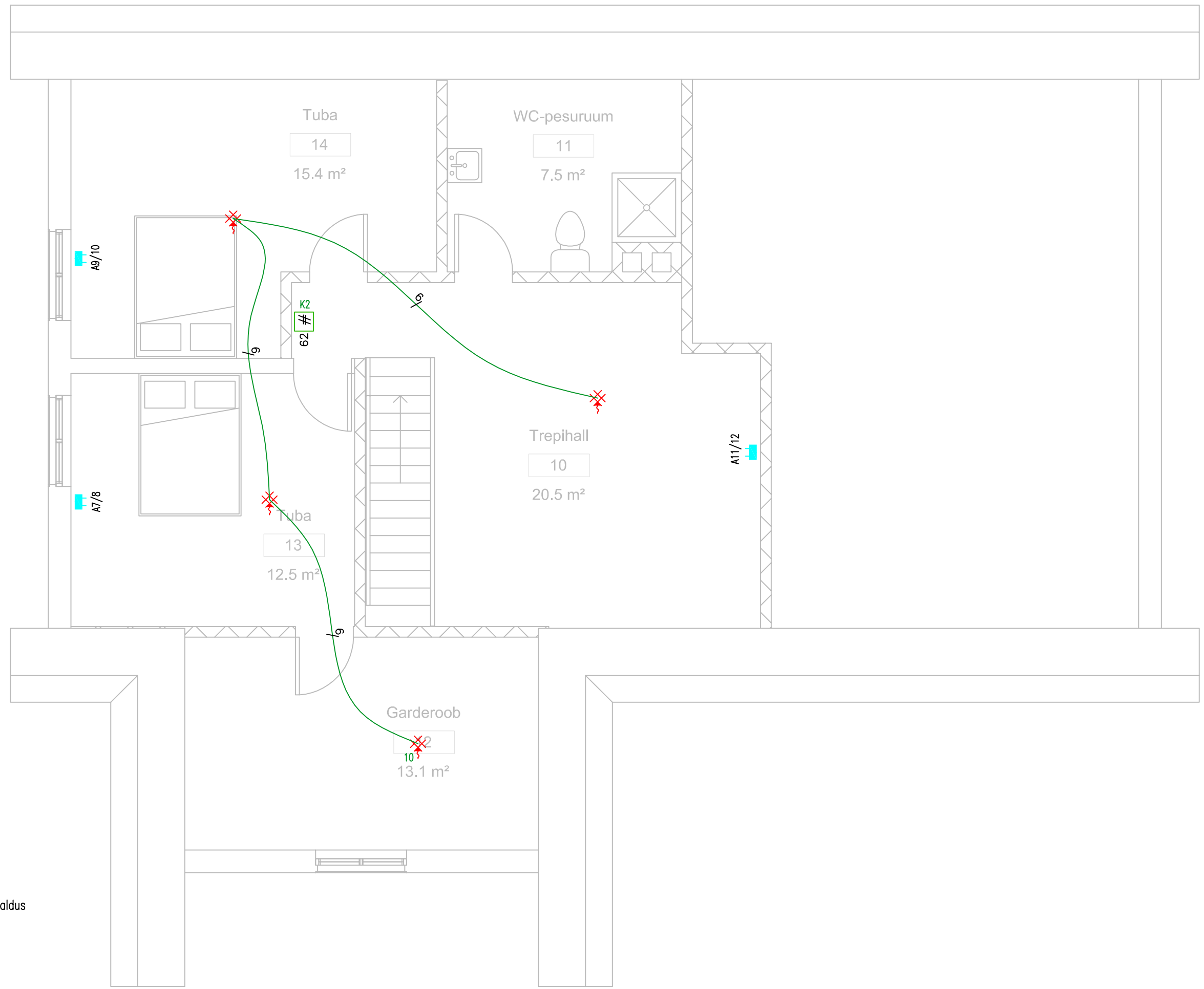
Tingmärgid

-  62 Magnetkontaktandur, süvispaigaldus
-  # 62 Koodisestus sõrmistik
-  IR 62 Infrapuna liikumisandur
-  62 Valvesignalisatsiooni keskseade
-  Valvesüsteemi sireen
-  62 Välisireen vilkuriga
-  Telekommunikatsiooni pistikupesa 2xRJ45, IP20, süvispaigaldus
-  Optiline suitsuandur

Märkused

1. Keskseade varustada akuseadmega, mis tagab süsteemi töötamise välise toite katkemisel.
2. Tulekahjuanduritena kasutatakse optilisi suitsuandureid.
3. Suitsuandurid paigaldada valgustitega ühele joonele ning vastavalt tootja nõuetele.
4. Sõrmistiku paigalduskõrgus (tsenter) on 1500 mm põrandapinnast.
5. Uksemagnetid paigaldada ukse ülemisse äärde.
6. Häiredestusseadmed ja häiredestusviisi kooskõlastada turvateenuse pakujaga.

Töö nimetus Eramu elektripaigaldis	Joonise nimetus 1. korruse valvesüsteemi ja sidevõrgu plaan		
Address Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa	Töö nr 2015-08	Stadium PP	Mõõtkava 1:50
Projekteeris: Ats Pöder	Kuupäev 08.06.2015	Joonise nr EN1-101-Valve_1k	



Tingmärgid

62 Koodisestus sõrmistik

Telekommunikatsiooni pistikupesa 2xRJ45, IP20, süvispaigaldus

Optiline suitsuandur

Märkused

1. Keskseade varustada akuseadmega, mis tagab süsteemi töötamise välise toite katkemisel.
2. Tulekahjuandurina kasutatakse optilisi suitsuandureid.
3. Suitsuandurid paigaldada valgustitega ühele joonele ning vastavalt tootja nõuetele.
4. Sõrmistiku paigalduskõrgus (tsenter) on 1500 mm põrandapinnast.
5. Uksemagnetid paigaldada ukse ülemisse äärde.
6. Häireedastusseadmed ja häireedastusviis kooskõlastada turvateenuse pakkujaga.

Töö nimetus	Eramu elektripaigaldis			Joonise nimetus	2. korruse valvesüsteemi ja sidevõrgu plaan	
Address	Lai tn 14, Võhma, Viljandimaa			Töö nr	2015-08	Stadium
Projekteeris: Ats Pöder				PP	Mõõtkava	1:50
Kuupäev	08.06.2015	Joonise nr	EN1-102-Valve_2k			