



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

---

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

TUGEVVOOLU-, NÕRKVOOLU- JA  
AUTOMAATIKAPAIGALDISE EHTUSPROJEKT BIM  
SÜSTEEMIS ÜKSIKELAMU NÄITEL

POWER, LOW CURRENT AND AUTOMATION INSTALLATIONS CONSTRUCTION  
DESIGN IN BIM SYSTEM ON AN EXAMPLE OF PRIVATE RESIDENCE

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane

Filipp Shubin

Üliõpilaskood

144161AAAM

Juhendaja

teadur Toomas Vinnal

Tallinn, 2017.a.

## AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 201.....

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 201.....

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsemisele lubatud

“.....” .....201... .

Kaitsemiskomisjoni esimees .....  
/ nimi ja allkiri /

# Lõputöö kokkuvõte

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <i>Autor:</i> Filipp Shubin  | <i>Lõputöö liik:</i> Magistritöö |
| <i>Töö pealkiri:</i> Tugevvoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikapaigaldise ehitusprojekt BIM süsteemis üksikelamu näitel  |                                  |
| <i>Kuupäev:</i> 24.05.2017   | 71 lk                            |
| <i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool  |                                  |
| <i>Teaduskond:</i> Inseneriteaduskond  |                                  |
| <i>Instituut:</i> Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut  |                                  |
| <i>Õppetool:</i> Robotitehnika õppetool  |                                  |
| <i>Töö juhendaja(d):</i> teadur Toomas Vinnal  |                                  |
| <i>Töö konsultant (konsultandid):</i> Ats Pöder, Aleksandr Koltsov   |                                  |
| <i>Sisu kirjeldus:</i><br><br>Lõputöö eesmärgiks on uurida projekteerimiseks vajalikku dokumentatsiooni ning koostada eramu tugev- ja nõrkvoolupaigaldiste projekt kasutades BIM tehnoloogiat.<br><br>Antud lõputöö raames oli projekteeritud ja loodud Lodjapuu tee 9, Tännassilma külas, Saku vallas planeeritavale üksikeramu 3D-mudel. Lisaks oli teostatud välisvalgustuse simulatsioon ja loodud stereoskoopiline pilt, mille <i>VR-Cardboardi</i> ja nutitelefoni abil võib inimese jaoks teha ruumiliseks.<br><br>Käesolevas töös on antud ülevaade elektripaigaldiste projekteerimisest <i>Autodesk Revit</i> -is ning projektidokumentatsiooni koostamine Eesti standardite järgi. |                                  |
| <i>Märksõnad:</i> BIM, ehitusprojekt, virtuaalne reaalsus, tugevvool, nõrkvool, automaatika, Revit   |                                  |

# Summary of the Diploma Work

|  |  |
|--|--|
| <i>Author:</i> Filipp Shubin   | <i>Kind of the work:</i> Master's Thesis |
| <i>Title:</i> Power, low current and automation installations construction design in BIM system on an example of private residence.  |  |
| <i>Date:</i> 24.05.2017  | <i>71 pages</i>                          |
| <i>University:</i> Tallinn University of Technology<br><i>Faculty:</i> Faculty of Engineering<br><i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics<br><i>Chair:</i> Chair of Robotics   |  |
| <i>Tutor(s) of the work:</i> Scientist Toomas Vinnal<br><i>Consultant(s):</i> Ats Põder, Aleksandr Koltsov   |  |
| <i>Abstract:</i><br><br>The purpose of this work is to study the documentation that is required for electrical design and to create private residence model using BIM system technology.<br><br>In this given master's thesis 3D model of private residence located at Lodjapuu tee 9, Tännassilma village, Saku parish was designed and created. Additionally, light calculations were made for exterior lighting was made. Also, stereoscopic image was rendered. With the help of VR-cardboard and smartphone it is possible to create dimensional space in the perspective of human being.<br><br>In the given diploma work power installation design in Revit software is reviewed. Also, in accordance with Estonian standards documentation for building project is made. |  |
| <i>Key words:</i> BIM, construction design, power installaton, low current, automation, Revit  |  |



# Резюме заключительной работы

|  |  |
|--|--|
| <i>Автор:</i> Филипп Шубин   | <i>Тип работы:</i> Магистерская работа |
| <i>Заглавие:</i> Строительный проект систем сильного и слабого тока, а также автоматике при использовании BIM технологии, на примере частного дома.  |  |
| <i>Дата:</i> 24.05.2017  | <i>71 стр.</i>                         |
| <i>Университет:</i> Таллиннский Технический Университет<br><i>Факультет:</i> Инженерный Факультет<br><i>Отделение:</i> Электроэнергетика и Мехатроника<br><i>Кафедра:</i> Кафедра Робототехники  |  |
| <i>Руководитель(-и) работы:</i> научный сотрудник Тоомас Виннал<br><i>Консультант(-ы):</i> Атс Пыдэр, Александр Кольцов  |  |
| <i>Реферат:</i><br>Цель этой работы изучить необходимую для проектирования документацию и составить строительный проект систем сильного и слабого тока, используя BIM технологию.<br><br>В рамках данной работы проектируется и создается модель частного дома по адресу Lodjaruu tee 9, деревня Tänaassilma, волость Saku. Дополнительно были произведены расчеты наружного освещения и создана стереоскопическая картина, которую при помощи <i>VR-cardboard</i> и смартфона можно преобразовать в объемную сцену для отдельного человека.<br><br>В представленной работе проводят обзор проектирования электрических установок в программном обеспечении <i>Autodesk Revit</i> и составляется необходимая проектная документация согласно стандартам Эстонии. |  |
| <i>Ключевые слова:</i> BIM, сильный ток, слабый ток, строительный проект, автоматика, Revit  |  |

# Sisukord

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Lõputöö ülesanne.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Eessõna .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1. Sissejuhatus.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>2. Objekti kirjeldus .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3. Elektrivõrguga liitumine.....</b>                                  | <b>15</b> |
| 3.1. Hoone toiteliin .....   | 16        |
| 3.2. Juhistikusüsteem .....  | 17        |
| <b>4. Jaotuskeskused .....</b>   | <b>18</b> |
| 4.1. Kaitse liigpingete eest .....                                       | 19        |
| 4.2. Kaitse toite automaatse väljalülitamise teel .....                  | 20        |
| 4.3. Kaitse liigvoolu eest.....  | 21        |
| 4.4. Nõuded jaotuskeskustele.....  | 23        |
| <b>5. Jõupaigaldis .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>6. Nõrkvoolupaigaldis .....</b>                                       | <b>27</b> |
| 6.1. Andmesidevõrk .....   | 28        |
| 6.2. Fonolukusüsteem .....   | 29        |
| 6.3. Valvesignalisatsiooni süsteem .....                                 | 30        |
| 6.4. Videovalve .....  | 32        |
| 6.5. TV-Võrk.....  | 32        |
| 6.6. Heliedastussüsteem .....  | 32        |
| 6.7. Tulekahjusignalisatsioon.....                                       | 32        |
| <b>7. Lühisvoolude arvutamine .....</b>                                  | <b>33</b> |
| 7.1. Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamine .....                          | 33        |
| 7.2. Ühefaasiliste lühisvoolu arvutamine .....                           | 35        |
| <b>8. Maanduspaigaldis.....</b>  | <b>36</b> |
| 8.1. Potentsiaalühtlustus.....   | 38        |
| <b>9. Valguspaigaldis.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>10. Eripaigaldised .....</b>  | <b>46</b> |
| <b>11. Energiasäästu võimaldavad süsteemid .....</b>                     | <b>48</b> |
| <b>12. BIM-süsteemis projekteerimine .....</b>                           | <b>53</b> |
| <b>13. VR(virtual reality)süsteemi kasutamine projekteerimises .....</b> | <b>59</b> |
| <b>Lõputöö kokkuvõte .....</b>   | <b>62</b> |
| <b>Lisad .....</b>   | <b>69</b> |
| <b>L.1. VÄIKEELAMU TUGEVVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT .....</b>          | <b>70</b> |
| <b>L.2. VÄIKEELAMU NÕRKVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT .....</b>           | <b>71</b> |

# Lõputöö ülesanne

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Lõputöö teema:                | <b>Tugevvoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikapaigaldise ehitusprojekt BIM süsteemis üksikelamu näitel</b> |
| Üliõpilane:                   | <b>Filipp Šubin, 144161AAAM</b>   |
| Eriala:                       | <b>Elektriamid ja jõuelektroonika: Automatiseerimine ja robotitehnika</b>                             |
| Lõputöö liik                  | <b>Magistritöö</b>  |
| Lõputöö juhendaja:            | <b>Toomas Vinnal</b>  |
| Lõputöö ülesande kehtivusaeg: | <b>31.01.2018</b>   |
| Lõputöö esitamise tähtaeg:    | <b>25.05.2017</b>   |

---

Üliõpilane (allkiri)

---

Juhendaja (allkiri)

---

Instituudi direktor (allkiri)

## Teema põhjendus:

Tänapäeval enam rohkem kasutatakse projekteerimisel BIM-mudeldamist, et saada võimalikult täpse ja ülevaatliku projekti. Antud lõputöös vaadeldakse eramu näitel milliseid võimalusi ja eeliseid annab *BIM*-i kasutamine. Teema on oluline hooneehitamisega seotud isikutele – projekteerijatele, ehitajatele, arendajatele jne. Antud töö annab ülevaade elektripaigaldiste projekteerimisest *Autodesk Revit*-is, mis on Eestis üsna uus ala, mida ei ole veel kasutusele võetud ka suurematel projekteerimisettevõtetel.

## **Töö eesmärk:**

Töö eesmärgiks on uurida projekteerimiseks vajalikku dokumentatsiooni ning koostada eramu tugev- ja nõrkvoolupaigaldiste projekt kasutades BIM tehnoloogiat.

## **Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:**

Jõupaigaldiste, valguspaigaldiste ja nõrkvoolupaigaldiste plaanide ja skeemide koostamine. Maandusepaigaldiste lahendamine, lühisvoolude arvutamine. Energiasäästuvõimaldava süsteemi lahendamine, *BIM* süsteemis projekteerimise omaduste lahtikirjutamine, *VR*-süsteemi tulevikku analüüsimine.

## **Lähteandmed:**

Arhitektuursed alusjoonised, tellija ettepanekud elektriprojekti koostamisel, normdokumentatsioon.

## **Lõputöö konsultandid (vajadusel):**

\_\_\_\_\_

Konsultant nimi (allkiri, kuupäev)

\_\_\_\_\_

Konsultant nimi (allkiri, kuupäev)

## Eessõna

Käesoleva lõputöö teemat valisin omal initsiatiivil, kuna oman antud valdkonnas töökogemust ning oli soov antud teemat põhjalikumalt uurida. Lõputöö teema oli presenteeritud ning heaks kiidetud juhendaja hr. Toomas Vinnali poolt. Läbitöötatud materjal aitab ka tulevikus mul tööülesandeid paremini teostada. Töö, andmete kogumine ja konsultatsioonid toimusid O3 Inseneribüroos. Minu suured tänud hr. Toomas Vinnalile abi ja juhendamise eest. Lisaks tänan Ats Põtra ja Aleksandr Koltsovi konsulteerimise eest.

Nimi: Filipp Shubin

Aadress: Eesti, Harjumaa, Tallinn, Haabersti, Õismäe tee 56-68, 13512

Töökoht: O3 Inseneribüroo OÜ, eriosade projekteerija

# 1. Sissejuhatus

Projekteerimine on protsess, kus arhitektide ja inseneride poolt koostatakse ehitamisele planeeritava objekti kohta projektdokumentatsiooni. Planeerimise ja ehitamise kontekstis on projekt ehitamise aluseks olev dokument, mis võimaldab anda hinnangut projekteeritud ehitisele, selle järgi ehitada ja ehitamist kontrollida. [6]

Ehitamiseks vajalikke dokumentide kogum nimetatakse ehitusprojektiks. Ehitusprojekt võib koosneda mitmetest osadest. Projekteeritud lahendusi kirjeldavatest tekstilistest projektdokumentatsioonist, näiteks – seletuskiri, tabelid. Graafilisest projektdokumentatsioonist, näiteks – joonised, skeemid, plaanid, graafikud, illustratsioonid. Projektis võib ka vajadusel esineda muid asjakohast dokumentatsiooni – näiteks ekspertiisid, uuringute aruanded jne. Vastavalt Tellija soovidele ning sõltuvalt hoone iseloomust ehitusprojektis eristatakse järgmised osad: arhitektuur, konstruktsioonid, tehnosüsteemid (sh küte- ja ventilatsioon, jahutus ja soojusvarustus, gaasivarustus, veevarustus- ja kanalisatsioon), elektripaigaldised (sh tugevvoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikapaigaldis), tuleohutus, energiatõhusus ning vajadusel ka muud ehitise eripärast tulenevatest oludest. Ehitusprojekti võib jagada kolmeks staadiumiks: eelprojekt, põhiprojekt ja tööprojekt. [13]

Igale projekti staadiumile on esitatud omad konkreetset nõuded, mida tuleb jälgida vastava staadiumi projekti koostamisel.

Kõik projekti osad ja staadiumid peavad olema koostatud nii, et see oleks üheselt mõtetav ja arusaadav.

Eelprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse arhitektuurilahendus ja insener-tehniliste lahenduste põhimõtted, mida Tellija kooskõlastuse korral detailiseeritakse järgmistes staadiumites. Eelprojekti staadiumis analüüsitakse erinevate arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste sobivust ja ökonoomsust ning valitakse kõige sobivam. Eelprojekt peab sisaldama andmeid ehitise ja selle osaks oleva tehnosüsteemi kavandatud kasutuse kohta. Asendiplaaniline, arhitektuurilahendus ja tuleohutuse osa esitatakse eelprojektis nii seletuskirjas kui ka graafiliselt. Insener-tehnilised lahendused ei pea sisaldama graafilise osa. Eelprojekti alusel peab olema võimalik määrata projekti maksumust ning määrata energiatõhusust.

Põhiprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab määrata ehitise

eelarvelist maksumust, korraldada ehitushange ja koostada ehitamiseks hinnapakkumust. Põhiprojektis arendatakse edasi eelprojekti staadiumis välja valitud lahendusi ja töötatakse välja ehitise põhilahendus selliselt, et ehitusprojekti osad oleksid omavahelises kooskõlas ja süsteemselt seotud.

Tööprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab nõuetekohaselt ehitada ning koostada teisi ehitamisega seonduvaid dokumente, mille olemasolu peetakse vajalikuks. Tööprojektis täpsustatakse eelprojektis ja põhiprojektis toodud lahendused selliselt, et pärast ehitustööde organiseerimise kava, tootejooniste ja muude ehitamisega seonduvate dokumentide koostamist, oleks võimalik ehitist terviklikult valmis ehitada. Tööprojekti joonised ja graafikud esitatakse sellisel mõõtkavas ja formaadis, et seda oleks mugav kasutada ehitusplatsil. [13]

Elektripaigaldis on talitluslik kogum mitut liiki elektriseadmetest ja muudest asjakohastest seadistest, mis on statsionaarselt paigaldatud ning mõeldud alaliseks kasutamiseks eelnevalt kindlaks määratud asukohas. [5]

Elektripaigaldisi võib jagata kaheks põhiosaks – tugevvoolupaigaldised ja nõrkvoolupaigaldised.

Tugevvoolupaigaldised omal ajal jaotatakse järgnevalt:

- Jõupaigaldised, mille alla kuuluvad hoones paiknevad jaotuskeskused, elektriseadmed jne.
- Valguspaigaldised, mille alla kuuluvad hoones paiknevad valgustid ning valgusteid juhtiva süsteemid.
- Maanduspaigaldised, mille alla läheb maandamiseks ja potentsiaaliühtluseks ettenähtud süsteem.

Nõrkvoolupaigaldiste gruppi kuuluvad andmesidevõrk, tulekahjusignalisatsioonisüsteem, videovalvesüsteem, valvesignalisatsioonisüsteem, läbipääsusüsteem, helisüsteem ja teised nõrkvoolusüsteemid.

Ühiskonna arenguga kasvavad ka tema vajadused. Kui veel 20 aastat tagasi arvutis tarkvaraga hoone eriosade projekteerimine oli haruldane, tänapäevane projekteerija ei kujuta ennast arvutita. Kuna enam rohkem hoonetesse ehitatakse kompleksed eriosade süsteeme, enam rohkem tuntakse vajaduse nende vahelises optimeerimises. Siin on abiks projekteerimine BIM-

keskkonnas. BIM (ing.k – *Building Information Modelling*) on protsess, mis hõlmab digitaalkujul füüsiliste ja funktsionaalsete objekti omaduste tekitamist ja käitlemist. Teiste sõnadega, digitaalsed objektid omavad teatud parameetrid (näiteks, materjal, võimsus, faaside arv jne.), mis võimaldavad edaspidist projekteerimist. BIM on rahvusvaheline standard, mis võimaldab failide vahetamist erapoolte vahel ning aitab otsuste tegemisel seoses ehitatava või projekteeritava objektiga. Tänapäeval BIM-i kasutavad spetsialistid erinevates valdkondades nagu arhitektuur, sisekujundus, konstruktsioonid, ehitus, vesi, kanalisatsioon, ventilatsioon, küttesüsteemid, elektrisüsteemid, infrastruktuur, gaas, side, teede planeerimine, sillad, sadamad, tunnelid jne, mis võimaldab neil vajadusel kiiret ja konstruktiivset dialoogi omavahel. Tänapäeval terve hulk firmasid pakub tarkvaralist lahendust BIM-is projekteerimisele. Näidisenäi võib tuua ArchiCAD, MagiCAD, Tekla Structures, VectorWorks, CADSp planner ja Autodesk Revit.[4] Käesolevas lõputöös projekteerimine oli tehtud litsentseeritud Autodesk Revit tarkvara abil. Lõputöös tuuakse välja BIM-tarkvaras projekteerimise eelised ja omapärad. Analüüsitakse võimalused tulevikku arenguteks nii BIM-keskkonnas kuid ka mis võib tuua meile VR-süsteemide kasutamine projekteerimise kontekstis. [4]



## 2. Objekti kirjeldus

Elektriprojekt on koostatud Lodjapuu tee 9, Tännassilma külas, Saku vallas, Harjemaal planeeritavale üksikelamule.

Üksikelamu ehitusprojekt on koostatud OÜ Liis Projekt poolt aprillis 2007. a, vastutav arhitekt M. Niisuke. Ehitusprojekti koostamise aluseks oli kehtestatud „Harju maakonnas Saku vallas Tännassilma külas Otsa kinnistu I maatüki“ detailplaneering ning tol ajal kehtinud Ehitusseadus.

Detailplaneeringu kehtestaja on Saku Vallavolikogu, otsus nr 105 15.09.2005.a. Projekteeritud hoone vastab tol ajal kehtinud Ehitusseaduse §3-s ning standardis „EVS 1-2002 Hoone projekt“ esitatavatele nõuetele.

Detailplaneeringu p. 5.3 „Arhitektuuri nõuded“ järgi krunt paikneb väljakujunenud küla miljöoga alal. Seetõttu on kruntidele planeeritud elamutele kehtestatud erinõuded. Sellele alale ei ole lubatud ehitada neofunktsionalistlikus stiilis kastmaju. Soovitavad materjalid on tellis, puit, paekivi, maakivi. Sellele alale on lubatud ehitada kahekorruselised kaldkatusega maksimaalse kõrgusega 10m hooned. Katusekalle 30 - 40°.

Hoone põhimaht risti või paralleelne teega. Ehitusjoon ei ole jäigalt määratud. Krundi suurust arvestades on krundile lubatud kuni 3 hoonet. Abihooned on ühekorruselised ja sama katusekaldega, mis põhihoone.

Ehituskrundi aadress on Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harju maakond. Krundi suuruseks on määratud 2553 m<sup>2</sup>. Ehituskrunt on tasase reljeefiga ning olulise kõrghaljastuseta.

Eelnevalt on krundi piirile rajatud liitumisühendused vee- ja kanalisatsiooniga ning on paigaldatud elektrivõrgu liitumiskilp. Sissesõit krundile on ette nähtud detailplaneeringuga määratud teelt (kvartalisisene tee).

Ehitusprojekt on kooskõlastatud Põhja-Eesti Päästkeskusega (kooskõlastus nr 2419 27.06.2007.a), OÜ-ga Jaotusvõrk võrguehitusosakonna Tallinn-Harju sektoriga (kooskõlastus nr 4641 02.07.2007.a) ning Saku Vallavalitsusega (korraldus nr 923 11.09.2007.a).

Ehitustöödega alustati suvel 2016.a. Hoone vundamendiks on lintvundamendid monoliittraudbetoonist. Seinad fiboplokkidest, vahelaed betoonplaatidest ning katusekatteks on betoonist katusekivi. Elektriprojektiga on hoonele ettenähtud päikesepaneelide valmidus.

Joonistel 2.1 ja 2.2 on toodud projekteerimistarkvaras koostatud planeeritava hoone 3D vaated.



*Joonis 2.1 Projekteeritava hoone 3D vaade lõunasuunast*



*Joonis 2.2 Projekteeritava hoone 3D vaade loesuunast*

### 3. Elektrivõrguga liitumine

Planeeritaval maa-alal elektrivarustuse lahendamisel Otsa kinnistu I maatükil on lähtunud väljakujunenud olukorrast ja Eesti Energia AS Jaotusvõrgu Tallinn – Harju Piirkonna poolt väljastatud tehnilistest tingimustest nr.50387 (tehnilised tingimused olid väljastatud 2008.a, praegu tehnilisi tingimusi väljastab Elektrilevi OÜ).

Otsa kinnistu I maatükk koosneb kahest maa-alast. Suuremal maa-alal moodustatavad uued kinnistud Tänassilma I kinnistu naabruses saavad elektritoite olemasolevast rekonstrueeritavast Kulmari 10/0,4 kv alajaamast.

Otsa kinnistu I maatüki väiksem maa-ala, milline asub Oti kinnistu naabruses saab elektritoite üle Tänassilma-Laagri tee Kungla maaüksusele planeeritavast alajaamast. Kungla maaüksusele on koostatud OÜ HARRIVAL poolt Kungla elamukvartali detailplaneering (töö nr.DP-2-SA), mille elektrivarustuse lahendus on kooskõlastatud Eesti Energia AS poolt. Sellest lahendusest lähtuvalt saavad käesoleva detailplaneeringu mahus käsitletavad üle Tänassilma-Laagri maantee moodustatavad kinnistud elektritoite Kungla elamukvartalis Tänassilma-Laagri maanteele suubuvalt Kungla tänavale planeeritud transiitkapist.

Vastavalt tehnilistele tingimustele nähakse kinnistute elektritoide ette 0,4 kv maakaabelliinidega ringtoitena võrguarvutuste alusel. Kinnistute juurde kinnistute piirile nähakse ette transiitkilbid koos mõõtekilbiga.

Rekonstrueeritavast Kulmari 10/0,4 kv alajaamast on eeldatav perspektiivne tarbitav võimsus ~ 200 kW.

Kungla elamukvartali uuest alajaamast on eeldatav perspektiivne tarbitav võimsus 25 kW.

Täiendava elektrienergia tarbimiseks on vajalik sõlmida võrguühenduse kasutamise leping ja tasuda liitumistasu. Seisuga 28.12.2016 oli liitumistasu ära makstud ning leping sõlmitud.

Pingestamine on lubatud pärast elektripaigaldise kasutuselevõtu teadise esitamist elektrivõrgu ettevõttele.

Detailplaneeringus on kinnistutele ja rajatistele ette nähtud teenindusservituudid ja kaitsevööndid.

Hoone varustatakse elektrienergiaga vastavalt tehnilistele tingimustele ja elektriprojektile.

Jaotusvõrk projekteerib ja ehitab 0.4 Kv elektriliini ning paigaldab kinnistu piirile liitumiskilbi kaitsmega 3x25A ja kahetariifse arvestussüsteemi. Liitumiskilbist elektripaigaldise peakilpi ehitab tarbija oma vajadustele vastava liini. Liitumispunkt Elektrilevi OÜ on liitumiskilbis tarbija toitekaabli klemmidel. Liitumispunkt asub krundi piiril. Välja ehitatud liitumispunkt

kuulub võrguettevõtjale. Tarbija pääseb liitumiskilbis ligi ainult elektripaigaldise toitekaabli ühendamiseks mõeldud klemmidele.

Kuna elektrivõrguga liitumine on tasuline ja üpris kallis teenus, projekteerija on kohustatud arvutada hoonele vajalikku võimalikult täpselt prognoositava tarbitava voolu suurus. Tarbijal ei ole mõistlik maksta üleliigsete amprite eest. Hinnakujunemise poliitika võib erineda sõltuvalt võrguettevõttest. Näiteks Elektrilevi OÜ-l on ampripõhine arveldus. Liitumistasu otseselt sõltub amprite arvust.

### 3.1. Hoone toiteliin

Vastavalt Elektrilevi poolt väljastatud tehnilistele tingimustele, liitumispunktist elektripaigaldise peakilpi projekteerib ja ehitab klient oma vajadustele vastava liini. Liin tuleb markeerida aadressiga Elektrilevi OÜ liitumispunktis. Elektrivarustus liitumispunktist objekti peajaotuskilpi näha ette maakaabliga.

#### 1.3.2 HOONE TUGEVVOOLUPAIGALDISE ANDMED

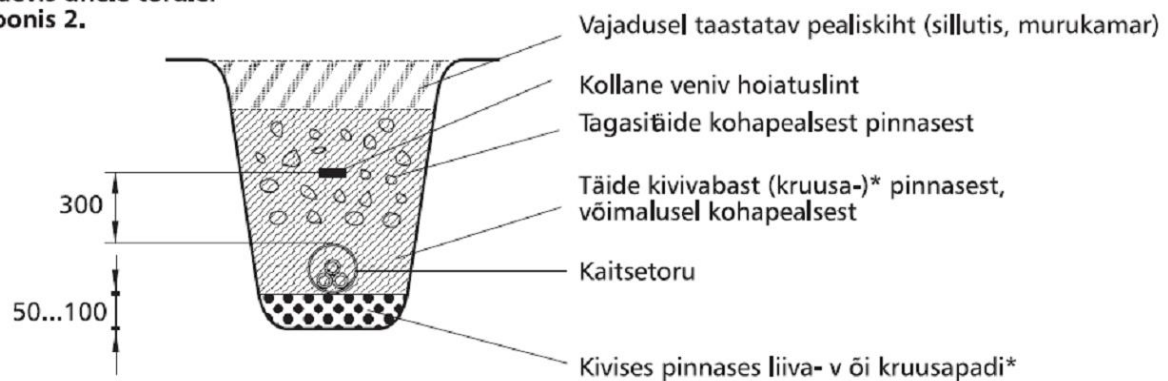
|                           |         |
|---------------------------|---------|
| - Sisestusjuhistik:       | TN-C    |
| - Jaotusjuhistik:         | TN-S    |
| - Toitepinge:             | 400 V   |
| - Installeeritud võimsus: | 41,8 kW |
| - Arvutuslik võimsus:     | 16,2 kW |
| - Peakaitsete suurus:     | 3x25A   |
| - Võimsustegur:           | 0,95    |

#### *Joonis 3.1 Hoone tugevvoolu paigaldise andmed*

Tänapäeval on enamasti kasutusele võetud maakaabel. Maakaabel tagab kõrgema töökindluse, kuid rikke tekkimisel on rikke asukoha määramine aeganõudvam ja keerulisem. Antud projekti puhul hoone toiteliin on projekteeritud maakaablina. Hoonesisestusel kaabel paigaldada liitumiskilbist pinnasesse vähemalt 0,7 m sügavusele liivapadjas ning kogu ulatuses kaablikõris. Kaabli montaažil jälgida kaabli tootja poolt lubatud painderaadiusi ja tõmbejõudusid. Kogu kaablitrassi ulatuses tähistada kaabel 0,3 m kõrgemal hoiatuslindiga. Trassi paiknemine looduses kanda teostusjoonisele. Hoone sisestuskaabli tüübiks on AXPK 4G35 ja pikkus täpsustatakse kohapeal (projekti koostamisel puudus hoone asendiplaan). AXPK on ka Elektrilevi OÜ poolt heakskiidetud kaablimark. AXPK vastavalt Draka kaabli andmelehele sobib kohtkindlaks paigalduseks sise- ja välistingimustes, ideaalselt pinnasesse paigaldamiseks. Siin tuleb mainida, et kaabli paigaldamise nõutud sügavus võib erineda

vastavalt välioludele. Näiteks sõidutee all paiknev kaabel tuleb paigaldada sügavusele üks meeter. Kuna antud projekti puhul on tegemist õuealaga, nõutud sügavus on 0,7 meetrit. Kaeviku põhja minimaalne laius on 200 mm. 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. [7]

**Kaevik ühele torule:**  
**Joonis 2.**



\*Kruusaks loetakse pinnas, mis ei sisalda üle 50% kuni 10 mm suurusi kive.  
Soovitatav kaevise põhja laius toru tasapinnal on toru läbimõõt + 200 mm.  
Üldjuhul paigaldatakse ühte torru üks kaabel.

### **Joonis 3.2 Tüüpkaeviku lõige**

Lisaks sügavusele, maakaabli projekteerimisel tuleb jälgida, et oleks tagatud vähimad lubatud kaugused teiste eriosade välisvõrkudest. Nõutud vahekaugused 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 [7].

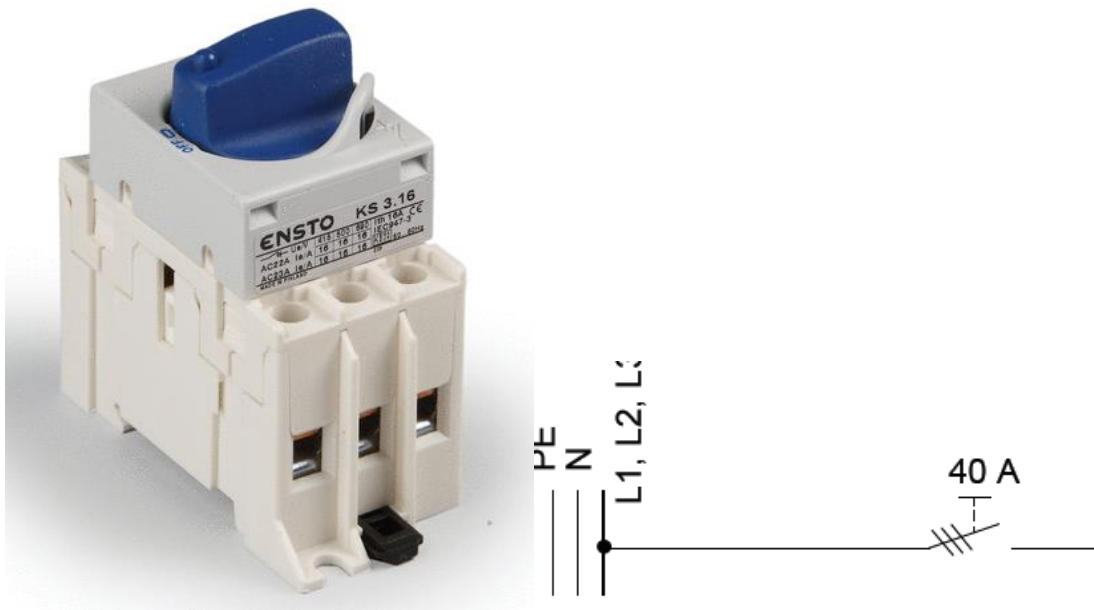
### **3.2. Juhistikusüsteem**

Juhistikusüsteemi all mõeldakse juhistiku töö- ja kaitsejuhtide ning maa omavahelist kombinatsiooni. Võib välja tuua kolm enamuskasutuses olevaid juhistikusüsteeme: TN-S, TN-C ja TN-C-S TN-C-S. TN-C puhul on kaitse- ja neutraaljuht kogu juhistiku ulatuses ühitatud.

TN-S puhul kaitse- ja neutraaljuht on juhistiku kogu ulatuses teineteist eraldatud. TN-C-S puhul kaitse- ja neutraaljuht on juhistiku teatavas toitepoolses osas ühitatud, teatavas tarvititepoolses osas aga teineteist eraldatud. Käesolevas projektis hoone toiteliin on projekteeritud TN-C juhistikusüsteemis. Hoone peakilbis lahutatakse PE ja neutraaljuht ning hoonesiseseks juhistikusüsteemiks on TN-S. TN-S eelis on selles, et ka inimese elektrilöögioht on välistatud, kuna pingealdiste osade pinge maa suhtes on null. TN-C juhistik on kasutuses jaotusvõrkudes kuna see ei nõua rikkevoolukaitset ja ei kasutata mikroelektroonikat. [8]

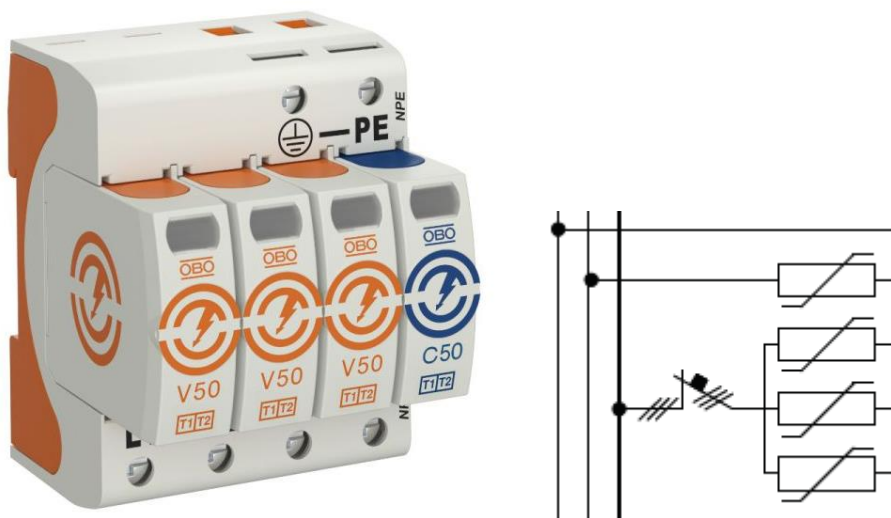
## **4. Jaotuskeskused**

Hoone peajaotuskeskus PJK paigaldatakse 1. korrusele tehnilisse ruumi ning sellest saavad toite esimesel korrusel paiknevad elektriseadmed ning teisel korrusel asuv jaotuskeskus JK ja garaažis asuv jaotuskeskus GJK. Üldjuhul, eramutes, kuna ahelate pikkused on võrdeliselt lühikesed ei ole vaja hoonesse paigaldada lisaks jaotuskeskuseid. Antud projektis teisel korrusel olev kilp on Tellija poolne soov. Keskused peavad vastama Eestis kehtestatud standarditele, Euroopa madalpingedirektiivile ja elektromagnetilise ühilduvuse direktiivile. Sellised jaotuskeskused on tähistatud CE-märgiga. Jaotuskeskuse sisestusel esimene komponent on kolmepooluseline pealüliti, mille eesmärk on kogu keskuses voolu katkestamine. Pealüliti nimivool peab olema ühe astme võrra suurem liitumiskilbi kaitseülitist. Antud projektis on see kahe astme võrra suurem, kuna Tellijal oli soov tulevikus vajaduse korral suurendada liitumispunkti läbilaskevõimet ühe astme võrra. Peajaotuskeskuse kaitseautomaat asub liitumiskilbis ja kaitseb liigkoormuste eest. Hoones olevate ahelate kaitseautomaadid ja rikkevoolukaitsmed asuvad jaotuskeskusest väljaminevate liinide ees.



*Joonis 4.1 Pealüliti ja sellele vastav sümbol kilbiskeemist*

#### 4.1.Kaitse liigpingete eest



*Joonis 4.2 Liigpingepiirik ja sellele vastav sümbol kilbiskeemist*

Nüüdisajal on kõigis elamutes kasutusel mikroelektronikakomponentidel põhinevad olmeelektronikaseadmed. Kõik need seadmed on väga tundlikud liigpingetele. Liigpingete tagajärjel võivad mikroelektronikaseadmed rikneda ja muutuda isegi remondikõlbmatuks. Selliste seadmete kõrge hinna poolest tuleb neid kaitsta liigpingete eest ning tänapäeval kõik elamud vajavad liigpingekaitset.

Hoone peajaotuskeskusesse nähakse ette 1,4kV kaitseastmega liigpingepiiriku tüüpi 1+2 ja liigpingepiiriku kaitse vastavalt tootja juhistele. Liigpingepiirikute eesmärgiks on kaitsta hoone sees olevat elektripaigaldist elektrivõrgu lülitustest tekkivate liigpingete ja kaudsete pikselöökide eest.

Elektripaigaldiste tööd häirida võivad liigpinged liigitatakse kestuse järgi:

- transientliigpinged (ingl. transient – üleminev, mööduv). Need on impulsilise iseloomuga ja kestavad tavaliselt mõne millisekundi. Ohtlik on kõrge amplituud.
- ajutised liigpinged. Need avalduvad võrgusagedusliku sumbuva või mittesumbuva vahelduvpingena. Ohtlik on nende kestus, mis sõltub kaitseseadme rakendumiskiirusest:
  - o kiiretoimelise liigvoolu-, maaühendus- ja puutepingekaitse olemasolul enamasti alla 5 sekundi
  - o kaitse puudumisel kuni mõnikümmend minutit. [16]

## 4.2. Kaitse toite automaatse väljalülitamise teel



*Joonis 4.3 Rikkevoolukaitse ja sellele vastav sümbol kilbiskeemist*

Isoleerimismaterjal, mida kasutatakse elektrotehnikas, pole kunagi täiuslik ning juhtub, et ka töökorras elektriseadmete ja -võrkude normaaltalitusel võib tekkida vool faasi- ja



neutraaljuhtide soontele lisaks ka faasi ja maa ning mitme faasi vahel. Ülaltoodud juhtumitel tekkinud voolu nimetatakse lekkevooluks, mis on töökorras isolatsiooni ja 230 V pinge korral enamasti alla 1 mA. Antud voolutugevus on piisavalt väike ja ohutu inimese tervisele. Lekkevoolu, mis võib tekitada isolatsioonirikke, elektriseadme kereühenduse või toiteliini maaühenduse tagajärjel ning mille väärtus ületab ohutu piiri, nimetatakse rikkevooluks. [9]

Standardi EVS-IEC 60364-4-41:2007 „Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest“ kohaselt tuleb kõigile kuni 20 A tavaisikute poolt üldkasutatavate pistikupesadele ette näha lisakaitse rikkevoolukaitse aparadi abil, mille rakendumisvool ei tohi ületada 30 mA. Samamoodi peavad olema rikkevoolukaitsega kaitstud välioludes kasutatavad teisaldatavad seadmed nimivooluga enamalt 32 A. [10]

Rikkevoolukaitseüliti töö põhimõte põhineb faasijuhtide ja neutraaljuhi voolude geomeetrilise summa kontrollimisel. Normaaltöökorras peab see olema igal hetkel null. Rikke tekkimisel tasakaal kaob ning juhul, kui see ületab rikkevoolukaitseüliti rakendamisiipi, jõukontaktid lahutatakse.

### 4.3. Kaitse liigvoolu eest



*Joonis 4.4 Kolme faasiline kaitseautomaat ja sellele vastav sümbol kilbiskeemist*

Antud projektis on lähtutud projekteerimise heatavast ning pistikupesadega ahelates on kasutusele võetud 16 A kaitseautomaadid ning 2,5 mm<sup>2</sup> ristlõikega vasest paigalduskaablid. Valgustite jaoks nähakse ette 10 A kaitseautomaadid ning 1,5 mm<sup>2</sup> ristlõikega vasest

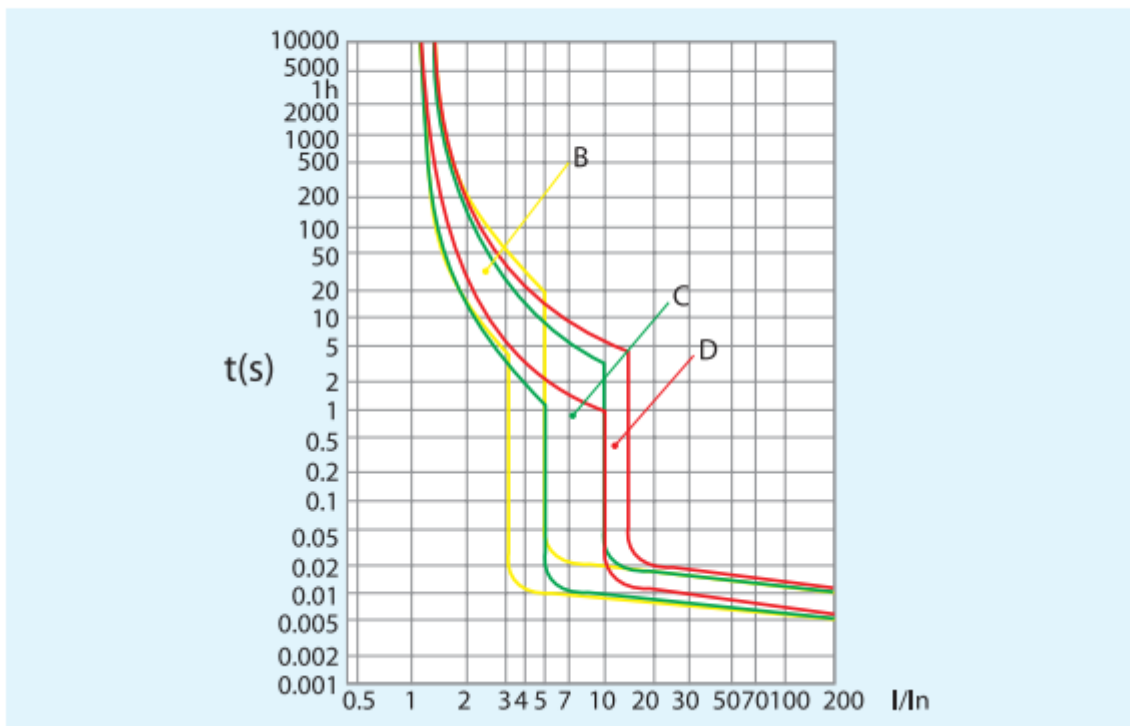
paigalduskaablid. Iga ahela projekteerimisel tuleb arvesse võtta, et kaabli koormusetaluvus peab olema vähemalt ühe astme võrra suurem kui kaitselüliti. Näiteks tava pistikupesade ahelas kasutusele võetud kaabli maksimaalne lubatud koormus on 18,5 A, mis on kooskõlas nõutud normidega. Kaitseaparatuuride ja kaablite lühisetaluvuse osa on põhjalikumalt kirjeldatud antud lõputöö vastavas peatükis.

Kaitseautomaadi määramisel tuleb ka jälgida selle karakteristiku. Tavaliselt kohtkindlate seadmete puhul on kasutuses C-karakteristikuga kaitseautomaat ning kui on tegemist tavapistikupesadega valitakse B-karakteristik. Üheks põhjuseks võib nimetada liigkoormusele tundlike seadmete kaitsmine. B-, C- ja D-karakteristiku võrdlus on välja toodud joonisel 4.5.

### 3. Rakendumiskarakteristikud

IEC/EN 60898-1

B, C ja D kõver



Joonis 4.5 Rakendumiskarakteristikute võrdlus [3]

#### 4.4.Nõuded jaotuskeskustele

Hoone peajaotuskeskus PJK paigaldatakse 1. korrusele tehnilisse ruumi ning sellest saavad toite esimesel korrusel paiknevad elektriseadmed ning teisel korrusel asuv jaotuskeskus JK ja garaažis asuv jaotuskeskus GJK. Keskused peavad vastama Eestis kehtestatud standarditele, Euroopa madalpingedirektiivile ja elektromagnetilise ühilduvuse direktiivile. Sellised jaotuskeskused on tähistatud CE-märgiga.

Peajaotuskeskuse paigalduse kõrgus peab olema põrandast 1,8 m ülemise serva järgi. Kilp paigaldatakse selliselt, et selle uks avaneks vähemalt 120°. Kilbi ette peab jääma vähemalt 0,8m ruumi.

Keskuses tuleb kasutada valdavalt DIN-liistule kinnitatavaid moodultüüpi komponente. Samatüübilised komponendid peavad olema sama valmistaja toodang. Keskuste põhi-, abi- ning alamvooluahelate ühendamine teostada lahtiühendavate klemmliistude abil. Keskus koostada selliselt, et magistraalkaablitel jäetaks piisavalt ruumi ampertangidega koormuse mõõtmiseks.

Jaotuskeskused dimensioneeritakse ca 25% võimsus- ja ruumivaruga.

Kaitseaparatuur peab taluma 6 kA lühisvoolu.

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 Un [11]

Kilbiukse siseküljele tuleb paigaldada kilbi skeemid. Väljuvad rühmaliinid nummerdada. Peale kaablite ja juhtmete paigaldamist avad kilbis tihendada.

## 5. Jõupaigaldis

Jõupaigaldise projekteerimisülesanne on kõikidele elektriseadmetele hoones toite tagamine. Elektriseadme ühendusviis hoone elektrisüsteemiga võib erineda. Näiteks kohtkindlad seadmed, nagu elektrikeris, elektripliit, soojuspump jne tavaliselt ühendatakse klemmide abil otse toitekaabliga. Kõik teised hoones olevad seadmed saavad oma elektrilise ühenduse pistikupesa abil. Kõik hoones paigaldatavad elektriseadmed peavad vastama Euroopa Liidu madalpingeseadmete ja elektromagnetilise ühildatavuse direktiivide alusel kehtestatud tootestandarditele ja omama CE vastavusmärki. Kõik elektriseadmed peavad omama tehnilist dokumentatsiooni, vastavusdeklaratsiooni ja vastavusmärgistust. Elektriseadmed peavad vastama direktiividele 2004/108/EÜ ja 2006/95/EÜ.

Elektriprojekti koostamisel üks põhiülesannetest on hoone tarbitava võimsuse määramine. Selle jaoks tuleb arvestada suuremate tarbijatega nagu soojuspumbad, elektrikütte, pliit, keris, ventilatsiooniagregaat jne. Siin elektriprojekterijale tuleb teha tihedad koostööd teiste eriosade projekteerijatega. Kohtkindlate seadmete võimsused on tihtipeale põhiprojekti etapis elektriprojekterijale selged. Suuremate hoonete puhul on mõttekas elektriprojekterijale alustada oma tööd viimasena, kuna antud etapis KVVK-seadmete võimsused on juba määratud.

### 1.9.1 KVVK-SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

| Seade                  | Pinge | Võimsus |
|------------------------|-------|---------|
| Õhkvesi soojuspump     | 400 V | 12 kW   |
| Ventilatsiooniagregaat | 230 V | 1,5 kW  |

#### *Joonis 5.1 KVVK-seadmete nimivõimsused*

Teiseks oluliseks osaks on toitepunktide asukohade määramine. Kohtkindlate seadmete puhul tuleb samamoodi põhineda teiste eriosade projektidele. Pistikupesade asukohade määramisel tuleb lähtuda ruumide kasutusotstarbest ning arhitekti või sisearhitekti poolt määratud mööblipaigutuse plaanist. Vooluvõtukohtade tuleb projekteerida piisavas mahus ning võimalikult lähedalt elektritarvitile. Tihtipeale Tellijal on ka omapoolne nägemus ning erisoovid. Paigalduskomponentide paiknemiskohta ja paigalduskõrgust võib elektritöövõtja ehitustööde käigus korrigeerida, lähtudes Tellija täiendavatest ettepanekutest kui see ei lähe vastuollu normdokumentide nõuetega.

Elektriprojekti koostamise tööülesanne suuremas mahus on elektri kaabli suuruste määramine. Kuna hoones on ette nähtud TN-S juhistikusüsteem seega kõik PE- ja neutraaljuhid on eraldatud. Vastavalt tarbija elektriühendusele on ahel kas kolme- või ühefaasiline. Faasijuht tähistatakse L1, L2 või L3. Nende isolatsioonivärvid on siis vastavalt pruun, must ja hall. PE-juhe isolatsioon on kolla-rohelist värvi ja neutraaljuht N on sinist värvi. [1]

Ahelate projekteerimisel tuleb arvestada ühendatava seadmete võimsustega. Samas arvestatakse ka sellega, et enamus ajast voolutarbijad ei ole aktiivsed ehk koormus puudub. Näiteks olme pistikupesade ahela projekteerimisel arvestatakse 50 W ühe pistikupesa kohta, kuid näiteks võimsa seadme ühendamisel võib ahela tarbimine kasvada mitme kilovattini. Siin tuleb arvestada ka sellega, et näiteks köögiseadmetel mõeldud ahelas pistikupesade arv peab olema vähem, kuna seal tihti peale ühendatakse ja lülitatakse sisse suurem arv võimsamaid tarbijaid (veeketja, mikrolaineahi jne). Näiteks tavalise ühefaasilise pistikupesa nimivool on 16A ja maksimaalne pinge voltides on 250V (nominaalne 230V). Antud liinile projekteeritakse vaskaablit ristlõikega 2,5mm<sup>2</sup> ja kaitselüliti nimivooluga 16A. Tõenäoliselt reaalelus selle ahela tippvõimsusele tavakasutaja ei koorma või koormab üsna lühikese ajaperioodi jooksul ning ekstreemses olukorras rakendub kaitseautomaat katistes liini ülekoormuse eest.

Arvutame antud ahela nimivõimsuse.

$$P = U \cdot I \cdot \cos\phi$$

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

$P=3,68$  kW. Projekteerimisel tuleb arvestada selle arvuga ja ahelasse ühendatavate seadmete võimsus ei tohi ületada seda arvu. Kolmeefaasilise ahela puhul sama nimivooluga saame ahelasse ühendada rohkem või võimsama tarbijat.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

kus  $U$  - pinge kahe faasi vahel,  
 $I$  - tarbitav vool,  
 $\cos\phi$  - võimsustegur.

Antud valemi puhul  $P=11,09$  kW.

Tuleb meeles pidada, et kõik kohtkindlat seadmed peavad olema maandatud. Tänapäeval kõikidel turul olevatel pistikupesadel PE kaitsemaanduse olemasolu ning seda tuleb kindlasti ühendada maandusjuhiga.

Elektriahel kaabli määramisel tuleb arvestada ka pingelanguga. Pingelang on elektriallika ja elektritarbijate vahele jääva elektriahela mingile osale langeva pinge erinevuse elektriallika pingest. Pingelang otseselt sõltub mitmest parameetrist, allpool oleval joonisel 5.2 on välja toodud pingelangu arvutamise valem:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot l \cdot \cos\phi \cdot 100}{\sigma \cdot U_n \cdot s} [\%]$$

**Joonis 5.2 Pingelangu arvutamine [2]**

Kus,

- $I_n$  - nimivool [A],
- $L$  - kaabli pikkus [m],
- $\Sigma$  - juhtivus [S x m/mm<sup>2</sup>],
- $U_n$  - nimipinge [V],
- $S$  - kaabli ristlõike [mm<sup>2</sup>],

Pingekadu liitumispunktist arvestini ei tohi ületada 0,5% ja arvestist tarbimiskohani ei tohi ületada 3,5%. Antud projekti puhul pingelangu suurus jääb lubatud diapasoni piiridesse.

| PJK   |           |   |     |        |           |  |
|-------|-----------|---|-----|--------|-----------|--|
| Skeem | Grupi nr. | Tarbija nimetus                           | KW  | Kaitse | Kaabeldus |  |
|       |           |   |     |        |           |  |
|       |           | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |     |        |           |  |
|       | 11        | Küttekontrolleriie                        | 0.1 | B10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 12        | P.pesad - Köök                            | 0.6 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 13        | P.pesad - Kabinet                         | 0.5 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 14        | P.pesad - Elutuba                         | 0.5 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 15        | P.pesad - Põrandkarbis                    | 0.2 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 16        | P.pesad - TE, WC, Vannituba               | 0.4 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       |           | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |     |        |           |  |
|       | 17        | P.pesad - Esik                            | 0.2 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 18        | P.pesad - Välis                           | 0.3 | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 19        | Elektripõrandkütte                        | 0.7 | C10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 20        | Nõudepesumasin                            | 2.0 | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 21        | Pesumasin                                 | 2.0 | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 22        | Kuivati                                   | 2.0 | C16    | XPJ 3G2,5 |  |

Joonis 5.3 Peajaotuskeskuse liinide arvutuslikud võimsused, kaitselülitid ja kaablid

## 6. Nõrkvoolupaigaldis

Tänapäeval elumajades suureneb iga päevaga mitmesuguste nõrkvoolusüsteemide osatähtsus. Tarbijapoolne nõudlus nende järele suureneb veelgi kiiremas tempos. Selle põhjuseks võib nimetada arvuti- ja elektroonikatehnika kiire areng ning hindade pidev langemine. Nõrkvoolupaigaldis võib koosneda mitmest süsteemist, näiteks sidevõrgust, valvesignalisatsiooni süsteemist, läbipääsusüsteemist, televisioonivõrgust, automaatselt tulekahju signalisatsiooni süsteemist, automaatikasüsteemidest, helindussüsteemist ja teistest

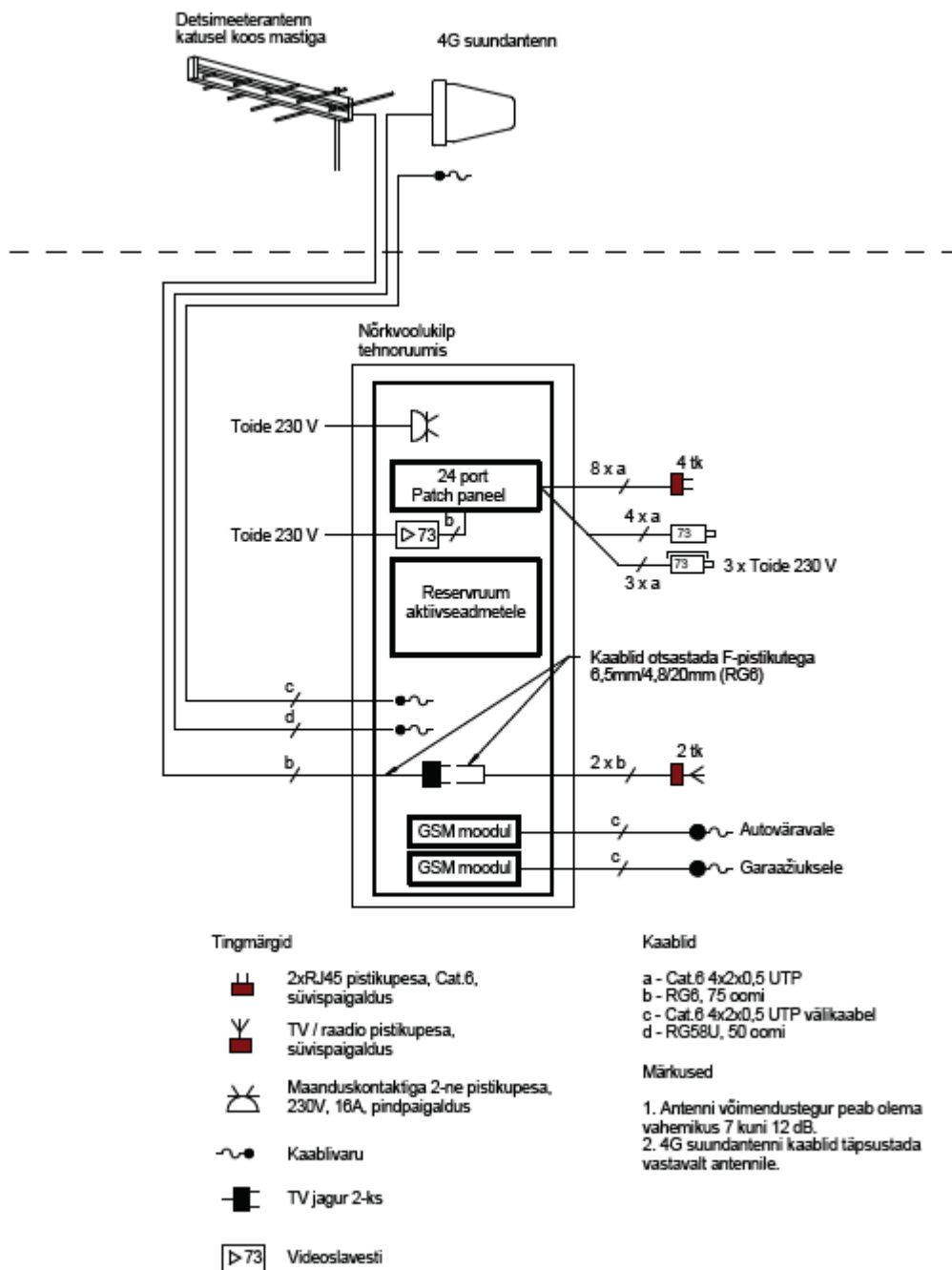
sarnastest süsteemidest mida iseloomustab suhteliselt nõrk vool, mille suurus on enamasti milliamprites, ja madal pinge, mille väärtus on alla 100 voldi. Eramajade puhul on enamasti nõrkvoolusüsteemidest esindatud sidevõrk, valvesignalisatsiooni süsteem ja koaksiaalkaablivõrk. Viimasel ajal on ka pidevalt tõusnud nõudlus „targa maja“ süsteemidele, kuid võrreldes teiste nõrkvoolusüsteemidega, nõudlus on üsna väike. Nõrkvoolusüsteemide all mõistetakse ka automaatikat, mis võib omal ajal koosneda kas küttejühtimissüsteemist või terves hoones oleva tarkjuhtimissüsteemist. Järjest rohkem võetakse kasutusele süsteeme, mis võimaldavad energiasäästu. Antud projekti raames on hoonele projekteeritud andmesidesüsteem, fonolukusüsteem, valvesignalisatsioon, heliedastussüsteem, tulekahjusignalisatsioon ning koaksiaalkaablivõrk. Hoone sidevõrk võimaldab kasutada IP telefone, nii et eraldi telefonivõrku paigaldada ei ole vaja.

### **6.1. Andmesidevõrk**

Eramule on ettenähtud tehnoruumis sidejaotla, kust kaabeldust kuni töökohani või selle jaoks ette nähtud kohale teostatakse keerdpaarkaablitega Cat.6 U/UTP 4x2x0,5. Igale RJ45 pistikupesale on ette nähtud paigaldada eraldi kaabel radiaalskeemi põhimõtte järgi. Nõrkvoolukeskuses on ettenähtud ruum aktiivseadmetele, mida paigaldab Tellija ise enda soovi järgi. Kuna eramu krundi kõrval sidekanalisatsioon ei ole välja ehitatud on eramule projekteeritud katusele TV- ja 4G-antenn. Hoone sidevõrk võimaldab kasutada IP telefone, nii et eraldi telefonivõrku paigaldada ei ole vajalik. Nõrk- ja tugevvoolu pistikupesad paigaldatakse ühisesse paigaldusraami.

Küttesüsteemi juhtimiseks on antud projektis ette nähtud juhistik termostaatidele. Niisketes ruumides paigaldatakse ruumitermostaatidele põrandaandurid. Termostaadid ühendatakse KLMA 2x0,8+0,8 kaabliga küttekontrolleriga, mis juhib kollektori ajamite asendeid. Autovärava ja garaažiukse avamine toimub GSM mooduli abil. GSM moodul paigaldatakse sidejaotlasse.

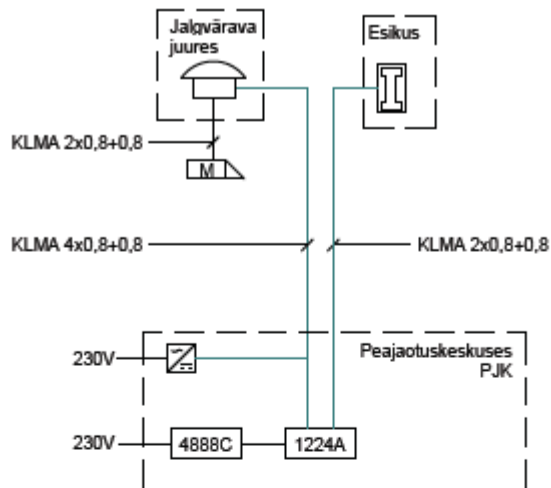







Joonis 6.1 Sidejaotla struktuurskeem

## 6.2. Fonolukusüsteem

Antud projektis on ette nähtud ka fonolukusüsteem. Süsteem koosneb esikusse paigaldatavast fonosüsteemi sisetelefonist ja värava elektrilisest lukust. Süsteemi tööpõhimõtte on selline, et sisetelefonist on võimalik kõne vastu võtta ja värava elektriline lukk avada. Süsteemi toiteplokid ja lülitismoodul paigaldatakse peajaotuskeskusesse PJK.



| Tingmärgid  | Selgitus                 |
|---|--------------------------|
|    | Fono välitelefon         |
|   | Fono sisetelefon         |
|  | Elektriline lukk         |
|  | Toiteplokk               |
|  | Lülitusseadme toiteplokk |
|  | Lülitusseade             |

#### Märkused

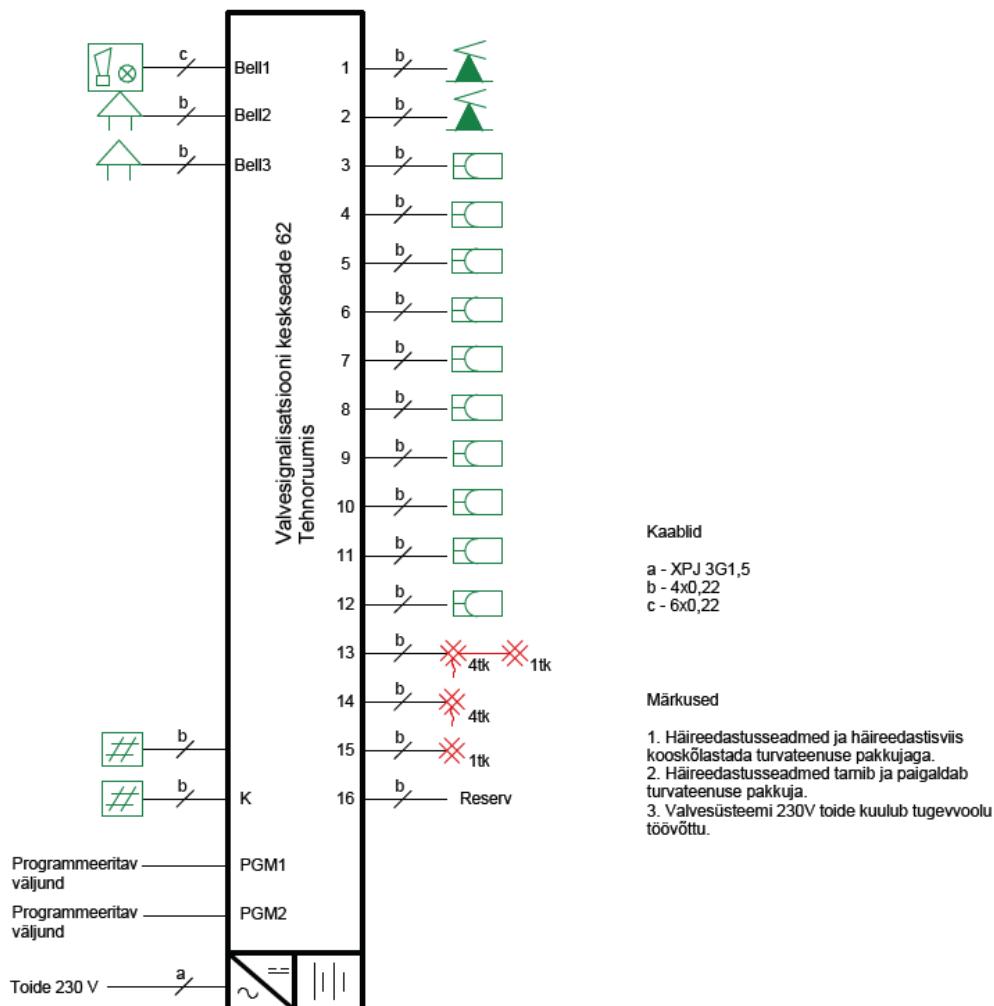
1. Moodulite 230 V toide kuulub tugevvoolu töövõttu.
2. Elektrilise luku tarne ja paigaldamine kuuluvad värava töövõttu.
3. Fonosüsteem on lahendatud Comelit Simplebus süsteemi näitel.

*Joonis 6.2 Fonolukusüsteemi struktuurskeem*

### 6.3. Valvesignalisatsiooni süsteem

Tellijä soovil eramule on ette nähtud valvesignalisatsioonisüsteem. Süsteemi keskmoodul hakkab paiknema 1.korruse tehnoruumis lae all eraldi paigalduskastis, kuhu on plaanitud ka toiteplokk ja aku. Keskseade suurus ja parameetrid sõltuvad tootjast ja mudelist. Antud projektiga on lahendatud valvekeskuse ühendamisskeem (vt. joonist 6.3). Süsteem koosneb

liikumisanduritest, ukse magnetanduritest, sireenidest, suitsuanduritest ja sõrmistikest. Liikumisanduritena kasutatakse passiivseid infrapunaandureid, mille avastamispiirkond on vähemalt 11x11 meetrit ja 90°. Välisustele paigaldatakse süvistatavad magnetkontaktandurid. Iga andur ühendatakse eraldi tsooni, et oleks võimalik tuvastada häire asukoht piirkonna täpsusega. Häirest antakse teada sise- ja välisireeniga ning häireedastusega omaniku telefonile. Sõrmistikud paigaldatakse välisukse juurde ja teisele korrusele koridori keskel kõrgusele 1500 mm. Valvesignalisatsiooniga ühendatakse ka suitsu- ja temperatuuriandurid, kuid neid grupeeritakse korruse kaupa. Valvesüsteemi keskseadmehel on 16 tsooni, kaasaratud 1 reserv. 12 tsooni on hõivatud valvesüsteemi anduritega. Esimese, teise ja pööningu suitsu ja temperatuuri andurid on ühe tsooni kaupa.



Joonis 6.3 Valvesüsteemi keskseade. alumises osas on toiteplokk akuga

## **6.4. Videovalve**

Videovalvet võib pidada valvesignalisatsiooni osaks, kuid tehnilise mõttes see on eraldiseisev süsteem. Iga kaamera asukohani on ettenähtud Cat.6 kaabel sidejaotla RJ45 paneelis ning sidejaotlasse on projekteeritud salvesti, mille maht peab olema vähemalt 30 päeva videosalvestust. Salvesti vajab eraldi 230V toidet. Sisekaamerate puhul eraldi toidet pole vaja. Välikaamerad vajavad 230V toidet elektrikütte jaoks talvisel perioodil.

## **6.5. TV-Võrk**

Hoone üldkaabeldus võimaldab kasutada IP-TV televisiooniteenust, kuid eramusse on lisaks projekteeritud koaksiaalkaablivõrk. Sidejaotlas on selleks ette nähtud TV-jagur 2-ks, kuna hoonesse tuleb ainult kaks teleri paiknemiskohta.

## **6.6. Heliedastussüsteem**

Antud projektiga on lahendatud ka kõige lihtsam heliedastussüsteem: elutoas on kaks ühekohalist kõlaripesa lae all teleri diivani taga ning kahekohaline kõlaripesa televiisori juures. Pesadevaheliseks kaabelduseks kasutatakse kõlarikaablit 2x1,5.

## **6.7. Tulekahjusignalisatsioon**

Hoone tulekahjusüsteemi projekteerimisel tuleb lähtuda Vabariigi Valitsuse 02.06.2015 määrusest nr 54 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded“. Antud määruses on esitatud nõuded hoone tuleohutuspaigaldistele, mille ülesandeks on tulekahju avastamine, tule ja suitsu piiramine, evakuatsiooni ohutuse tagamine ning päästemeeskondade ohutuse tagamine.

Paragrahvis 31 on välja toodud Tulekahjusignalisatsioon liigitus :

1) autonoomseks tulekahjusignalisatsioonianduriks, mis on lokaalne tulekahjusignalisatsiooniseade, mis samas korpuses sisaldab kõiki tulekahju avastamiseks ja helialarmi andmiseks vajalikke komponente, kusjuures juhul, kui ehitise üldkasutatavasse ruumi on paigaldatud rohkem kui üks andur, peavad ühe anduri tööle hakkamisel reageerima ka kõik teised samasse rühma ühendatud andurid;

2) autonoomseks tulekahjusignalisatsioonisüsteemiks, mis on lokaalne elektrivõrku ühendatud seade, mille põhielementideks on autonoomsetest tulekahjusignalisatsiooni anduritest moodustatud rühmad ja keskseade;

3) automaatseks tulekahjusignalisatsioonisüsteemiks, mis on erinevatest komponentidest moodustatud süsteem, mis annab automaatselt teate tekkinud tulekahjust, samuti oma töövalmidust ohustavast rikkest.

Ülaltoodud määruse paragrahvi 32 kohaselt on hoones nõutud vähemalt üks autonoomne tulekahjusignalisatsioonandur [14]. Käesolevas projektis vastavalt Tellija soovile on projekteeritud komplekssem tulekahju signalisatsioon, mis ei ole määrusega vastuolus. Määruses on välja toodud minimaalsed nõuded. Antud projekti autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteemi lahenduse kirjeldus on välja toodud antud lõputöö peatükkis „Valvesignalisatsiooni süsteem“, kuna suits- ja temperatuuriandurid on ühendatud valvesüsteemi keskmooduliga.

## **7. Lühisvoolude arvutamine**

Lühis on elektriahela erinevate potentsiaaliga osade ühendust üle lõpmata väikese takistuse, mille tagajärjena vool ahelast äkiliselt tõuseb ning oluliselt ületab püsitalitusele lubatud maksimaalse väärtuse.

Näiteks, praktikas võib juhtuda ühendust seoses isolatsioonirikkega erinevate potentsiaalide vahel, mille tagajärjena vooluahelas pole elektriseadme takistust vaid ainult kaabli takistus. Kuna kaablite takistus on olulisemalt väiksem tarviti omast, siis vool ahelas kasvab. [15]

Lühisvoolusid võib ette tulla:

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

### **7.1. Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamine**

Kõige rohkem juhtub faasijuhi ja maavahelist lühist (umbes 80 % juhtudest). Kahe faasi vahelisi lühiseid esineb 15 % juhtudest ning kolme faasi vahelisi lühiseid vaid 5 % juhtudest. Ikkagi, kindlustamaks et aparaatur suudab lahutada maksimaalset lühisvoolu, on vaja teada kolmefaasilise lühisvoolu suurust. Suurim vool tekib kolmefaasilise lühise puhul. Antud juhul lühis tekib jaotuskeskuses kaitselüliti klemmidel (mööda võimalikult lühikest teekonda).

Lühise korral peab aparatuur taluma suuri soojuslikke ja elektrodünaamilisi mõjutusi. Vastasel juhul võib kaitseaparatuur põlema minna või korpus puruneda. Lühisetaluvus on voolutugevus, mida kaitseaparatuur peab suutma taluda tihe sekundi jooksul.

Kolmefaasilise lühisvoolu arvutamiseks saab kasutada valemit, mis on toodud allpool:

$$I_{sc3} = \frac{U\sqrt{3}}{Z_{sc}}$$

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 2456 ampri. Kolmefaasilise lühisvoolu valemist saame kätte ühe faasisoone takistuse, mis on välja toodud allpool olevas valemis:

$$Z_{sc} = \frac{U\sqrt{3}}{I_{sc3}}$$

Arvutame antud valemi abil ühe faasijuhiga takistuse:

$$Z_{sc} = \frac{400\sqrt{3}}{2456} = 0,282\Omega$$

Arvutamise käigus saadud takistus on kuni liitumiskilbini, et saada takistuse alajaamast kuni hoone peakilbini tuleb liitumiskilbini saadud takistusele liituda hoone toitekaabli takistuse. Antud projektiga hoone toiteliin on alumiiniumist maakaabel AXPK 4G35 toodetud DRAKA KEILA CABLES AS-i poolt. Kaabli ligikaudne pikkus on ligikaudselt 40 meetrit, kuna antud projekti raames asendiplaani tehnovõrkudega Tellijal esitada projekteerijale ei olnud võimalik. Antud juhe maksimaalne vahelduvvoolutakistus 70 kraadi puhul on 1,0  $\Omega$ /km, mida me saame Draka tootekataloogist.

Antud lähteandmete maht on piisav, et arvutada kolmefaasilise lühisvoolu peajaotuskilbis:

$$I_{sc3} = \frac{400\sqrt{3}}{0,282 + 0,04 \cdot 1} = 2152 \text{ A}$$

Antud projektiga peakilbi lühisetaluvuks on märgitud 6 kA, kuna tänapäeval see on kilbitootjate poolt minimaalne pakutav kilbi lühisetaluvuse tase. See tähendab, et kilbi lühisetaluvus on projektis määratud õigesti. Lisaks tuleb kontrollida hoone kaabli lühisetaluvuse. Draka

tootekataloogi järgi on projekteeritud kaabli lühisetaluvus 3,3kA, mis on suurem meie saadud tulemusest. See tähendab, et kaabli ristlõike oli projektis määratud õigesti ning ei vaja suurendamist.

## 7.2. Ühefaasiliste lühisvoolu arvutamine

Lühisvoolude arvutamine on tähtis mitte ainult peajaotuskeskuse vaid terve hoone perspektiivis. Elektriprojekteeerijal tuleb veenduda, et kaitseautomaat rakendub kõige väiksema lühisvoolu korral. Kaitseautomaat tuleb valida õige nimivoolu ja karakteristikuga. On teada, et kõige väiksem lühisvool tekib ahela kõige kaugemas punktis faasijuhi ja neutraali vahel.

Ühefaasilise lühisvoolu arvutamiseks sobib allpool toodud valem:

$$I_{sc1} = \frac{U \cdot c}{Z_{sc} + Z_{Ln}}$$

kus  $I_{sc1}$  - vool ühefaasilisel lühise korral,

$U_0$  - faasipinge,

$c$  - parandustegur, mis arvestab takistust kontaktides ja liitmikes,

$Z_{sc}$  - faasijuhi näivtakistus,

$Z_{Ln}$  - kaitsejuhi näivtakistus.

Ahela pikkus otseselt mõjutab lühisvoolu, mida pikem ahel, seda suurem on kaabli takistus. Siin tuleb arvestada kaitseautomaadi karakteristikuga.

- B-karakteristiku puhul kaitselüliti rakendub 5-kordse nimivoolu korral
- C-karakteristiku puhul kaitselüliti rakendub 10-kordse nimivoolu korral

Heatavast lähtudes projekteerimisel on kohtkindlate seadmete puhul valida C-karakteristikuga kaitseautomaadi ning kui on tegemist tavapistikupesadega valitaks B- karakteristik, kuna ei ole ette teada, mis seadmeid võib kasutaja sinna ühendada.

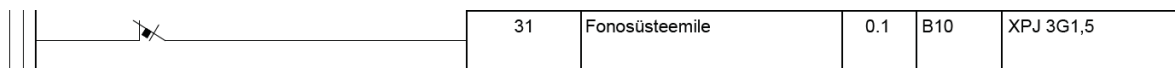
Vastavalt Elektrilevi OÜ poolt väljastatud tehnilistele tingimustele liitumiskilbis ühefaasilise lühisvoolu suurus on 1082A.

Allpool toodud valemiga arvutame faasi- ja kaitsejuhi takistuse liitumiskilbis:

$$Z_{sc} + Z_{Ln} = \frac{U \cdot c}{I_{sc1}}$$

Ning tulemuseks saame:

$$Z_{sc} + Z_{Ln} = \frac{230 \cdot 0,95}{1082} = 0,202\Omega$$



### ***Joonis 7.1 Fonolukusüsteemi toiteahel peakilbis***

Arvutame läbi hoone kõige pikkema ahela ühefaasilise lühisvoolu. Selleks osutub fonosüsteemile mõeldud ahel, mis saab toite hoone peajaotuskeskusest. Kaitselülitiks on valitud 10-ampriline automaat B-karakteristikuga. Kaabliks on valitud XPJ 3G1,5. Ahela pikkus on ligikaudselt 55 meetrit. Draka tootekataloogist saame antud kaabli aktiivtakistuse, mille väärtus on 14,62  $\Omega$ /km.

Antud andmetega saame arvutada liini ühefaasilise lühisvoolu.

$$I_{sc1} = \frac{230 \cdot 0,95}{0,202 + 0,04 \cdot 1 \cdot 2 + 0,055 \cdot 14,62 \cdot 2} = \frac{218,5}{1,89} = 115,6 \text{ A}$$

B10 kaitselüliti nõutud lühisvool on 50A, seega aparadi rakendamine on tagatud. Antud lõputöös olid teostatud arvutused ka teiste ahelate kohta ning kaitselüliti rakendumine oli tagatud igapool. Juhul, kui ühefaasiline lühisvool osutuks liiga väikseks, situatsiooni võib parandada teise karakteristikuga kaitselüliti valimisel, liini pikkuse vähendamisel või kaabli ristlõike suurendamisel.

## **8. Maanduspaigaldis**

Igal elamul peab olema paigaldisemaandus, mis tagab nõuetekohase potentsiaaliühtlustuse ja inimeste kaitse elektrilöögi eest elektriseadmete isolatsioonirikke korral. Maandamine on vajalik elektriohutuse tagamiseks ja elektriseadmete normaalseks talitlemiseks. Maandamiseks nimetatakse seadme või selle osa galvaaniline ühendamine maaga maandurite teel ehk maandusjuhtide ja -elektroodide abil. Elektrotehnikas maa on elektriahela punkt, mille potentsiaal ahela mistahes teise punkti suhtes loetakse kokkuleppeliselt nulliks.



Antud eramu projekteerimisel lähtutakse standardist EVS-HD 60364-5-54:2011, Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine, kaitsejuhid ja kaitsepotentsiaaliühtlustusjuhid".

Maandur peab olema korrosioonikindel, konstruktsioonilt töökindel ja piisavate mõõtmetega. Maandussüsteem peab taluma maaühendusvoolusid ja kaitsejuhi maandusvoolusi ilma soojuslikest, soojuslikmehaanilistest ja elektromehaanilistest toimetest tuleneva ohuta ja nendest vooludest tingitud elektrilöögi ohuta. Maanduri efektiivsus sõltub kohaliku pinnase omadustest. Sõltuvalt kohaliku pinnase omadustest ja nõutavast maandustakistuse suuruselt tuleb valida kas üks või mitu maanduselektroodi. [20]

Antud projektis maanduseks oli valitud horisontaalmaandur, mille külge paigaldatakse vertikaalsed maandusvardad. Tänapäeval on kõige otstarbekam vundamendimaanduse kasutuselevõtmine, kuid antud hoone puhul vundament oli varasem juba välja ehitatud ning oli otsustatud kasutusele võtta horisontaalne maandur varrastega. Vundamendimaanduse eeliseks on pikk eluiga ja hea kaitse korrosiooni eest. Horisontaalmaandur paigaldatakse hoone lähedusse pinnasesse liitumiskaabliga ühisesse kaevikusse. Kuna maandur paikneb sellisel sügavusel, et seda suurel määral ei mõjuta aastaegade vaheldumisest tingitud ilmastiku toimed. Horisontaalmaandur on tšingitud terasest ja 10 mm läbimõõduga. Vertikaalsed maandusvardad, mis on horisontaalmaanduri küljes, on pikkusega 3 meetrit ja nende vaheline minimaalne kaugus on 6 meetrit. Hoone maanduspaigaldise impedantsi väärtus peab tagama, et rikke korral ei ületaks suurim võimalik puutepinge 50 V. Enamasti tagab piisava ohutuse maandustakistuse väärtus 10 kuni 30 oomi. Kui maandustakistus mõõtmisel ei saavutata piisavalt väikest takistuse väärtust, siis tuleb lisada täiendavad elektroodid.

Maandusjuhi ristlõige ei tohi olla vase puhul väiksem kui 6 mm<sup>2</sup>, terase puhul mitte väiksem kui 50 mm<sup>2</sup>. Maandusjuhtidena ei tohi kasutada alumiiniumjuhte. Maandusjuhtme ristlõige valitakse nii, et see oleks ½ magistraalkaablite lubatavast voolutugevusest.



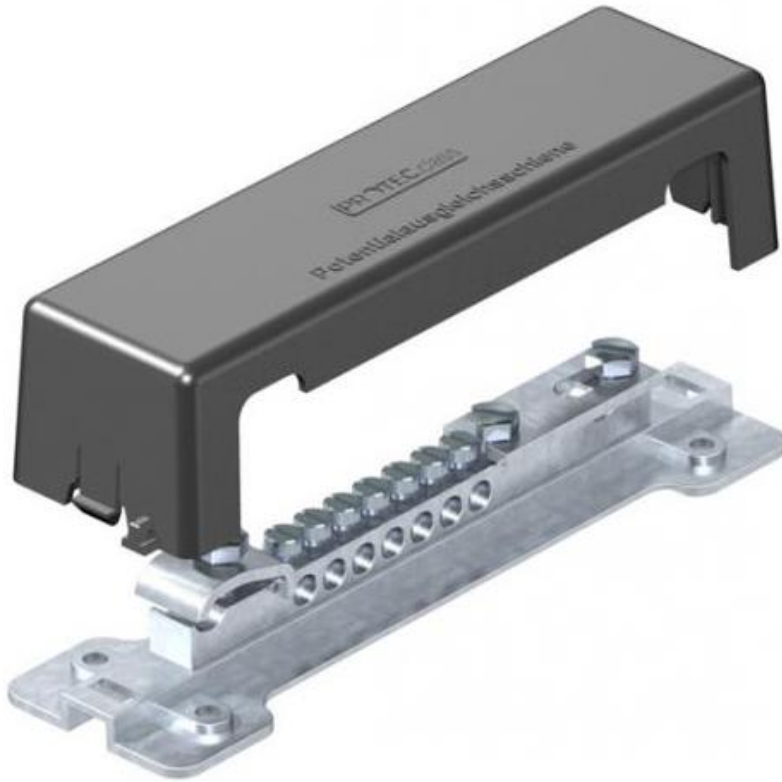
*Joonis 8.1 Vertikaalsed maandusvardad 1,5m*

### **8.1.Potentsiaalühtlustus**

Potentsiaalühtlustuse eesmärgiks on ühendada voolu juhtivad osad (pingealtid juhtivad osad ja kõrvalised juhtivad osad) kokku nii, et neil oleks sama potentsiaal. Pingealtid juhtivad osad on sellised elektriseadmete vms osad, mis satuvad pinge alla, kui põhiisolatsioon rikneb. Need osad ühendatakse kaitsejuhtide abil jaotuskilbi PE-lati kaudu potentsiaalühtlustussüsteemiga kokku. Kõrvalisteks juhtivateks osadeks on elektripaigaldisse mitte kuuluvad osad, millel võib esineda teatud potentsiaal, kuid nad ei ole pinge all, näiteks metallist torud (vesi, kanalisatsioon, ventilatsioon jne).

Elektripaigaldise potentsiaalühtlustus seisneb kõigi pingealdiste ja kõrvaliste voolujuhtivate osade omavahelises galvaanilises ühendamises. Potentsiaalühtlustuslatiga tuleb ühendada: peamaandusjuht; hoonesse sisenevad vee- ja kanalisatsioonitorud, hoonesisene ventilatsioonitorustik ning muud kõrvalised voolu juhtivad osad.

Kõrge töökindluse tagamiseks nähakse iga ühendatava osa jaoks ette eraldi juht, mis ühendatakse teiste juhtidega kokku potentsiaaliühtlustuslatil. Ühendamine teostatakse kollas-rohelist värvi plastisolatsiooniga vasksoontega (Cu) juhtmete abil.



*Joonis 8.2 Peapotentsiaali ühtlustuslatt*

## 9. Valguspaigaldis

Projektis on ette nähtud valgustite lülitite ja kaablite paigaldamine. Valgustuspaigaldis projekteeritakse kooskõlas Eesti Standardiga EVS-EN 12464-1:2011 „VALGUS JA VALGUSTUS Töökohavalgustus Osa 1: Sisetöökohad“ ja tellija soovidega. Kaablid valgustuse jaoks paigaldatakse põrandasse kaablikõrisesse ning tuuakse seinalt või laest välja. Tänapäeval eramute puhul ei ole kehtestatud ühtegi normi valgustiheduse kohta. Eramu omanikule annab see suurema vabaduse valgustite valikul. Samas vähendab see tööd Ehitajale – ehitaja ei pea valgustite valiku kooskõlastama Tellijaga. Antud projekti raames on välja joonestatud esimese ja teise korruse valguspaigaldise plaanid, kus on näidatud lülitite, valgustite ja kaablite ning ahelate asukohad. Harutoose antud projektiga ei ole lahendatud, see

jääb elektritöövõtjale lahendada. Tihtipeale elektrikaabeldusepaigaldaja ei tee eraldi harutoose laes vaid lahendab vajalikud elektrilised ühendused lülitite taga seadmetoosidesse.

Kõikidel paigaldatavatel valgustitel peab olema CE vastavusmärk. Valitud valgustite (kui on valitud) ning seadmete tüübid ja kogused on toodud käesoleva projekti valgustuse asendiplaani. Kui paiknemisplaani ei ole märgitud teisiti on lülitite paigalduskõrgus 1,0 m põrandast. Paigalduskomponentide tehnilised parameetrid, s.h. kaitseaste (IPxy) , peavad vastama nende ruumide kasutusotstarbele ning keskkonnatingimustele, kuhu nad paigaldatakse. Välioludesse ja märgadesse ruumidesse paigaldatavate paigalduskomponentide kaitseaste on vähemalt IP44.

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

Valgustihedus  $E$  on suurus, mis iseloomustab pinnale langev valgusevoog pinnauhiku kohta. Valgustiheduse ühikuks on luks (lx), mis on avaldatud alloleva valemiga: [19]

$$E = \frac{\phi}{S}$$

kus  $\phi$  - valgusvoog

$S$  – pinna suurus, millele valgus langeb

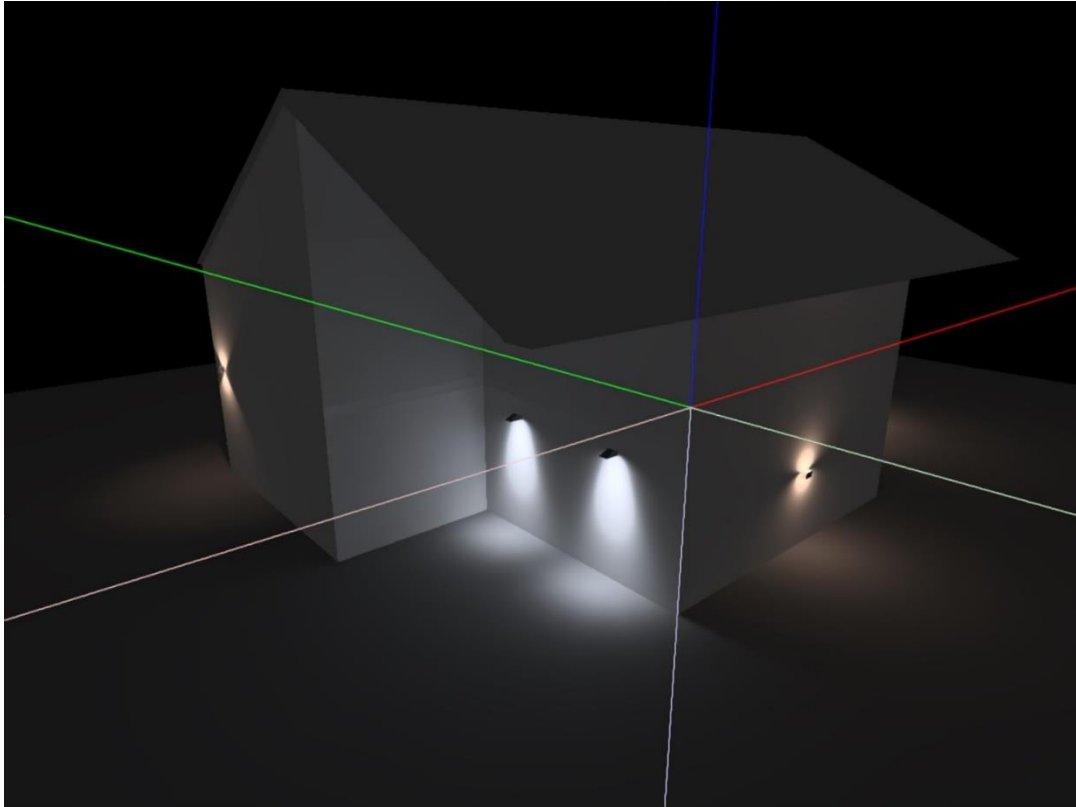
Kordan, et eramutes ja korterites standardiga ei ole eraldi nõudeid kehtestatud. Standard EVS-EN 12464-1:2011 „Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad“ on mõeldud pigem ühiskondlikutele, büroo-, tootmis-, tervishoiuhoonetele jne. Allpool tabelis 9.1 on välja toodud näidiseks mõned nõuded büroohoonele. [18]. Samas Tellija võib ülaltoodud nõuetega arvestada, näiteks, kabinetis töökoha valgustuse planeerimisel (lugemisvalgus).

**Tabel 9.1 Valgustiheduste tabel standardi EVS-EN 12464-1:2011 ja EVS-EN 12464-2:2014 alusel [18]**

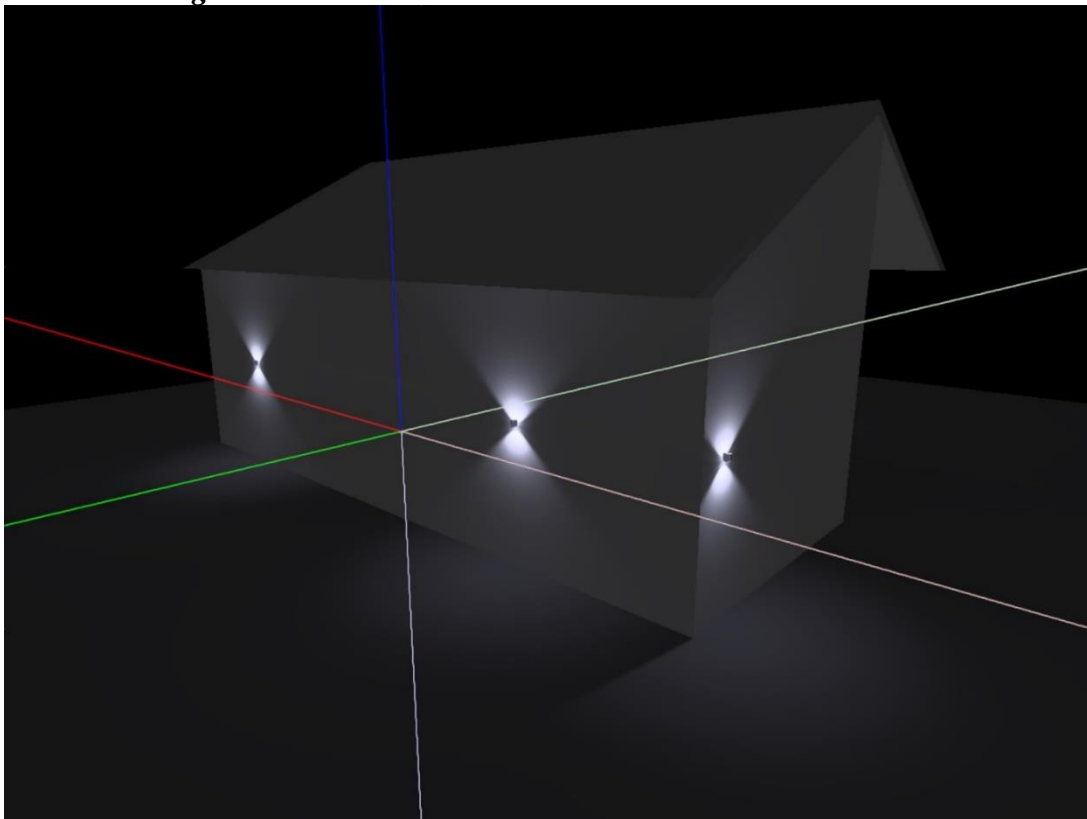
| <b>Piirkonna liik, nägemisülesanne või tegevus</b>                                    | <b>Valgustihedus [lx]</b> | <b>R<sub>a</sub></b> |
|---|---------------------------|----------------------|
| Hoone sisesed liiklusalad ja koridorid  | 100                       | 40                   |
| Liftid  | 100                       | 40                   |
| Puhkeruumid   | 100                       | 80                   |
| Riidehoiud, tualettruumid   | 200                       | 80                   |
| Tehnoruumid   | 200                       | 60                   |
| Varude- ja houruumid  | 200                       | 60                   |
| Dokumendisäilitus, kopeerimine jms  | 300                       | 80                   |
| Kirjutamine, lugemine, andmetöötlus   | 500                       | 80                   |
| Raalprojekteerimistöopaigad   | 500                       | 80                   |
| Konverents- ja nõudpidamisruumid  | 500                       | 80                   |
| Vastuvõtuletid  | 300                       | 80                   |
| Arhiivid  | 200                       | 80                   |
| Fuajeed, sisenemisruumid  | 100                       | 80                   |
| Ooteruumid, jalutussaalid   | 200                       | 80                   |
| Vastuvõtu-, kassaletid  | 300                       | 80                   |
| Köök  | 500                       | 80                   |
| Kõnniteed (üksnes jalakäijatele)  | 5                         | 20                   |
| Aeglaste sõidukite liiklusalad  | 10                        | 20                   |
| Jalakäijate ülekäigud, sõidukite<br>ümberpöördekohad, peale- ja<br>mahalaadimispaigad | 50                        | 20                   |

DIALux on tasuta tarkvara, mille abil võib konkreetse valgusti tüübiga teostada valgusarvutused, et tagada nõutud valgustiheduse. Selleks on vaja korrektne tootjapoolne arvutusfail. Sobivad järgmised failitüübid - .ldt, .ies, .uld jne.

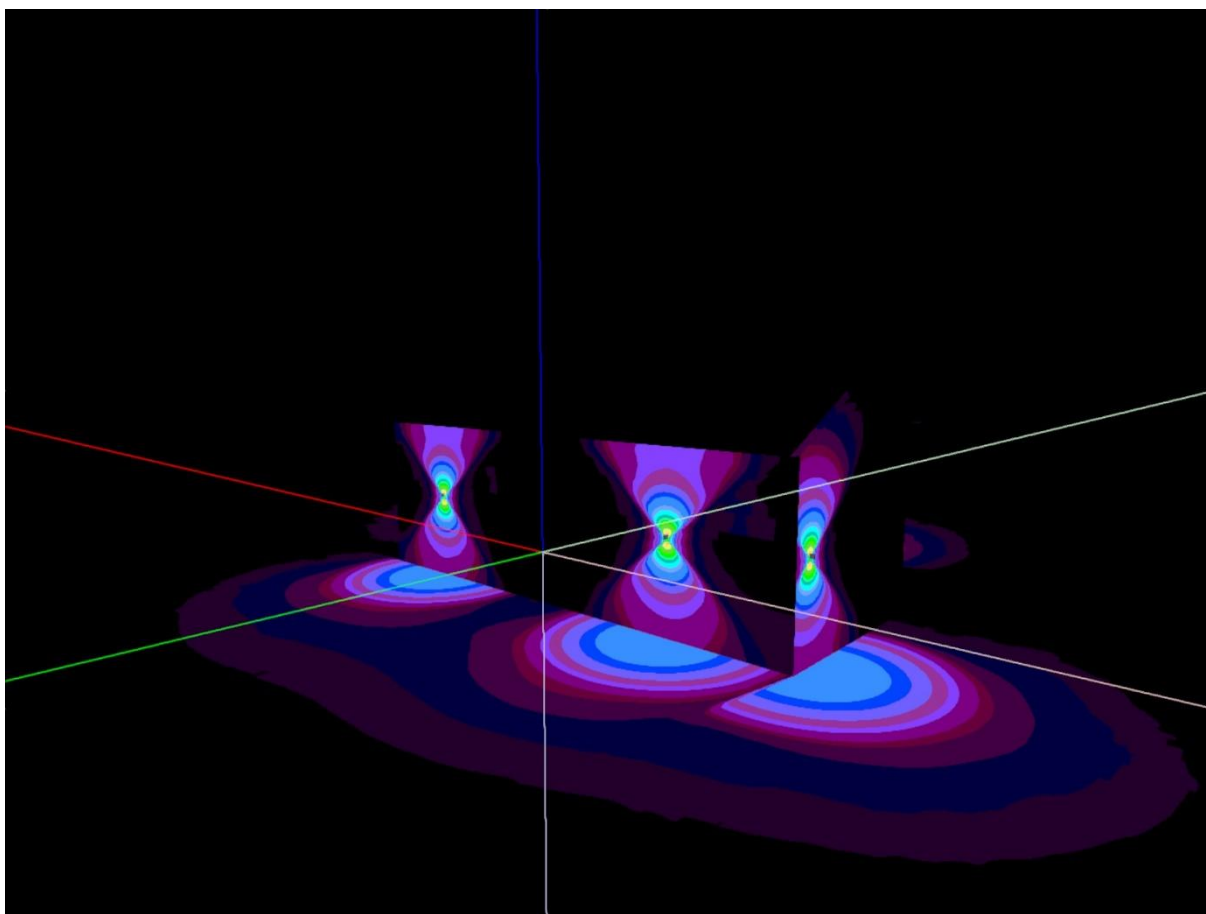
Antud lõputöö raames oli DIALuxis teostatud fasaadivalgustite valgussimuleerimine. Töö eesmärk oli näidata valitud välisvalgustite sobivust antud hoonele esteetilise mõttes. DIALuxis olid välja joonestatud hoone välisseinad katusega ja vastavalt plaanidele paigutatud valgustid. Tulemused on esitatud allpool toodud joonistel.



*Joonis 9.1 Valgussimuleerimine vaade 1*



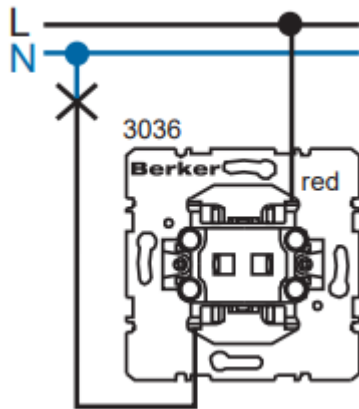
*Joonis 9.2 Valgussimuleerimine vaade 2*



***Joonis 9.3 Valgustiheduse isoliinid***

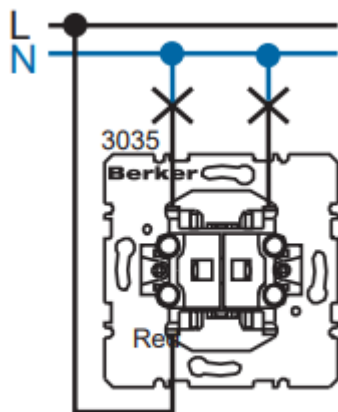
Antud projektis on kasutusele võetud nii lihtlülitid kui ka grupilülitid, veksellülitid ja ristlülitid. Välisvalgusteid juhitakse hämaraanduri abil. Allpool selgitatakse välja ühendusprintsüübid.

Lihtlülitil puhul ühendatakse harutoosi jaotuskeskusest toodud XPJ 3G1,5 kaabli neutraaljuht ja PE-juht ühendusklemmi abil ning viiakse XPJ 3G1,5 kaabli vastavate juhtidega valgustisse. Harutoosist tulev faasijuht ühendatakse lülitiga XPJ 2x1,5 ühe soone abil. Lülitil juures tehakse mõlema XPJ 2x1,5 kaabli soonega. Üks klemm lülitil on pidevalt pinge all ning teise klemmi olek määrab lülitil asend. Kablisoon, mida tuuakse tagasi harutoosi, ühendatakse XPJ 3G1,5 faasijuhtiga, mis läheb valgustisse. Antud ühenduse puhul lülitil määrab, kas toide jõuab valgustini või ainult lülitini.



**Joonis 9.4** Lühtlüliti ühendamise lihtskeem

Grupilüliti puhul ühenduskeemi ehitus läheb kompleksemaks. Samamoodi ühendatakse valgusti minevasse XPJ 3G1,5 kaabli neutraal ja PE-juht vastavate soontega. XPJ 3x1,5 paigaldatakse harutoosi ja lüliti vahele, kus üks tsoon on alati pinge all. Teise ja kolmanda soone olek sõltub kummagi klahvi asenditest.



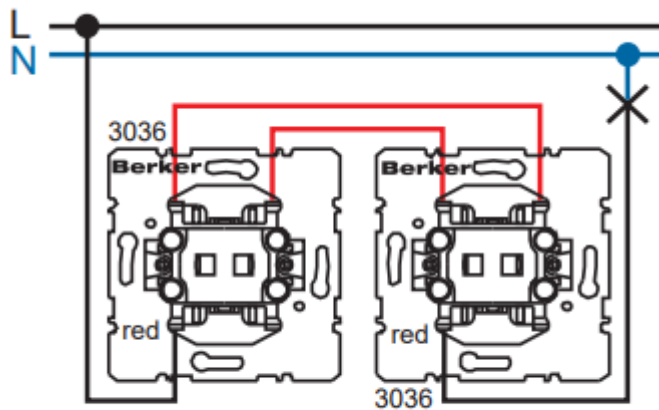
Grupilüliti

**Joonis 9.5** Grupilüliti ühenduse lihtskeem

Veksellüliti ühendusprintsip annab võimaluse juhtida valgustit kahest kohast. Sellise ühenduse puhul lülitil puudub kindel asend, mille järgi saab kindlaks teha, kas valgusti on sees või väljas. Kui mõlemad veksellülid on ühes asendis (ülemises või alumises), siis valgusti on toide peal. Kui vekslid on erinevates asendites, siis valgusti toidet ei saa. Veksellüliti puhul minnakse harutoosist esimese veksellülitini XPJ 2x1,5 kaabliga. XPJ 3x1,5 abil teostatakse



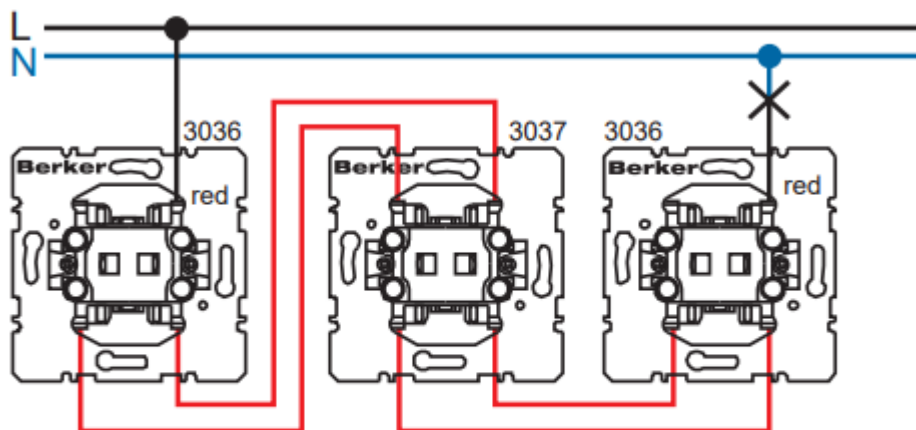
kahe vekslivahelise ühenduse, kus vekslivahelise ots on ühendatud kõigi kolme klemmiga. Teise otsa kaks soont ühendatakse esimese vekslivahelise kahe klemmiga. Kolmas tsoon, mis tuleb vekslivahelise üksikust klemmist, ühendatakse harutoosi mineva XPJ 2x1,5 ühe soonega klemmiühenduse abil. Harutoosi ja valgusti vahele paigaldatakse kaabel XPJ 3G1,5.



Vekselühendus

**Joonis 1.6 Kahe veksellüliti ühendamise lihtskeem**

Ristlüliti tuleb kasuks, kui valgustit on võimalik juhtida kolmest kohast. Sellel juhul tuleb kasutusele võtta kaks veksellüliti ja üks ristlüliti. Ristlüliti võib olla kaks asendit. Ühes asendis on klemmid risti (ehk siit tuleneb ristlüliti nimetus), see tähendab et ühe poole alumised klemmid on ühendatud teise poole ülemiste klemmidega. Teises asendis klemmid on ühendatud paralleelselt ehk kas ülemised või alumised klemmid on omavahel ühendatud kokku. Ühenduspõhimõtte on väga sarnane veksellüliti ühenduspõhimõttega, kuid kahe vekslivahelise vahel on lisatud ristlüliti. Ristlüliti on ühendatud kummagi vekslivahelise XPJ 3x1,5 kaabliga. [1]



Ristvekselühendus

Joonis 9.7 Kahe veksellüliti ja ühe ristlüliti ühendamise lihtskeem

## 10. Eripaigaldised

Saunaruumid ja vannitoad on kõrgema elektriohutusega ruumid. Elektriseadmetele esitatud rangemad nõuded tulenevad ruumide kõrgematest temperatuuridest ja õhuniiskusest. Õigusaktides ja standardites on toodud, milline nendes ruumides peab olema elektriseadme minimaalne vastupidamisvõime niiskustele.

Eramus on olemas vanni ja dušširuum, seega tuleb kasutusele võtta vastavat ohutusmeetmed. Standard EVS-HD 60364-7-701:2007 „Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 7-701: Nõuded elektripaigaldistele ja –paikadele“. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid.“ määrab erinõudeid ruumidele, kus asuvad kohtkindel vann või kogu keha pesemiseks ettenähtud dušš. Nendes ruumides tuleb igale ahelale ette näha kaitse rikkevoolukaitseaparaadi abil, mille nimirakendusvool on kuni 30mA. Täiendavalt on nõutud nendes ruumides lisapotentsiaaliühtlustust kõigi pingeldiste ja kõrvaliste juhtivate osadega.

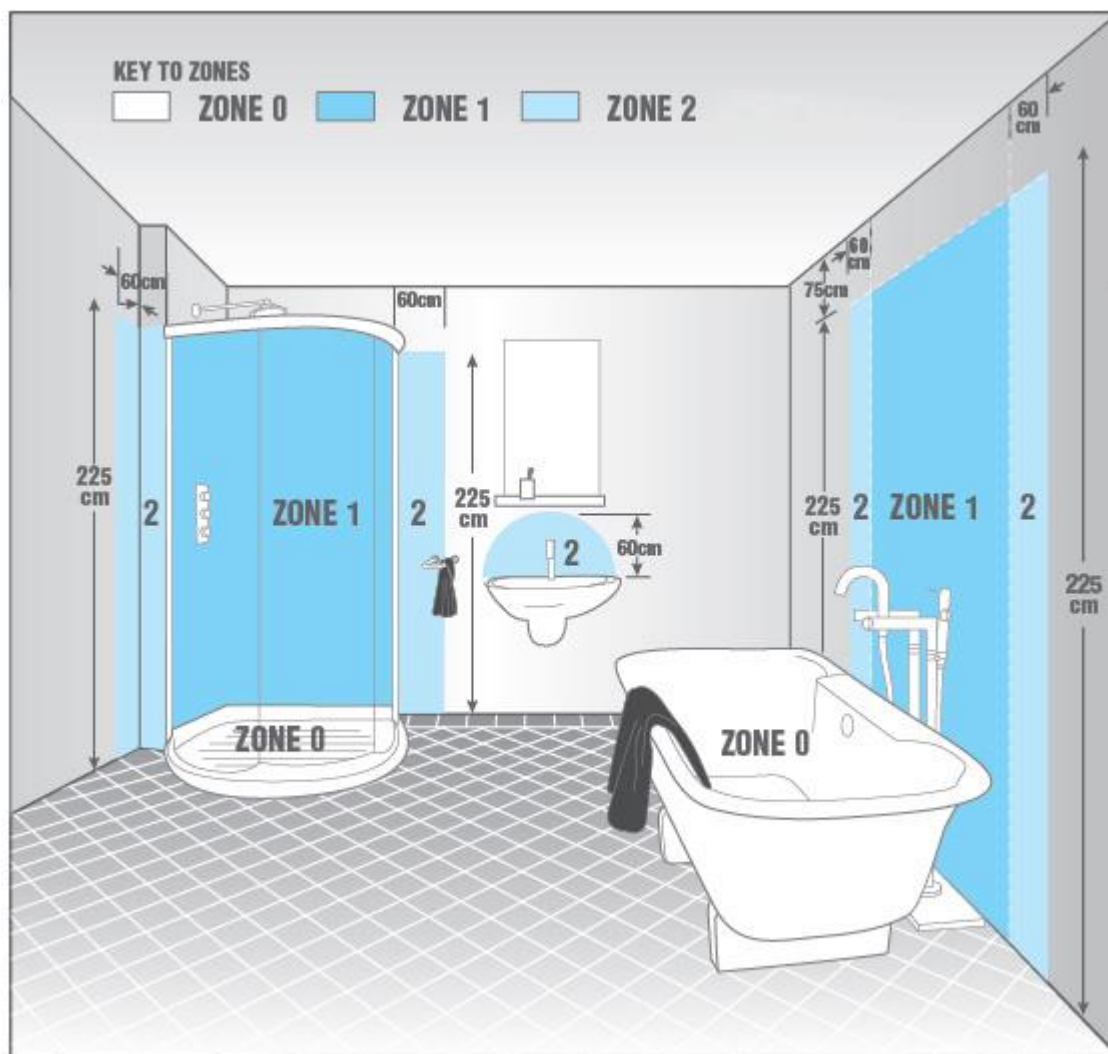
Standardi järgi jaotakse vanne ja dušše sisaldavaid ruume tsoonideks ning tuuakse nõuded erinevatesse tsoonidesse paigaldatavate elektriseadmete kohta. Joonisel 10.1 on toodud tsoonide jaotus vannitoas ja joonisel 10.2 - tsoonide jaotus dušširuumides [24].

Elektriseadmete minimaalsed kaitseastmed vastavates tsoonides peavad olema:

- tsoon 0 – IPX7
- tsoon 1 – IPX4

- tsoon 2 – IPX4 [27].

Tsooni 0 ei ole lubatud paigaldada ühtegi lülitusaparaadi ega paigalduskomponendi.. Tsoonis 1 tohib olla harukarpe ja elektritarvitite ühenduskomponente. Tsoonis 2 on lubatud kasutada pistikupesadest erinevaid paigalduskomponente. Tsoonis 1 ja 2 on lubatud 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.



**Joonis 10.1** Tsoonide jaotus dušši- ja vannitubades

IP-kood või IP-kaitseaste on numbriline näit, mis iseloomustab seadme kaitsevõimet välismõjudele nagu tolm ja vesi. Kood koosneb tähtedest IP ja kahest numbrist. IP-koodi eesmärk on pakkuda projekterijale või tarbijale täpset infot elektriseadme vee- ja tolmukindluse kohta. Koodi esimene number näitab seadme kaitsevõime võõrkehade eest, näiteks tolm. Koodi teine number tähistab seadme vastupidavuse niiskuse eest. Projekterimisel

on võimalus elektriseadme IP-koodi määramisel märkida näiteks ainult seadme veekindluse. Siis esimese numbri asemel võib panna täht X (näiteks IPX4). Tabelis 9.1 on näidatud kaitseastmed tahkete osade vastu ja tabelis 9.2 on toodud korpuse veekindluse tasemed. [1]

**Tabel 9.1 Kaitseaste tolmu vastu [21]**

| Tase | Kaitse võõrkehade sissetungimise eest |
|------|---------------------------------------|
| 0    | —                                     |
| 1    | >50 mm                                |
| 2    | >12.5 mm                              |
| 3    | >2.5 mm                               |
| 4    | >1 mm                                 |
| 5    | Tolmule vastupidav                    |
| 6    | Tolmukindel                           |

**Tabel 9.2 Kaitseaste niiskuse vastu [21]**

| Tase | 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                 |

## 11. Energiasäästu võimaldavad süsteemid

Kaasaegsete eramute projekteerimisel tuleb jälgida jätkusuutliku arengusuunda. Hoone projekteerimisel arvestatakse tulenevate kuludega ja püüakse neid minimeerida. Eelkõige arvestatakse siin hoone soojustusega, küttesüsteemiga, ventilatsiooni süsteemiga ja kütteautomaatikaga. Kuna antud projektis tegemist on ainult elektriosaga oli otsustatud kaaluda päikesepaneelide kasutusele võtmist. Elektripaneelid osutusid kõige optimaalsemaks valikuks,

kuna nad ei vaja kompleksse süsteemi väljaehitamist ning üleliigne elektritoodang on võimalik müüa tagasi võrku.

Päikesepaneelides toimub valgusenergia muundamine elektrienergiaks fotogalvaanilise efekti abil, milles elektromagnetkiirguse osakesed tabavad päikesepaneeli ja neelduvad pooljuhtmaterjalis, näiteks ränis. Elektronid lüüakse oma aatomitest välja, põhjustades elektrilise potentsiaali erinevuse. Elektronid hakkavad liikuma läbi materjali, tekitades elektrit. Päikesepaneelid toodavad päikesekiirgusest alalisvoolu, mida saab kasutada seadmete toiteks või patareide laadimiseks. Võrguinverterite abil tehakse alalisvool vahelduvvooluks ja toodetud elekter suunatakse liitumispunkti.

Teatavasti on Saksamaa suurim päikeseenergia tootja maailmas, seal asub ca 50% kogu maailma päikeseelektrijaamadest.

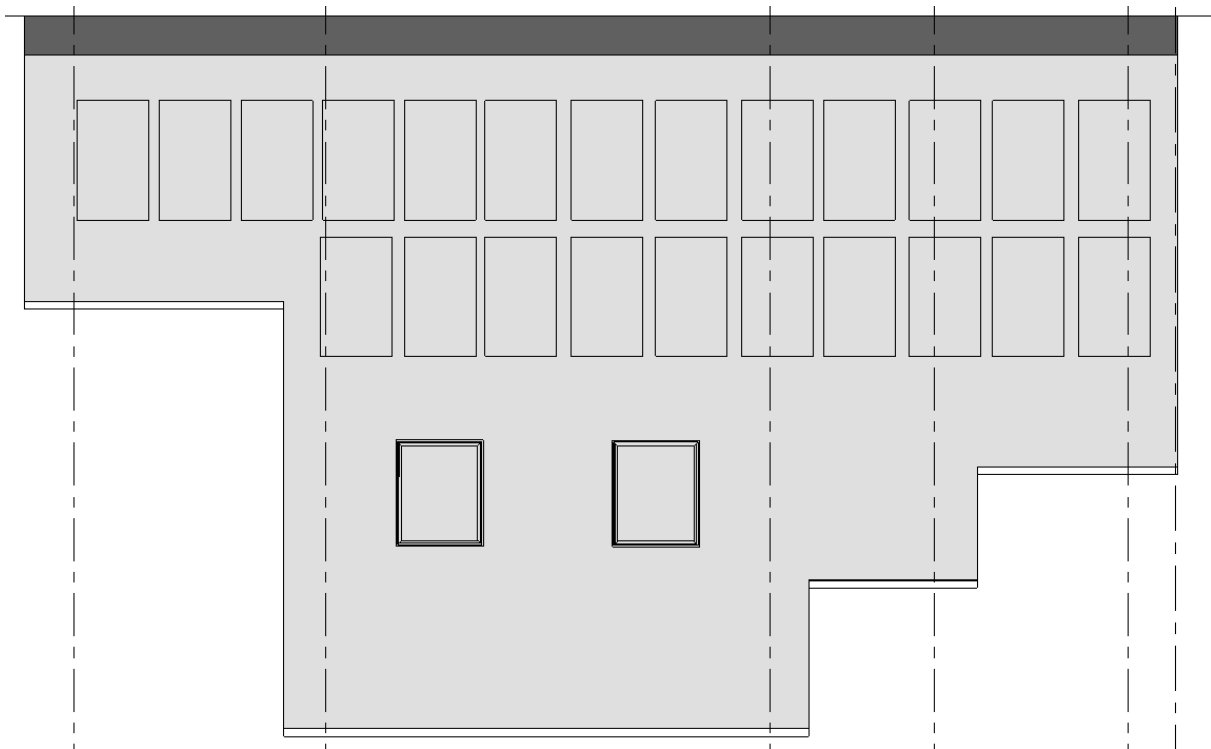
Kui võrrelda päikesepaneelide tootlikkust Eestis ja Saksamaal, siis aasta lõikes see praktiliselt ei erine. Eestis on päikeseenergiat küll vähem, aga seda kompenseerib keskmisest madalam õhutemperatuur, mis omakorda tõstab päikesepaneelide efektiivsust.

Eesti eripäraks on see, et talvekuudel langeb päikesepaneelide tootlikkus oluliselt ehk perioodil märts kuni oktoober toodavad päikesepaneelid 90% kogu aastasest energia kogusest. [28]

Antud projektiga on hoonele ettenähtud päikesepaneelide valmidus. Päikesepaneelide projekt tuleb lahendada eraldi projektina ja tihtipeale seda lahendab päikesepaneelide tootja/paigaldaja. Samas antud lõputöö raames uurin päikesepaneelide paigaldamise otstarbekuse.

Selleks, et leida PV paneelide tootlikust, kasutasin Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) süsteemi. [27]

Arvutuse aluseks võtsin WINAICO WSTP-P6 päikesepaneeli. Paneeli suuruseks on 990x1665 mm, võimsus 290W. [26] Kasutades Reviti tarkvara genereerisin katuse vaadet, kuhu mahtus 23 antud tüüpi paneele (vt. joonis 11.1). Seega päikeseelektrijaama koguvõimsus on  $23 \times 290 = 6670W$ . Katuse kaldenurk on 30 kraadi ning katuse orientatsioon lõuna suuna suhtes on ligikaudselt 70 kraadi. Olemasoleva info alusel on võimalik arvutada aastase energiatoodangu kuude kaupa.



Joonis 11.1 Hoone katusel päikesepaneelide paiknemine

The screenshot displays the PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) web interface. The top navigation bar includes logos for JRC and CM SAF, and the title "Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps". The breadcrumb trail shows the user's path: EUROPA > EC > JRC > DIR-C > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe. The interface is divided into a map view on the left and a configuration panel on the right.

**Map View:** Shows a satellite view of a location with a red pin. The search bar contains "lodjapuu tee 9 saku". The map includes a search bar, a "Search" button, and a "Go to lat/lon" button. The map data is attributed to Google, CNES, and Airbus DigitalGlobe.

**Configuration Panel:**

- Navigation:** "PV Estimation" (selected), "Monthly radiation", "Daily radiation", "Stand-alone PV".
- Performance of Grid-connected PV:**
  - Radiation database: Climate-SAF PVGIS
  - PV technology: Crystalline silicon
  - Installed peak PV power: 6.7 kWp
  - Estimated system losses [0;100]: 14 %
- Fixed mounting options:**
  - Mounting position: Free-standing
  - Slope [0;90]: 30 °
  - Azimuth [-180;180]: -70 °
- Tracking options:**
  - Vertical axis: Slope [0;90]: 0 °
  - Inclined axis: Slope [0;90]: 0 °
  - 2-axis tracking:
- Output options:**
  - Show graphs:
  - Web page:

Joonis 11.2 PVGIS Süsteemis asukoha ja algandmete sisestamine

## Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

### PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 59°20'12" North, 24°39'14" East, Elevation: 44 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 6.7 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 7.4% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.2%

| Fixed system: inclination=30°, orientation=-70° |             |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Month   | $E_d$       | $E_m$       | $H_d$       | $H_m$       |
| Jan   | 2.45        | 75.9        | 0.47        | 14.6        |
| Feb   | 6.08        | 170         | 1.11        | 31.1        |
| Mar   | 15.80       | 490         | 2.88        | 89.3        |
| Apr   | 24.30       | 728         | 4.56        | 137         |
| May   | 29.70       | 922         | 5.81        | 180         |
| Jun   | 29.60       | 888         | 5.90        | 177         |
| Jul   | 27.00       | 838         | 5.51        | 171         |
| Aug   | 22.60       | 701         | 4.50        | 140         |
| Sep   | 14.50       | 435         | 2.81        | 84.4        |
| Oct   | 7.36        | 228         | 1.41        | 43.6        |
| Nov   | 2.73        | 81.9        | 0.54        | 16.1        |
| Dec   | 1.40        | 43.4        | 0.28        | 8.81        |
| <b>Yearly average</b>                           | <b>15.3</b> | <b>467</b>  | <b>2.99</b> | <b>91.0</b> |
| <b>Total for year</b>                           |             | <b>5600</b> |             | <b>1090</b> |

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)

$E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

$H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

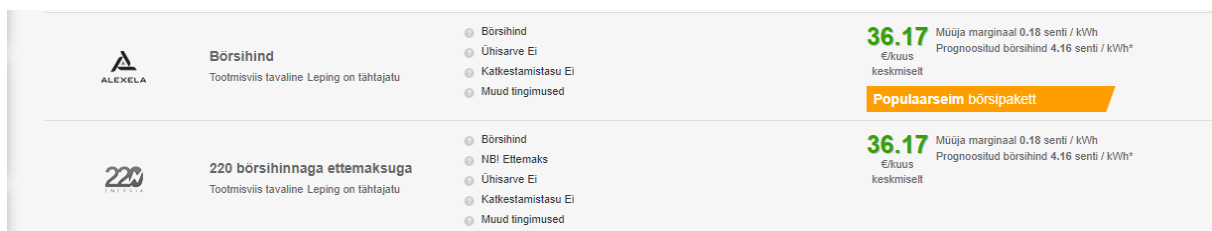
### Joonis 11.3 6.7kW kristallilise räni PV paneelide tootlikkus Tännasilma külas

Jooniselt 11.3 on näha, et 6.7 kW PV paneelid toodavad kõige rohkem 900 kWh/kuus mais ning kõige tootlikumad kuud on aprillist kuni augustini. Märtsis ja septembris on tootlikkus üle 400 kWh/kuus ning ülejäänud kuudel umbes 200 kWh või alla selle. Jooniselt 11.3 on näha, et aastane tootlikkus 6,7 kW PV süsteemil on 5600kWh/aastas, kusjuures sisse on arvestatud kaod

temperatuuri, paneeli nurga, muude kadude ja PV süsteemi teiste komponentide osas. Suveperioodil tähendaks see eramu energiatarbimise mahu katmine päikeseenergiast.

Smartecon OÜ poolt saadud hinnapakumisest selgub, et päikeseelektrijaama kogusüsteemi maksumus on 7700 EUR + käibemaks. Kuusjuures, hinnapakumine oli tehtud 7,7 kW suuruse elektrijaama kohta. Hind sisaldab inverteri, PV-paneele ja paigalduse ehk „võtmed kätte“ lahenduse.

Tasuvusaega saame teada jagades süsteemi kogumaksumuse kW/h hinna ja aasta tootlikkuse korrutisega.



### Joonis 11.4 Elektrihinnad [25]

Elektrihinnad saame võrrelda internetilehekülje elektrihinnad.ee. Elektripaketid börsihindadega on odavamad ning enda projekti jaoks valime 220 Energia elektripaketi hinnaga 4.34 senti/kWh (hind võib erineda, antud hind on teoreetiline ja põhineb eelmise aasta keskmisel hinnal). Kuid elektriarve ei koosne ainult elektrist. Siin tuleb arvestada ka võrgutasu, taastuenergiatasu ning käibemaksu ja elektriaktsiisi. Elektriarve osade jaotus võib näha joonisel 11.5. Allpool on toodud hinnad iga arveosa kohta.

Võrgutasud – 0.0684 EUR / kWh

Taastuenergia tasu – 0.0089 EUR / kWh

Elektriaktsiis – 0.00447 EUR / kWh

Kokku: 0.08177 EUR / kWh ja siia veel lisandub käibemaks. [24]

Seega W/h lõpphinnaks saame 53 senti. Hinnapakumisest võtame 10% maha, sest pakkumine oli tehtud suuremale võimsusele.

Seega tasuvusajaks saame  $\frac{6930 \cdot 1.2}{0.053 \cdot 5600} \sim 28$  aastat.

Arvestades sellega, et tänapäeval kvaliteetse PV paneelide eluiga on vähemalt 25 aastat ja kallimatel toodetel on see 40 aastat ning mõned ettevõtted annavad garantii 30 aastad, osutub



päikeselektrijaama installeerimine mõistlik investeering, kuid väga pikas perspektiivis. Päikeselektrijaamade hind langeb iga aasta, nii et tulevikus tasuvuse aeg peaks olema oluliselt lühem. Samas antud lõputöös oli arvestatud ainult ühe firma pakkumisega, reaalelus oleks otstarbekas saada hinnapakumist erinevatest ettevõtetest.



*Joonis 11.5 Elektriarve koostisosad*

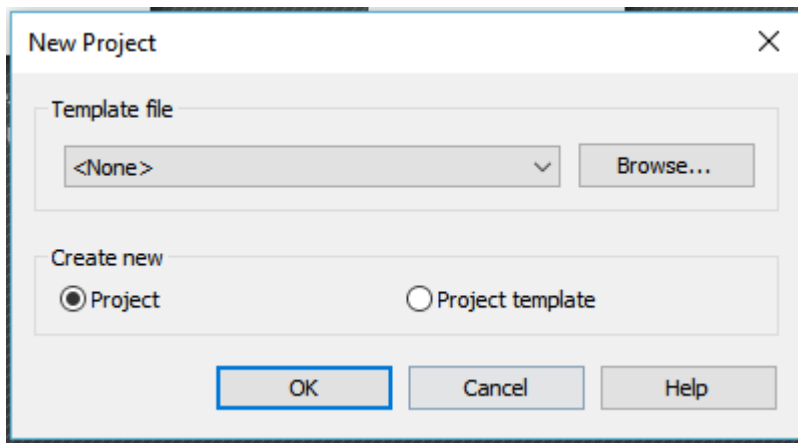
## 12. BIM-süsteemis projekteerimine

Antud lõputöös käsitletud eramu projekt oli loodud BIM-tarkvaras *Autodesk Revit*. *Autodesk Inc.* on USA-s baseeruv tarkvara arendusega tegelev ettevõtte. Nad pakuvad tarkvaralisi lahendusi inseneridele mitmes valdkonnas nagu arhitektuur, projekteerimistöö, tööstus, ehitus, meedia jne. Ettevõtte oli asutatud aastal 1982, ettevõtte asutaja oli John Walker. *Autodesk* sai oma populaarsuse tänu *AutoCAD* tarkvarale, kuid tänapäeval ettevõttel on lai valik tooteid, mille hulka kuulub ka antud töös kasutatud *Revit*. [23]

*Autodesk Revit* on BIM-tarkvara, mis on loodud arhitektide, struktuur-, eriosade inseneride ja töövõtja omavaheliseks koostööks ja projekteerimiseks. Antud tarkvaras on võimalik luua 3D-komponente, kuid vajaduse korral võib kasutada ka 2D-elemente. *Revit* võimaldab planeerida ja jälgida ehitise elutsükli erinevates etappides, nii esialgne kontseptsioon kui ka tagantjärene lammutamine. *Reviti* arendamine algas 1997 aastal (*Charles River Software* tol ajal) ja esimene töötav versioon 1.0 avaldati aastal 2000.

Antud töös kasutati *Revit*-i versioon *2016 Service Pack 2 64-bit*. Allpool toon välja projekteerimise eripärad lähtudes antud tarkvara versioonist, toon välja näited kasutajaliidest, mõned mõisted ja näpunäited.

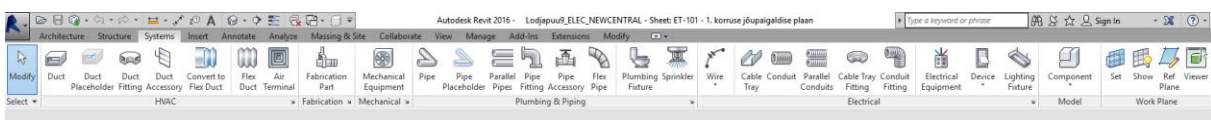
Enne projekti alustamist tuleb luua projekti malli, kus on kajastatud kõik vormistusnõuded. Mallis võivad olla laaditud ka nn „perekonnad“ (otsene tõlge inglise keelest), need on projekteerimiseks vajalikud eriosade süsteemi objektid, igäühel on teatud füüsilised parameetrid (võimsus, faaside arv, jne). Näiteks elektrisüsteemi projekteerimise puhul need on pistikupesad, lülitid, valgustid, jaotuskilbid jne.



**Joonis 12.1 Šablooni valimine uue projekti loomisel**

Antud juhul kõik eelnev töö malli koostamiseks oli varem tehtud ning käesoleva projekti koostamisel kasutasin OÜ O3 Inseneribüroos kasutusel olev mall, milles enamus projekti elluviimiseks vajalikud komponendid ja vormistusviisid olid juba olemas.

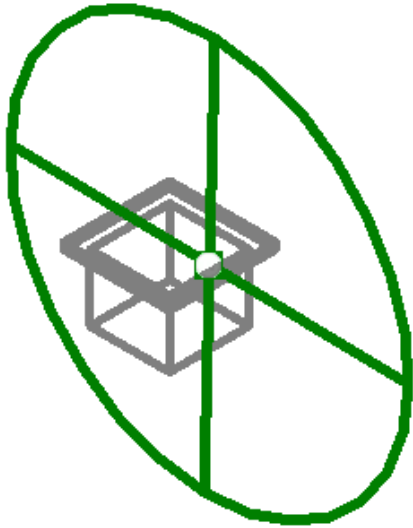
Vaatame lähemalt *Revit*i kasutajaliidest. Disaini mõttes on *Revit* väga sarnane *AutoCAD*-iga, kuid mõned baasfunktsioonid tuleb õppida kasutama teistpidi.



**Joonis 12.2 Revit'i kasutajaliides, eriosade süsteemide riba**

Uue komponendi paigutamine toimub „*System*“ tööriba kaudu. Siit valid endale sobiva komponendi. Kui sobivat komponendi ei ole, tuleb luua uue või kasutada avalikkus allalaadimiseks olevad failid. *Family* elektrilised parameetrid tulevad *electrical connectorist* (ing.k – elektriline ühendus). Kui *family* tuleb suurest rahvusvahelisest ettevõttest, siis see suure

tõenäosusega omab õigeid omadusi ja on kohe valmis projektis kasutamiseks. Tihtipeale juhtub aga, et projekteerija peab ise seadistama või tekitama *family* vajalikku parameetritega. Parameetreid võib seadistada *Properties* ribas (vt. joonist 12.3 ja 12.4).

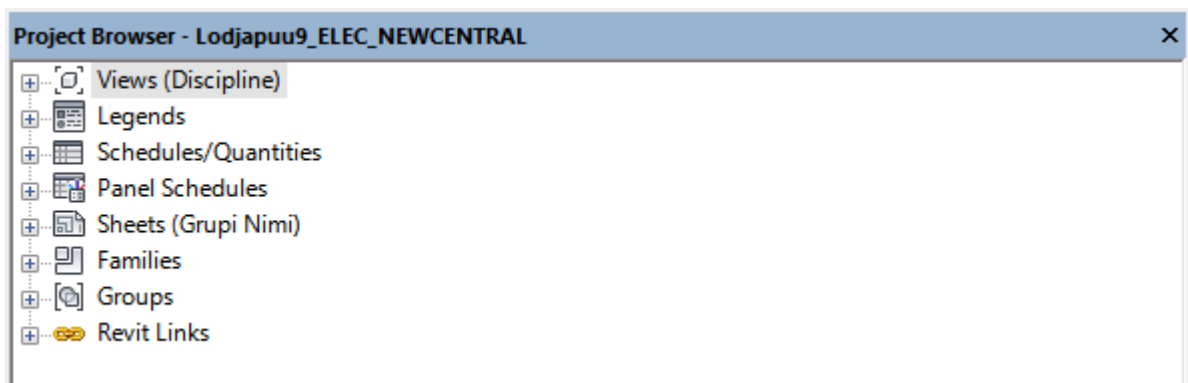


*Joonis 12.3 Elektriühenduse Revit familys visuaalne tõlgenamine*

| Electrical - Loads            |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| System Type                   | Power - Balanced         |
| Number of Poles               | 1                        |
| Power Factor State            | Lagging                  |
| Load Classification           | Other                    |
| Load Sub-Classification Motor | <input type="checkbox"/> |
| Voltage                       | 230.00 V                 |
| Apparent Load                 | 50.00 VA                 |
| Power Factor                  | 1.000000                 |
| Identity Data                 |                          |
| Utility                       | <input type="checkbox"/> |
| Connector Description         |                          |

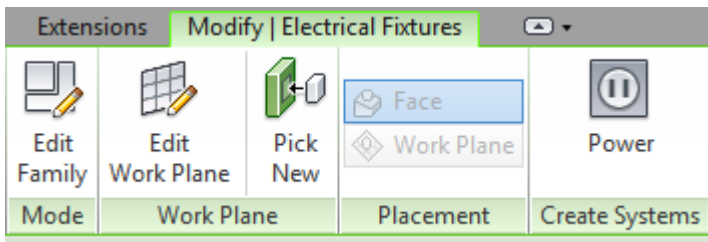
*Joonis 12.4 Elektriühenduse parameetrid Revitis*

Jooniste, skeemide, vaadete ja lehtede loomine ja seadistamine toimub *Project Browseri* kaudu. *Project Browseri* kaudu võib ka redigeerida elektriühenduse paneele, spetsifikatsioone, legende, familyd jne.



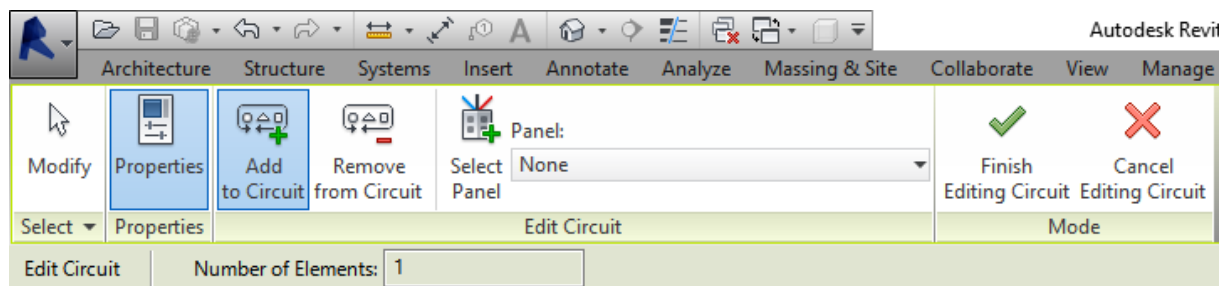
**Joonis 12.5 Project Browser-i menüü**

Jõupaigaldiste ja valguspaigaldiste plaani valmimisel tuleb luua BIM-süsteemis ahelaid. Ahela loomise *Revitis* eelduseks on elektrilise ühenduse olemasolu. Selle loomine oli varem kirjeldatud antud lõputöö samas peatükis. Uue ahela loomiseks tuleb valida sobilik element ja siis *Modify* ribast valida *Power* nuppu (vt. joonis 12.6).



**Joonis 12.6 Uue ahela loomine Revitis**

Pärast seda avaneb ahela menüü, kust on võimalik lisada ahelasse vajalik hulk elemente. Ühte ahelasse saab ühendada ainult sama pingega olevaid elemente (230/400V).



**Joonis 12.7 Reviti elektriahela ribamenüü**

Joonisel 12.7 on välja toodud elektriahela menüü, kust saab näha võimalikke tegevuste valiku. Esimene samm ahela seadistamisel on õige jaotuskeskusega ühendamine. Sobivale jaotuskeskusele tuleb eelnevalt valida õige pingesüsteem. Kui see ei olnud eelnevalt valitud, *Revit* ei luba siduda ahelat elektrikilbiga. Elektrikilbi võib valida nii pakutust nimekirjast kui plaani pealt valides sobiva kilbi. Järgmiseks sammuks oleks elementide lisamine ahelasse, selleks on olemas *Add to Circuit* nupp. Arvestada tuleb projekteeritava ahela kaitsme suurusega ja projekteerimise heatavadega. Üleliigse elemendi võib ahelast eemaldada vajutades *Remove from Circuit*. *Revit* automaatselt arvutab ahela pikkused, kuid magistraalliinide arvutamiseks kasutatakse ikkagi käsitsi mõõtmist. Kui kõik elemendid on ahelasse lisatud tuleb seadistada ahela parameetrid, mis tulevad pärast kasuks kilbiskeemi projekteerimisel. Joonisel 12.8 on näha elektriahela parameetrid. Ühendatud koguvõimsuse *Revit* kalkuleerib automaatselt, kuid käsitsi tuleb dubleerida seda *text*-lahtrisse. Siin samas tuleb sisse kirjutada valitud kaitselüliti suuruse ja karakteristiku. Edaspidise töö lihtsustamiseks tuleb sisestada ka ahela kirjeldust, näiteks antud ahela puhul „P.pesad – Elutuba“. *Wire type* lahtris tuleb valida sobiva kaabli märgi, B16 kaitselüliti puhul võtame kasutusele XPJ 3G2,5.

| Properties               |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Circuit: 14              |                          |
| Text                     |                          |
| Kaitselüliti             | B16                      |
| Tarbija nimetus          | P.pesad - Elutuba        |
| Võimsus                  | 0.5                      |
| Electrical Engineering   |                          |
| Schedule Circuit Notes   |                          |
| Electrical - Loads       |                          |
| Circuit Number           | 14                       |
| Load Name                | Receptacle               |
| Panel                    | PJK                      |
| System Type              | Power                    |
| Load Classification      | Receptacle               |
| Number of Poles          | 1                        |
| Rating                   | 20.00 A                  |
| Frame                    | 400.00 A                 |
| Voltage                  | 230.00 V                 |
| Apparent Load            | 500.00 VA                |
| Apparent Load Phase A    | 500.00 VA                |
| Apparent Load Phase B    | 0.00 VA                  |
| Apparent Load Phase C    | 0.00 VA                  |
| Apparent Current         | 2.17 A                   |
| Apparent Current Phase A | 2.17 A                   |
| Apparent Current Phase B | 0.00 A                   |
| Apparent Current Phase C | 0.00 A                   |
| True Load                | 500.00 W                 |
| True Load Phase A        | 500.00 W                 |
| True Load Phase B        | 0.00 W                   |
| True Load Phase C        | 0.00 W                   |
| True Current             | 2.17 A                   |
| True Current Phase A     | 2.17 A                   |
| True Current Phase B     | 0.00 A                   |
| True Current Phase C     | 0.00 A                   |
| Voltage Drop             | 0.00 V                   |
| Power Factor             | 1.000000                 |
| Power Factor State       | Lagging                  |
| Balanced Load            | <input type="checkbox"/> |
| Length                   | 30705.3                  |
| Wire Type                | XPJ 3G2,5                |

*Joonis 12.8 Elektrialhela parameetrite sisestamine*

Terve hoones ahelate valmimisel tuleb luua kilbiskeemi. Kahjuks *Reviti* automaatsed kilbiskeemid on mõeldud Põhja-Ameerika turule, nad ei sobi Euroopa nõuetele ja seda tuleb kohandada. O3 Inseneribüroos töötajate poolt on arendatud programm, mille abil saab ahelates sisestatud andmed automaatselt genereerida kilbiskeemile. Antud lõputöö raames ei ole võimalik lahti seletada selle programmi tööprintsipi, kuna need on O3 Inseneribüroo intellektuaalne omand. Tavakasutaja peab sisestama need andmed käsitsi. Siin on *Reviti* suur puudus võrreldes *CADs Planneriga*. Skeemi loomine tavakasutajale on üsna võrdne AutoCadis töötamisega ehk elementide joonestamine joontega. Pingelangu automaatne arvutamine *Revitis* ei tööta meetrilise süsteemi puhul. *Revit* põhineb inglise mõõteühikutele, nii et Euroopas peab seda arvutama ka käsitsi.

*Reviti* eelis teistest süsteemidest on võimalus teha koostööd teste eriosade projekteerijatega. Suurte projektide puhul on see väga oluline eelis. Siinkohal tuleb mainida, et *Revit* on eelkõige mõeldud arhitektidele, VK- ja KV- projekteerijatele. Elektriprojekti koostamisel tuleb endiselt enamus arvutusi käsitsi teha. Automaatne pingelangude ja lühisvoolude arvutamine tooks tulevikus suurema mugavuse elektriprojekterijale.

## **13. VR(virtual reality) süsteemi kasutamine projekteerimises**

BIM on Eesti jaoks uudne nähtus, kuid juba praegu tuleb vaadata tulevikku. Praegu vaadates maailmaturu arengule, võib eeldada, et järgmiseks suureks sammuks projekteerimises tuleb *Virtual reality* ehk virtuaalne reaalsus. Antud lõputöö raames oli katsetatud panoraamse pildi loomine projektist *Autodesk A360* tarkvaras. *Autodesk A360* on tasuta tarkvara väga piiratud funktsionaalsusega, kuid see võimaldab saada ülevaatlikku pildi tulevase tehnoloogia võimalustest. Tänapäeval *Autodeski* poolt see on ainulaadne võimalus renderdada panoraamse 360-kraadilise pildi. Pilti on võimalik laadida nutitelefonile ja nn *VR Cardboardi* abil nutitelefoni olev stereoskoopiline pilt muutub ruumiliseks.



***Joonis 13.1 VR Cardboard by Google***

See annab võimaluse iseseisvatele firmadele arendada endapoolset tarkvara, mis rahuldaks praegust turuvajadust. Maailmas üha enam kerkivad idufirmad, mis püüavad tühja turunišši täita. Tänapäeval liidriks võib nimetada ettevõtet IrisVR. *IrisVR* pakub praegu kaks tarkvaralist lahendust, üks neist *Scope*-tarkvara on võrreldes *Autodesk 360*-ga üsna sarnase funktsionaalsusega. Ehk stereoskoopilisest pildist nutitelefoniga *VR Cardboardi* abil luuakse ruumilise pildi. Selle süsteemi miinuseks on interaktsiooni puudus projekti mudeliga. Projekteerija peab renderdama igas tema jaoks vajalikkus punktis „staatilise“ pildi. Selline interaktsioon sobib pigem arhitektile, kes tahab kliendi või tellijat tutvustada oma projektiga. Inseneridele on väga tähtis saada projekteeritud mudelist tagasisidet. *IrisVR* püüab seda nõudlust lahendada oma tarkvaraga *Prospect*. Tänapäevaks on antud tarkvara saadaval ainult *beta*-versioonis. Tarkvara *Prospect* oma valmimisel peab olema võimeline täita rida funktsioone. *IrisVR* lubab momentaalset konverteerimist 3D formaadist virtuaal reaalsusele. Kasutaja peab olema võimeline vabalt liikuma mudelis, tegema annotatsiooni 3D-s. Selline opsioon annaks projekteerijale hea ülevaade tehtud tööst ning selle kitsaskohtadest. *IrisVR* lubab, et ülevaade käigus saad lihtsalt ümber lülitada kihtide/süsteemide vahel (näiteks ainult elektrisüsteem või elektrisüsteem + ventilatsioon), mis annaks hea ülevaade võimalikke



vastuolude kohta. [12] Selle lahenduse miinuseks võib nimetada VR prillide kallist hinda ning vajadust võimsamale arvutile. Tänapäevased VR-prillid koos anduritega maksavad vähemalt 800 EUR ja lisatarvikutega see hind võib kerkida üle 1000 EUR. VR-süsteemid nõuavad tipparvuti parameetreid, mis lähevad ettevõtetele maksma ligikaudselt 40% rohkem kui arvuti, mis on mõeldud ainult projekteerimiseks *BIM*-is. Tuleb ka arvestada VR tarkvara maksumusega, mis, näiteks *IrisVR* puhul võib maksma minna 180 EUR/kuus, kuid konkurentide ilmumisel turul see hinnatase võib kõvasti langeda. [22]



*Joonis 13.2 Virtuaalse reaalsuse prillid HTC Vive*

Lõppkokkuvõtteks võib öelda, et tänapäevastel projekteerijatel jääb lihtsalt oodata, mida toob tulevik antud valdkonnas. On oodata uusi tegijaid ja turul uusi tooteid ning loota VR-süsteemide ja võimsate arvutite hinna langusele.

# Lõputöö kokkuvõte

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on uurida projekteerimiseks vajalikku dokumentatsiooni ning koostada eramu tugev- ja nõrkvoolupaigaldiste projekt kasutades BIM tehnoloogiat. Antud lõputöö raames oli projekteeritud ja loodud 3D-mudel Lodjapuu tee 9, Tännasilma külas, Saku vallas planeeritavale üksikeramule. Lisaks oli teostatud välisvalgustuse simulatsioon ja loodud stereoskoopiline pilt, mille *VR-Cardboardi* ja nutitelefoni abil võib muuta ruumiliseks.

Antud magistrilõputöö algab erinevate ehitusprojekti staadiumite kirjeldusest. Ehitusprojekt koosneb kolmest staadiumist:

- Eelprojekt
- Põhiprojekt
- Tööprojekt

Eelprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse arhitektuurilahendus ja insener-tehniliste lahenduste põhimõtted. Nende andmete põhjal peab olema võimalik määrata ehituse orienteeruva maksumuse. Põhiprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab määrata ehitise eelarvelist maksumust, korraldada ehitushange ning koostada ehitamiseks hinnapakumust. Tööprojekt on ehitusprojekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab teostada ehitustöid. Eestis on tavaks teostada ehitustöid põhiprojekti baasil. Antud lõputöö raames elektriprojekt on koostatud põhiprojekti staadiumis.

Antud lõputöö raames oli koostatud ka elektrivälisvõrguga liitumisprojekt. Elektrilevi OÜ poolt esitatud tehniliste tingimuste alusel peab klient ehitama oma vajadusele vastava liini kuni hoone peajaotuskeskuseni. Hoone toiteliin on projekteeritud maakaablina. Hoone toitekaabliks on määratud alumiiniumist TN-C juhistiküsteemiga AXPK 4G35 maakaabel, mida tuleb paigaldada pinnasesse projektis ettenähtud sügavusele. Hoone peajaotuskeskuses PEN juht lahutatakse.

Hoone peajaotuskeskus PJK paigaldatakse 1. korrusele tehnilisse ruumi ning sellest saavad toite esimesel korrusel paiknevad elektriseadmed ning teisel korrusel asuv jaotuskeskus JK ja garaažis asuv jaotuskeskus GJK. Peajaotuskeskusesse on ette nähtud paigaldada liigpingepiirik T 1+2. Liigpingepiirikute eesmärgiks on kaitsta hoone sees olevat elektripaigaldist elektrivõrgu lülitustest tekkivate liigpingete ja kaudsete pikselöökide eest. Pistikupesadega ahelatele ja

ahelatele, mis asuvad märgades ruumides on antud projektiga ettenähtud rikkevoolukaitsed. Käesolevas projektis pistikupesadega ahelates on kasutusele võetud 16 A kaitseautomaadid ning 2,5 mm<sup>2</sup> ristlõikega vasest paigalduskaablid. Valgustite jaoks nähakse ette 10 A kaitseautomaadid ning 1,5 mm<sup>2</sup> ristlõikega vasest paigalduskaablid. Kohtkindlatele seadmetele on ettenähtud kaitselülitid C-karakteristikuga ning ahelates, kus on pistikupesad või nõrkvooluseadmete toited, on projekteeritud B-karakteristikuga kaitselülitid.

Jõupaigaldise projekteerimise ülesanne on kõikidele elektriseadmetele hoones toite tagamine. Kõik hoonesse paigaldatavad elektriseadmed peavad vastama Euroopa Liidu madalpingeseadmete ja elektromagnetilise ühildatavuse direktiivide alusel kehtestatud tootestandarditele ja omama CE vastavusmärki. Jõupaigaldise projekteerimisel on oluline hoone tarbitava võimsuse määramine. Selle jaoks tuleb arvestada suuremate tarbijatega, samas tuleb määrata plaaniliselt toitepunktide asukohad. Siin tuleb lähtuda kohtkindlate seadmete paiknemisest, arhitektuursest lahendusest ning Tellija soovidest.

Nõrkvoolupaigaldiste projekteerimisel tuleb arvestada tänapäevase elustandarditega ehk Tellija soovidega ning määrustest tulenevate normidega. Käesolevas lõputöös projekteeritud hoonele on ettenähtud andmesidevõrk, fonolukusüsteem, valvesignalisatsiooni süsteem, videovalve, TV-võrk, heliedastussüsteem ja tulekahjusignalisatsioon. Eramule on projekteeritud tehnoruumis sidejaotla, kust kaabeldust kuni hoones olevate sidepistikupesadeni teostatakse keerdpaarkaablitega Cat.6 U/UTP 4x2x0,5. Sidejaotla korpuse tellimisel tuleb arvestada vaba ruumiga, mis on mõeldud aktiivseadmetele. Eramu katusele paigaldatakse TV- ja 4G-antenn. Küttesüsteemi juhtimiseks on antud projektis ette nähtud juhistik termostaatidele, neid ühendatakse KLMA 2x0,8+0,8 kaabli abil küttekontrolleritega. Eramule on ette nähtud valvesignalisatsioonisüsteem. Süsteemi keskmoodul hakkab paiknema 1.korruse tehnoruumis lae all eraldi paigalduskastis. Valvesüsteem hakkab koosnema liikumisanduritest, ukse magnetanduritest, sireenidest, suitsuanduritest ja sõrmistikest. Lisaks, valvesignalisatsiooniga ühendatakse ka suitsu- ja temperatuuriandurid. Hoonele on ette nähtus videovalve, seega hoones iga kaamera asukohani on ettenähtud Cat.6 kaabel sidejaotla RJ45 paneelist ning sidejaotlasse on projekteeritud salvesti. Hoonesse projekteeritud fonolukusüsteem koosneb esikusse paigaldatavast fonosüsteemi sisetelefonist ja värava elektrilisest lukust, mille vahel on Cat.6 kaabel. TV jaoks on hoonesse lisaks projekteeritud koaksiaalkaablivõrk. Antud projektiga on ette nähtud hoones kaks ühekohalist kõlaripesa ning üks kahekohaline kõlaripesa, mis omavahel ühendatakse kõlarikaabliga 2x1,5. Vabariigi Valitsuse 02.06.2015 määrusega nr 54

on eramule nõutud autonoomne tulekahjusignalisatsiooniantur, kuid selle asemel Kliendi soovil tuleb autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem, mida ühendatakse valvekeskusesse.

Hoonele antud projektis maanduseks oli valitud horisontaalmaandur, mille külge paigaldatakse vertikaalsed maandusvardad. Vertikaalsed maandusvardad, mis on horisontaalmaanduri küljes, on pikkusega 3 meetrit ja nende vaheline minimaalne kaugus on 6 meetrit. Hoone maanduspaigaldise impedantsi väärtus peab tagama, et rikke korral ei ületaks suurim võimalik puutepinge 50 V. Maanduspaigaldise allaviigulatt ühendatakse hoone peapotentsiaaliühtlustuslatigam mis hakkab asuma peakilbi all tehnoruumis. Kõik hoones olevad juhtivad osad tuleb ühendada sama lattiga.

Valguspaigaldis on projekteeritud vastavalt arhitektuurse lahendusega ja Tellija poolt esitud soovidega. Fasaadivalgustitele on tehtud valgusarvutus. Vastavalt Eesti Standardiga EVS-EN 12464-1:2011 „VALGUS JA VALGUSTUS Töökohavalgustus Osa 1: Sisetöökohad“ eramule ei ole eraldi esitatud nõudeid valgustiheduse kohta. Tellija ostab oma maitsele valitud valgusteid hiljem ja paigaldab neid ise. Valgustite juhtimiseks on projektis ettenähtud lihtlülitid, grupilülitid, veksellülitid ja ristlülitid. Õuevalgusteid juhitakse hämaraanduri abil.

Antud lõputöö raames olid välja arvatud ühe- ja kolmefaasilised lühisvoolud. Lühisearvutus on tähtis osa elektriprojektist, kuna projekteerijal tuleb veenduda, et peajaotuskeskuse lühisetaluvus on määratud õigesti (kolmefaasilise lühise korral) ning kontrollida, kas kaitseautomaadid rakenduvad väikseima lühisvoolu puhul (ühefaasiline lühis). Antud lõputöös oli tõestatud, et peakilbi lühisetaluvus oli määratud korrektselt ning ahelates on tagatud kaitseautomaadi rakendamine väikseima lühisvoolu puhul.

Lõputöös käsitletakse ka eripaigaldistele esitatavad nõuded. Märkades ruumides tuleb jälgida elektriseadmete nõutud väliteguritele vastupidavust. Konkreetset nõudeid on detailsemalt selgitatud vastavas peatükis.

Lõputöö raames oli kaalutud energiasäästu võimaldavate süsteemide kasutuselevõtmist. Lõputöös on tehtud tasuvusanalüüs katusele paigaldatava päikeseelektrijaama. Tasuvuseanalüüsist selgus, et päikeseelektrijaam tasub ennast, kuid siiski väga pikka aja perioodi jooksul. Tasuvusajaks oli saadud 28 aastat. Kaasaegsetel PV-paneelidel eluiga on 40 aastat ning paneelide paigaldajad annavad garantiid 30-aastase perioodile. Ebakvaliteetse PV-paneelide puhul ei pruugi elektrijaam ennast tasuda.

Antud lõputöö põhiülesandeks oli elektriprojekti koostamine BIM-tarkvara abil. Antud lõputöö peatükkis detailselt kirjeldatakse BIM-tarkvaras elektriprojekti koostamise etapid. Projekt oli modelleeritud Autodeski tarkvaras *Revit*. BIM-keskkonnas projekteerimine toob eelise ainult suurte projektide puhul, kuna seal toimub tihe koostöö teiste eriosade projekteerijatega. Tänapäevaks on *Revit* peamiselt suunatud arhitektidele, kütte-, ventilatsiooni-, vesi- ja kanalisatsiooni projekteerijatele. *Reviti* elektriline osa on puudulik. Elektriprojekterija peab käsitsi arvutama näiteks pingelangud ja lühisvoolud, kuna *Revit* ei ole selleks kohandatud. Samas iga uue *Reviti* versiooniga funktsionaalsus laieneb. Tulevikus on oodata *Reviti* kohandamine Euroopa turule. Võrreldes *Revitit* soome tarkvaraga *CADS Planner*, mis on kasutusel enamuses Eesti projekteerimis firmades on see funktsionaalsuse poolest parem, kuid puudub võimalus töötada teiste eriosade projekteerijatega ühes tarkvaras. Projekteerimise mugavuse poolest mängib ka rolli projekteerija harjumus antud tarkvaraga. Kasutajaliides *Revitil* ja *CADS Planneril* erinevad ning ühest programmist teisele üleminekul tuleb sellega harjuda. Lõppkokkuvõtteks ei saa anda eelist kumbki nendest tarkvarast, plusside ja miinuste arv on võrdne ning küsimus on pigem kasutaja harjumusest ja ettevõtte visioonist.

Tänapäevaks virtuaalse reaalsusega seotud süsteemide kasutamine on üsna piiratud. Lõviosa turust on seotud meelelahutusega. Maailmas üha enam kerkivad idufirmad, mis püüavad tühja turunišši täita. Tänapäeval liidriks võib nimetada ettevõtet *IrisVR*, kuigi neil ei ole veel võimalust pakkuda tarbijale lõplikku produkti, tegemist on alles *beta*-versiooniga. Antud projekti raames, kasutades *Autodesk A360* veebi-põhilist tarkvara, oli loodud stereoskoopiline pilt, mis nutitelefoni abil, kasutades selleks ettenähtud VR Cardboard prille, muutub ruumiliseks. Praegu tarkvara võimaldab ainult visuaalse interaktsiooni ja see ei anna lisaväärtust projekteerijale. Praegu VR-süsteemide miinused on nende puudulik funktsionaalsus ja kõrge hind. Kuid valdkond areneb kiiresti ning tulevikus on oodata VR-süsteemid igapoolset kasutuselevõtmist.

# Kirjandus

- [1] A. Pöder, *Magistritöö "ERAMU ELEKTRIPAIGALDIS "*, Tallinn, 2015.
- [2] Polski Rejestr Statków, „Voltage drop, 3-phase AC,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.prs.pl/research-and-development/calculators/voltage-drop-3-phase-ac.html>. [Kasutatud 10 mai 2017].
- [3] Chint Group, „Kilbikomponentide üldkataloog,“ [Võrgumaterjal]. Available: [http://media.klinkmann.ee/ee-files/CHINT/chint\\_eestikeelne\\_20lk.pdf](http://media.klinkmann.ee/ee-files/CHINT/chint_eestikeelne_20lk.pdf). [Kasutatud 11 mai 2017].
- [4] Wikipedia inc., „Building information modeling,“ [Võrgumaterjal]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling). [Kasutatud 1 mai 2018].
- [5] Wikipedia inc., „Elektripaigaldis,“ [Võrgumaterjal]. Available: [https://et.wikipedia.org/wiki/Elektripaigaldis#cite\\_note-1](https://et.wikipedia.org/wiki/Elektripaigaldis#cite_note-1). [Kasutatud 3 mai 2017].
- [6] Wikipedia inc., „Ehitusprojekteerimine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://et.wikipedia.org/wiki/Ehitusprojekteerimine>. [Kasutatud 25 aprill 2017].
- [7] Elektrilevi OÜ, „(0,4...20) kV VÕRGUSTANDARD – 0,4 kV Kaabelliinid,“ [Võrgumaterjal].
- [8] E. Risthein, *Madalpingepaigaldiste juhistikusüsteemid*, Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2010.
- [9] R. Teemets, *Rikkevoolukaitse*, Tallinn: Eetel-Ekspert OÜ, 2004.
- [10] *EVS-IEC 60364-4-41:2007, "Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest"*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
- [11] *EVS-EN 61439-1:2012 „Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 1: Üldreeglid"*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012.
- [12] IrisVR inc., „IrisVR Prospect,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://irisvr.com/prospect>. [Kasutatud 21 Mai 2017].

- [13] Eesti Standardikeskus, „RT I, 18.07.2015, 7, "Nõuded ehitusprojektile",“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/118072015007?leiaKehtiv>. [Kasutatud 5 mai 2017].
- [14] Eesti Standardikeskus, „RT I, 05.06.2015, 4, "Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded",“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105062015004>. [Kasutatud 14 mai 2017].
- [15] R. Teemets, „Elektrivarustuse loengukonspekt, Lühised Elektrivõrkudes,“ [Võrgumaterjal]. Available: [http://www.ene.ttu.ee/elektriamid/oppeinfo/materjal/AAV3340/EIVar\\_6\\_Lyhised\\_elektri](http://www.ene.ttu.ee/elektriamid/oppeinfo/materjal/AAV3340/EIVar_6_Lyhised_elektri). [Kasutatud 6 mai 2017].
- [16] R. Teemets, „Elektrivarustuse loengukonspekt, Liigpingekaitse,“ [Võrgumaterjal]. Available: [http://www.ene.ttu.ee/elektriamid/oppeinfo/materjal/AAR3340/4\\_Liigpingekaitse.pdf](http://www.ene.ttu.ee/elektriamid/oppeinfo/materjal/AAR3340/4_Liigpingekaitse.pdf). [Kasutatud 3 mai 2017].
- [17] *EVS-HD 60364-5-54:2011, Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine, kaitsejuhid ja kaitse-potentsiaaliühthlustusjuhid*", Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011.
- [18] *EVS-EN 12464-1:2011, „VALGUS JA VALGUSTUS Töökohavalgustus Osa 1: Sisetöökohad*", Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011.
- [19] T. Tamm, *Praktiline valgustustehnika*, Tallinn: Eetel-Expert OÜ, 2011.
- [20] *Standard EVS-HD 60364-7-701:2007 „Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 7-701: Nõuded elektripaigaldistele ja –paikadele“. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid.*“, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
- [21] E. Risthein, *Elamute elektripaigaldised*, Tallinn: Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit, 2004.
- [22] IrisVR inc., „Work at IrisVR,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.irisvr.com/jobs>. [Kasutatud 2017 Mai 2017].
- [23] Autodesk inc., „About Autodesk,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.autodesk.com/company>. [Kasutatud 15 mai 2017].

- [24] Elering OÜ, „Millest koosneb elektriarve?“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://elering.ee/millest-koosneb-elektriarve/>. [Kasutatud 2 mai 2017].
- [25] Elektrihind.ee, „Elektrihinnade võrdlus“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://elektrihind.ee/paketid>. [Kasutatud 20 mai 2017].
- [26] WINAICO inc., „WST P6 Series Polycrystalline“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.winaico.com/en/products/wst-p6-series-polycrystalline/>. [Kasutatud 15 mai 2017].
- [27] European Union, „Performance of Grid-connected PV in Europe“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>. [Kasutatud 3 mai 2017].
- [28] Taastuvenergia OÜ, „Päikeseenergia Eestis“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.taastuvenergia.ee/paikeseenergia-eestis.html>. [Kasutatud 4 mai 2017].



# **Lisad**

**L.1. VÄIKEELAMU TUGEVVOOLUPAIGALDISE EHTUSPROJEKT**

**L.2. VÄIKEELAMU NÕRKVOOLUPAIGALDISE EHTUSPROJEKT**

# **L.1. VÄIKEELAMU TUGEVVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT**

Vaata järgmine lehekülg.

## **L.2. VÄIKEELAMU NÕRKVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT**

Vaata järgmine lehekülg.

**TÖÖ NR. 001**  
**PÕHIPROJEKT**



**O3 INSENERIBÜROO**  
Hoone eriosade projekteerimine

# **VÄIKEELAMU TUGEVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT**

**LODJAPUU TEE 9, TÄNASSILMA KÜLA, SAKU VALD, HARJUMAA**

|                                 |   |                      |
|---------------------------------|---|----------------------|
| <b>TELLIJA</b>                  | <b>MIFINA OÜ</b>                                      | <b>+372 5640909</b>  |
|                                 | <b>ÕISMÄE TEE 56-68, HAABERSTI, TALLINN, HARJUMAA</b> |                      |
| <b>PROJEKTEERIJA</b>            | <b>O3 INSENERIBÜROO OÜ</b>                            | <b>MTR EEP002617</b> |
|                                 | <b>ENDLA 69, 10615, TALLINN</b>                       | <b>REG. 12321790</b> |
| <b>PROJEKTIJUHT</b>             | <b>FILIPP SHUBIN</b>                                  | <b>+372 55626928</b> |
| <b>VASTUTAV<br/>SPETSIALIST</b> | <b>FILIPP SHUBIN</b>                                  |                      |

**25. mai 2017. a. TALLINN**



Töö nimetus: Väikeelamu tugevoolupaigaldise ehitusprojekt  
Address: Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa

Töö nr: 001 Osad: EN  
Stadium: PP

## PROJEKTI TELLIJA ÜLDANDMED

### MIFINA OÜ

Address: Õismäe tee 56-68, 13512, Tallinn, Harjumaa  
Telefon: +372 5640909  
E-mail: mifina@hot.ee

## PROJEKTI KOOSTAJA ÜLDANDMED

### O3 Inseneribüroo OÜ

Registrikood 12321790

MTR EEP002617 22.02.2013 Projekteerimine

Address: Endla 69, 10615 Tallinn

Telefon: +372 53 870 338

E-mail: info@o3.ee

Kodulehekülg: www.o3.ee

Projekteerijad:

Filipp Shubin +372 55626928

Projektijuht: Filipp Shubin

Vastutavad spetsialistid: Filipp Shubin

Kuupäev: 25.05.17



## PROJEKTI KOOSSEIS

### PROJEKTI OSAD

#### HOONE TUGEVVOOLUPAIGALDIS (ET)

1 SELETUSKIRI 16 LEHTE

2 LISAD 1 LISA

LISA 1 Materjalide spetsifikatsioon

3 JOONISED

ET – 001 Peajaotuskeskuse PJK skeem (lk1/4)  
 ET – 002 Peajaotuskeskuse PJK skeem (lk2/4)  
 ET – 003 Peajaotuskeskuse PJK skeem (lk3/4)  
 ET – 004 Peajaotuskeskuse PJK skeem (lk4/4)  
 ET – 005 Jaotuskeskuse JK skeem (lk1/3)  
 ET – 006 Jaotuskeskuse JK skeem (lk2/3)  
 ET – 007 Jaotuskeskuse JK skeem (lk3/3)  
 ET – 008 Jaotuskeskuse GJK skeem (lk1/2)  
 ET – 009 Jaotuskeskuse GJK skeem (lk2/2)  
 ET – 102 1. korruse jõupaigaldise plaan  
 ET – 103 2. korruse jõupaigaldise plaan  
 ET – 104 Garaaži jõupaigaldise plaan  
 ET – 105 Katuse jõupaigaldise plaan  
 ET – 122 1. korruse valguspaigaldise plaan  
 ET – 123 2. korruse valguspaigaldise plaan  
 ET – 124 Garaaži valguspaigaldise plaan  
 ET – 205 Elektriseadmete asetused seintel  
 ET – 206 Hoone päikesepaneelide struktuurskeem  
 ET – 221 Potentsiaaliühtlustuse skeem



## PROJEKTI SELETUSKIRJA SISUKORD

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | HOONE TUGEVVOOLU PAIGALDIS.....                      | 5  |
| 1.1    | ÜLDANDMED.....                                       | 5  |
| 1.1.1  | PROJEKTEERIMISTÖÖ PIIRITLUS .....                    | 5  |
| 1.1.2  | ALUSDOKUMENDID.....                                  | 5  |
| 1.2    | OLEMASOLEV OLUKORD.....                              | 7  |
| 1.3    | PÕHIANDMED .....                                     | 7  |
| 1.3.1  | LIITUMISPUNKTI ANDMED.....                           | 7  |
| 1.3.2  | HOONE TUGEVVOOLUPAIGALDISE ANDMED .....              | 7  |
| 1.4    | MADALPINGE ( $\leq 1000$ V) PEAJAOTUSSÜSTEEMID ..... | 7  |
| 1.5    | ELEKTRI ARVESTUSSÜSTEEM .....                        | 8  |
| 1.6    | MAANDUSED JA POTENTIAALIÜHTLUSTUSED .....            | 9  |
| 1.6.1  | MAANDUSPAIGALDIS.....                                | 9  |
| 1.6.2  | POTENTIAALIÜHTLUSTUS .....                           | 9  |
| 1.7    | KAABLITEED .....                                     | 10 |
| 1.7.1  | LÄBIVIIGUD.....                                      | 11 |
| 1.8    | JÕUSEADMETE ELEKTRIVARUSTUS .....                    | 12 |
| 1.8.1  | KVVK-SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS .....                  | 12 |
| 1.8.2  | KÖÖGISEADMETE ELEKTRIVARUSTUS .....                  | 12 |
| 1.8.3  | MUUDE SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS.....                  | 12 |
| 1.9    | ELEKTRITOITE ÜHENDUSSÜSTEEMID .....                  | 12 |
| 1.9.1  | PISTIKUPESAD.....                                    | 12 |
| 1.10   | VALGUSTUSSÜSTEEMID .....                             | 13 |
| 1.11   | ELEKTRIENERGIA TOOTMISSÜSTEEM.....                   | 13 |
| 1.12   | KÜTTESÜSTEEMID JA –SEADMED .....                     | 14 |
| 1.12.1 | ELEKTERKÜTTESÜSTEEM .....                            | 14 |
| 1.13   | TULEOHUTUSSÜSTEEMID.....                             | 14 |
| 1.13.1 | PIKSEKAITSE.....                                     | 14 |
| 1.14   | TULEKAITSE .....                                     | 14 |
| 1.15   | KVALITEEDI- JA KONTROLLINÕUDED EHITAJALE .....       | 14 |
| 1.16   | ELEKTRIPAIGALDISTE KÄIT .....                        | 15 |



## 1 HOONE TUGEVVOOLU PAIGALDIS

### 1.1 ÜLDANDMED

#### 1.1.1 PROJEKTEERIMISTÖÖ PIIRITLUS

##### 1.1.1.1 ÜLDINE PIIRITLUS

Käesolevas seletuskirjas kirjeldatakse Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa väikeelamu tugevoolu ehituse lahendusi põhiprojekti staadiumis vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS 811:2012 „Hoone ehitusprojekt“.

Tugevoolu süsteemide käsitlemise aluseks on Eesti Vabariigi standard EVS 865-2:2014 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti seletuskiri“.

Antud dokumendis kirjeldatakse:

- hoone jõupaigaldist;
- hoone valguspaigaldist;
- hoone maanduspaigaldist;
- hoone välismaanduspaigaldist.

##### 1.1.1.2 PIIRITLUS ERI EHITUSPROJEKTI OSADE VAHEL

Tehnosüsteeme käsitletakse eraldi vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS 811:2012 „Hoone ehitusprojekt“.

#### 1.1.2 ALUSDOKUMENDID

##### 1.1.2.1 LÄHTEANDMED

Ehitusprojekti koostamisel aluseks võetud lähteandmed on välja toodud tabelis 1.

Tabel 1. Lähteandmete tabel

| Nr. | Lähteandmete väljastaja | Dokumendi nimi                 | Kuupäev/number           |
|-----|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1   | ?????                   | Üksikelamu ja abihoone projekt | 02.02.2016/ nr. 09B-2014 |

##### 1.1.2.2 EHITUSUURINGUD

Hoonesisese tugevoolupaigaldise kavandamisel ei ole arvestatud ehitusuuringutega.





### 1.1.2.3 NORMDOKUMENDID

Projekti koostamise normatiivse baasi valikul on lähtutud kooskõlas heast projekteerimistavast ja heakskiidetud normdokumentatsioonist, mis on välja toodud tabelis 2.

Tabel 2. Normdokumentide tabel

| Nr.               | Dokumendi nr.        | Dokumendi nimi   |
|-------------------|----------------------|--|
| <b>Üldine</b>     |                      |  |
| 1                 | RT I, 30.12.2015, 11 | Ehitusseadustik  |
| 2                 | RT I, 23.03.2015, 4  | Seadme ohutuse seadus  |
| 3                 | RT I, 28.06.2015, 8  | Elektripaigaldise käidule ja elektritööle esitatavad nõuded  |
| <b>Standardid</b> |                      |  |
| 1                 | EVS-HD 60364-1       | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa1: Põhialused, üldiseloomustus, määratlused   |
| 2                 | EVS-HD 60364-4-42    | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumutustoime eest.  |
| 3                 | EVS-HD 60364-4-43    | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid Liigvoolukaitse.  |
| 4                 | EVS-HD 384.7.753 S1  | Ehitiste elektripaigaldised. Osa 7: Nõuded eripaigaldistele ja – paikadele. Jagu 753: Põranda-ja laeküte.  |
| 5                 | EVS-HD 60364-4-444   | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-444: Kaitseviisid. Kaitse pingehäiringute ja elektromagnetilise häiringute eest.   |
| 6                 | EVS-EN 61140         | Kaitse elektrilöögi eest. Ühisnõuded paigaldistele ja seadmetele.  |
| 7                 | EVS 873              | Kodumajapidamises ja muudes taolistes oludes kasutatavad pistikühendused.  |
| 8                 | EVS-HD 60364-5-534   | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-53: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Kaitsevahendamine, lülitamine ja juhtimine. Jaotis 534:Liigpingekaitsevahendid. |
| 9                 | EVS-EN 60529:2001+A2 | Ümbristega tagatavad kaitseastmed (IP-kood)  |
| 10                | EVS-HD 60364-4-41    | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41:Kaitseviisid. Kaitseelektrilöögi eest.  |
| 11                | EVS-HD 60364-5-51    | Ehitiste elektripaigaldised Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised.   |
| 12                | EVS-HD 60364-5-52    | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud.   |
| 13                | EVS-HD 60364-5-54    | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhised   |



|    |                    |   |
|----|--------------------|---|
| 14 | EVS-EN 61439-1     | Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 1:Üldreeglid.  |
| 15 | EVS-EN 61439-3     | Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 3: Jaotuskilbid, mida tohivad käsitada tavaisikud                                  |
| 16 | EVS-HD 60364-7-701 | Madalpingelised elektripaigaldised Osa 7-701: Nõuded eripaigaldistele ja –paikadele. Vanne ja dušše sisaldavad ruumid.  |
| 17 | EVS-HD 60364-5-559 | Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-559: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Valgustid ja valgustuspaigaldised |
| 18 | EVS-EN 50525       | Juhtmed ja kaablid  |

## 1.2 OLEMASOLEV OLUKORD

Olemasolev tugevoolupaigaldis puudub, tegemist on projekteeritava uue hoonega.

## 1.3 PÕHIANDMED

### 1.3.1 LIITUMISPUNKTI ANDMED

Hoonesisestusel kaabel paigaldada liitumiskilbist pinnasesse vähemalt 0,7 m sügavusele liivapadjas ning kogu ulatuses kaablikõris. Kaabli montaažil jälgida kaabli tootja poolt lubatud painderaadiusi ja tõmbejõudusid. Kogu kaablitrassi ulatuses tähistada kaabel 0,3 m kõrgemal hoiatuslindiga. Trassi paiknemine looduses kanda teostusjoonisele. Hoone sisestuskaabli tüübiks on AXPK 4G35 ja pikkuseks täpsustatakse kohapeal. Kaabli pikkuse kontrollib üle ehitaja.

### 1.3.2 HOONE TUGEVVOOLUPAIGALDISE ANDMED

- Sisestusjuhistik: TN-C
- Jaotusjuhistik: TN-S
- Toitepinge: 400 V
- Installeeritud võimsus: 41,8 kW
- Arvutuslik võimsus: 16,2 kW
- Peakaitsete suurus: 3x25A
- Võimsustegur: 0,95

## 1.4 MADALPINGE ( $\leq 1000$ V) PEAJAOTUSSÜSTEEMID

Hoone peajaotuskeskus PJK paigaldatakse 1. korrusele tehnilisse ruumi ning sellest saavad toite esimesel korrusel paiknevad elektriseadmed ning teisel korrusel asuv jaotuskeskus JK ja garaažis asuv jaotuskeskus GJK. Keskused peavad vastama Eestis kehtestatud standarditele, Euroopa madalpingedirektiivile ja elektromagnetilise ühilduvuse direktiivile. Sellised jaotuskeskused on tähistatud CE-märgiga.

Tugevoolu elektrivarustuses olevad kaitseaparaadid peavad katkestama vooluahela juhtides kulgeva liigvoolu enne seda, kui see võiks liigvoolu soojusliku või mehaanilise toime tõttu põhjustada ohtu isolatsioonile, liidetele, klemmidele või juhtide ümbrusele. [EVS-HD 60364-4-43:2013, lk4, 430.3]



Peajaotuskeskuse paigaldus kõrgus põrandast 1,8 m ülemise serva järgi. Kilp paigaldada selliselt, et selle uks avaneks vähemalt 120°. Kilbi ette peab jääma vähemalt 0,8 m ruumi.

Juurdepääsu takistavaid esemeid ega süttivaid aineid ei tohi paigutada lülitus- ja juhtimisaparatuuri juurde viivatele teedele, väljapääsuteedele, nende teede kohale ega lähedusse ega ka paikadesse, kust aparatuuri käitatakse. Süttivad ained, mis asuvad elektripaigaldiste naabruses või läheduses, tuleb eemaldada kõigi võimalike süüteallikate juures. [EVS-EN 50110-1:2013, lk 17, § 4.5]

Peajaotuskeskuses olevad eri pingesüsteemid ja nende lülituskohad eraldatakse teineteisest. Peajaotuskeskusesse sisenevatele ja sealt väljuvatele kaablitele näha ette piisavalt montaaži ruumi.

Jaotuskeskuste montaaž tehakse nii et eksploatatsioonis oleks tolmu ja niiskuse mõju neile minimaalne.

Töövõtja peab kontrollima enne ehitustöö algust, et jaotuskeskuste paigaldamiseks on reserveeritud piisavalt ruumi ning selgitab võimalikud transporditeed paigalduskohta.

Väljuvate rühmaliinide kaitseaparatuuriks on kilpides 1- ja 3-faasilised kaitselülitid, mis on varustatud lühis- ja liigkoormusvabastitega.

Niisketes, kõrgendatud ohuga ruumides ja õues paiknevad seadmeid ning kõiki tavaisikute kasutuses olevaid pistikupesasid toitvad rühmaliinid peavad olema varustatud rikkevoolukaitselülitiga (rakendusvool  $\leq 30$  mA).

Keskuses kasutada valdavalt DIN-liistule kinnitatavaid moodul tüüpi komponente. Samatüübilised komponendid peavad olema sama valmistaja toodang. Keskuste põhi-, abi- ning alamvooluahelate ühendamine teostada lahtiühendavate klemmliistude kaudu. Keskus koostada selliselt, et magistraalkaablitel jäetakse piisavalt ruumi ampertangidega koormuse mõõtmiseks.

Jaotuskeskused dimensioneeritakse ca 25% võimsus- ja ruumivaruga.

Kaitseaparatuur peab taluma 6 kA lühisvoolu.

Kaitsmete enimalt lubatud rakendumisajad:

- 0,4 s – pistikupesa liinid;
- 5,0 s – pea ja toiteliinid, kohtkindlate seadmete toiteliinid.

Kilbi skeemid paigaldada kilbiukse siseküljele, väljuvad rühmaliinid nummerdada. Peale kaablite ja juhtmete paigaldamist avad kilbis tihendada.

Kaablite marke, soonte arvu ja ristlõikeid vt. joonistelt.

## 1.5 ELEKTRI ARVESTUSSÜSTEEM

Elektri arvestussüsteemi paigaldab vastav võrguettevõtja, kes osutab oma teeniduspiirkonnas tarbijale võrguteenust.



## 1.6 MAANDUSED JA POTENTIAALIÜHTLUSTUSED

### 1.6.1 MAANDUSPAIGALDIS

Hoone lähedusse pinnasesse liitumiskaabliga ühisesse kaevikusse paigaldatakse tsingitud terasest 10 mm läbimõõduga horisontaalmaandur. Maanduri minimaalne kaugus liitumiskaablist on 10 cm. Horisontaalmaanduri külge paigaldatakse vertikaalsed maandusvardad pikkusega 3 meetrit. Varrastevaheline minimaalne kaugus on 6 meetrit. Maanduspaigaldise paigaldamise järel tuleb mõõta maandustakistust.

**Hoone maanduspaigaldise impedantsi väärtus peab tagama, et rikke korral ei ületaks suurim võimalik puutepinge 50 V.** Enamasti tagab piisava ohutuse maandustakistuse väärtus 30 oomi. Kui maandustakistus mõõtmisel ei saavutata piisavalt väikest takistuse väärtust, siis tuleb lisada täiendavad elektroodid.

Maandussüsteem peab olema valitud selliselt, et see täidaks järgmisi nõudeid:

- töökindel ja sobiks kokku vastavate kaitsenõuetega;
- vastavuses talitusnõuetega;
- peab vastu välistoimetele (näiteks korrosioonile ja mehaaniliste toimetele).

Maandusjuhtide ühendused maanduritega peavad olema mehaaniliselt ja elektriliselt töökindlad ega tohi esile kutsuda kohalikku korrosiooni. Kõige paremini rahuldavad neid nõudeid poltklamberliited, kuid võidakse kasutada ka pressliiteid. Kui maandusjuhid ei ole tsingitud, vasetatud ega muul viisil korrosiooni vastase metallikihiga kaetud, võib maandusjuhte ühendada maanduselektroodidega ka keevitamise teel.

Maandusjuhtide jätkamiseks kasutatakse standardseid poltliiteid, kusjuures ühe poldi korral peab see olema vähemalt M10, kahe poldi korral aga vähemalt keermega M8. Maandustakistuse mõõtmise võimaldamiseks võidakse maandusjuhtides ette näha eraldusvahetükid või eraldusklemmid, mis kujundatakse poltliidetena, kusjuures poldi keere peab olema vähemalt M10.

Peamaanduslatt paigaldatakse peakilbi alla seinale või peakilpi.

#### Nõuded maanduselektroodidele

Maandussüsteem teostatakse vastavalt normile EVS-HD 60364-5-54:2011. .

#### Nõuded maandusjuhile

Maandusjuhi ristlõige ei tohi olla vase puhul väiksem kui 6 mm<sup>2</sup>, terase puhul mitte väiksem kui 50 mm<sup>2</sup>. Maandusjuhtidena ei tohi kasutada alumiiniumjuhte.

Lisa informatsioon antud teemal on kirjeldatud EVS-HD 60364-5-54:2011 standardist.

#### Nõuded kaitsejuhile

Kaitsejuht peab olema võimeline taluma lühisvoolu mehaanilisele ja soojusliku toimele kaitseaparaadi väljalülitamiseaja kestel.

### 1.6.2 POTENTIAALIÜHTLUSTUS



Elektripaigaldise käidul võivad mitmesugustel põhjustel tekkida elektriseadmetes rikke- või avariitalitus (näit. isolatsioonirike), mille tulemusena võivad paigaldise normaaltalitusel pingetud elektrijuhtivad osad sattuda ohtliku pinge alla. Ka normaaltalitusel võivad elektripaigaldises tekkida erinevatel põhjustel elektrimagnetilised häireväljad, mis võivad tingida häiretundlike mikroelektronikaseadmete rikkeid. Paigaldise erinevate osade vahel tekkiva võivast puutepingest tingitud elektrilöögi- ja tulekahjuohtu vältimiseks (rikkekaitseks) ning elektromagnetiliste häirete vähendamiseks ehitatakse välja kogu hoonet hõlmav potentsiaaliühtlustussüsteem.

Elektripaigaldise potentsiaaliühtlustus seisneb kõigi pingealdiste ja kõrvaliste voolujuhtivate osade omavahelises galvaanilises ühendamises. Potentsiaaliühtlustuslatiga tuleb ühendada peamaandusjuht, hoonesse sisenevad vee-, kanalisatsioonitorud, hoonesisene ventilatsioonitorustik ning muud kõrvalised voolu juhtivad osad.

Kõrge töökindluse tagamiseks nähakse iga ühendatava osa jaoks ette eraldi juht, mis ühendatakse teiste juhtidega kokku potentsiaaliühtlustuslatil. Ühendamine teostatakse kolla-rohelist värvi plastmassisolatsiooniga vasksoontega (Cu) juhtmete abil.

Ühendusjuhtmed tuleb otsastada ja tähistada.

## 1.7 KAABLITEED

Hoone sisemine elektrivarustus on projekteeritud järgalt maandatud neutraaliga pingesüsteemile 3x230/400 V, 50 Hz. Hoone juhistikusüsteem on TN-S, magistraal- ja rühmaliinide puhul kasutatakse 5-juhtmelist toitesüsteemi, kus kõigis liinides on peale neutraaljuhi (N-sinine) ka kaitsejuht (PE-kollaroheline), mille kaudu maandatakse valgustite, elektriaparatuuri jms. metallosad.

Elektripaigaldise juhistik ehitatakse välja kahekordse plastmassisolatsiooniga kaablitega. Kasutatavad kaablid peavad vastama antud tüüpilisi kaableid käsitlevate standardite nõuetele, kaabli soote värvid ja/või tähistus peavad vastama standardi EVS-HD 308 S2:2007 „Kaablite ja paindjuhtmete soonte tähistamise“ nõuetele.

Põrandate betoonvalusse paigaldatavate kaablite tarbeks tuleb enne valutööd paigaldada kaablite jaoks plasttorud. Paigaldatavate kaablite torud ei tohi mõjutada konstruktsioonide tugevust ega mõjutada helisolatsiooni mittesoovitavas suunas. Torud, harutoosid jms tuleb hoolikalt kinnitada, et vältida nende lahtitulekut valutööde ajal. Paigaldatavad torud varustada väikese paindevaruga, et need ei murduks ega tuleks lahti valutööde ajal. Torusid mitte paigaldada kõrvuti suurte „vaipadena“.

Juhistik ja kaabliteed tuleb paigaldada paralleelselt ehitise konstruktsioonidega (horisontaal- ja vertikaalsuunas). Paigaldamine tuleb teostada otstarbekalt ja ülevaatlikult, et käidul oleks välditud nende juhuslik vigastamine ning tagatud samas juurdepääs nende kontrollimiseks ja hooldamiseks.

Kaablite hargnemised ja ühendamised teostada vastavalt nõuetele. Juhtide omavahelised ühendused peavad tagama töökindla elektrilise kontakti ja vajaliku mehhaanilise tugevuse ja kaitse. Harukarpide katete siseküljele märkida vastavad märked, mis näitab toiteahela rühma ja vajadusel lisa andmeid.

Paigaldatud kaablid ja juhtmed tähistatakse jaotuskeskuses selgete ning ümbritsevatele mõjudele vastupidavate kaablimärkidega, vastavalt töövõtja kaabliloetelule, et juhistik oleks kontrollimisel ning hooldamisel äratuntav.

Hoone põhiteliini projekteeritakse kaabelliinina.



### 1.7.1 LÄBIVIIGUD

Läbiviikude tegemisel jälgida, et ei kahjustataks hoone kandvaid konstruktsioone. Läbiviigu avad peale kaablite paigaldamist tihendada. Läbiviikudesse paigaldatakse vastavad kaitsetorud. Katuse või seinaga niiskus- ja tuuletõkkekihist läbiminekul tuleb järgida vastavaid ehituslikke konstruktsiooninõudeid ja sellekohaseid väljakujunenud tüüplahendusi. [käsiiraamat EETEL-Ekspert OÜ; Elamute Elektripaigaldised; 2005; lk 200]

Vahelagedes ja seintes võivad olla ette nähtud kaablipaigutustorud. Nagu pinnases, nii ka siin peavad torude otsad olema selgelt tähistatud, kättesaadavad ning ehitusprahi ja betooni sissesattumise eest töökindlalt kaitstud.

Elektrikaablite läbiminekul hoone seintest on vaja tagada seinte konstruktsiooniline nõuetekohane tulepüsivus. Läbiviigu avad peale kaablite paigaldamist tihendada spetsiaalse tootega (tulekindel vaht, silikoonid ja elastsed krohvisegud). Levinud variant on temperatuuri käes paisuvate materjalide kasutamine.

### 1.8 KAABELLIINID

Hoone sisemine elektrivarustus on projekteeritud järgalt maandatud neutraaliga pingesüsteemile 3x400/230 V, 50 Hz. Juhistikusüsteem on TN-S, magistraal- ja rühmaliinide puhul kasutatakse 5-juhtmelist toitesüsteemi, kus kõigis liinides on peale 0- neutraaljuht (N-sinine) ka kaitsejuht (PE-kollaroheline), mille kaudu maandatakse valgustite, elektriaparatuuri jms. metallosad.

Elektripaigaldise juhistik ehitatakse välja kahekordse plastmassisolatsiooniga kaablitega. Kasutatavad kaablid peavad vastama antud tüübilisi kaableid käsitlevate standardite nõuetele, kaablisoohte värvid ja/või tähtis peavad vastama standardi EVS-HD 308 S2:2007 „Kaablite ja paindjuhtmete soonte tähistamise“ nõuetele.

Juhistik paigaldatakse valdavalt süvistatult.

Põrandate betoonvalusse paigaldatavate kaablite tarbeks tuleb enne valutööd paigaldada kaablite jaoks plasttorud. Paigaldatavate kaablite torud ei tohi mõjutada konstruktsioonide tugevust ega mõjutada heliisolatsiooni mittesoovitavas suunas. Torud, harutoosid jms tuleb hoolikalt kinnitada, et vältida nende lahtitulekut valutööde ajal. Paigaldatavad torud varustada väikese paindevaruga, et need ei murduks ega tuleks lahti valutööde ajal. Torusid mitte paigaldada kõrvuti suurte „vaipadena“.

Juhistik ja kaabliteed tuleb paigaldada paralleelselt ehitise konstruktsioonidega (horisontaal- ja vertikaalsuunas). Paigaldamine tuleb teostada otstarbekalt ja ülevaatlikult, et käidul oleks välditud nende juhuslik vigastamine ning tagatud samas juurdepääs nende kontrollimiseks ja hooldamiseks.

Kaablite hargnemised ja ühendamisid teostada vastavalt nõuetele. Juhtide omavahelised ühendused peavad tagama töökindla elektrilise kontakti ja vajaliku mehhaanilise tugevuse ja kaitse.

Paigaldatud kaablid ja juhtmed tähistatakse jaotuskeskuses selgete ning ümbritsevatele mõjudele vastupidavate kaablimärkidega, vastavalt töövõtja kaabliootelule, et juhistik oleks kontrollimisel ning hooldamisel äratuntav.



## 1.9 JÕUSEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

Paigaldatavad elektriseadmed peavad vastama Euroopa Liidu madalpingeseadmete ja elektromagnetilise ühildatavuse direktiivide alusel kehtestatud tootestandarditele ja omama CE vastavusmärki.

Kõik elektriseadmed peavad omama tehnilist dokumentatsiooni, vastavusdeklaratsiooni ja vastavusmargistust. Elektriseadmed peavad vastama direktiividele 2004/108/EÜ ja 2006/95/EÜ.

### 1.9.1 KVVK-SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

| Seade                  | Pinge | Võimsus |
|------------------------|-------|---------|
| Õhkvesi soojuspump     | 400 V | 12 kW   |
| Ventilatsiooniagregaat | 230 V | 1,5 kW  |

### 1.9.2 KÖÖGISEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

Kohtkindlad köögiseadmed, mille pistikpesasid kasutatakse konkreetse seadme ühenduseks, pole vaja kaitsta täiendavalt RVK-kaitseülilitiga. Nimetatud seadmed tuleb paigaldada viisil, et seadet nihutamata on välistatud kõnealuse pistikupesaga muuks otstarbeks kasutamine.

### 1.9.3 MUUDE SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

Paigaldatavad elektriseadmed peavad vastama Euroopa Liidu madalpingeseadmete ja elektromagnetilise ühildatavuse direktiivide alusel kehtestatud tootestandarditele ja omama CE vastavusmärki lähtudes „Toote nõuetele vastavuse tõendamise seaduses toodud“ nõuetest.

## 1.10 ELEKTRITOITE ÜHENDUSSÜSTEEMID

### 1.10.1 PISTIKUPESAD

Paigalduskomponentide (lülitid, pistikupesad, regulaatorid, jt.) tüübid peavad vastama paigalduskohas teostatud juhistiku paigaldusviisile (pinnapeale, süvistatud, kaabliarbikus, -postis). Paigalduskomponentide tehnilised parameetrid, s.h. kaitseaste (IPxy), peavad vastama nende ruumide kasutusotstarbele ning keskkonnatingimustele, kuhu nad paigaldatakse. Välioludesse paigaldatavate paigalduskomponentide kaitseaste on vähemalt IP44.

Tava pistikupesade nimiaandmed:

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| - Vool amprites                  | 16 A                       |
| - Maksimaalne pingeline voltides | 250 V                      |
| - Pingeline liik                 | AC                         |
| - Kaitseaste                     | Märgitud vastavalt plaanil |
| - Kaitsemaanduse olemasolu       | PE                         |

**Kui paiknemisplaanil ei ole märgitud teisiti on pistikupesade paigalduskõrgus järgmine 0,2 m põrandast.**





Paigalduskomponentide paiknemiskohta ja paigalduskõrgust võib elektritöövõtja korrigeerida, lähtudes Tellija täiendavatest ettepanekutest kui see ei lähe vastuollu normdokumentide nõuetega. Kõik muudatused kanda teostusjoonistele.

Paigalduskomponentide täiendav valik ja/või asendamine elektritöövõtja poolt on lubatud üksnes Tellija heakskiidul. Asendatavate komponentide tehnilised andmed (kaitseklass, jt.) peavad vastama projektis ja normdokumentides toodud nõuetele.

Enne töödega alustamist täpsustada töövõtupiirid Tellijaga. Täpsustused määratakse põhiprojektis

## 1.11 VALGUSTUSSÜSTEEMID

Paigalduskomponentide (lülitid, pistikupesad, regulaatorid, jt.) tüübid peavad vastama paigalduskohas teostatud juhistikuga paigaldusviisile (pinnapeale, süvistatud, kaablikarbikus, -postis). Paigalduskomponentide tehnilised parameetrid, s.h. kaitseaste (IPxy), peavad vastama nende ruumide kasutusotstarbele ning keskkonnatingimustele, kuhu nad paigaldatakse. Välioludesse paigaldatavate paigalduskomponentide kaitseaste peab olema vähemalt IP44.

**Kui paiknemisplaanil ei ole märgitud teisiti on lülitite paigalduskõrgus 1,0 m põrandast.**

Paigalduskomponentide paiknemiskohta ja paigalduskõrgust võib elektritöövõtja korrigeerida, lähtudes Tellija täiendavatest ettepanekutest kui see ei lähe vastuollu normdokumentide nõuetega. Kõik muudatused kanda teostusjoonistele.

Paigalduskomponentide täiendav valik ja/või asendamine elektritöövõtja poolt on lubatud üksnes Tellija heakskiidul. Asendatavate komponentide tehnilised andmed (kaitseklass, jt.) peavad vastama projektis ja normdokumentides toodud nõuetele.

Enne töödega alustamist täpsustada töövõtupiirid Tellijaga.

## 1.12 ELEKTRIENERGIA TOOTMISSÜSTEEM

Antud projektis on ettenähtud elektripäikesepaneelid. **Elektripaneelide täpsema projekti lahendatakse eraldi projektis.** Tavaliselt teostab seda projekti elektripaneelide paigaldaja. Päikesepaneelid paigaldamiseks sobib hoone katus. Üldine installeeritud paneelide võimsus maksimaalselt on soovitatud alla 15kW. Kui Tellija soovib paigaldada päikesepaneeli koguvõimsusega üle 15kW, siis peab klient liituma võrguga elektritootja rollis. *On-grid* lahenduste puhul ühendatakse energiaallikad otse võrguinverteriga, mis toodavad võrguparameetritele vastavat voolu. Võrguinverter sünkroniseerib ennast võrgusagedusega. Toodetud elekter tarvitatakse ära kohapeal. Kui tootmine on suurem kui kohapealne tarbimine, läheb ülejäänu võrku. Kui võrk ei suuda kõike toodetud vastu võtta, vähendab inverter tootmist või lülitub välja. Kui tootmine on tarbimisest väiksem, võetakse puuduv energia võrgust. Kui soovitakse, et süsteem töötaks ka elektritakistuse korral, tuleb süsteemi lisada akud, juhtinverter ja lülituskilp. Elektrikatkestuse korral saavad võrguinverterid juhtinverterist sünkroonisatsioonimpulsid ning süsteem hakkab tööle *off-grid* lahendusena.

Antud hoonele on soovitatav paigaldada *on-grid* tootmissüsteemi. Päikeseelektriijaam koosneb PV paneelidest ja võrguinverterist. Päikesepaneelide ja inverteri vahel tuleb paigaldada PV tüüpi liigpingepiirik. Süsteem tuleb ühendada läbi sobiva suurusega kaitselülitit. Tootmissüsteemi komponendid töökindluse tagamiseks tuleb ühendada teiste juhtidega kokku potentsiaaliühtlustuslatil.





## 1.13 KÜTTESÜSTEEMID JA –SEADMED

### 1.13.1 ELEKTERKÜTTESÜSTEEM

Hoone vannitubadesse paigaldatakse elektriline põrandaküte, mida juhitakse põrandaanuriga termostaadiga. Kasutatakse DEVIflex 18T, 18 W/m, 37 m, 680 W ja DEVIflex 18T, 18 W/m, 52 m, 935 W küttegaableid. Paigaldamisel järgida tootja juhiseid. Põrandakütte toiteliinidel kasutatakse rikkevoolukaitselülitiit, mille nimirakendumisvool pole suurem kui 30 mA. Kui põrandakütteelementide peal on ette nähtud juhtiv leht või võrk, tuleb see potentsiaaliühtlustusjuhtide abil ühendada elektripaigaldise kaitsejuhiga.

### 1.13.2 SULATUSÜSTEEM

Sajuvee lehride kütteks paigaldatakse Devisnow 30T, 10m, 300W ja Devisnow 30T, 20m, 600W küttegaablid. Küttegaableid juhitakse jaotuskeskuses JK paikneva termostaadiga välisõhutemperatuurianduriga.

## 1.14 TULEOHUTUSSÜSTEEMID

### 1.14.1 PIKSEKAITSE

Piksekaitsesüsteemi pole nõutud.

Liigpingepiirikute eesmärgiks on kaitsta hoone sees olevat elektripaigaldist elektrivõrgu lülitustest tekkivate liigpingete ja kaudsete pikselöövide eest.

Hoone peajaotuskeskusesse paigaldada liigpingepiirikud tüüpi 1+2 ja liigpingepiiriku kaitse vastavalt tootja juhistele.

### 1.15 TULEKAITSE

Kaablite läbiminekud tuletõkketarindeist ei tohi vähendada tarindi tulepüsivust, selleks kasutada tuletõkkevahtu puuravades.

## 1.16 KVALITEEDI- JA KONTROLLINÕUDED EHITAJALE

Hoonete elektripaigaldise väljaehitamisega peab tegelema vastavalt kvalifitseeritud elektripersonal. Ajutise ehitusaegse võrguühendusega seotud dokumentatsiooni vormistab elektritöid teostav juriidiline või füüsiline isik kooskõlas peatöövõtjaga ja elektrivõrke omava ettevõttega. [käsiraamat EETEL-Ekspert OÜ; Elamute Elektripaigaldised; 2005 ; lk37 ].

Ehitusaegne elektripaigaldis tuleb välja ehitada vastavalt standardile EVS-HD 60364-7-704:2007 nõuetele.

Elektripaigaldis on lõplikuks pingestamiseks valmis ning saab ametlikult kasutusele võtta, kui:

- Elektritöövõtja poolt on korraldatud elektripaigaldise tehniline kontroll, mille käigus on elektripaigaldis tunnistatud normdokumentidele vastavaks;



- Ehitise valdaja on sõlminud võrguettevõttega elektrienergia ostu-müügi ja võrguteenuse osutamise lepingu ning esitanud võrguettevõttele teatise, millega kinnitab elektripaigaldise pingestamiseks valmisolekut ja elektripaigaldise vastavust normdokumentatsiooni nõuetele.

Kasutuselevõtule eelnev tehniline kontroll teostatakse elektripaigaldises peale selle väljaehitamist ning täielikult käiduks ettevalmistamist. Tehnilise kontrolli teostab elektritöövõtja ise, kui ta omab selleks normdokumentidest tulenevat õigust või tellib selle vastavat õigust omava tehnilise kontrolli teostajalt.

Tehnilise kontrolli käigus hinnatakse eelnevat visuaalkontrolli ja elektripaigaldise dokumentatsiooni, samuti ka akrediteeritud labori teostatud mõõtmis- ja katsetulemuste vastavust normdokumentidele ning tõendatakse elektripaigaldise vastavust normdokumentidele ja käesolevale projektile.

Tehnilise kontrolli teostamise või korraldamise, asjakohaste instantsidega suhtlemise ning õigeaegse dokumentide koostamise ja esitamise eest vastutab elektritöövõtja.

Peale tehnilise kontrolli edukat läbiviimist annab elektritöövõtja tellijale üle järgmised dokumendid:

- Elektripaigaldise nõuetekohasuse tunnitust (koostatud tehnilise kontrolli teostaja poolt);
- Elektripaigaldise tehnilise kontrolli aruanne (koostatud tehnilise kontrolli teostaja poolt);
- Elektripaigaldise kontrollmõõtmiste protokollid (isolatsioonitakistuse mõõtmine; maanduspaigaldise takistuse mõõtmine; jms) koos kokkuvõtva aruandega (koostab akrediteeritud labor, reaalse mõõtmiste põhjal);

Elektritöövõtja koostab ja komplekteerib ehituse käigus elektripaigaldise teostusdokumentatsioon, mille annab peale tehnilise kontrolli edukat teostamist tellijale üle. Teostusdokumentatsioon sisaldab:

- Elektripaigaldise teostusjooniseid, kuhu on kantud kõik ehituse käigus teostatud muudatused ja täiendused võrreldes käesoleva projektiga (teostusjoonised tuleb koostada tööjoonistele vastava põhjalikkusega, näidates ära tegelikud mõõdud, paigaldatud seadmed ja kasutatud materjalid);
- Jaotuskeskuste ning eriotstarbeliste seadmete tootejoonised (koostab seadme valmistaja või tarnija)

## 1.17 ELEKTRIPAIGALDISTE KÄIT

Elektripaigaldise käitlemisel lähtuda standardist EVS-EN 50110-1:2013 (Elektripaigaldiste käit Osa1: Üldnõuded). Enne elektripaigaldise käidu sooritamist tuleb välja selgitada elektrilised riskid. Selle alusel tuleb määrata, kuidas antud käidu toiming sooritada ja milliseid ohutusemeetmeid tuleb ohutuse tagamiseks rakendada. [EVS-EN 50110-1:2013, lk15, § 4.1]

Kõigile elektripaigaldises, selle juures või lähedal töötoiminguga seotud isikutele tuleb nende tööks vajalikus mahus selgeks teha ohutusnõuded, ohutuseeskirjad ja ettevõttesisesed juhised. Töösse kaasatud töötajad on kohustatud neid nõudeid, eeskirju ja juhiseid järgima. [EVS-EN 50110-1:2013, lk 15, § 4.2]

Vajaduse korral, tuleb töö või toimingute ajaks paigaldada vastavasisulised märgid ja/või sildid, et juhtida tähelepanu võimalikele ohtudele. [EVS-EN 50110:2013, lk 18, § 4.8]

Isik, kes üleüldiselt vastutab elektripaigaldiste ja tööohutuse eest, peab välja töötama ja kasutusele võtma hädaolukorra asjakohased tegevusjuhised juhuks, kui mingi elektrirõnnetus või –intsident aset leiab. [EVS-EN 50110:2013, lk 18, § 4.9]



Elektripaigaldise töökohal töötamisel vajadusel lähtuda nn. viiest ohutusreeglit. Kõrvaliste inimeste sekkumise vältimiseks tuleb paigaldada vastavad keelusildid. [EVS-EN 50110:2013, lk 22, § 6.2.1]

Tehniline kontrolli eesmärk on kindlaks teha, kas elektripaigaldis vastab asjaomaste standarditega määratud tehnika- ja ohutusnõuetele. Kui tehnilise kontrolli käigus leitakse puudused, mis kutsuvad esile otsest ohtu, tuleb need viivitamatult kõrvaldada või selliste puudustega seadmed viivitamatult välja lülitada ning välistada nende taas sisselülitamise võimalust. Tehnilise kontrolli tulemused tuleb dokumenteerida. [EVS-EN 50110:2013, lk 18, § 5.3.3]





| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

### Materjalide spetsifikatsioon. Hoone tugevvolupaigaldis

| <b>Jaotuskeskused</b> |  |      |    |  |
|-----------------------|--|------|----|--|
| 1                     | Peajaotuskeskus PJK  | kmpl | 1  | Vt. jooniseid ET-001-PJK, ET-002-PJK, ET-003-PJK, ET-004-PJK |
| 2                     | Jaotuskeskus JK  | kmpl | 1  | Vt. jooniseid ET-005-JK, ET-006-JK, ET-007-JK                |
| 3                     | Jaotuskeskus GJK   | kmpl | 1  | Vt. Jooniseid , ET-008-GJK, ET-009-GJK                       |
| <b>Valgustid</b>      |  |      |    |  |
| 1                     | Öövalgusti, GLAMOX C71-W LED, 3W, IP20, 30lm                         | tk   | 4  |  |
| 2                     | Pinnapelane/riputatud valgusti, GLAMOX A65 LED, 5-40W, IP20          | tk   | 9  |  |
| 3                     | Pinnapelane spot valgusti, GLAMOX D70-S LED, 13W, IP20, 1187lm       | tk   | 17 |  |
| 4                     | Süvistatud spot valgusti, GLAMOX O67-R LED, 12W, IP66, 831lm         | tk   | 15 |  |
| 5                     | Pinnapealne välis seinavalgusti, GLAMOX O24-W LED, 8W, IP66, 519lm   | tk   | 4  |  |
| 6                     | Pinnapealne välis seinavalgusti, GLAMOX O86-W LED, 16W, IP65, 1065lm | tk   | 9  |  |
| 7                     | Pinnapealne välis seinaprožektor, GLAMOX O43 LED, 20W, IP65, 1607lm  | tk   | 2  |  |
| 8                     | Pinnapealne seinavalgusti, GLAMOX A70-WG LED, 7W, IP20, 311lm        | tk   | 4  |  |
| 9                     | Pinnapealne seinavalgusti, GLAMOX A40-W LED, 9W, IP44, 940lm         | tk   | 5  |  |
| 10                    | Pinnapealne valgusti, GLAMOX MAXS67 LED, 29W, IP66, 2599lm           | tk   | 9  |  |
| 11                    | Muud valgustid tarnib ja paigaldab tellija                           | tk   |    | Täpsustab töövõtja   |

| Tellijä: MIFINA OÜ   | Materjalide spetsifikatsioon |                   | Teostas  | F.Shubin | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|-------------------|----------|----------|------------|
| Projekt:<br>Üksikelamu – Lodjapuu tee 9,<br>Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa | <b>Põhiprojekt</b>           |                   |          |          |            |
|  | Leht <b>1</b>                | Muudatus <b>0</b> | Kinnitas | F.Shubin | 23.09.2016 |



| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

| <b><u>Installatsioonimaterjalid</u></b>        |   |    |                      |                    |
|--|---|----|----------------------|--------------------|
| 1  | Lüliti, 1-ne, IP20, 10A, 230V, süvispaigaldus                                     | tk | 16                   |                    |
| 2  | Lüliti, 2-ne, IP20, 10A, 230V, süvispaigaldus                                     | tk | 4                    |                    |
| 3  | Veksellüliti, IP20, 10A, 230V, süvispaigaldus                                     | tk | 10                   |                    |
| 4  | Vekseldimmerlüliti, IP20, 10A, 230V, süvispaigaldus                               | tk | 4                    |                    |
| 5  | Ristlüliti, IP20, 10A, 230V, süvispaigaldus                                       | tk | 2                    |                    |
| 6  | Hämaraandur, IP44   | tk | 1                    |                    |
| 7  | Liikumisandur lakke 360, IP44   | tk | 2                    |                    |
| 8  | Maanduskontaktiga 1-kohaline pistikupesa, 16A, 230V, IP20, süvispaigaldus         | tk | 69                   |                    |
| 9  | Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP44, süvispaigaldus | tk | 24                   |                    |
| 10   | Maanduskontaktiga 1-kohaline kaanega pistikupesa, 16A, 230V, IP55, pindpaigaldus  | tk | 9                    |                    |
| 11   | 2-ne USB pistikupesa, IP20, süvispaigaldus  | tk | 3                    |                    |
| 12   | Maanduskontaktiga kolmeafaasiline jõupistikupesa, 400V, IP44, pindpaigaldus       | tk | 2                    |                    |
| 13   | Maanduskontaktiga 4-ne pistikupesa, 230V, IP20, põrandkarbis                      | tk | 1                    |                    |
| 14   | Uksekl, IP20, pindpaigaldus   | tk | 1                    |                    |
| 15   | Ukseklalla impulsslüliti, IP44, pindpaigaldus                                     | tk | 1                    |                    |
| 16   | Termostaat niiskusanduriga, IP44, DEVIreg 850-III                                 | tk | 1                    |                    |
|  |   |    |                      |                    |
| <b><u>Maandus ja potentsiaaliühtlustus</u></b> |   |    |                      |                    |
| 1  | Peamaanduslatt  | tk | 1                    |                    |
| 2  | MK 6 KORO juhe  | m  | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |

| Tellij: MIFINA OÜ  | Materjalide spetsifikatsioon |                   | Teostas  | F.Shubin | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|-------------------|----------|----------|------------|
| Projekt:<br>Üksikelamu – Lodjapuu tee 9,<br>Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa | <b>Põhiprojekt</b>           |                   |          |          |            |
|  | Leht <b>2</b>                | Muudatus <b>0</b> | Kinnitas | F.Shubin | 23.09.2016 |



| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

|                            |  |      |                      |                    |
|----------------------------|--|------|----------------------|--------------------|
| 3                          | MK 16 KORO juhe  | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| 4                          | Ühendus- ja kinnitustarvikud   | kmpl |                      | Täpsustab töövõtja |
| 5                          | Tsingitud terasest maandusvarras, pikkus 3 m, Ø20 mm                                       | tk   | 3                    |                    |
| 6                          | Tsingitud ümarteras, Ø10 mm  | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| <b>Elektrikütteseadmed</b> |  |      |                      |                    |
| 1                          | Elektripõrandakütte termostaat, IP31, põrandanduriga                                       | kmpl | 2                    |                    |
| 2                          | Põrandaküttegaabel DEVIflex 18T, 18 W/m, 37 m, 680 W, koos kinnitus- ja ühendustarvikutega | kmpl | 1                    |                    |
| 3                          | Põrandaküttegaabel DEVIflex 18T, 18 W/m, 52 m, 935 W, koos kinnitus- ja ühendustarvikutega | kmpl | 1                    |                    |
| 4                          | Küttegaabel Devisnow 30T, 10m, 300W, koos kinnitus- ja ühendustarvikutega                  | kmpl | 4                    |                    |
| 5                          | Küttegaabel Devisnow 30T, 20m, 630W, koos kinnitus- ja ühendustarvikutega                  | kmpl | 1                    |                    |
| <b>Kaablid</b>             |  |      |                      |                    |
| 1                          | XPJ 2x1,5  | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| 2                          | XPJ 3x1,5  | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| 3                          | XPJ 3G1,5  | m    | ~480                 | Täpsustab töövõtja |
| 4                          | XPJ 3G2,5  | m    | ~420                 | Täpsustab töövõtja |
| 5                          | XPJ 5G2,5  | m    | ~30                  | Täpsustab töövõtja |
| 6                          | XPJ 5G6  | m    | ~10                  | Täpsustab töövõtja |

| Tellijä: MIFINA OÜ   | Materjalide spetsifikatsioon |                   | Teostas  | F.Shubin | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|-------------------|----------|----------|------------|
| Projekt:   | <b>Põhiprojekt</b>           |                   |          |          |            |
| Üksikelamu – Lodjapuu tee 9,<br>Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa | Leht <b>3</b>                | Muudatus <b>0</b> | Kinnitas | F.Shubin | 23.09.2016 |



| Pos nr | Nimetus   | Ühik | Arv                  | Märkused           |
|--------|-----------|------|----------------------|--------------------|
| 7      | XPK 3G1,5 | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| 8      | XPK 3G2,5 | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |
| 9      | XPK 5G6   | m    | Vastavalt vajadusele | Täpsustab töövõtja |

Märkus: Lõpliku materjalide valiku ja sõlmede tehnilise teostuse teeb ehitaja.

NB! Pakkuja peab esitatud mahud hinnapakumise käigus üle kontrollima.

NB! Kõik mahud tuleb tööde käigus täpsustada.

NB! Mahutabelit tuleb lugeda koos kogu projekti dokumentatsiooniga.


NB! Ehitushinna arvutamisel peab pakkuja arvestama ka projekti dokumentatsioonis ka muu materjaliga, sh kooskõlastajate poolt esitatud nõuetega.

NB! Pakkuja peab arvestama kõigi kaasnevate töödega, mida ei ole ilmtingimata käesolevas spetsifikatsioonis esitatud, kuid mis on tehnoloogiliselt vajalikud teostada objekti spetsifikatsioonis esitatud tööde valmimiseks.

|  |                                     |            |          |          |  |            |
|--|-------------------------------------|------------|----------|----------|--|------------|
| Tellijä: MIFINA OÜ   | <b>Materjalide spetsifikatsioon</b> |            | Teostas  | F.Shubin |  | 23.09.2016 |
| Projekt:   | <b>Põhiprojekt</b>                  |            |          |          |  |            |
| Üksikelamu – Lodjapuu tee 9,<br>Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa | Leht <b>4</b>                       | Muudatus 0 | Kinnitas | F.Shubin |  | 23.09.2016 |

| ELEKTROTEHNILINE INFORMATSIOON   |                 |
|--|-----------------|
| 1. NIMIPINGE   | 400V            |
| 2. NIMIVOOL  | 40A             |
| 3. SAGEDUS   | 50 Hz           |
| 4. INSTALLEERITUD VÕIMSUS  | 41,8 kW         |
| 5. ARVUTUSLIK VÕIMSUS  | 16,2 kW         |
| 6. LÜHISOTALUVUS   | 6,0 kA          |
| 7. COSFII  | 0,95            |
| 8. SISESTUSJUHISTIK  | TN-C            |
| 9. JAOTUSJUHISTIK  | TN-S            |
| EHITUSLIKUD ANDMED   |                 |
| 1. SEADMETÜÜP  | Peajaotuskeskus |
| 2. PAIGALDUSVIIS   | Süvistatud      |
| 3. KINNISTUSVIIS   | Seinale         |
| 4. UKSE TÜÜP   | Riiv            |
| 5. KAITSEASTE  | IP31            |
| KAABLID  |                 |
| 1. TOITEKAABLID  | Alt             |
| 2. VÄLJUVAAD KAABLID   | Ülalt, Alt      |
| TUNNUSSILT   |                 |
| 1. TÄHISTUS  | PJK             |
| MÄRKUSED   |                 |
| 1. Jaotuskeskuse komplekteerimisel jätta jaotuskeskusesse laienemisruumi min 25% |                 |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

|   |  |                   |            |
|---|--|-------------------|------------|
| Joonis ET-001-PJK<br><b>Peajaotuskeskuse skeem (lk 1/4)</b>   |  | Projekti staadium | PP         |
| Projekt nimi ja aadress<br><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b> |  | Projekti number   | 001        |
|   |  | Tellija           | MIFINA OÜ  |
|   |  | Kuupäev           | 21.09.2016 |
|   |  | Mõõt              | Vaba       |



# PJK

| Skeem | Grupi nr.            | Tarbija nimetus                             | kW  | Kaitse    | Kaabeldus                        |
|-------|----------------------|---|-----|-----------|----------------------------------|
|       |                      | Pealülit ja sisenev kaabel liitumiskilbist  |     |           | AXPK 4G35                        |
|       | LPP-1                | Liigpingepiirik T1+T2                       |     |           | Kaitse vastavalt tootja nõuetele |
|       | 1                    | Jaotuskeskus - JK                           | 3.0 | C20       | XPJ 5G6                          |
|       | 2                    | GJK - Garaaži jaotuskeskus                  | 1.5 | C20       | XPK 5G6                          |
|       | 3                    | Valgustid - Esik, Elutuba, Koridor, Kabinet | 0.7 | C10       | XPJ 3G1,5                        |
|       |                      | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA   |     |           |                                  |
|       | 4                    | Ukseell                                     | 0.1 | B10       | XPJ 3G1,5                        |
|       | 5                    | Valgustid - TE, VAnnituba, WC               | 0.2 | C10       | XPJ 3G2,5                        |
|       | 6                    | Välisvalgustid 1                            | 0.2 | C10       | XPJ 3G1,5                        |
|       | 7                    | Välisvalgustid 2                            | 0.2 | C10       | XPJ 3G1,5                        |
| 8     | Valgustid - Kõnnitee | 0.7   | C10 | XPK 3G1,5 |                                  |
| 9     | Õõvalgusti           | 0.1   | C10 | XPJ 3G1,5 |                                  |
| 10    | Hämarandur           |   | B6  | XPJ 2x1,5 |                                  |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |


|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
| <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

|   |  |                   |            |
|---|--|-------------------|------------|
| Joonis ET-002-PJK<br><b>Peajaotuskeskuse skeem (lk 2/4)</b>   |  | Projekti staadium | PP         |
| Projekt nimi ja aadress<br><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b> |  | Projekti number   | 001        |
|   |  | Tellijä           | MIFINA OÜ  |
|   |  | Kuupäev           | 21.09.2016 |
|   |  | Mõõt              | Vaba       |

# PJK

| Skeem | Grupi nr. | Tarbija nimetus                           | kW  | Kaitse | Kaabeldus |  |
|-------|-----------|---|---|--------|-----------|--|
|       |           | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |   |        |           |  |
|       | 11        | Küttekontrollerile                        | 0.1                                       | B10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 12        | P.pesad - Köök                            | 0.6                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 13        | P.pesad - Kabinet                         | 0.5                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 14        | P.pesad - Elutuba                         | 0.5                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 15        | P.pesad - Põrandkarbis                    | 0.2                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 16        | P.pesad - TE, WC, Vannituba               | 0.4                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       |           |   | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |        |           |  |
|       | 17        | P.pesad - Esik                            | 0.2                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 18        | P.pesad - Välis                           | 0.3                                       | B16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 19        | Elektripõrandkütte                        | 0.7                                       | C10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 20        | Nõudepesumasin                            | 2.0                                       | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 21        | Pesumasin                                 | 2.0                                       | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 22        | Kuivati                                   | 2.0                                       | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       |           |   |   |        |           |  |
|       |           |   |   |        |           |  |
|       |           |   |   |        |           |  |
|       |           |   |   |        |           |  |
|       |           |   |   |        |           |  |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-003-PJK  
**Peajaotuskeskuse skeem (lk 3/4)**


Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa**

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Projekti staadium | <b>PP</b>  |
| Projekti number   | 001        |
| Tellija           | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev           | 21.09.2016 |
| Mõõt              | Vaba       |

# PJK

| Skeem | Grupi nr. | Tarbija nimetus                           | kW   | Kaitse | Kaabeldus |  |
|-------|-----------|---|------|--------|-----------|--|
|       |           | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |      |        |           |  |
|       | 23        | Ahi                                       | 2.0  | C16    | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 24        | Jõupesa - TE                              | 1.5  | B16    | XPJ 5G2,5 |  |
|       |           | Reserv                                    |      | B16    |           |  |
|       |           | Reserv                                    |      | B16    |           |  |
|       | 25        | Elektripliit                              | 8.0  | C16    | XPJ 5G2,5 |  |
|       | 26        | Ventilatsiooni seade                      | 1.5  | C10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 27        | Õhk-vesi soojuspump                       | 10.0 | C16    | XPJ 5G2,5 |  |
|       | 28        | Nõrkvoolukeskus                           | 0.3  | B10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 29        | Valvekeskus                               | 0.1  | B10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 30        | Välikaamerate toide                       | 0.1  | C10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 31        | Fonosüsteemile                            | 0.1  | B10    | XPJ 3G1,5 |  |
|       |           |   |      |        |           |  |
|       |           |   |      |        |           |  |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |


Joonis ET-004-PJK  
**Peajaotuskeskuse skeem (lk 4/4)**

Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa**

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Projekti staadium | <b>PP</b>  |
| Projekti number   | 001        |
| Tellija           | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev           | 21.09.2016 |
| Mõõt              | Vaba       |

| ELEKTROTEHNILINE INFORMATSIOON   |              |
|--|--------------|
| 1. NIMIPINGE   | 400V         |
| 2. NIMIVOOL  | 25A          |
| 3. SAGEDUS   | 50 Hz        |
| 4. INSTALLEERITUD VÕIMSUS  | 6,0 kW       |
| 5. ARVUTUSLIK VÕIMSUS  | 3,0 kW       |
| 6. LÜHISOTALUVUS   | 6,0 kA       |
| 7. COSFII  | 0,95         |
| 8. SISESTUSJUHISTIK  | TN-S         |
| 9. JAOTUSJUHISTIK  | TN-S         |
| EHITUSLIKUD ANDMED   |              |
| 1. SEADMETÜÜP  | Jaotuskeskus |
| 2. PAIGALDUSVIIS   | Pinnapealne  |
| 3. KINNISTUSVIIS   | Seinale      |
| 4. UKSE TÜÜP   | Riiv         |
| 5. KAITSEASTE  | IP31         |
| KAABLID  | KAABLID      |
| 1. TOITEKAABLID  | Alt          |
| 2. VÄLJUVAAD KAABLID   | Ülalt, Alt   |
| TUNNUSSILT   |              |
| 1. TÄHISTUS  | JK           |
| MÄRKUSED   |              |
| 1. Jaotuskeskuse komplekteerimisel jätta jaotuskeskusesse laienemisruumi min 25% |              |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-005-JK  
**Jaotuskeskuse skeem (lk 1/3)**

Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa**

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Projekti staadium | PP         |
| Projekti number   | 001        |
| Tellijä           | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev           | 21.09.2016 |
| Mõõt              | Vaba       |

# JK

| Skeem | Grupi nr.                  | Tarbija nimetus                              | kW  | Kaitse    | Kaabeldus |  |
|-------|----------------------------|--|---|-----------|-----------|--|
|       |                            | Pealüli ja sisenev kaabel peajaotuskeskusest |   |           | XPJ 5G6   |  |
|       | 1                          | Valgustid - Koridor, Magamistoad             | 0.5                                       | C10       | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 2                          | Pöõningu valgustid                           | 0.1                                       | C10       | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 3                          | Aknade ajamid                                | 0.2                                       | C10       | XPJ 3G1,5 |  |
|       |                            |  | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |           |           |  |
|       | 4                          | Valgustid - Vannituba                        | 0.1                                       | C10       | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 5                          | Küttekontrollerile PKK-2                     | 0.1                                       | B10       | XPJ 3G1,5 |  |
|       | 6                          | P.pesad - Magamistuba 3                      | 0.5                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 7                          | P.peasd - Magamistuba 2                      | 0.6                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 8                          | P.pesad - Magamistuba 1                      | 0.6                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 9                          | P.pesad - Vannituba                          | 0.2                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       |                            |  | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA |           |           |  |
|       | 10                         | P.pesad - Rödu                               | 0.1                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 11                         | P.pesad - pööning                            | 0.1                                       | B16       | XPJ 3G2,5 |  |
|       | 12                         | Elektripõrandkütte                           | 0.9                                       | C10       | XPJ 3G1,5 |  |
| 13    | Vihmaveerenni kütte 1      | 1.2  | C10                                       | XPJ 3G1,5 |           |  |
| 14    | Vihmaveerenni kütte 2      | 0.9  | C10                                       | XPJ 3G1,5 |           |  |
| 15    | Termostaat niiskusanduriga |  | B6  | XPJ 2x1,5 |           |  |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |

O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-006-JK  
**Jaotuskeskuse skeem (lk 2/3)**

Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tänavsilma küla, Saku vald, Harjumaa**

Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |

# JK

| Skeem   | Grupi nr. | Tarbija nimetus    | kW | Kaitse | Kaabeldus |  |
|---|-----------|--------------------|----|--------|-----------|--|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> PE<br/>N<br/>L1, L2, L3 </div> </div> | 16        | Päikesepaneelidele |    | C16    |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |
|   |           |                    |    |        |           |  |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-007-JK  
**Jaotuskeskuse skeem (lk 3/3)**


Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa**

Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |

| ELEKTROTEHNILINE INFORMATSIOON   |              |
|--|--------------|
| 1. NIMIPINGE   | 400V         |
| 2. NIMIVOOL  | 25A          |
| 3. SAGEDUS   | 50 Hz        |
| 4. INSTALLEERITUD VÕIMSUS  | 3,3 kW       |
| 5. ARVUTUSLIK VÕIMSUS  | 1,5 kW       |
| 6. LÜHISOTALUVUS   | 6,0 kA       |
| 7. COSFII  | 0,95         |
| 8. SISESTUSJUHISTIK  | TN-S         |
| 9. JAOTUSJUHISTIK  | TN-S         |
| EHITUSLIKUD ANDMED   |              |
| 1. SEADMETÜÜP  | Jaotuskeskus |
| 2. PAIGALDUSVIIS   | Pinnapealne  |
| 3. KINNISTUSVIIS   | Seinale      |
| 4. UKSE TÜÜP   | Riiv         |
| 5. KAITSEASTE  | IP44         |
| KAABLID  | KAABLID      |
| 1. TOITEKAABLID  | Alt          |
| 2. VÄLJUVAAD KAABLID   | Ülalt, Alt   |
| TUNNUSSILT   |              |
| 1. TÄHISTUS  | GJK          |
| MÄRKUSED   |              |
| 1. Jaotuskeskuse komplekteerimisel jätta jaotuskeskusesse laienemisruumi min 25% |              |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

|  |                   |            |
|--|-------------------|------------|
| Joonis ET-008-GJK  | Projekti staadium | PP         |
| <b>Garaaži jaotuskeskuse skeem (lk 1/2)</b>  | Projekti number   | 001        |
| Projekt nimi ja aadress  | Tellijä           | MIFINA OÜ  |
| <b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b> | Kuupäev           | 21.09.2016 |
|  | Mõõt              | Vaba       |

# GJK

| Skeem | Grupi nr. | Tarbija nimetus                              | kW  | Kaitse | Kaabeldus |
|-------|-----------|--|-----|--------|-----------|
|       |           | Pealüli ja sisenev kaabel peajaotuskeskusest |     |        | XPJ 5G6   |
|       | RVK-1     | 4-pooluseline rikkevoolukaitse, 40A, 30mA    |     |        |           |
|       | 1         | Valgustid - Kuur                             | 0.1 | C10    | XPJ 3G1,5 |
|       | 2         | Valgustid - Garaaž, Välis                    | 0.1 | C10    | XPJ 3G1,5 |
|       | 3         | P.pesad - Välis                              | 0.1 | B16    | XPJ 3G2,5 |
|       | 4         | P.pesad - Kuur                               | 0.2 | B16    | XPJ 3G2,5 |
|       | 5         | P.pesad - Garaaž                             | 0.3 | B16    | XPJ 3G2,5 |
|       | 6         | Ukseajam + p.pesa                            | 0.3 | B16    | XPJ 3G2,5 |
|       | 7         | Elektrivärv                                  | 0.5 | B16    | XPJ 3G2,5 |
|       | 8         | Ventilaator                                  | 0.1 | C10    | XPJ 3G1,5 |
|       | 9         | Niiskusandur                                 |     | B6     | XPJ 2x1,5 |
|       | 10        | Jõupesa                                      | 1.5 | B16    | XPJ 3G2,5 |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |

O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-009-GJK

## Garaaži jaotuskeskuse skeem (lk 2/2)

Projekt nimi ja aadress

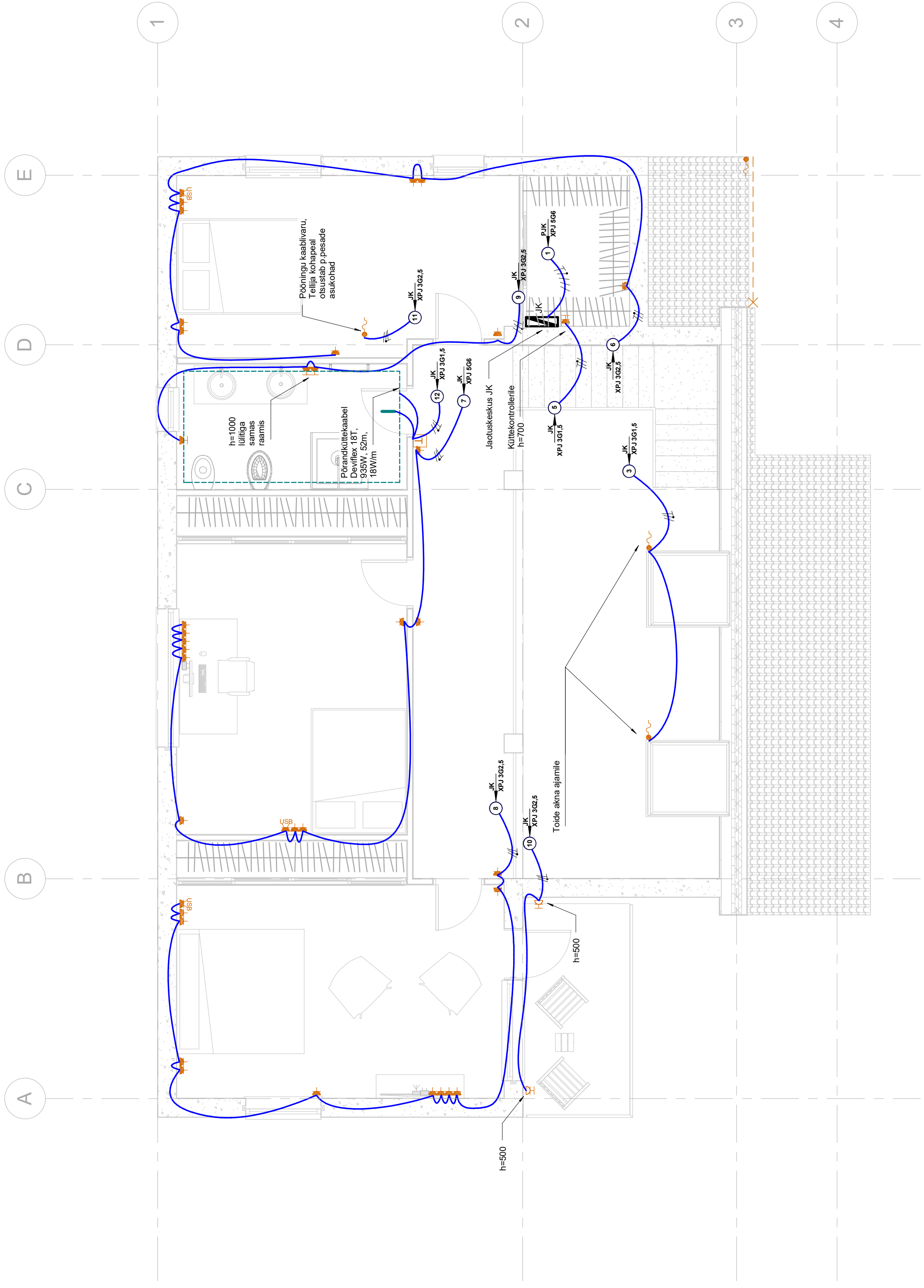
### Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa

Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |







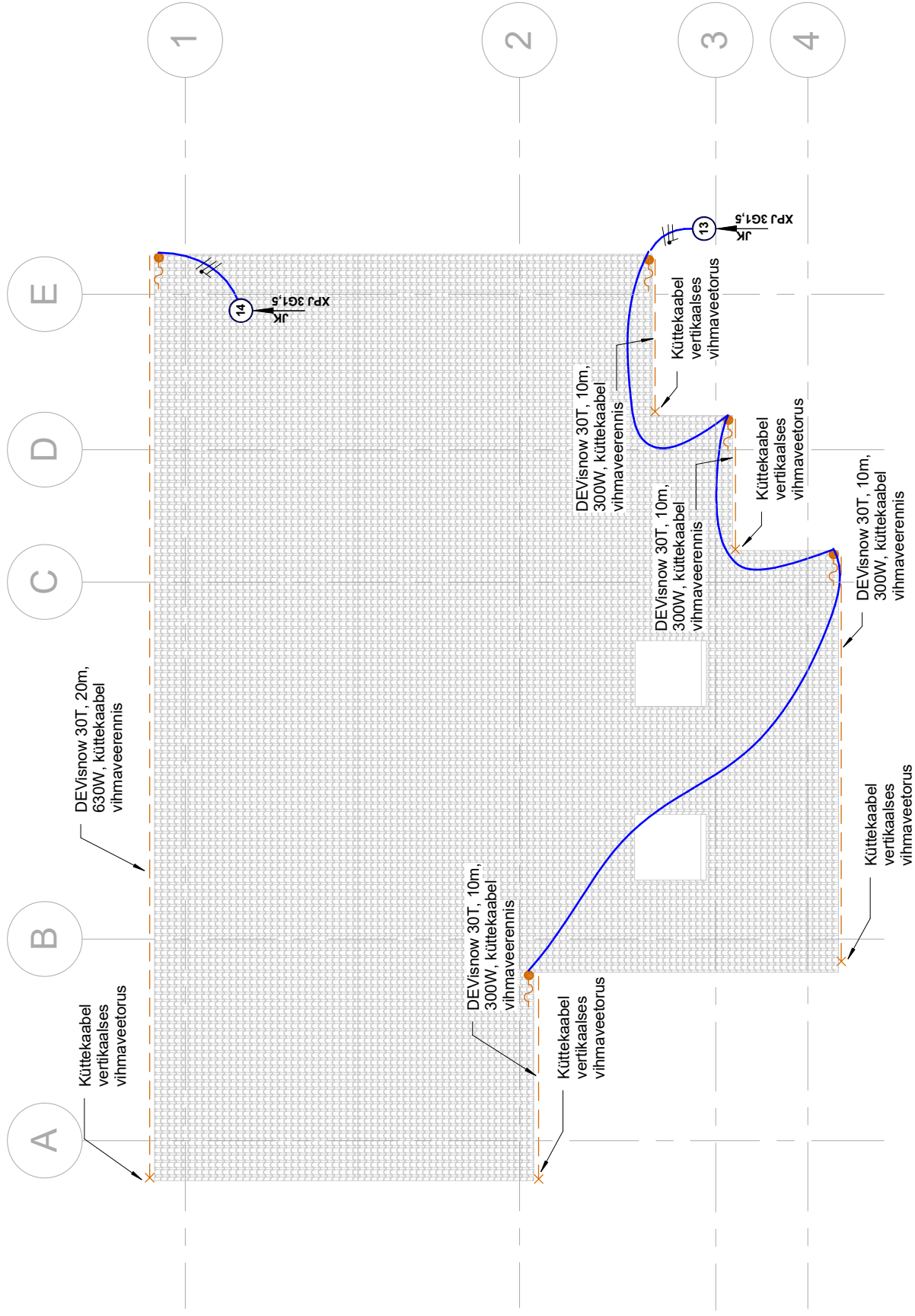
| Symbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | Maanduskontaktiga 1-ne pistikupes, 230 V, IP20, suvispaigaldus             |
|        | Maanduskontaktiga 1-ne kaanega pistikupes, 230 V, IP55, pindpaigaldus      |
|        | Maanduskontaktiga 1-ne kaanega pistikupes, 230 V, IP44, suvispaigaldus     |
|        | 2-ne USB pistikupes, IP20, suvispaigaldus                                  |
|        | Maanduskontaktiga kohafaasiline juhtpistikupes, 400 V, IP44, pindpaigaldus |
|        | Kaablivaru   |
|        | Elektripõrandkütte termostaat  |
|        | Ukseella impulsiülit, IP44, pindpaigaldus                                  |
|        | Ukseell  |
|        | Maanduskontaktiga 4-ne pistikupes, 230V, IP20, porandkarbis                |
|        | 2xRJ45 sidevõrgu pistikupes, Cat.6, suvispaigaldus                         |
|        | Radio ja TV antenni pistikupes, suvispaigaldus                             |
|        | Jaotuskeskus   |

- Märkused
- Kõik pistikupesad ja lülitid paigaldada võimaluse korral kohakuti (pistikupes ülitil aiti).
  - Pistikupesade paigalduskõrgus (senier) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisel pole märgitud teisiti.
  - Pistikute ja lülitite sari kooskoostada enne töödega austamist Tellijaga.
  - Nilikees ruumides ja väljas paiknevad pistikupesad peavad olema kaitsekatega ning vähemalt IP44 kaitseastmega.
  - Kõrvuti asetatavad lugevoolu ja nõrkvoolu pistikupesad paigaldatakse võimalusel ühtsesse paigaldusraami.

|  |                                   |                                    |                            |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| <p><b>O3 Inseneribüroo OÜ</b><br/>                 Endla 69, Tallinn 10615<br/>                 Reg. nr. 12321790<br/>                 +372 556 55981<br/>                 info@o3.ee<br/>                 www.o3.ee</p> | <p><b>Muudatuse kirjeldus</b></p> |                                    | <p><b>Projekt</b></p>      |
|  | <p>Joonis ET-102</p>              | <p><b>Projekt</b></p>              | <p><b>Projekt</b></p>      |
| <p><b>2. korruse jõupaigaldise plaan</b></p>   |                                   | <p>Projekt number 001</p>          | <p>Projekt staadium PP</p> |
| <p><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassima küla, Saku vald, Harjumaa</b></p>   |                                   | <p>Tellija MIFINA OÜ</p>           | <p>Kuupäev 21.09.2016</p>  |
| <p>Projektjuht F. Shubin</p>   | <p>Projekteerija F. Shubin</p>    | <p>Vast. spetsialist F. Shubin</p> | <p>Mõõt 1:50</p>           |







| Sümbol | Nimetus   |
|--------|---|
|        | Maanduskontaktiga 1-ne kaanega pistikupesa, 230 V, IP55, pindpaigaldus  |
|        | Maanduskontaktiga 1-ne kaanega pistikupesa, 230 V, IP44, suvispaigaldus |
|        | Kaablivaru  |
|        | Maanduskontaktiga 1-ne kaanega pistikupesa, 230 V, IP44, suvispaigaldus |
|        | Jaotuskeskus  |

#### Märkused

- Kõik pistikupesad ja lülitid paigaldada võimaluse korral kohakuti (pistikupesa lüüti all).
- Pistikupesade paigalduskõrgus (tsenter) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisel pole märgitud teisiti.
- Pistikute ja lülitite sari kooskõlastada enne töödega alustamist Teiliiga.
- Niisketes ruumides ja väljas paiknevad pistikupesad peavad olema kaitsekattega ning vähemalt IP44 kaitseastmega.
- Kõrvuti asetsevad tugewoolu ja nõrkvoolu pistikupesad paigaldatakse võimalusel ühisesse paigaldusraami.

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|     |                     |               |         |

|                   |           |   |  |
|-------------------|-----------|---|--|
|                   |           | <b>O3 Inseneribüroo OÜ</b><br>Endla 69, Tallinn 10615<br>Reg. nr. 12321790<br>+372 556 55981<br>info@o3.ee<br>www.o3.ee |  |
| Projekti juht     | F. Shubin | <i>alki/astatud digitaalsel/</i>  |  |
| Projekteerija     | F. Shubin | <i>alki/astatud digitaalsel/</i>  |  |
| Vast. spetsialist | F. Shubin | <i>alki/astatud digitaalsel/</i>  |  |

|  |                  |    |
|--|------------------|----|
| Joonis ET-104                              | Projekt staadium | PP |
| <b>Katuse jõupaigaldise plaan</b>          |                  |    |
| Projekt nimi ja aadress                    |                  |    |
| <b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu</b>    |                  |    |
| <b>tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,</b> |                  |    |
| <b>Harjumaa</b>                            |                  |    |
| Projekt number                             | 001              |    |
| Tellija                                    | MIFINA OÜ        |    |
| Kuupäev                                    | 21.09.2016       |    |
| Mõõt                                       | 1:100            |    |

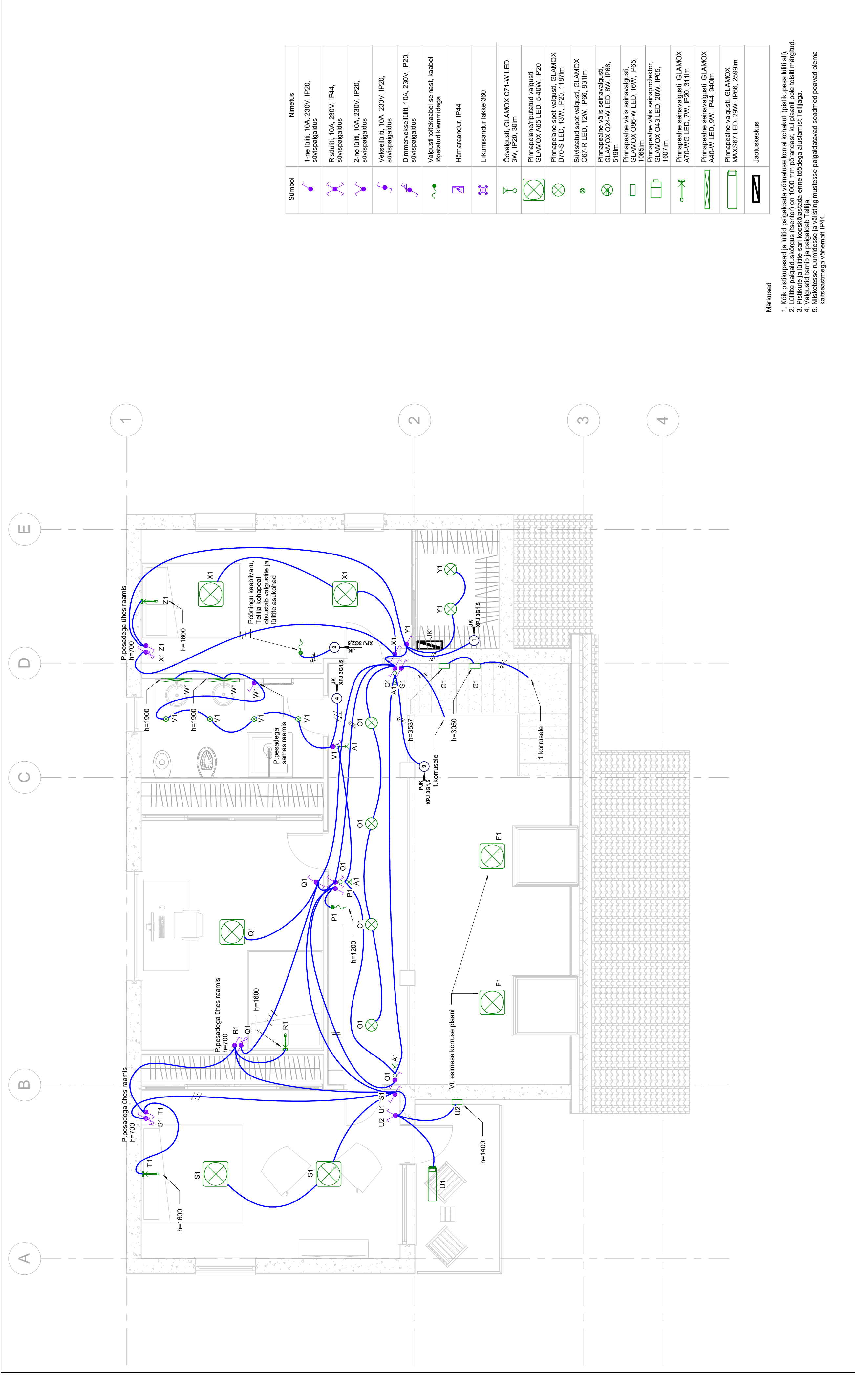
| Sümbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | 1-ne lüüti, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                          |
|        | Ristilüüti, 10A, 230V, IP44, suvispaigaldus                          |
|        | 2-ne lüüti, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                          |
|        | Veksellüüti, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                         |
|        | Dimmerveksellüüti, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                   |
|        | Välgusti toitekaabel seinast, kaabel lõpetatud klemmidega            |
|        | Hämaraadur, IP44   |
|        | Liikumisandur lakke 360  |
|        | Öövalgusti, GLAMOX C71-W LED, 3W, IP20, 30lm                         |
|        | Pinnaplane/riputatud valgusti, GLAMOX A65 LED, 5-40W, IP20           |
|        | Pinnaplane spot valgusti, GLAMOX D70-S LED, 13W, IP20, 1187lm        |
|        | Süvistatud spot valgusti, GLAMOX O67-R LED, 12W, IP66, 831lm         |
|        | Pinnaplane välis seinavalgusti, GLAMOX O24-W LED, 8W, IP66, 519lm    |
|        | Pinnaplane välis seinavalgusti, GLAMOX O86-W LED, 16W, IP65, 10659lm |
|        | Pinnaplane välis seinaprojektor, GLAMOX O43 LED, 20W, IP65, 1607lm   |
|        | Pinnaplane seinavalgusti, GLAMOX A70-WG LED, 7W, IP20, 311lm         |
|        | Pinnaplane seinavalgusti, GLAMOX A40-W LED, 9W, IP44, 940lm          |
|        | Pinnaplane valgusti, GLAMOX MAXS67 LED, 29W, IP66, 2599lm            |
|        | Jaotuskeskus   |

Märkused

- Kõik pistikupesad ja lülitid paigaldada võimaluse korral kohakuti (pistikupesad lüüti all).
- Lülitite paigalduskõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandast, kui plaanil pole teisiti märgitud.
- Pistikute ja lülitite sari kooskõlastada enne töödega alustamist Tellijaga.
- Välgustid tarnib ja paigaldab Tellija.
- Niskikesse ruumidesse ja välisruumidesse paigaldatavad seadmed peavad olema kaitseastmega vähemalt IP44.



|  |  |                                   |                            |                       |
|--|--|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| <p><b>O3 Inseneribüroo OÜ</b><br/>                 Endla 69, Tallinn 10615<br/>                 Reg. nr. 12321730<br/>                 +372 556 55981<br/>                 info@o3.ee<br/>                 www.o3.ee</p> | <p><b>Projekti juht</b><br/>F. Shubin</p> <p><b>Projekteeija</b><br/>F. Shubin</p> <p><b>Vast. spetsialist</b><br/>F. Shubin</p> | <p><b>Muudatuse kirjeldus</b></p> | <p><b>Projekteeija</b></p> | <p><b>Kuupäev</b></p> |
|  |  |                                   |                            |                       |
| <p><b>Projekti staadium</b> PP</p> <p>Projekti number 001</p> <p>Tellija MIFINA OÜ</p> <p>Kuupäev 21.09.2016</p> <p>Mõõt 1:50</p>  |  |                                   |                            |                       |



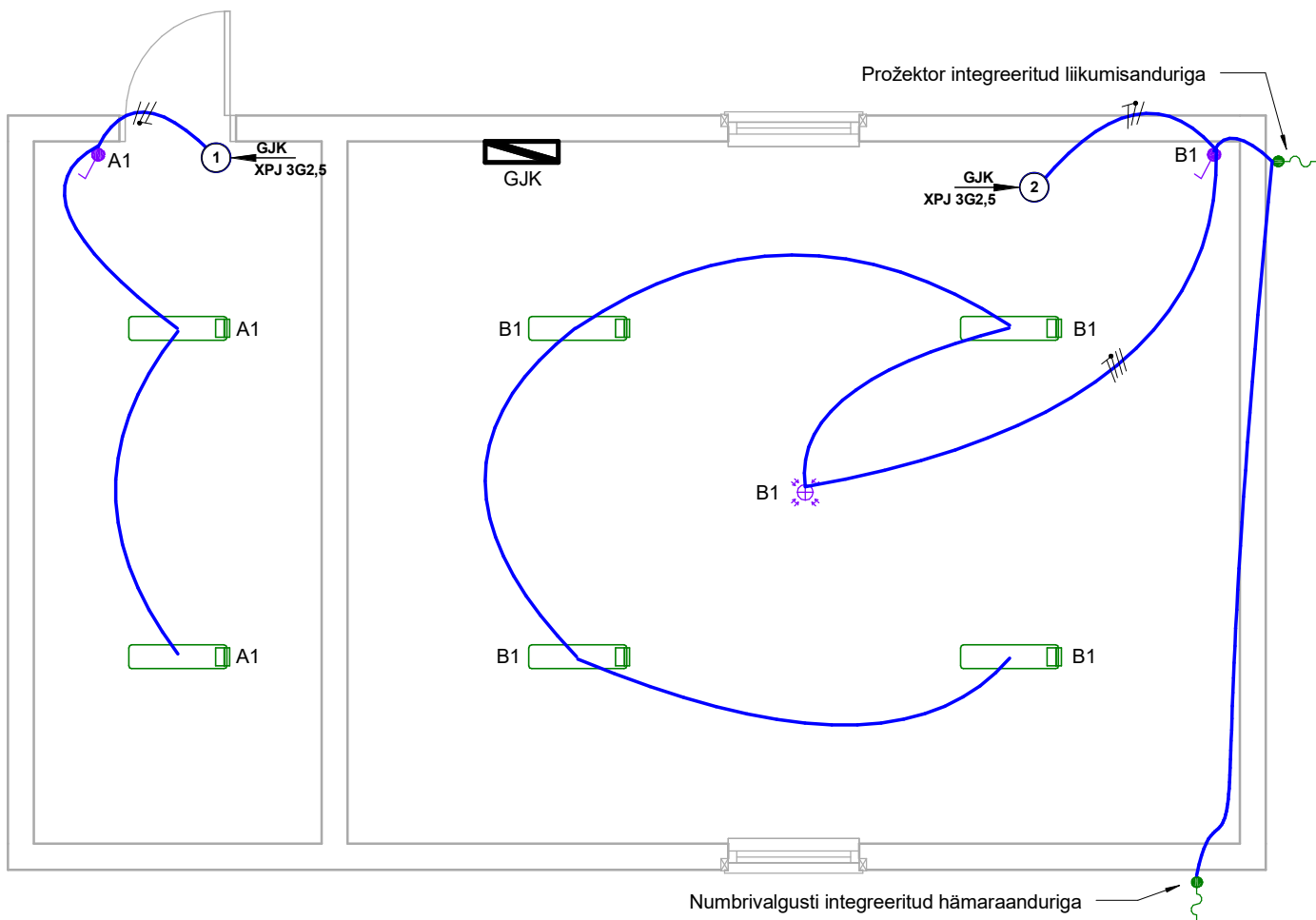
| Symbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | 1-ne lüli, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                           |
|        | Ristlüli, 10A, 230V, IP44, suvispaigaldus                            |
|        | 2-ne lüli, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                           |
|        | Väksellüli, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                          |
|        | Dimmerväksellüli, 10A, 230V, IP20, suvispaigaldus                    |
|        | Vaigusti toitekaabel seinrast, kaabel lõpetatud klemmidega           |
|        | Hämarandur, IP44   |
|        | Liikumisandur lakke 360  |
|        | Övalgusti, GLAMOX C71-W LED, 3W, IP20, 30lm                          |
|        | Pinnapealne riputatud valgusti, GLAMOX A65 LED, 5-40W, IP20          |
|        | Pinnapealne spot valgusti, GLAMOX D70-S LED, 13W, IP20, 1187lm       |
|        | Sissestatud spot valgusti, GLAMOX O67-R LED, 12W, IP66, 831lm        |
|        | Pinnapealne välis seinavalgusti, GLAMOX O24-W LED, 8W, IP66, 519lm   |
|        | Pinnapealne välis seinavalgusti, GLAMOX O86-W LED, 16W, IP65, 1065lm |
|        | Pinnapealne välis seinaprožektor, GLAMOX O43 LED, 20W, IP65, 1607lm  |
|        | Pinnapealne seinavalgusti, GLAMOX A70-WG LED, 7W, IP20, 311lm        |
|        | Pinnapealne seinavalgusti, GLAMOX A40-W LED, 9W, IP44, 940lm         |
|        | Pinnapealne valgusti, GLAMOX MAX367 LED, 23W, IP66, 2599lm           |
|        | Jaotuskeskus   |

Märkused

- Kõik pisikupesad ja lülitid paigaldada võimaluse korral kohakuti (pisikupesad lüli all).
- Lülitite paigalduskõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandast, kui plaanil pole teisiti märgitud.
- Pistikute ja lülitite sari kooskõlastada enne töödega alustamist Tellijaga.
- Valgustid tarnib ja paigaldab Tellija.
- Niiskeelses ruumidesse ja välisingimustesse paigaldatavad seadmed peavad olema kaltsesamiga vähemalt IP44.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> | <p>Nr. _____</p> <p>Muudatuse kirjeldus _____</p> <p>Projekteerija _____</p> <p>Kuupäev _____</p> | <p>Projekti staadium PP</p> <p>Projekti number 001</p> <p>Tellija MIFINA OÜ</p> <p>Kuupäev 21.09.2016</p> <p>Mõõt 1:50</p> |
|  |   |  |





| Sümbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | 1-ne lüliti, 10A, 230V, IP20, süvispaigaldus               |
|        | Valgusti toitekaabel seinast, kaabel lõpetatud klemmidega  |
|        | Liikumisandur lakke 360                                    |
|        | Pinnapealne valgusti, GLAMOX MAXS67 LED, 29W, IP66, 2599lm |
|        | Jaotuskeskus   |

#### Märkused

1. Kõik pistikupesad ja lülitid paigaldada võimaluse korral kohakuti (pistikupesa lüliti all).
2. Lülite paigalduskõrgus (tsenter) on 1000 mm põrandast, kui plaanil pole teisiti märgitud.
3. Pistikute ja lülite sari kooskõlastada enne töödega alustamist Tellijaga.
4. Valgustid tarnib ja paigaldab Tellija.
5. Niisketesesse ruumidesse ja välistingimustesse paigaldatavad seadmed peavad olema kaitseastmega vähemalt IP44.

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-123

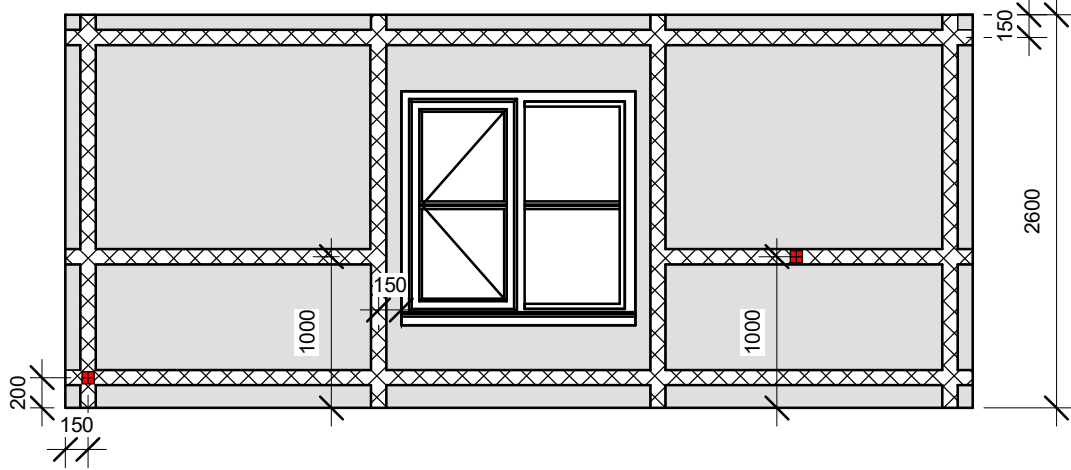
### Garaaži valguspaigaldise plaan

Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu**  
 tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,  
 Harjumaa

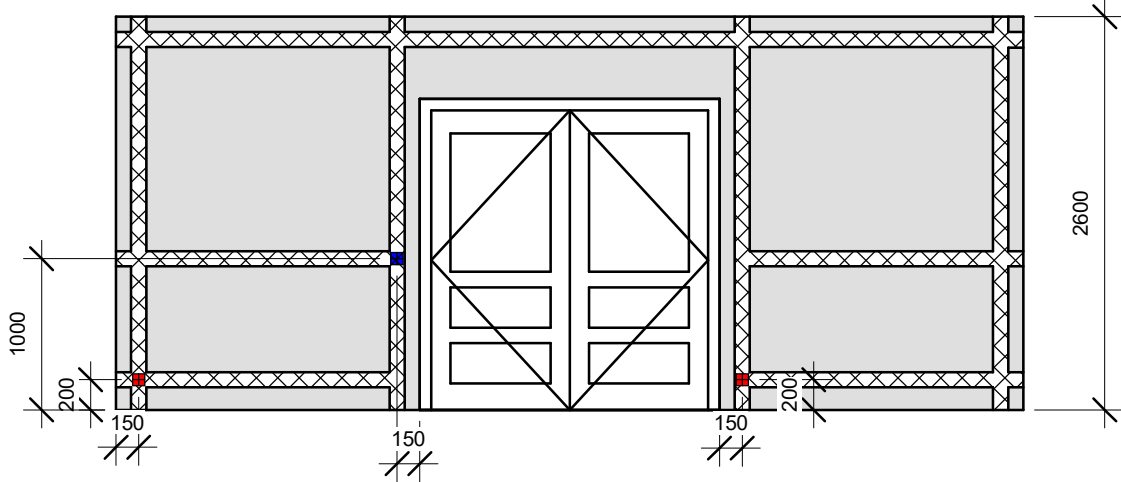
Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellijaja       | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | 1:50       |

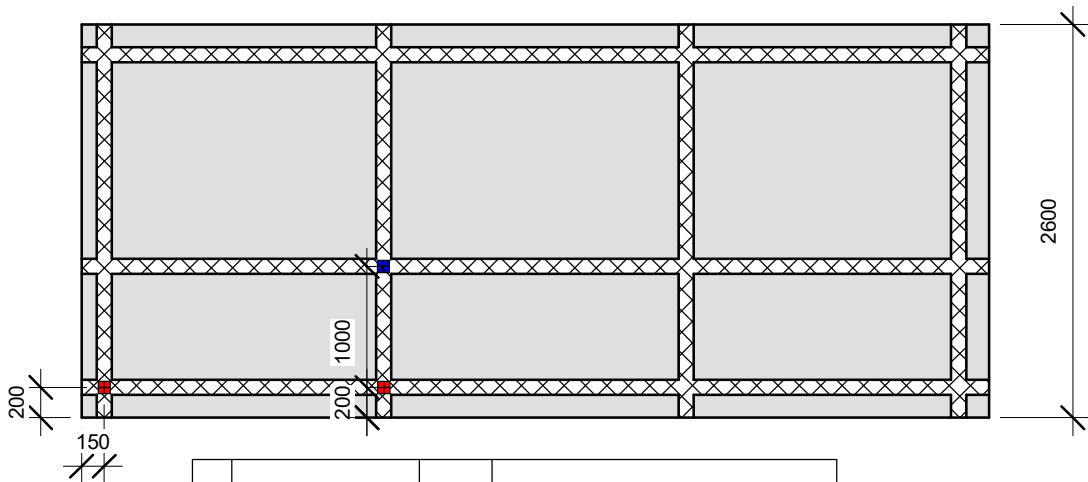
AKNAGA SEIN






UKSEGA SEIN



TAVASEIN



|   |                      |   |                                       |
|---|----------------------|---|---------------------------------------|
|  | Lüliti sümbol        |  | Pind, millel võib juhtmestik paikneda |
|  | Pistikupesasa sümbol |   |                                       |

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-205

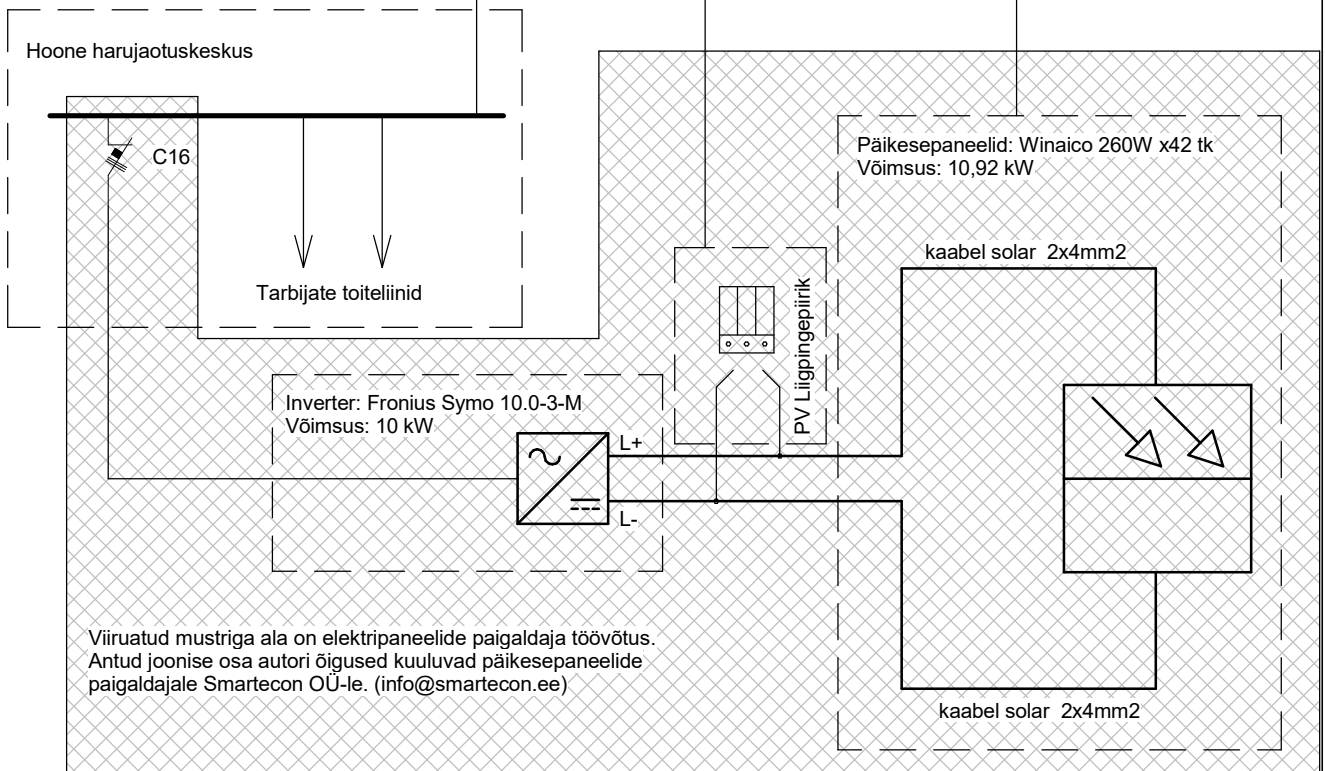
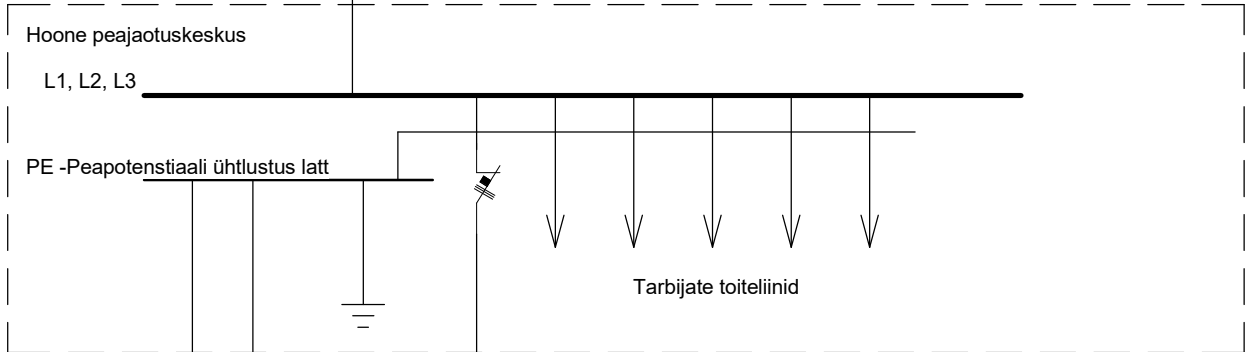
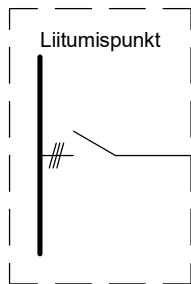
Elektriseadmete asetused seintel

Projekt nimi ja aadress  
 Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu  
 tee 9, Tänavsilma küla, Saku vald,  
 Harjumaa

Projekti staadium **PP**


|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | 1:50       |



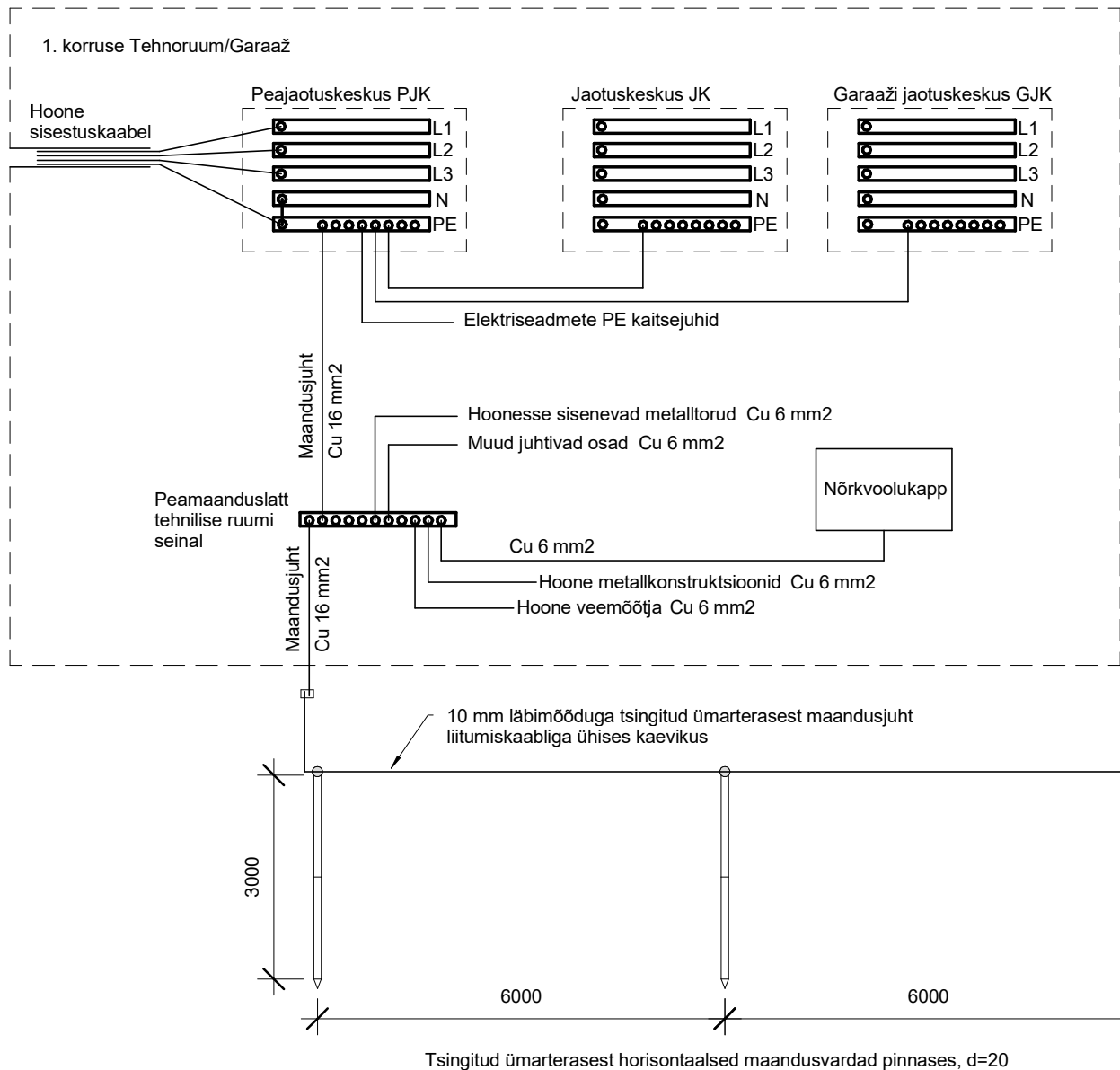


Viiurutud mustriga ala on elektripaneelide paigaldaja töövõtus. Antud joonise osa autori õigused kuuluvad päikesepaneelide paigaldajale Smartecon OÜ-le. (info@smartecon.ee)

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

|  |                   |            |
|--|-------------------|------------|
| Joonis ET-206  | Projekti staadium | PP         |
| <b>Hoone päikesepaneelide struktuurskeem</b>   | Projekti number   | 001        |
| Projekt nimi ja aadress  | Tellija           | MIFINA OÜ  |
| <b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b> | Kuupäev           | 21.09.2016 |
|  | Mõõt              | Vaba       |



| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis ET-221

## Potentsiaaliühtlustuse skeem

Projekti nimi ja aadress

Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu  
 tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,  
 Harjumaa

Projekti staadium

PP

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |

**TÖÖ NR. 001**  
**PÕHIPROJEKT**



**O3 INSENERIBÜROO**  
Hoone eriosade projekteerimine

# **VÄIKEELAMU NÕRKVOOLUPAIGALDISE EHITUSPROJEKT**

**LODJAPUU TEE 9, TÄNASSILMA KÜLA, SAKU VALD, HARJUMAA**

|                                 |   |                      |
|---------------------------------|---|----------------------|
| <b>TELLIJA</b>                  | <b>MIFINA OÜ</b>                                      | <b>+372 5640909</b>  |
|                                 | <b>ÕISMÄE TEE 56-68, HAABERSTI, TALLINN, HARJUMAA</b> |                      |
| <b>PROJEKTEERIJA</b>            | <b>O3 INSENERIBÜROO OÜ</b>                            | <b>MTR EEP002617</b> |
|                                 | <b>ENDLA 69, 10615, TALLINN</b>                       | <b>REG. 12321790</b> |
| <b>PROJEKTIJUHT</b>             | <b>FILIPP SHUBIN</b>                                  | <b>+372 55626928</b> |
| <b>VASTUTAV<br/>SPETSIALIST</b> | <b>FILIPP SHUBIN</b>                                  |                      |

**25. mai 2017. a. TALLINN**



Töö nimetus: Väikeelamu nõrkvoolupaigaldise ehitusprojekt  
Address: Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa

Töö nr: 001 Osad: EN  
Stadium: PP

## PROJEKTI TELLIJA ÜLDANDMED

### MIFINA OÜ

Address: Öismäe tee 56-68, 13512, Tallinn, Harjumaa  
Telefon: +372 5640909  
E-mail: mifina@hotmail.ee

## PROJEKTI KOOSTAJA ÜLDANDMED

### O3 Inseneribüroo OÜ

Registrikood 12321790

MTR EEP002617 22.02.2013 Projekteerimine

Address: Endla 69, 10615 Tallinn

Telefon: +372 53 870 338

E-mail: info@o3.ee

Kodulehekülg: www.o3.ee

Projekteerijad:

Filipp Shubin +372 55626928

Projektijuht: Filipp Shubin

Vastutavad spetsialistid: Filipp Shubin

Kuupäev: 25.05.17



## PROJEKTI KOOSSEIS

### PROJEKTI OSAD

#### HOONE NÕRKVOOLUPAIGALDIS (EN)

1 SELETUSKIRI 8 LEHTE

2 LISAD

LISA 1 Nõrkvoolu spetsifikatsioon

3 JOONISED

EN – 102 1. korruse andmeside plaan

EN – 103 2. korruse andmeside plaan

EN – 142 1. korruse valvesüsteemi plaan

ET – 143 2. korruse valvesüsteemi plaan

ET – 201 Sidevõrgu struktuurskeem

ET – 202 Valvesüsteemi struktuurskeem

ET – 203 Fonosüsteemi struktuurskeem



## PROJEKTI SELETUSKIRJA SISUKORD

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | HOONE NÕRKVOOLUPAIGALDIS.....                                   | 5 |
| 1.1   | ÜLDANDMED.....  | 5 |
| 1.1.1 | PROJEKTEERIMISTÖÖ PIIRITLUS .....                               | 5 |
| 1.1.2 | ALUSDOKUMENDID.....   | 5 |
| 1.2   | OLEMASOLEV OLUKORD.....   | 6 |
| 1.3   | ÜLDANDMED.....  | 6 |
| 1.3.1 | SIDEVARUSTUSE TÜÜP JA LÄBILASKEVÕIME.....                       | 6 |
| 1.3.2 | SIDEVARUSTUSE SEOS ANDMESIDE, TELEFONISIDE JA TV-SÜSTEEMIGA ... | 7 |
| 1.4   | KAABLITEED .....  | 7 |
| 1.5   | ANDMESIDESÜSTEEMID.....   | 7 |
| 1.5.1 | ÜLDKAABELDUS .....  | 7 |
| 1.5.2 | ERIOTSTARBELINE ANDMESIDEVÕRK .....                             | 7 |
| 1.6   | TELEFONISÜSTEEMID.....  | 7 |
| 1.6.1 | TELEFONIVÕRK.....   | 7 |
| 1.6.2 | FONOLUKUSÜSTEEM .....   | 8 |
| 1.7   | VALVESIGNALISATSIOON.....                                       | 8 |
| 1.8   | VIDEOVALVE.....   | 8 |
| 1.9   | TV-VÕRK .....   | 8 |
| 1.10  | HELIEDASTUSSÜSTEEM.....   | 8 |
| 1.11  | TULEKAITSE .....  | 8 |





## 1 HOONE NÕRKVOOLUPAIGALDIS

### 1.1 ÜLDANDMED

#### 1.1.1 PROJEKTEERIMISTÖÖ PIIRITLUS

##### 1.1.1.1 ÜLDINE PIIRITLUS

Käesolevas seletuskirjas kirjeldatakse väikeelamu (Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa) nõrkvoolu ehituse lahendusi põhiprojekti staadiumis vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS 811:2012 „Hoone ehitusprojekt“.

Nõrkvoolusüsteemide käsitlemise aluseks on Eesti Vabariigi standard EVS 865-2:2014 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti seletuskiri“.

Võimalike vastuolude esinemisel projekti osade vahel lähtutakse kõigepealt ehituskirjeldusest, seejärel joonistest ja viimasena materjalide spetsifikatsioonist. Projekti tuleb käsitleda koos kõikide teiste projektiosadega terviklikult.

Antud dokumendis kirjeldatakse:

- Sidevõrku
- Valvesignalisatsiooni
- Fonosüsteemi
- Videovalvet
- Koaksiaalkaablivõrku

##### 1.1.1.2 PIIRITLUS ERI EHITUSPROJEKTI OSADE VAHEL

Tehnosüsteeme käsitletakse eraldi vastavalt Eesti vabariigi standardile EVS 865-2:2014 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti seletuskiri“.

#### 1.1.2 ALUSDOKUMENDID

##### 1.1.2.1 LÄHTEANDMED

Ehitusprojekti koostamisel on võetud aluseks lähteandmed, mis on toodud tabelis nr 1.

*Tabel nr. 1.Lähteandmed*

| Nr. | Lähteandmete väljastaja | Dokumendi nimi     | Kuupäev/number           |
|-----|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1   | ????                    | Üksikelamu projekt | 02.02.2016/ nr. 09B-2014 |

##### 1.1.2.2 EHITUSUURINGUD

Hoone nõrkvoolupaigaldise projekteerimisel ei ole arvestatud ehitusuuringutega.



### 1.1.2.3 NORMDOKUMENDID

Projekti koostamise normatiivse baasi valikul on lähtutud kooskõlas heast projekteerimistavast ja normdokumentatsioonist, mis on välja toodud tabelis nr 2.

Tabel nr. 2.Normdokumendid

| Nr.                         | Dokumendi nr.        | Dokumendi nimi  |
|-----------------------------|----------------------|---|
| <b>Üldine</b>               |                      |   |
| 1                           | RT I, 30.12.2015, 11 | Ehitusseadustik   |
| 2                           | RT I, 05.06.2015, 4  | Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded   |
| 3                           | RT I, 23.03.2015, 4  | Seadme ohutuse seadus   |
| 4                           | RT I, 30.12.2015, 52 | Tuleohutuse seadus  |
| <b>Standardid</b>           |                      |   |
| <b>Valvesignalisatsioon</b> |                      |   |
| 1                           | EVS-EN 50131-1       | Alarm systems – Intrusion and hold-up systems -- Part 1: System requirements                                      |
| 2                           | EVS-EN 50131-2-2     | Alarm systems – Intrusion and hold-up systems -- Part 2-2: Intrusion detectors – Passive infrared detectors       |
| 3                           | EVS-EN 50136-1       | Häiresüsteemid. Häireedastussüsteemid ja -seadmed. Osa1 1: Üldnõuded häireedastussüsteemidele                     |
| 4                           | EVS-EN 50131-6       | Alarm systems – Intrusion and hold-up systems -- Part 6: Power supplies   |
| <b>Andmesidesüsteem</b>     |                      |   |
| 5                           | EVS-EN 50173-1       | Information technology - Generic cabling systems - Part 1: General requirements                                   |
| 6                           | EVS-EN 50173-4       | Information technology - Generic cabling systems - Part 4: Homes  |
| 7                           | EVS-EN 50174-2       | Information technology - Cabling installation - Part 2: Installation planning and practices inside buildings      |
| 8                           | EVS-EN 50174-3       | Infotehnoloogia. Juhtmete paigaldamine. Osa 3: Väljaspool hooneid asuvate süsteemide planeerimine ja paigaldamine |

## 1.2 OLEMASOLEV OLUKORD

Olemasolev nõrkvoolupaigaldis puudub, tegemist on projekteeritava uue hoonega.

## 1.3 ÜLDANDMED

### 1.3.1 SIDEVARUSTUSE TÜÜP JA LÄBILASKEVÕIME

Nõrkvoolukeskus asub 1. korrusel tehnoruumis. Sidevõrgu RJ45 pistikupesadeni vedada kaabelliinid alates nõrkvoolukeskusest kuni iga pesani radiaalskeemi põhimõttel, st. iga pesani omaette kaabliharu. Hoonesiseseks kaabelduseks kasutada Cat.6 UTP 4x2x0,5 kaableid. Eelistatult





paigaldada nõrkvoolukaablid ühes tükis. Tugev- ja nõrkvoolu paigaldustarvikud valida üldjuhul sama tootja samast tootesarjast. Sidevõrgu kaabliga liitumist projektis ei käsitleta. Hoones hakatakse tarbima läbi õhu levivat televisiooni- ja internetiteenust. Televisiooniteenuse tarbimiseks paigaldatakse hoone katusele katuseantenn. Interneti jaoks paigaldatakse 4G antenn TV antenniga sama masti külge.

### 1.3.2 SIDEVARUSTUSE SEOS ANDMESIDE, TELEFONISIDE JA TV-SÜSTEEMIGA

Hoone sidevõrk võimaldab osutada andmeside-, IP telefonidega VoIP kõneside- ja IP-TV televisiooniteenust.

## 1.4 KAABLITEED

Nõrkvoolusüsteemide juhtmestik rajatakse hoones varjatult konstruktsioonides (riplagede taga, seintes, põrandates jne). Nõrkvoolukaablite kaugus tugevoolukaablitest on minimaalselt 15 cm. Välistingimustesse paigaldatavad kaablid ja maakaablid tuleb paigaldada kaitsetorusse või -kõrisesse. Kaablite paigaldamisel süvistatult seintesse või põrandatesse tuleb kasutada kaablikaitsetorusid. Kõik avad tuletõkkesarjades tuleb täita tulekindla avatäidisega või muul viisil kindlustada nii, et läbiviik ei nõrgendaks tarindi tuldtõkestavat võimet.

Kõik kaablid, ühenduskarbid ja seadmed tuleb tähistada ja tähistused kanda teostusjoonistele. Tähistused peavad olema vee- ja kulumiskindlad.

## 1.5 ANDMESIDESÜSTEEMID

### 1.5.1 ÜLDKAABELDUS

#### 1.5.1.1 ÜLDKAABELDUSE PÕHIMÕTTED

Kaabeldus sidejaotlast kuni töökohani teostatakse keerdpaarikaablitega Cat.6 U/UTP 4x2x0,5. Igale RJ45 pistikupesale paigaldada eraldi kaabel. Kaablid tuleb markeerida mõlemast otsast.

### 1.5.2 ERIOTSTARBELINE ANDMESIDEVÕRK

Autovärava ja garaažiukse avamine toimub GSM mooduli abil. GSM moodul paigaldatakse sidejaotlasse.

Ruumidesse paigaldatakse termostaadid, mis juhivad ruumide temperatuure. Niisketes ruumides paigaldatakse ruumitermostaatidele pöörandaandurid. Termostaadid ühendatakse KLMA 2x0,8+0,8 kaablina küttekontrolleriga, mis juhib kollektori ajamite asendeid.

## 1.6 TELEFONISÜSTEEMID

### 1.6.1 TELEFONIVÕRK

Hoone telefonivõrk on lahendatud üldkaabeldusega.



## 1.6.2 FONOLUKUSÜSTEEM

Jalgväravale paigaldatakse audio fonosüsteem. Esikusse paigaldatakse fonosüsteemi sisetelefon, millelt on võimalik kõne vastu võtta ja värava elektriline lukk avada. Süsteemi toiteplokid ja lülitusmoodul paigaldatakse peajaotuskeskusesse PJK. Värava elektrilise luku tarne ja paigaldamine kuuluvad värava töövõttu.

## 1.7 VALVESIGNALISATSIOON

Hoonesse paigaldatakse valvesignalisatsioonisüsteem, mille keskseade ja laiendusmoodulid asuvad 1. korrusel tehnilises ruumis eraldi paigalduskastis. Liikumisanduritena kasutatakse passiivseid infrapunaandureid, mille avastamispiirkond on vähemalt 11x11 meetrit ja 90°. Välisustele paigaldatakse süvistatavad magnetkontaktandurid. Valvesignalisatsiooniga ühendatakse ka suitsu- ja temperatuuriandurid. Kõik kaablid tähistatakse. Valvekeskuse tsoonidesse paigaldatakse kuni üks andur. Erandiks on kahe uksepoolega välisüksed ja tulekahju andurid. Sõrmistikud paigaldatakse välisukse juurde ja teisele korrusele koridor keskel kõrgusele 1500 mm. Siseruumidesse paigaldatakse häiresireen ja välja hoone seinale vilkuriga häiresireen. Häireedastuse seadmed tarnib ja paigaldab turvateenuse pakkuja.

## 1.8 VIDEOVALVE

Hoones nähakse ette videovalve IP kaamerate valmidus. Paigaldatakse Cat.6 kaabel sidejaotla RJ45 paneelist kuni kaamera asukohani. Sidejaotlas peab olema reservruum videovalve seadmetele. Nõrkvoolukeskusesse paigaldatakse salvestit, mille maht peab olema vähemalt 30 päeva videosalvestust. Salvesti jaoks paigaldatakse 230V toidet, mis kuulub tugevvoolu töövõttu. Kaamera küttega korpuse jaoks paigaldatakse 230V toide, mis kuulub tugevvoolu töövõttu.

## 1.9 TV-VÕRK

Hoone üldkaabeldus võimaldab kasutada IP-TV televisiooniteenust. TV-võrgu jaoks paigaldatakse hoonesse koaksiaalkaablivõrk ja TV/raadio antenni pistikupesad.

## 1.10 HELIEDASTUSSÜSTEEM

Kodukino tagakõlarite jaoks paigaldatakse elutoas ühekohalised kõlaripesad diivani tagant lae alla ning kahekohaline kõlaripesa televiisori juurde. Pesadevaheliseks kaabelduseks kasutatakse kõlarikaablit 2x1,5.

## 1.11 TULEKAITSE

Kõik avad tuletõkketarinditest tuleb täita tulekindla avatäidisega või muul viisil kindlustada nii, et läbiviik ei nõrgendaks tarindi tuldtõkestavat võimet.





| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

### Materjalide spetsifikatsioon. Hoone nõrkvoolupaigaldis

| <b>Andmesidesüsteemid</b>           |   |      |   |                    |
|-------------------------------------|---|------|---|--------------------|
| 1                                   | Sidejaotla, koos ühendus- ja kinnitustarvikutega                                | kmpl | 1 | Vt. skeemi EN-201  |
| 2                                   | Sidevõrgu pistikupesa 2xRJ45, Cat.6, IP20, süvispaigaldus                       | tk   | 4 |                    |
| 3                                   | TV/raadio antenni pistikupesa, süvispaigaldus                                   | tk   | 2 |                    |
| <b>Kaablid</b>                      |   |      |   |                    |
| 1                                   | Kaabel Cat.6 UTP 4x2x0,5  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 2                                   | Cat.6 UTP 4x2x0,5 välikaabel  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 3                                   | Koaksiaalkaabel RG6, 75 oomi  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 4                                   | Koaksiaalkaabel RG58U, 50 oomi  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 5                                   | Valvesüsteemi kaabel 4x0,22   | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 6                                   | Valvesüsteemi kaabel 6x0,22   | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 7                                   | KLMA 2x0,8+0,8  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 8                                   | KLMA 4x0,8+0,8  | m    |   | Täpsustab töövõtja |
| 9                                   | Kaablikaitsetorud ja -kõrid   | kmpl |   | Täpsustab töövõtja |
| 10                                  | Kaablite paigaldus- ja kinnitustarvikud   | kmpl |   | Täpsustab töövõtja |
| <b>Valvesignalisatsioonisüsteem</b> |   |      |   |                    |
| 1                                   | Valvesignalisatsiooni keskseade, 16 tsooni, koos aku, trafo ja paigalduskastiga | kmpl | 1 |                    |

| Tellija: MIFINA OÜ<br>Projekt:<br>Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,<br>Harjumaa<br>Väikeelamu | Materjalide spetsifikatsioon |                   | Teostas | F.Shubin | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|-------------------|---------|----------|------------|
|  | Leht <b>1</b>                | Muudatus <b>0</b> |         | Kinnitas | F.Shubin   |



| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

|   |  |    |    |                    |
|---|--|----|----|--------------------|
| 2 | Alarmseade sisetingimustesse                     | tk | 2  |                    |
| 3 | Välisireen vilkuriga                             | tk | 1  |                    |
| 4 | Infrapuna liikumisandur, tööraadius 11x11 m, 90° | tk | 10 |                    |
| 5 | Ukse magnetkontaktandur, süvistatav              | tk | 2  |                    |
| 6 | Valvesüsteemi sõrmistik                          | tk | 2  |                    |
| 7 | Optiline suitsuandur                             | tk | 8  |                    |
| 8 | DM temperatuuriandur                             | tk | 2  |                    |
|   |  |    |    |                    |
|   | <b><u>Helisüsteem</u></b>                        |    |    |                    |
| 1 | Vedruklemmidega kõlaripesa, 1-ne, süvispaigaldus | tk | 2  |                    |
| 2 | Vedruklemmidega kõlaripesa, 2-ne, süvispaigaldus | tk | 1  |                    |
| 3 | Kõlarikaabel 2x1,5                               | m  |    | Täpsustab töövõtja |
|   |  |    |    |                    |
|   | <b><u>Videovalve</u></b>                         |    |    |                    |
| 1 | Välikaamerad                                     | tk | 3  |                    |
| 2 | Sisekaamerad                                     | tk | 4  |                    |
| 3 | Salvesti   | tk | 1  |                    |
|   |  |    |    |                    |
|   | <b><u>Fonosüsteem</u></b>                        |    |    |                    |
| 1 | Fono sisetelefon                                 | tk | 1  |                    |
| 2 | Fono välitelefon                                 | tk | 1  |                    |
| 3 | Lülitusseade                                     | tk | 1  | Nt. Comelit 1224A  |

| Tellija: MIFINA OÜ<br>Projekt:<br>Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,<br>Harjumaa<br>Väikeelamu | Materjalide spetsifikatsioon |                   | Teostas  | F.Shubin |  | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|-------------------|----------|----------|--|------------|
|  | Põhiprojekt                  |                   | Kinnitas | F.Shubin |  | 23.09.2016 |
|  | Leht <b>2</b>                | Muudatus <b>0</b> |          |          |  |            |



| Pos nr | Nimetus | Ühik | Arv | Märkused |
|--------|---------|------|-----|----------|
|--------|---------|------|-----|----------|

|   |                                       |    |   |                      |
|---|---------------------------------------|----|---|----------------------|
| 4 | Lülitusseadme toiteplokk              | tk | 1 | Nt. Comelit 4888C    |
| 5 | Välitelefoni toiteplokk               | tk | 1 | Nt. Comelit 1395     |
|   |                                       |    |   |                      |
|   | <b><u>Küttesüsteemi juhtimine</u></b> |    |   |                      |
| 1 | Ruumitermostaat, 24V                  | tk | 9 | Nt. Uponor T-37/T-38 |
| 2 | Ruumitermostaadi pörandaandur         | tk | 3 |                      |
| 3 | Pörandakütte kontrollerr, 6 kanaliga  | tk | 2 | Nt. Uponor C-33      |
| 4 | Pörandaküttekollektori ajam, 24V      | tk |   | Täpsustab töövõtja   |

Märkus: Lõpliku materjalide valiku ja sõlmede tehnilise teostuse teeb ehitaja.

NB! Pakkija peab esitatud mahud hinnapakumise käigus üle kontrollima.

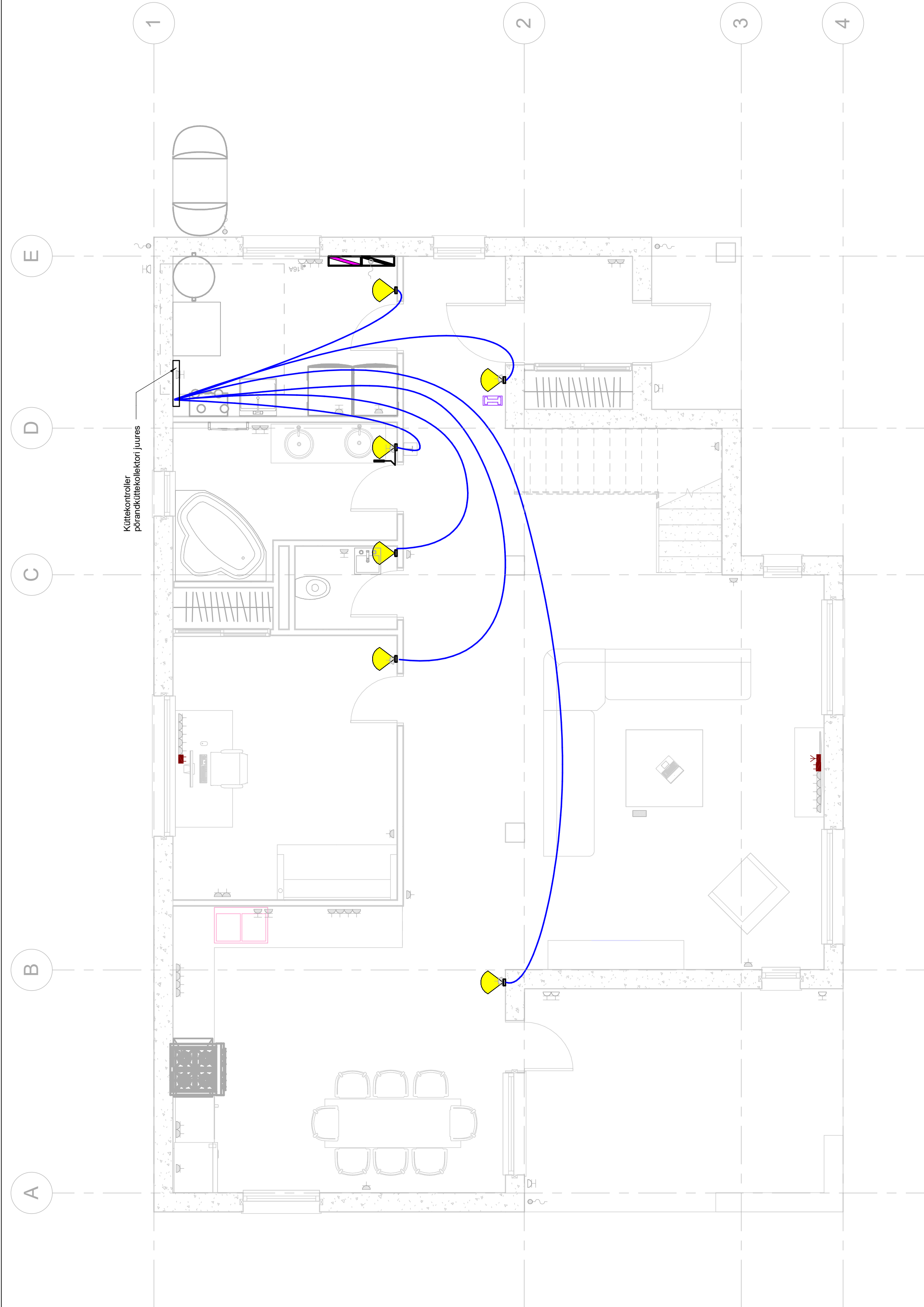
NB! Kõik mahud tuleb tööde käigus täpsustada.

NB! Mahutabelit tuleb lugeda koos kogu projekti dokumentatsiooniga.

NB! Ehitushinna arvutamisel peab pakkuja arvestama ka projekti dokumentatsioonis ka muu materjaliga, sh kooskõlastajate poolt esitatud nõuetega.

NB! Pakkuja peab arvestama kõigi kaasnevate töödega, mida ei ole ilmingimata käesolevas spetsifikatsioonis esitatud, kuid mis on tehnoloogiliselt vajalikud teostada objekti spetsifikatsioonis esitatud tööde valmimiseks.

| Tellija: MIFINA OÜ   | Materjalide spetsifikatsioon |            | Teostas  | F.Shubin | 23.09.2016 |
|--|------------------------------|------------|----------|----------|------------|
| Projekt:<br>Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,<br>Harjumaa<br>Väikeelamu | <b>Põhiprojekt</b>           |            |          |          |            |
|  | Leht <b>3</b>                | Muudatus 0 | Kinnitas | F.Shubin | 23.09.2016 |



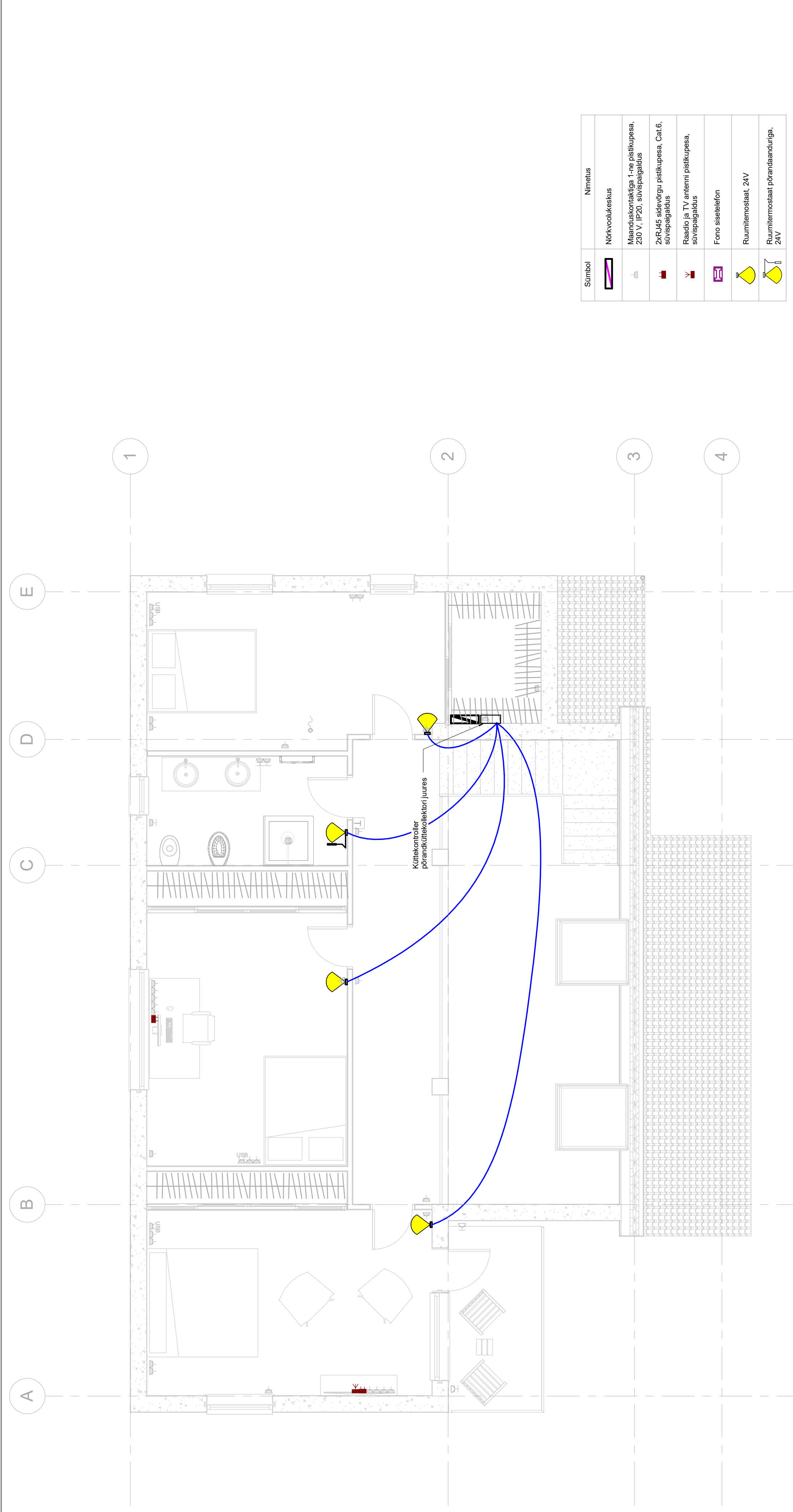
Küttekontroller  
põrandaküttekolektori juures

| Sümbol | Nimetus   |
|--------|---|
|        | Nõrkvoolikeskus   |
|        | Maanduskontaktija, 1-ne pistikupes, 230 V, IP20, süvispaigaldus |
|        | 2xRJ45 siduvõrgu pistikupes, Cat 6, süvispaigaldus              |
|        | Raadio ja TV antenni pistikupes, süvispaigaldus                 |
|        | Fono sisetelefon  |
|        | Ruumitermostaat, 24V  |
|        | Ruumitermostaat põrandaanduriga, 24V                            |

Märkused

1. Liikumisanduri asukoht on lae all
2. Sõrmisliku paigalduskõrgus on 1600 mm
3. Sissepääsu ja välvekäsu 230 V tunde kuuulub tugurveoole tõrvõttu.
4. Sissepääsu pistikupesad paigaldada vastavalt korvitud asetusvate
5. Sissepääsu pistikupesad paigaldada vastavalt korvitud asetusvate
6. Sissepääsu pistikupesad paigaldada vastavalt korvitud asetusvate
7. Sissepääsu pistikupesad paigaldada vastavalt korvitud asetusvate
8. Projektiis nähaakse ette valvakaamera valmidus ehk paigaldatavale ainult kaabeldus.
9. Ruumitermostaate ja küttekontrollente vaheliseks kaabelduseks kasutada kaablit KLMA 2x0,8+0,8.
10. Ruumitermostaadid paigaldada vastavalt kütteprojektille.

|   |  |                                      |                            |                        |                |
|---|--|--------------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------|
| <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321730<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p>                              | <p>Projektijuhud<br/>F. Shubin</p> <p>Projektiteerija<br/>F. Shubin</p> <p>Vast. spetsialist<br/>F. Shubin</p> | <p>Projektiteerija<br/>F. Shubin</p> | <p>Muudatuse kirjeldus</p> | <p>Projektiteerija</p> | <p>Kuupäev</p> |
|   |  |                                      |                            |                        |                |
| <p>Joonis EN-102</p> <p><b>1. korruse andmeside plaan</b></p> <p><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tänavassima küla, Saku vald, Harjumaa</b></p> |  |                                      |                            |                        |                |



| Sümbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | Nõhivoolukeskus  |
|        | Maaanduskontaktiga 1-ne pistikupesa, 230 V, IP20, süvispaigaldus |
|        | 2xRJ45 sidetõrju pistikupesa, Cat.6, süvispaigaldus              |
|        | Raadio ja TV antenni pistikupesa, süvispaigaldus                 |
|        | Fono sisetelefon   |
|        | Ruumitemostaat, 24V  |
|        | Ruumitemostaat põrandaanduriga, 24V                              |

Märkused

- Liikumisanduri asukoht on lae all.
- Sõrmisliku paigalduskõrgus on 1600 mm.
- Sidejootla ja välvekukse 230 V toide kuulub tuguvoolu töövõlli.
- Sidevõrgu pistikupesad paigaldatakse võimalisel kõrvuti asetsevate tuguvoolu pistikupesadega samasse paigaldusraami.
- Sidevõrgu pistikupesade paigalduskõrgus (senter) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisel pole märgitud teisiti.
- Projektis nähakse ette valvakaamera valmidus ehk paigaldatakse ainult kaabeldus.
- Ruumitemostaatide ja küttekontrolleri vaheliseks kaabelduseks kasutada kaablit KLMA 2x0,8+0,8.
- Ruumitemostaadid paigaldada vastavalt kütteprojektile.

|   |   |                                   |                               |                       |
|---|---|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn, 10615<br/>Reg. nr. 12321730<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p>       | <p><b>Projektijuh</b> F. Shubin<br/><i>allkirjastatud</i><br/><b>Projektiteerija</b> F. Shubin<br/><i>allkirjastatud</i><br/><b>Vast. spetsialist</b> F. Shubin<br/><i>allkirjastatud</i></p> | <p><b>Muudatuse kirjeldus</b></p> | <p><b>Projektiteerija</b></p> | <p><b>Kuupäev</b></p> |
|   |   |                                   |                               |                       |
| <p><b>2. korruse andmeside plaan</b></p> <p><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b></p> |   |                                   |                               |                       |





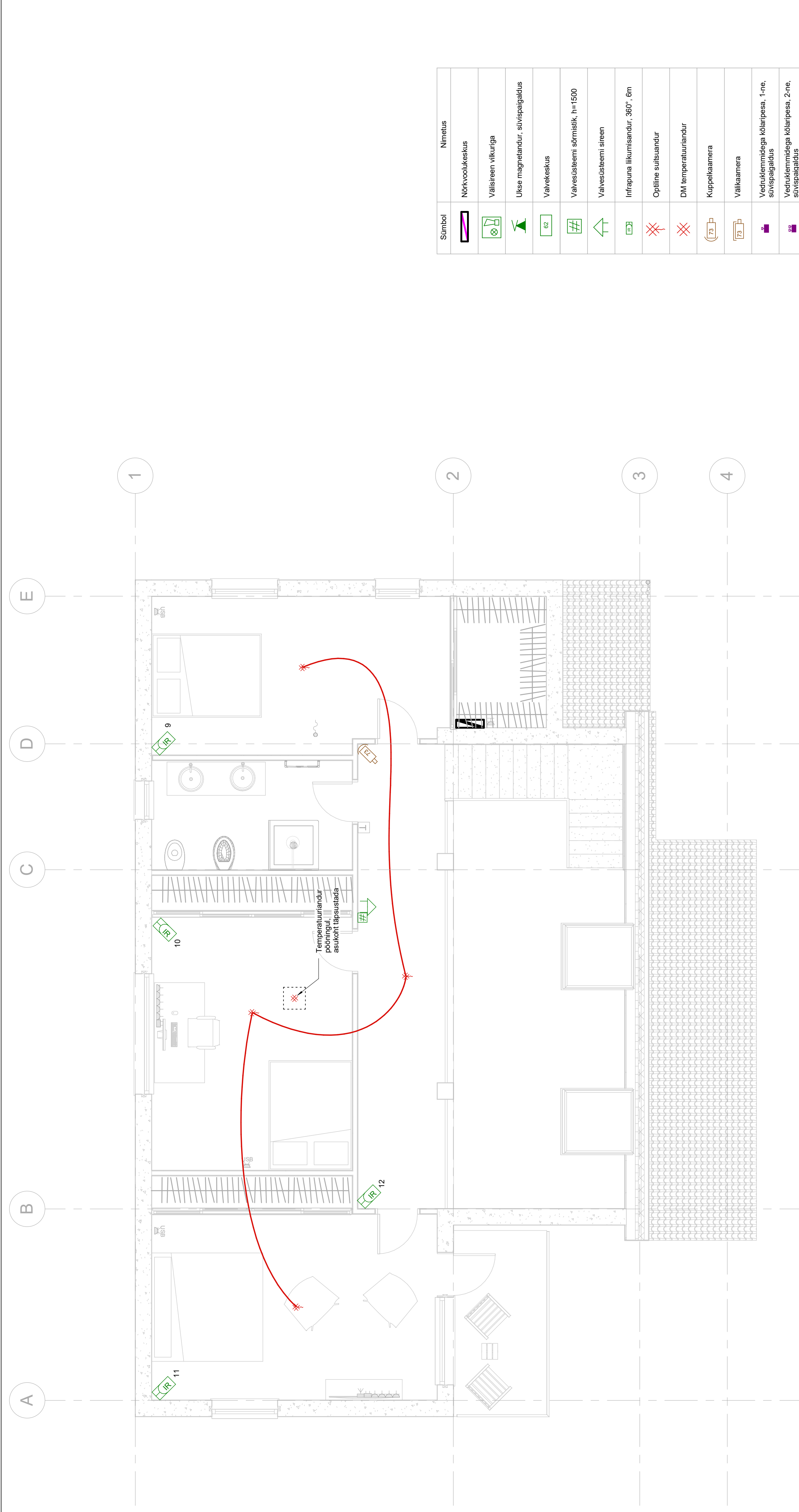
| Symbol | Nimetus  |
|--------|--|
|        | Nõrkvoolukeskus                                  |
|        | Välisireen viikuriga                             |
|        | Ukse magnetandur, süvispaigaldus                 |
|        | Valveskus  |
|        | Valvesüsteemi sõrmistik, h=1500                  |
|        | Valvesüsteemi sireen                             |
|        | Infrapuna liikumisandur, 360° · 6m               |
|        | Optiline suitsuandur                             |
|        | DM temperatuuriandur                             |
|        | Kuppelkaamera                                    |
|        | Välikaamera                                      |
|        | Vedruklõmmidega kõlaripesa, 1-ne, süvispaigaldus |
|        | Vedruklõmmidega kõlaripesa, 2-ne, süvispaigaldus |

Märkused

- Liikumisanduri asukoht on lae all.
- Sõrmistiku paigalduskõrgus on 1600 mm.
- Sõrmeaolia ja valveskuse 230 V lüüde kuulub tugevvoolu lõvvõttu.
- Sõrveõrgu pistikupesad paigaldatakse võimalusel kõrvuti asetsevate tugevvoolu pistikupesadega samasse paigaldusraami.
- Sõrveõrgu pistikupesade paigalduskõrgus (senter) on 200 mm põrandapinnast, kui joonisele pole märgitud teisiti.
- Projektis nähakse ette valvekaamera valmidus ehk paigaldatakse ainult kaabeldus.
- Ruumitemostaatorite ja küttekontrollrite vaheliseks kaabelduseks kasutada kaablit KLIMA 2x0,8+0,8.
- Ruumitemostaatorid paigaldada vastavalt kütteprojektile.

|  |  |   |                            |                       |
|--|--|---|----------------------------|-----------------------|
| <p><b>O3 Inseneribüroo OÜ</b><br/>                 Endla 69, Tallinn 10615<br/>                 Reg. nr. 12321790<br/>                 +372 556 55981<br/>                 info@o3.ee<br/>                 www.o3.ee</p> | <p><b>Projekti juht</b> F. Shubin<br/> <b>Projekteeija</b> F. Shubin<br/> <b>Vast. spetsialist</b> F. Shubin</p> | <p><b>Muudatuse kirjeldus</b></p>   | <p><b>Projekteeija</b></p> | <p><b>Kuupäev</b></p> |
|  |  |   |                            |                       |
| <p>Joonis EN-142</p>   |  | <p>Projektis staadium <b>PP</b></p>   |                            |                       |
| <p><b>Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa</b></p>   |  | <p>Projekt number 001<br/>                 Tellija MIFINA OÜ<br/>                 Kuupäev 21.09.2016<br/>                 Mõõt 1:50</p> |                            |                       |





| Symbol | Nimetus   |
|--------|---|
|        | Nõrkvoolukeskus                                   |
|        | Välisireen viikuriga                              |
|        | Ukse magnetandur, süvispaigaldus                  |
|        | Valvekeskus                                       |
|        | Valvesüsteemi sõrmistik, h=1500                   |
|        | Valvesüsteemi sireen                              |
|        | Infrapunala liikumisandur, 360° · 6m              |
|        | Optiline suitsuandur                              |
|        | DM temperatuuriandur                              |
|        | Kupelikaamera                                     |
|        | Välikaamera                                       |
|        | Vedruklõmmidega kolari pesa, 1-ne, süvispaigaldus |
|        | Vedruklõmmidega kolari pesa, 2-ne, süvispaigaldus |

**Märkused**

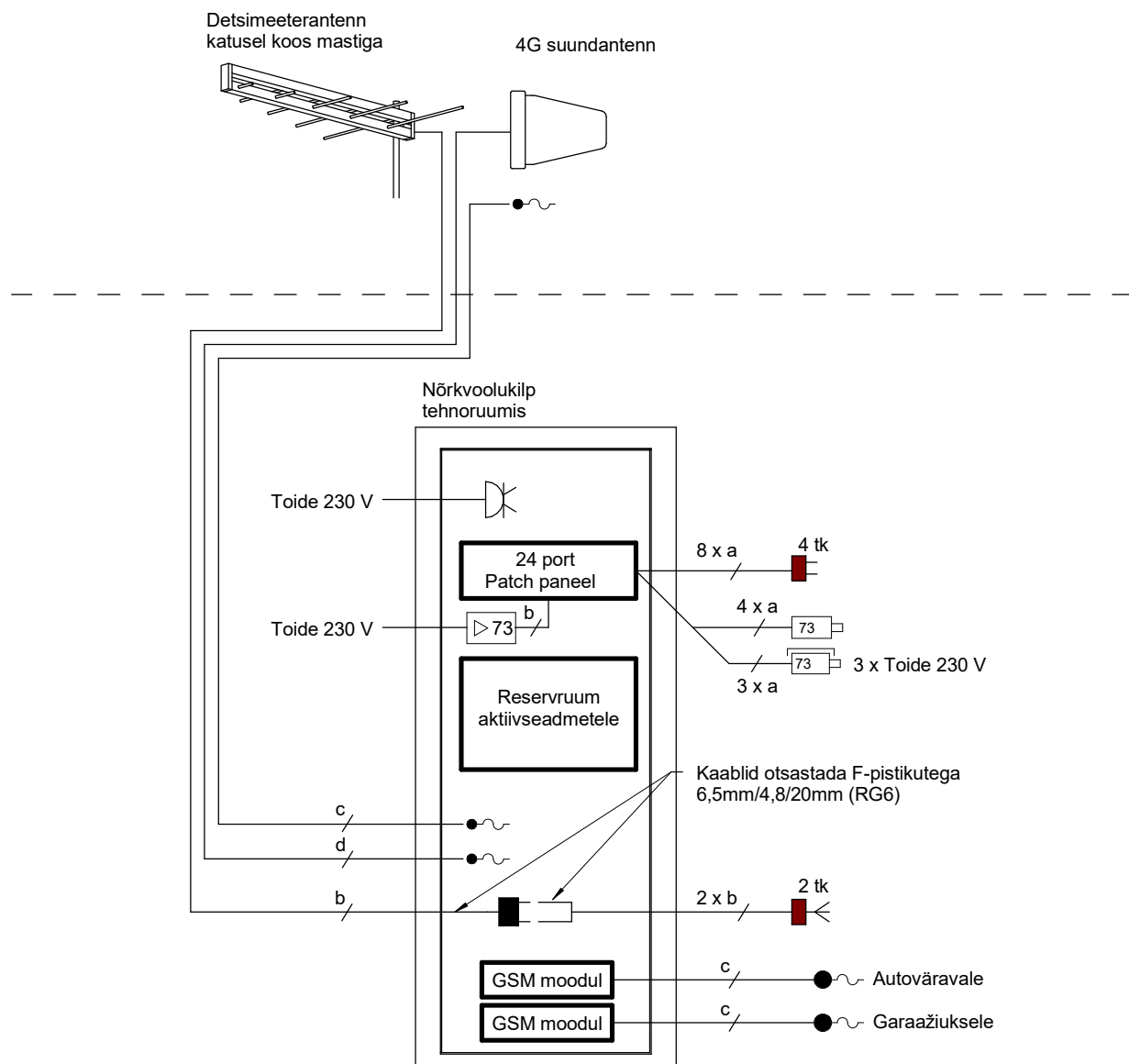
- Liikumisanduri asukoht on lae all.
- Sõrmistiku paigalduskõrgus on 1600 mm.
- Sideploiti ja valvekeskuse 230 V toide kuulub tugevvoolu töövõttu.
- Sidevõrgu pistikupesad paigaldatakse võimalusel kõrvalt asetsevate tugevvoolu pistikupesadega samasse paigaldusraami.
- Sidevõrgu pistikupesade paigalduskõrgus (senter) on 200 mm porandapinnast, kui joonise pole märgitud teisiti.
- Projekti nähtakse ette valvekaamera varimatus ehk paigaldatakse ainult varimatus.
- Paigaldustööde ja küttekontrollide vaheliseks kaabelduseks kasutatakse kaablit KLMA 2x0,8x0,8.
- Ruumitemperatuurid paigaldada vastavalt kütteprojektile.

|   |   |                                   |                             |                       |  |                                    |
|---|---|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| <p><b>O3 Inseneribüroo OÜ</b><br/>         Endla 69, Tallinn, 10615<br/>         Reg. nr. 12321730<br/>         +372 556 55981<br/>         info@o3.ee<br/>         www.o3.ee</p> | <p><b>Projekti juht</b><br/>F. Shubin</p> <p><b>Projekteerija</b><br/>F. Shubin</p> <p><b>Vast. spetsialist</b><br/>F. Shubin</p> | <p><b>Muudatuse kirjeldus</b></p> | <p><b>Projekteerija</b></p> | <p><b>Kuupäev</b></p> | <p>Joonis EN-143</p>                         | <p>Projekti staadium</p> <p>PP</p> |
|   |   |                                   |                             |                       | <p><b>2. korruse valvesüsteemi plaan</b></p> | <p>Projekti number</p> <p>001</p>  |







**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tänassilma küla, Saku vald, Harjumaa**



|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Projekti juht     | F. Shubin |
| Projekteerija     | F. Shubin |
| Vast. spetsialist | F. Shubin |



#### Tingmärgid

-  2xRJ45 pistikupesa, Cat.6, süvispaigaldus
-  TV / raadio pistikupesa, süvispaigaldus
-  Maanduskontaktiga 2-ne pistikupesa, 230V, 16A, pindpaigaldus
-  Kaablivaru
-  TV jagur 2-ks
-  Videoslavesti


#### Kaablid

- a - Cat.6 4x2x0,5 UTP
- b - RG6, 75 oomi
- c - Cat.6 4x2x0,5 UTP välikaabel
- d - RG58U, 50 oomi

#### Märkused

1. Antenni võimendustegur peab olema vahemikus 7 kuni 12 dB.
2. 4G suundantenni kaablid täpsustada vastavalt antennile.

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

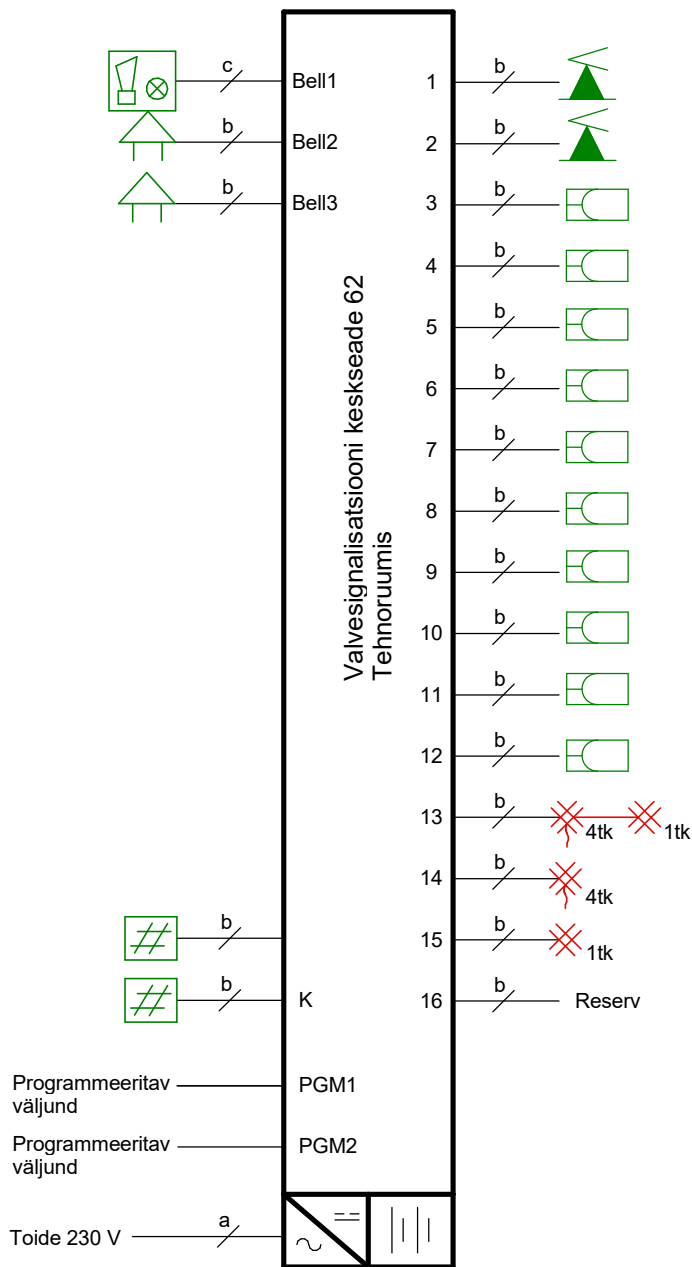
Joonis EN-201

### Sidevõrgu struktuurskeem

Projekt nimi ja aadress  
Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu  
tee 9, Tänavsilma küla, Saku vald,  
Harjumaa

Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellijä         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |




Kaablid

- a - XPJ 3G1,5
- b - 4x0,22
- c - 6x0,22

Märkused

1. Häireedastusseadmed ja häireedastisviis kooskõlastada turvateenuse pakkujaga.
2. Häireedastusseadmed tarnib ja paigaldab turvateenuse pakkuja.
3. Valvesüsteemi 230V toide kuulub tugevvoolu töövõttu.

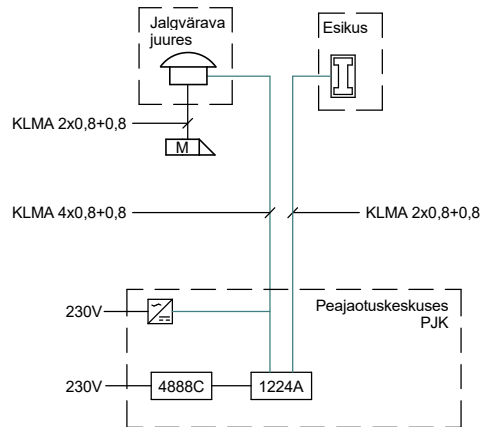
| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|

|  |          |                               |
|--|----------|-------------------------------|
|  <p>O3 Inseneribüroo OÜ<br/>Endla 69, Tallinn 10615<br/>Reg. nr. 12321790<br/>+372 556 55981<br/>info@o3.ee<br/>www.o3.ee</p> |          |                               |
| Projektijuht   | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist  | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis EN-202  
**Valvesüsteemi struktuurskeem**

Projekt nimi ja aadress  
**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu tee 9, Tännassilma küla, Saku vald, Harjumaa**

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Projekti staadium | PP         |
| Projekti number   | 001        |
| Tellija           | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev           | 21.09.2016 |
| Mõõt              | Vaba       |



| Tingmärgid | Selgitus                 |
|------------|--------------------------|
|            | Fono välitelefon         |
|            | Fono sisetelefon         |
|            | Elektriline lukk         |
|            | Toiteplokk               |
|            | Lülitusseadme toiteplokk |
|            | Lülitusseade             |

#### Märkused

1. Moodulite 230 V toide kuulub tugevvoolu töövõttu.
2. Elektrilise luku tarne ja paigaldamine kuuluvad värava töövõttu.
3. Fonosüsteem on lahendatud Comelit Simplebus süsteemi näitel.

| Nr. | Muudatuse kirjeldus | Projekteerija | Kuupäev |
|-----|---------------------|---------------|---------|
|-----|---------------------|---------------|---------|



O3 Inseneribüroo OÜ  
 Endla 69, Tallinn 10615  
 Reg. nr. 12321790  
 +372 556 55981  
 info@o3.ee  
 www.o3.ee

|                   |          |                               |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| Projektijuht      | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Projekteerija     | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |
| Vast. spetsialist | F.Shubin | /allkirjastatud digitaalselt/ |

Joonis EN-203

### Fonosüsteemi struktuurskeem

Projekt nimi ja aadress

**Eramaja Ehitusprojekt - Lodjapuu**  
 tee 9, Tännassilma küla, Saku vald,  
 Harjumaa

Projekti staadium **PP**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Projekti number | 001        |
| Tellija         | MIFINA OÜ  |
| Kuupäev         | 21.09.2016 |
| Mõõt            | Vaba       |