



Elektripaigaldiste projekteerimise juhend

EETEL | v1.0 – 08.03.2026

Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit (EETEL)

© 2026 EETEL

Sisukord

Sissejuhatus	4
1.1 Juhendi Eesmärk ja Käsitlusala	4
1.2 Juhendi Kasutamine	6
1.3 Terminid ja Määratlused	8
1.4 Normatiivsed Viited	10
1.5 Vastutus ja Pädevus	13
Projekteerimine	14
2.1 Projekteerimise Etapid	14
2.2 Lähteülesanne ja Lähteandmed	16
2.3 Koostöö Teiste Osapooltega	18
2.4 Riskianalüüs ja Ohutus Projekteerimises	20
Dokumentatsioon	22
3.1 Üldnõuded Dokumentatsioonile	22
3.2 Digitaalne Vormistamine ja Esitamine	24
3.3 Dokumentide Struktuur Projektis	27
3.4 Jooniste Vormistamise Nõuded	29
3.5 Skeemide Vormistamine ja Sisu	32
3.6 Spetsifikatsioonid ja Loetelud	34
3.7 Arvutused	36
Tugevvool	38
4.1 Tugevvool	38
4.2 Üldskeemid	39
4.3 Kilbiskeemid	44
4.4 Kaabliteed	54
4.6 Jõupaigaldised	59
4.7 Maandus ja piksekaitse	63
Valgustus	69
5.1 Valgustuspaigaldised	69
5.2 Välisvalgustus	78
5.3 Valgustusdisaini kontseptsioon	81
Nõrkvool*	85
6. Nõrkvoolupaigaldised	85
Automaatika*	86
7. Hooneautomaatika	86
7.1 Hooneautomaatika	87

7.2 Üldnõuded ja Standardid	88
7.3 Seletuskiri	89
7.4 Struktuurskeemid	90
7.5 Tasapinnaplaanid	96
7.6 Loetelud	97
7.7 BIM Nõuded	102
BIM	103
8. BIM Nõuded Elektriprojekteerimises	103
Kvaliteet*	105
9. Kvaliteet	105
Lisad*	106
10. Lisad	106

Sissejuhatus

1.1 Juhendi Eesmärk ja Käsitlusala

1.1. Juhendi Eesmärk ja Käsitlusala

1.1.1. Miks see juhend on koostatud?

Eesti elektripaigaldiste projekteerimise praktikas puudub hetkel ühtne, laiapõhjaline ja detailne juhendmaterjal, mis koondaks parimad tavad ning sätestaks selged nõuded projektdokumentatsiooni sisule ja vormistusele erinevates projekteerimisetappides. See on viinud olukorran, kus projektide kvaliteet, detailsusaste ja maht on turuosaliste lõikes väga erinev, sõltudes sageli konkreetse tellija nõuetest või projekteerija harjumustest. Ebajärjepidevus raskendab nii projekteerimistööd, hangete korraldamist kui ka ehitusprotsessi ja hilisemat hooldust.

Käesoleva juhendi loomise peamine ajend ongi see lünk täita. Juhendi eesmärk on:

- **Ühtlustada kvaliteeti:** Luua ühtne arusaam heast projekteerimistavast ja kvaliteetsest projektdokumentatsioonist elektripaigaldiste valdkonnas Eestis.
- **Standardiseerida projektide mahtu ja sisu:** Määratleda selgemad piirid ja ootused dokumentatsiooni detailsusele ja mahule erinevates projekti staadiumites (EP, PP, TP).
- **Tõhustada koostööd:** Parandada kommunikatsiooni ja koostööd projekteerijate, tellijate, ehitajate, omanikujärelevalve ja teiste osapoolte vahel läbi ühiselt mõistetava raamistiku.
- **Pakkuda praktilist tuge:** Olla funktsionaalne ja kergesti mõistetav abivahend igapäevases projekteerimistöös.

1.1.2. Kellele juhend on mõeldud?

Juhend on mõeldud laiale sihtrühmale Eesti ehitussektoris, kuid peamisteks kasutajateks on:

- **Elektripaigaldiste projekteerijad ja insenerid:** Igapäevane töövahend projekteerimisülesannete täitmisel ja dokumentatsiooni koostamisel.
- **Peaprojekteerijad ja projektijuhid:** Abivahend projekteerimisprotsessi juhtimisel ja kvaliteedi tagamisel.
- **Tellijad ja arendajad:** Alusmaterjal projekteerimise lähteülesannete koostamiseks ja projektdokumentatsiooni kvaliteedi hindamiseks.
- **Ehitusettevõtjad:** Selgem arusaam projektdokumentatsiooni sisust ja oodatavast detailsusest.
- **Omanikujärelevalve teostajad:** Töövahend projekti vastavuse kontrollimisel.
- **Erialaliidud, kutsestandardite koostajad ja õppeasutused:** Sisend valdkonna arendamiseks ja õppematerjalide koostamiseks.

1.1.3. Mida juhend käsitleb?

Käesolev juhend käsitleb hoonete ja rajatiste elektripaigaldiste projekteerimise protsessi ning tulemusena valmiva ehitusprojekti dokumentatsiooni sisu ja vormistust. Juhend keskendub järgmistele põhiteemadele:

- **Projekteerimise etapid:** Nõuded ja soovitusel eel-, põhi- ja tööprojekti (EP, PP, TP) koostamiseks vastavalt [EVS 932:2017](#) määratlustele.
- **Projektdokumentatsioon:** Ühtsed nõuded dokumentide (seletuskirjad, joonised, skeemid, spetsifikatsioonid, loetelud, arvutused) struktuurile, sisule ja vormistusele.
- **Tehnilised lahendused:** Parimad praktikad ja miinimumnõuded erinevate elektripaigaldise osade (tugevvool, nõrkvool, automaatika) projekteerimiseks.
- **BIM (Ehitise Infomudel):** Soovitused ja nõuded BIM-põhisele projekteerimisele elektripaigaldiste valdkonnas.
- **Kvaliteedi tagamine:** Protseduurid ja kontroll-lehed projekteerimise kvaliteedi kindlustamiseks.

Juhend **ei asenda** kehtivaid seadusi, määrusi ega standardeid (nagu [EVS 932](#), [EVS-HD 60364](#) seeria jne), vaid **täiendab ja selgitab** neid, pakudes praktilisi juhiseid ja koondades valdkonna parimaid praktikaid. Juhend ei käsitle konkreetsete tootjate seadmete valikut ega asenda projekteerija erialast pädevust ja vastutust.

1.1.4. Inspiratsiooniallikad

Juhendi koostamisel on struktuuri, detailsuse ja praktilise lähenemise osas võetud inspiratsiooni **Soome Sähkötieto ry ST-kortisto** kogumiku põhimõtetest, mis on Soomes laialdaselt tunnustatud ja kasutatav teabeallikas. Siiski on kogu sisu kohandatud **Eesti õigusruumile, kehtivatele standarditele (EVS, IEC, ISO jt) ning kohalikule projekteerimis- ja ehitustavale.**

1.2 Juhendi Kasutamine

Käesolev juhend on loodud selleks, et olla praktiline töövahend Eesti elektripaigaldiste projekteerijatele igapäevatoos. Juhendi efektiivseks kasutamiseks palume järgida alltoodud soovitusi.

1.2.1. JUHENDI ÜLESEHITUS

Juhend on struktureeritud loogilisteks plokkideks, et hõlbustada vajaliku info leidmist:

- **Üldosa (Peatükid 1-2):** Sisaldab juhendi eesmärki, käsitusala, termineid, viiteid normdokumentidele ning üldiseid projekteerimise ja töökorralduse põhimõtteid.
- **Projektdokumentatsioon (Peatükk 3):** Käsitleb projekti dokumentide koosseisu ja vormistamise nõudeid (sh joonised, skeemid, seletuskirjad, loetelud).
- **Eriosade Projekteerimine (Peatükid 4-6):** Annab detailsemaid juhiseid ja nõudeid tugevvoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikapaigaldiste projekteerimiseks, jaotatuna vastavalt süsteemidele ja alateemadele. Sisu on tihti liigendatud vastavalt projekti staadiumitele (EP, PP, TP).
- **BIM Nõuded (Peatükk 7):** Keskendub ehitise infomudeli (BIM) rakendamisele elektripaigaldiste projekteerimisel.
- **Kvaliteedi Tagamine (Peatükk 8):** Sisaldab kvaliteedijuhtimise põhimõtteid ja praktilisi kontroll-lehti (checklist'e) erinevatele projekteerimisetappidele ja eriosadele.
- **Lisad (Peatükk 9):** Koondab abimaterjale nagu tingmärkide legendid, lühendid, standardsete lahenduste näited ja viidatud dokumentide loetelud.

1.2.2. KUIDAS LEIDA VAJALIKKU INFOT?

Juhendist info otsimisel lähtuge oma konkreetsest tööülesandest:

- **Projekti Staadium:** Kui töötate konkreetse staadiumi (EP, PP, TP) kallal, vaadake peatükki 2 üldiste põhimõtete ja väljundite kohta ning peatükki 8 vastava staadiumi kontroll-lehtede jaoks. Samuti leiate staadiumipõhist detailsust eriosade peatükkidest (4-6).
- **Eriala/Süsteem:** Kui projekteerite konkreetset süsteemi (nt valgustus, andmeside, KVV automaatika), otsige infot vastavast eriosa peatükist (4, 5 või 6).
- **Dokumendi Tüüp/Vormistus:** Kui vajate teavet jooniste, skeemide, seletuskirja vormistamise, failinimede või CAD-kihtide kohta, vaadake peatükki 3.
- **BIM:** Kui projekt teostatakse BIM-mudelil, on keskne info koondatud peatükki 7.
- **Märksõnad/Sisukord:** Kasutage detailset sisukorda või (digitaalse versiooni puhul) otsingufunktsiooni spetsiifilise info kiireks leidmiseks.

1.2.3. NÕUETE JA SOOVITUSTE RAKENDAMINE

- **Kohustuslikkus vs. Soovituslikkus:** Juhendis viidatud **seadused, määrused ja kohustuslikud standardid** (nt [EVS-HD 60364](#) osad) on täitmiseks kohustuslikud. Juhend ise esitab peamiselt **valdkonna parimaid praktikaid, standardiseeritud lähenemisi ja soovitusi**, mis tulenevad normdokumentidest ja erialasest konsensusest. Juhendi järgimine tervikuna on tungivalt soovitatav kvaliteedi ühtlustamiseks ja hea tava tagamiseks, kuid see ei asenda vajadust tunda ja järgida kehtivat seadusandlust ning kohustuslikke standardeid. Juhend **täiendab, mitte ei asenda** neid alusdokumente.
- **Miinimumnõuded ja Hea Tava:** Paljud juhendis kirjeldatud nõuded (eriti detailsuse osas) kujutavad endast **miinimumtasest**, mis on vajalik kvaliteetse ja arusaadava projektdokumentatsiooni saavutamiseks. Projekteerijal soovitatakse lähtuda alati konkreetsest projektist ning vajadusel esitada infot ka juhendis nõutust detailsemalt, kui see aitab kaasa parema lõpptulemuse saavutamisele.
- **Kontroll-lehed:** Peatükis 8 toodud kontroll-lehed on **praktilised tööriistad** projekteerijale enesekontrolliks, et tagada dokumentatsiooni vastavus juhendi nõuetele ja oluliste aspektide käsitlemine igas staadiumis.
- **Kontekstipõhisus:** Juhend annab üldise raamistiku. Projekteerija peab alati arvestama konkreetse projekti spetsiifiliste nõuete, tellija lähteülesande, ehitise tüübi ja kasutusotstarbe ning eelarveliste piirangutega.
- **Professionaalne Vastutus:** Juhend on abivahend, kuid see ei vähenda projekteerija professionaalset vastutust tehtud otsuste ja lahenduste eest. Alati tuleb kasutada oma erialast pädevust ja head inseneritava.

1.2.4. JUHENDI UUENDAMINE JA TAGASISIDE

Käesolev juhend on "elav dokument", mida on plaanis regulaarselt üle vaadata ja ajakohastada vastavalt tagasisidele, tehnoloogia arengule ning muudatustele seadusandluses ja standardites (nt kord aastas).

Ootame kõigilt juhendi kasutajatelt aktiivset **tagasisidet**, ettepanekuid täiendusteks või teavitusi võimalikest vigadest ja ebatäpsustest. Teie panus aitab muuta juhendit veelgi paremaks ja praktilisemaks.

Tagasiside edastamiseks palume kasutada järgmist kontakti: * **E-post:** [Lisa siia vastav e-posti aadress, nt juhend@eetel.ee vms] *

Veebivorm: [Lisa link, kui selline on olemas] * **Kontaktisik:** [Nimi ja kontaktandmed, kui määratud]

Vaatame kogu tagasiside regulaarselt läbi ja arvestame sellega juhendi järgmiste versioonide koostamisel.

1.3 Terminid ja Määratlused

Käesoleva jaotise eesmärk on tagada juhendis kasutatavate olulisemate terminite ühtne ja selge mõistmine kõikide kasutajate poolt. Ühtne terminoloogia on kvaliteetse projekteerimise ja tõhusa kommunikatsiooni aluseks erinevate osapoolte vahel.

1.3.1. ÜLDISED TERMINID JA VIITED

Ehitusprotsessi ja -projekti üldised terminid ning määratlused (nt ehitise tellija, projekteerija, ehitamine, eskiis, ehitise eluiga jne) järgivad Eesti standardis **EVS 932:2017 "Ehitusprojekt"** peatükis 3 esitatud määratlusi. Käesolev juhend ei korda kõiki neid definitsioone ning üldiste terminite puhul **soovitatakse esmajärjekorras juhinduda standardist EVS 932:2017**.

Käesolevas jaotises keskendutakse terminitele, mis on: * spetsiifilised elektripaigaldiste projekteerimisele; * vajalikud käesoleva juhendi sisu mõistmiseks; * praktikas erinevalt tõlgendatavad või vajavad täpsustamist Eesti kontekstis.

1.3.2. JUHENDIS KASUTATAVAD PÕHITERMINID

Allpool on esitatud valik juhendis läbivalt kasutatavaid termineid koos selgitustega. Loetelu täieneb vastavalt vajadusele juhendi arendamise käigus.

Projekti juhtimise ja Dokumentatsiooni Terminid:

- **Eelprojekt (EP):** Ehitusprojekti esimene staadium vastavalt **EVS 932:2017** määratlusele. Keskendub projektlahenduse põhimõtete väljatöötamisele ja valikule.
- **Ehitusprojekt:** Dokumentide kogum, mis kirjeldab projekteeritavat ehitist ja selle lahendusi vastavalt konkreetsele staadiumile (EP, PP, TP).
- **Juhend:** Käesolev Elektripaigaldiste Projekteerimise Juhend.
- **Kontroll-leht (Checklist):** Töövahend projekteerijale käesoleva juhendi peatükis 8, mis aitab kontrollida projektdokumentatsiooni vastavust nõuetele ja heale tavale erinevates staadiumites.
- **Põhiprojekt (PP):** Ehitusprojekti teine staadium vastavalt **EVS 932:2017** määratlusele. Detailiseerib EP lahendusi määral, mis võimaldab ehitusmaksumuse hindamist ja ehitushanke korraldamist.
- **Projektlahendus:** Projekteerimise tulemusena loodud konkreetne tehniline või arhitektuurne lahendus ehitise või selle osa jaoks.
- **Seletuskiri:** Ehitusprojekti tekstiline osa, mis selgitab projektlahendusi, lähtekohti, arvutusi ja nõudeid. Struktuur ja sisu vastavalt käesoleva juhendi peatükile 3.3.3 ja Grupp A näidisele.
- **Skeem:** Graafiline esitus süsteemi ülesehitusest või toimimisest. Käesolevas juhendis eristatakse peamiselt:
 - **Struktuurskeem:** Näitab süsteemi põhikomponentide (nt keskused, seadmed) ja nendevaheliste seoste hierarhiat ja paiknemist.
 - **Toimimisskeem (Funktsionaalskeem):** Näitab süsteemi toimimise loogikat, seadmeid, ühendusi, signaale ja parameetreid.
 - **Ühejooneskeem:** Elektriahelate lihtsustatud esitusviis, kus mitmejuhtmeline ahel (nt 3F+N) kujutatakse ühe joonena.
- **Spetsifikatsioon:** Seadme, materjali või toote tehniliste parameetrite ja omaduste detailne kirjeldus, mis ei sisalda koguseid.
- **Staadium:** Ehitusprojekti arengujärk (EP, PP, TP), mis määrab projekteerimistöö ja esitatava info detailsuse.
- **Tasapinnaplaan:** Ehitise või selle osa horisontaalprojektsioonis joonis, mis näitab ruumide, tarindite, seadmete ja paigaldiste paiknemist.
- **Tööprojekt (TP):** Ehitusprojekti kolmas, kõige detailsem staadium vastavalt **EVS 932:2017** määratlusele. Selle alusel toimub ehitamine.

Elektripaigaldise Spetsiifilised Terminid:

- **Automaatikapaigaldis (EA):** Süsteemid ja seadmed hoonete tehnosüsteemide (nt KVV, valgustus) automaatseks juhtimiseks ja jälgimiseks. Hõlmab ka tuleohutussüsteemide automaatikat (TOA).
- **Elektripaigaldis:** Kohtkindlalt paigaldatud elektrotehniliste seadmete ja tarvikute kogum, mis on ette nähtud elektrienergia tootmiseks, edastamiseks, muundamiseks, jaotamiseks või kasutamiseks. Jaguneb käesolevas juhendis peamiselt tugevvoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikapaigaldisteks.
- **Jaotuskeskus (Kilp):** Madalpinge lülitusaparaatide ja juhtimisseadmete komplekt (switchgear and controlgear assembly), mis on ette nähtud elektrienergia jaotamiseks. Nõuded vastavalt käesoleva juhendi ptk 4.3 ja Grupp C materjalidele.
- **Kaablitee:** Tarind (nt redel, renn, karbik, toru) kaablite paigaldamiseks ja toetamiseks.
- **Maandus (Earthing):** Elektripaigaldise või selle osa ühendamine maaga ohutuse või talitluse tagamiseks.
- **Nõrkvoolupaigaldis (EN/ELV):** Paigaldised, mida iseloomustab madal pinge (tavaliselt alla 50V AC või 120V DC) ja väike voolutarve. Hõlmab peamiselt infoedastus- (andmeside, TV, fonolukk) ja turvasüsteeme (ATS, valve, läbipääs, videovalve).
- **Piksekaitse (LPS - Lightning Protection System):** Süsteem ehitise kaitsmiseks välgulöögi otseste ja kaudsete mõjude eest.
- **Potentsiaaliühtlustus (Bonding):** Erinevate juhtivate osade (nt metallkonstruktsioonid, torustikud, seadmete kestad) elektriline ühendamine potentsiaalide ühtlustamiseks.
- **Tugevvoolupaigaldis (EL):** Elektripaigaldise osa, mis tegeleb peamiselt elektrienergia jaotamise ja kasutamisega energeetilistel eesmärkidel (valgustus, jõuseadmed, küte jne).
- **Toitegrupp (Circuit/Group):** Ühe kaitseseadmega (nt kaitselüliti) kaitstud ja ühest jaotuskeskuse väljundist toidetav ahel või ahelate kogum.

BIM Terminid:

- **BIM (Ehitise Infomudel):** Ehitise füüsiliste ja funktsionaalsete omaduste digitaalne esitus, mis sisaldab nii geomeetriat kui ka infot.
- **IFC (Industry Foundation Classes):** Avatud standard andmevahetuseks ehitustarkvarade vahel.
- **LOD (Level of Development/Detail):** Mudeli elementide geomeetria ja info detailsusaste vastavalt projekti staadiumile (nt LOD 200 PP jaoks, LOD 300/350 TP jaoks). Täpsem määratlus käesoleva juhendi peatükis 7.
- **Ristumiste Kontroll (Clash Detection):** Erinevate mudelite (nt elekter vs KVV vs konstruktsioonid) elementide omavaheliste sobimatuste (ristumiste, liiga väikeste vahekauguste) tuvastamine tarkvara abil.

Märkus: Terminoloogia areneb pidevalt. Käesolevat jaotist täiendatakse ja täpsustatakse juhendi järgmistes versioonides vastavalt vajadusele ja kasutajate tagasisidele.

1.4 Normatiivsed Viited

Käesolev juhend tugineb Eesti Vabariigis kehtivatele seadustele, määrustele, standarditele ning heale tavale elektripaigaldiste projekteerimisel. Projekteerija on kohustatud alati lähtuma projekteerimise hetkel kehtivatest õigusaktidest ja standardite asjakohastest versioonidest. Allpool on loetletud peamised normatiivsed dokumendid, millele käesolevas juhendis viidatakse või mis moodustavad elektripaigaldiste projekteerimise aluse Eestis. Loetelu ei ole ammendav ning projekteerija peab iga konkreetse projekti puhul veenduma kõikide asjakohaste nõuete täitmises.

1.4.1. EESTI VABARIIGI SEADUSED JA MÄÄRUSED

Märkus: Seaduste ja määruste järgimine on kohustuslik.

- **Ehitusseadustik (EhS):** Reguleerib üldiseid ehitamise ja ehitusprotsessi nõudeid, sh projekteerimist.
- **Määrus "Nõuded ehitusprojektile":** Sätestab detailsed nõuded ehitusprojekti sisule, struktuurile ja vormistusele erinevates staadiumites. Käesolev juhend täiendab seda määrust elektripaigaldiste spetsiifikaga.
- **Asjakohased Kliimaministeeriumi (varasemalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi) määrused:**
 - Elektriohutuse nõudeid käsitlevad määrused.
 - Energiatõhususe miinimumnõudeid sätestavad määrused.
 - Sideehitise nõudeid käsitlevad määrused.
 - ... (vajadusel lisada spetsiifilisi määruseid, nt nr 17 tuleohutuse kohta).
- **Asjakohased Päästeameti määrused ja juhendid:** Reguleerivad tuleohutuspäigaldiste (ATS, turvalgustus, suitsutõrje jne) nõudeid.
- **Muud asjakohased õigusaktid:** (nt Töötervishoiu ja tööohutuse seadus, Jäätmeseadus jne, kui projekti kontekstis relevantne).

1.4.2. EESTI STANDARDID (EVS)

Märkus: Paljud EVS standardid on Euroopa (EN) või rahvusvaheliste (IEC, ISO) standardite ülevõttud.

- **EVS 932:2017 "Ehitusprojekt"**: Keskne standard ehitusprojekti koostamise, staadiumite ja sisu kohta Eestis. Moodustab käesoleva juhendi raamistiku aluse.
- **EVS-HD 60364 seeria "Ehitiste elektripaigaldised"**: Madalpingeliste elektripaigaldiste projekteerimise ja ehitamise põhiste standardite sari. Olulisemad osad hõlmavad:
 - Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest.
 - Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest.
 - Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse.
 - Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldeeskirjad.
 - Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud.
 - Osa 5-53: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Lülitus- ja juhtimisseadmed.
 - Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maanduspaigaldised ja kaitsejuhid.
 - Osa 6: Kontroll.
 - Osa 7: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele (sh 7-712 Päikese-fotogalvaanilised (PV) süsteemid, 7-714 Välisvalgustuspaigaldised, 7-722 Elektriautode toiteseadmed jne).
- **EVS-EN 62305 seeria "Piksekaitse"**: Standardite sari piksekaitsesüsteemide projekteerimiseks ja paigaldamiseks.
- **EVS-EN 50110 seeria "Käit elektripaigaldistes"**: Standardid elektripaigaldiste ohutuks käitamiseks.
- **EVS-EN 1838 "Rakendusvalgustus. Hädavalgustus"**: Nõuded hädavalgustussüsteemidele.
- **EVS-EN 12464 seeria "Valgus ja valgustus. Töökohtade valgustus"**: Nõuded sise- ja välistöökohtade valgustusele.
- **EVS-EN ISO 7010 "Graafilised sümbolid. Ohutusvärvid ja ohutusmärgid"**: Registreeritud ohutusmärgid.
- **EVS-EN 81346 seeria "Tööstussüsteemid, paigaldised ja seadmed ning tööstustooted. Struktureerimis põhimõtted ja viitetähistus"**: Süsteemide ja komponentide tähistamise põhimõtted.
- **Jooniste vormistamise standardid (ISO baasil)**:
 - EVS-EN ISO 3098 seeria (Tehniline tootedokumentatsioon. Kirjad)
 - EVS-EN ISO 5457 (Tehniline tootedokumentatsioon. Jooniselehtede formaadid ja kujundus)
 - EVS-EN ISO 7083 (Tehnilised joonised. Geomeetrilise tolerantsi tähised. Proportsioonid ja mõõtmed)
 - EVS-EN ISO 7200 (Tehniline tootedokumentatsioon. Andmeväljad kirjanurkades ja dokumendipäistes)
 - EVS-EN ISO 13567 seeria (Tehniline tootedokumentatsioon. CAD-jooniste kihtide struktuur ja nimetamine)

1.4.3. RAHVUSVAHELISED STANDARDID (IEC, ISO, EN)

- **IEC 61439 seeria "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies"**: Jaotuskeskuste projekteerimise ja katsetamise alusstandardid.
- **IEC 60909 seeria "Short-circuit currents in three-phase a.c. systems"**: Lühisvoolude arvutamise standardid.
- **IEC 61000 seeria "Electromagnetic compatibility (EMC)"**: Elektromagnetilise ühilduvuse standardid.
- **ISO/IEC 81346 seeria**: Sama mis EVS-EN 81346.
- **EN standardid**: Paljud ülaltoodud EVS standardid põhinevad EN standarditel.

1.4.4. MUUD ASJAKOHASED JUHENDID

- **Kliimaministeeriumi (varasemalt MKM) Juhendmaterjal - Ehitusprojekti dokumentide digitaalse vormistamise nõuded** (või selle ajakohastatud versioon): Juhised digitaalseks asjaajamiseks ehituslubade menetlemisel.
- **Ühtsed BIM Nõuded (ÜBN)**: Üle-eestilised ühtlustatud BIM nõuded, mida rakendatakse avaliku sektori tellimustes ja mida soovitame kasutada ka erasektoris.
- **Võrguvaldajate Tehnilised Tingimused ja Tüüplahendused**: Elektrilevi OÜ, jt võrguettevõtjate kehtestatud nõuded liitumistele ja võrguehitusele.

- **EETEL (Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit) juhendmaterjalid:** Valdkondlikud juhendid ja soovitused (kui neid on välja antud).
- **Käesolev Elektripaigaldiste Projekteerimise Juhend:** Koondab ja selgitab ülaltoodud dokumentides esitatud nõudeid ja häid tavaid.

1.5 Vastutus ja Pädevus

Elektripaigaldiste projekteerimine on vastutusrikas insenertehniline tegevus, mis eeldab nii asjakohast pädevust kui ka selget arusaama vastutuse piiridest. Käesolev jaotis kirjeldab peamisi põhimõtteid seoses projekteerija vastutuse ja pädevusnõuetega Eestis.

1.5.1. PROJEKTEERIJJA VASTUTUS

- **Iga konkreetse projekti osa eest vastutav projekteerija** (edaspidi projekteerija) – olgu selleks üksikisik või juriidilise isiku esindaja – vastutab enda koostatud projektlahenduste korrektsuse, ohutuse, kehtivatele õigusaktidele ja normdokumentidele (sh käesolevale juhendile) vastavuse ning tehnilise teostatavuse eest.
- Projekteerija kohustuseks on tagada, et tema loodud projektiosa oleks kooskõlas teiste projekti osadega (nt arhitektuur, konstruktsioonid, KVVJK jne). See eeldab aktiivset suhtlust ja infovahetust teiste projekteerimisrühma liikmetega.
- Projekteerija peab oma lahendustes juhinduma headest inseneritavade, projekti lähteülesandest ning käesolevas juhendis toodud põhimõtetest ja soovitustest.
- Kuigi käesolev juhend annab tehnilisi soovitusi ja parimaid praktikaid, lasub lõplik juriidiline vastutus tehtud projektlahenduste eest projekteerimistööd teostaval ettevõttel ja projekti allkirjastanud vastutaval spetsialistil.

1.5.2. PEAPROJEKTEERIJJA VASTUTUS

- **Peaprojekteerija** roll ja ülesanded on defineeritud [määruses "Nõuded ehitusprojektile"](#) ning standardis [EVS 932:2017](#).
- Peaprojekteerija vastutab **kogu ehitusprojekti terviklikkuse ja selle osade omavahelise kokkusobivuse** eest. See hõlmab projekteerimisprotsessi juhtimist, infovahetuse korraldamist ning erinevate eriosade lahenduste integreerimist ühtseks toimivaks tervikuks.
- Elektriprojekti kontekstis, juhul kui elektripaigaldise projekteerimisse on kaasatud mitu spetsialisti või alltöövõtjat, võib olla määratud ka **vastutav elektriprojekteerija**, kes koordineerib erinevate elektrisüsteemide (EL, EN, EA) projekteerimist ja tagab nende omavahelise kooskõla ning vastavuse peaprojekteerija juhiste.

1.5.3. PÄDEVUSNÕUDED

- Elektripaigaldiste projekteerimine, eriti ehitusloakohustuslike või ehitusteatist nõudvate ehitiste puhul, on reguleeritud tegevusala. Projekteerimistööd võib teostada **Majandustegevuse Registris (MTR)** registreeritud ettevõtja, kellel on vastav õigus projekteerimise valdkonnas tegutseda.
- Projekteerimistööd teostav isik peab omama vajalikku **pädevust**, mis hõlmab nii asjakohast haridust, töökogemust kui ka kehtivat **kutsetunnistust** vastavalt Ehitusseadustikus ja kutseseaduses sätestatule.
- **Vastutav spetsialist**, kes allkirjastab ehitusprojekti või selle osa, peab omama projektile vastavat kutsetaset (nt Diplomeeritud elektriinsener, tase 7 või Volitatud elektriinsener, tase 8), mis on kooskõlas kehtivate nõuetega projekti keerukusele. Kutsekvalifikatsiooni olemasolu ja kehtivust saab kontrollida Kutsekoja registrist.
- Pädevus tähendab lisaks formaalsele kvalifikatsioonile ka kursisolekut kehtivate õigusaktide, standardite (sh käesolevas juhendis viidatud normdokumentidega) ja tehnoloogia arenguga. See eeldab pidevat enesetäiendamist ja professionaalse taseme hoidmist.

1.5.4. DOKUMENTIDE ALLKIRJASTAMINE

- Vastavalt määrusele "Nõuded ehitusprojektile" peab ehitusprojekti või selle asjakohase osa allkirjastama vastutav spetsialist. Digitaalse projekti puhul kasutatakse digitaalallkirja.
- Allkirjaga kinnitab vastutav spetsialist projekti vastavust nõuetele ning võtab vastutuse esitatud lahenduste eest.
- Vastutava spetsialisti nimi, kutsekvalifikatsioon ja kutsetunnistuse number (kui kohaldub) tuleb selgelt esitada projekti tiitellehel ja/või jooniste kirjanurkades vastavalt käesoleva juhendi vormistusnõuetele.
- Peaprojekteerija allkirjastab üldjuhul kogu ehitusprojekti tiitellehe, kinnitades projekti terviklikkust ja osade kokkusobivust.

Projekteerimine

2.1 Projekteerimise Etapid

Elektripaigaldise ehitusprojekti koostamine toimub Eestis kehtiva standardi **EVS 932:2017** ja määruse "Nõuded ehitusprojektile" kohaselt üldjuhul kolmes peamises staadiumis: **eelprojekt (EP)**, **põhiprojekt (PP)** ja **tööprojekt (TP)**. Iga järgnev staadium tugineb eelnevas staadiumis tehtud ja kooskõlastatud tööle ning täpsustab ja detailiseerib projektlahendusi.

Projekti staadiumiteks jagamine võimaldab: * Vähendada tellija riske, võimaldades lahendusi ja kulusid hinnata enne suuremahuliste tööde alustamist. * Saada vajalikud kooskõlastused ja load (sh ehitusluba). * Korraldada ehitushanget defineeritud mahu alusel. * Tagada ehitajale piisav info kvaliteetseks ehitustööks.

Kuigi sisuliselt läbitakse projekteerimisel kõik etapid, ei pruugi alati olla vajalik vormistada eraldi dokumentatsioonina nii EP kui ka PP staadiumit, eriti väiksemate või lihtsamate objektide puhul. Samas on **ehitustööde aluseks alati tööprojekti (TP) staadiumile vastav dokumentatsioon**.

Järgnevalt kirjeldatakse iga staadiumi eesmärki, peamisi tegevusi ja oodatavat detailsusastet elektripaigaldiste projekteerimisel. **Detailsemad nõuded** konkreetsete dokumentide (joonised, skeemid, seletuskiri jne) ja eriosade (EL, EN, EA) sisule igas staadiumis on esitatud käesoleva juhendi peatükkides 3 kuni 6.

2.1.1. Eelprojekt (EP) / Preliminary Design

- **Eesmärk:** Töötada välja ja valida elektripaigaldise projektlahenduse **põhimõtted** ja üldine kvaliteeditase. Hinnata lahenduste teostatavust ja sobivust arhitektuurse kontseptsiooniga. Võimaldada ehitise esmast maksumuse hindamist ja hankida vajalikud kooskõlastused ning load (sh taotleda ehitusluba, kui detailsus on piisav). Anda alusinfo tehniliste tingimuste taotlemiseks võrguvaldajalt.
- **Lähteandmed:** Tellija lähteülesanne, arhitektuurne eskiis/kontseptsioon, kehtiv detailplaneering või projekteerimistingimused, vajadusel olemasoleva olukorra uuringud.
- **Elektripaigaldise Sisu (EP staadiumis):**
 - Määratleda hoone peamine **elektrivarustuse põhimõte**: liitumispunkti(de) asukoht, eeldatav peakaitsme suurus ja võimsusvajadus (esmane võimsuste bilanss), vajadus alajaama järele.
 - Määratleda **varu- ja katkematu toite** (UPS, generaator) vajadus ja põhimõtteline lahendus.
 - Määratleda peamised **jaotuskeskuste asukohad** ja ligikaudsed ruumivajadused (elektri-, nõrkvoolu-, automaatikakeskused).
 - Määratleda peamiste **kaabliteede** (magistraalid, püstikud) ja **šahtide** asukohad ning ligikaudsed mõõtmed.
 - Määratleda peamised **nõrkvoolu- ja automaatikasüsteemid**, mida hoonesse kavandatakse, ja nende üldised põhimõtted (nt ATS, valve, andmeside, hooneautomaatika ulatus).
 - Esitada **valgustuse kontseptsioon** ja ligikaudsed valgustustihedused/võimsused. Määratleda **hädavalgustuse** vajadus ja tüüp.
 - Hinnata **piksekaitse** vajadust (vajadusel riskianalüüs) ja klassi.
 - **Detailsusaste:** Kontseptuaalne, põhimõtteline. Lahendused esitatakse üldistatult, keskendutakse ruumivajadusele ja süsteemide olemasolule/tüübile. Joonistel näidatakse peamised komponendid ja trassid skemaatiliselt. Arvutused on ligikaudsed (nt võimsuste bilanss).
 - **Tüüpilised Väljundid:** Seletuskiri, asendiplaan (liitumised, välisvõrgud), põhimõtteline toitejaotusskeem, vajadusel tehnoruumide ja šahtide paiknemisega korruste plaanid, võimsuste bilanss.

2.1.2. Põhiprojekt (PP) / Basic/Detailed Design

- **Eesmärk:** Töötada välja **detailne tehniline lahendus** elektripaigaldisele, mis on piisav ehitusmaksumuse täpseks määramiseks, ehitushanke korraldamiseks ja ehituspakkumuse koostamiseks. Põhiprojekt peab olema piisavalt detailne, et selle alusel valitud lahendusi oleks võimalik ehitada ilma oluliste muudatusteta (mis mõjutaksid hinda).
- **Lähteandmed:** Tellija poolt heaks kiidetud eelprojekt, täpsustatud lähteülesanne, teiste eriosade põhiprojektid.

- **Elektripaigaldise Sisu (PP staadiumis):**

- Teostada **detailne dimensioneerimine** ja arvutused kõikidele süsteemidele (lühisvoolud, pingelangud, valgustusarvutused, kaablite valik jne).
- Koostada **detailsed plaanid**: Kaabliteede plaanid (tüübid, mõõdud, asukohad, kõrgused); valgustuse plaanid (valgustite tüübid, täpsed asukohad, juhtimisgrupid); jõuseadmete plaanid (pistikupesade tüübid ja asukohad, seadmete toitepunktid); maandus- ja piksekaitsepaigaldise plaanid.
- Koostada **detailsed skeemid**: Kõikide jaotuskeskuste ühejooneskeemid (kaitse- ja lülitusaparaadid, nimivoolud, sätted, väljundid); potentsiaaliühtlustuse skeem; nõrkvoolu- ja automaatikasüsteemide struktuur- ja funktsionaalskeemid.
- Koostada **seadmete ja materjalide spetsifikatsioonid**, mis määravad tehnilised nõuded ja kvaliteeditaseme (nt kilpide nõueteleht, valgustite loetelud). Võidakse viidata referentstootele, kuid mitte piirata konkurentsi.
- Tagada **kooskõla teiste eriosadega**, sh avade ja ruumivajaduste lõplik kooskõlastamine.
- **Detailsusaste**: Detailne. Kõik süsteemid ja lahendused on tehniliselt määratletud ja dimensioneeritud. Seadmed ja materjalid on kirjeldatud tehniliste parameetrite kaudu. Joonistel on näidatud seadmete täpsed asukohad ja kaabliteede trassid. BIM LOD tase 300.
- **Tüüpilised Väljundid**: Seletuskiri (või ehituskirjeldus), kõik vajalikud plaanid ja skeemid, spetsifikatsioonid, seadmete ja materjalide loetelud, arvutuste kokkuvõtted.

2.1.3. Tööprojekt (TP) / Construction Working Documents

- **Eesmärk**: Anda ehitajale **kogu vajalik info** elektripaigaldise **ehitamiseks**, seadistamiseks ja kontrollimiseks vastavalt projektlahendusele. Tööprojekt täpsustab ja detailiseerib põhiprojekti lahendusi.
- **Lähteandmed**: Tellija poolt heaks kiidetud põhiprojekt, info ehitaja poolt valitud konkreetsete seadmete ja materjalide kohta (margid, mudelid, tootja andmed), ehitustehnoloogilised eelistused (kui kokku lepitud).
- **Elektripaigaldise Sisu (TP staadiumis)**:
 - Täpsustada põhiprojekti lahendusi vastavalt **konkreetsetele valitud seadmetele** ja materjalidele (nt kilpide sisemine paigutus, täpsed ühendusklemmid, seadmete mõõdud).
 - Lisada **detailsed paigaldusjuhised**: Kinnitusdetailid, täpsed mõõdud paigaldamiseks, kaablite markeerimise juhised, ühendusjuhised (juhtmete numbrid, klemmide tähised jne).
 - Koostada **detailsed kaablite loetelud** (vajadusel koos pikkustega) ja ühendustabelid.
 - Määratleda **kaitseseadmete täpsed sätted**, automaatika parameetrid ja reguleerimisväärtused.
 - Koostada vajalikud **tööjoonised, sõlmed ja detailid**, mida põhiprojektis ei pruukinud olla (nt keerukad kaabliteede ristumised, seadmete paigaldusdetailid).
 - **Detailsusaste**: Väga detailne, ehitusvalmis. Sisaldab kogu infot, mida paigaldaja vajab töö teostamiseks ilma täiendavate projekteerimisülesanneteta. Joonised on mõõtmestatud ja sisaldavad kõiki vajalikke detaile. BIM LOD tase 350/400.
 - **Tüüpilised Väljundid**: Täielikult detailiseeritud seletuskiri, plaanid, skeemid, sõlmejoonised, kaablite ja seadmete loetelud (koos markide/mudelitega), seadistustabelid, paigaldusjuhised.

Märkus: Praktikas võib piisavalt detailne põhiprojekt (PP) kokkuleppel tellijaga olla aluseks ka ehitustööde teostamisel, kuid sel juhul tuleb see vormistada ja markeerida kui tööprojekt (TP).

2.2 Lähteülesanne ja Lähteandmed

Eduka elektripaigaldise projekti aluseks on selge eesmärgipüstitus ja täielikud ning täpsed lähteandmed. Puudulik või ebaselge lähteinfo on üks peamisi põhjuseid projekteerimisel tekkivatele viivitustele, lisakuludele ja ootustele mittevastavale lõpptulemusele.

2.2.1. Lähteülesande Olulisus ja Sisu

Lähteülesanne on tellija kirjalik dokument, mis väljendab tema soove, vajadusi, võimalusi, nõudmisi ja piiranguid projekteeritava elektripaigaldise kohta. See on keskne dokument, millest projekteerija oma töös juhindub.

Miks on sisukas lähteülesanne oluline? * See defineerib selgelt projekti eesmärgid ja oodatava tulemuse. * See aitab vältida väärtimõistmisi tellija ja projekteerija vahel. * See võimaldab projekteerijal pakkuda parimat võimalikku lahendust vastavalt tellija vajadustele ja võimalustele. * See vähendab vajadust teha hilisemates staadiumites kulukaid muudatusi.

Hea elektripaigaldise lähteülesanne peaks sisaldama vähemalt järgmist infot: * **Projekti üldeesmärgid:** Hoone või rajatise kasutusotstarve, üldised ootused (nt energiatõhusus, töökindlus, kasutusmugavus). * **Funktsionaalsed nõuded:** Konkreetsed vajadused erinevatele süsteemidele (nt millistes ruumides on vaja erinõuetega pistikupesid, millist valgustustaset ja juhtimist soovitakse, milliseid nõrkvoolusüsteeme vajatakse, milline on oodatav automaatika tase). * **Tehnilised nõuded ja piirangud:** Erinõuded seadmetele, eelistatud tehnoloogiad (kui on), olemasolevad piirangud (nt ruumipuudus, eelarve, esteetilised nõuded). * **Kvaliteedinõuded:** Ootused materjalide ja seadmete kvaliteedile, paigaldustöödele. * **Eskiis/Kontseptsioon:** Ideaalis on lähteülesandele lisatud või viidatud hoone arhitektuurne eskiis või kontseptsioon. * **Staadiumid ja mahud:** Soovitav projekti staadiumid (EP, PP, TP) ja oodatavad väljundid (dokumendid, mudelid). * **Tellijapoolsed standardid/eelistused:** Kui tellijal on olemas oma tehnilised nõuded või standardid.

Märkus: Kvaliteetse lähteülesande koostamine, eriti keerukamate objektide puhul, nõuab sageli erialaspetsialistide (sh kogenud elektriinseneri) kaasamist juba varajases faasis.

2.2.2. Üldised Nõutavad Lähteandmed

Lisaks lähteülesandele vajab elektriprojekteeerija oma tööks korrektseid ja ajakohaseid tehnilisi lähteandmeid projekti keskkonna ja teiste osade kohta. Nende hankimise eest vastutab üldjuhul tellija. Olulisemad üldised lähteandmed on:

- **Planeeringud ja load:**
- Kehtiv detailplaneering või projekteerimistingimused.
- **Arhitektuurne ja Konstruktiivne Projekt:**
- Asjakohase staadiumi arhitektuursed joonised (asendiplaan, korruste plaanid, lõiked, vaated).
- Konstruktiivse osa joonised (kandekonstruksioonid, avad, materjalid).
- **Asukohapõhine Info:**
- Ajakohane digitaalne **topo-geodeetiline alusplaan** (L-EST97 koordinaatsüsteemis, EH2000 kõrgussüsteemis).
- Ehitusgeoloogilise uuringu andmed (pinnase ehitus, eritakistus maanduspaigaldise projekteerimiseks).
- Keskkonnatingimused (korrosiooniklass, radoonitase jne, kui relevantne).
- **Olemasolev Olukord (Renoveerimisel):**
- Olemasoleva hoone **möödistusprojekt**.
- Olemasoleva elektripaigaldise **audit** või tehnilise seisukorra uuring.
- Varasemad projektdokumendid ja teostusjoonised.
- **Võrguvaldajate Info:**
- **Tehnilised tingimused** elektrienergia ja sidevõrkudega liitumiseks (sh liitumispunkti asukoht, lubatud lühisvoolud, nõuded kaitsele ja mõõtmisele).
- **Ametkondade Nõuded:**
- Päästeameti, Muinsuskaitseameti, Keskkonnaameti jm asutuste erinõuded ja kooskõlastused (kui kohaldub).

2.2.3. Elektripaigaldise Spetsiifilised Lähteandmed

Elektriprojekteeija vajab täiendavalt spetsiifilist infot, mis tuleb reeglina tellijalt, arhitektilt, sisearhitektilt või teiste eriosade projekteerijalt:

- **Seadmete Võimsused ja Asukohad:**

- Kõikide elektrit tarbivate seadmete (KVJ seadmed, köögitehnoloogia, sanitaartehnika, tehnoloogilised seadmed, liftid jne) **nimekiri koos täpsete asukohtade ja tehniliste andmetega**: võimsus (kW), pinge (V), faaside arv, käivitusvoolud, üheaegsustegurid, juhtimisvajadus, erinõuded toitele (nt UPS, generaator).

- **Valgustus:**

- Ruumide valgustusnõuded (valgustiheduse klass, värviedastusindeks, räguse piiramine jne).
- Valgustite tüübid ja asukohad (kui need on määratud arhitekti/sisearhitekti poolt).
- Valgustuse juhtimise soovid (lülitite asukohad, grupeerimine, hämardamine, automaatjuhtimine).

- **Nõrkvoolu- ja Automaatikasüsteemid:**

- Andmeside- ja telefonipesade asukohad ja arv.
- Turvasüsteemide (valveandurid, kaamerad, läbipääsulukud) katvus ja asukohad.
- ATS-i andurite ja nuppude asukohad (vastavalt tuleohutusosale).
- Helinduse, video jm süsteemide nõuded ja asukohad.
- Hooneautomaatika funktsionaalsus, juhitavad ja jälgitavad seadmed, kasutajaliidese nõuded (IO nimekirjad).

- **Ruumid ja Teed:**

- Elektri-, nõrkvoolu- ja automaatikakilpide ning seadmeruumide **kinnitatud asukohad ja suurused**.
- Peamiste kaabliteede ja šahtide **kinnitatud asukohad ja mõõdud**.

2.2.4. Lähteandmete Hankimine ja Muutmine

- **Vastutus:** Projekteeija kohustus on **kontrollida** talle esitatud lähteandmete piisavust ja kvaliteeti ning teavitada tellijat ja/või peaprojekteeijat koheselt puudustest või vastuoludest. Puuduva info hankimine toimub koostöös tellija ja teiste osapooltega.
- **Ajastus:** Lähteandmed peavad olema võimalikult täielikud ja lõplikud **enne vastava projekti staadiumi detailset alustamist** (eriti enne PP alustamist). Hilisemad muudatused lähteülesandes või -andmetes võivad põhjustada olulist lisatööd, viivitusi ja kulusid.
- **Muudatuste Haldamine:** Kui projekteerimise käigus tekib vajadus muuta lähteülesannet või olulisi lähteandmeid, tuleb see **formeerida muudatusena**, hinnata selle mõju projektlahendusele, ajagraafikule ja maksumusele ning **leppida kokku** edasises tegevuses tellija ja projekteeija vahel.

2.3 Koostöö Teiste Osapooltega

Elektripaigaldise projekteerimine ei toimu isolatsioonis. Kvaliteetse, toimiva ja ehitatava lõpptulemuse saavutamiseks on kriitilise tähtsusega **aktiivne, õigeaegne ja konstruktiivne koostöö** kõikide projekti osapooltega. Hea koostöö aitab vältida vigu, optimeerida lahendusi ning säästa aega ja kulusid nii projekteerimise kui ka ehituse etapis.

Käesolev jaotis kirjeldab peamisi koostööpunkte ja infovahetuse vajadusi elektripaigaldise projekteerija ning teiste osapoolte vahel.

2.3.1. Koostöö Tellija ja Peaprojekteerijaga

- **Tellija:**
- **Regulaarne suhtlus:** Projekteerija peab hoidma tellijaga regulaarset kontakti, et selgitada lähteülesannet, esitleda lahendusvariante, saada tagasisidet ja kooskõlastusi olulistele otsustele ning projekti staadiumitele.
- **Ootuste juhtimine:** Oluline on selgitada tellijale erinevate lahenduste mõju maksumusele, ajagraafikule, energiatõhususele ja kasutusmugavusele.
- **Muudatuste haldamine:** Kõik tellijapoolsed soovitud muudatused pärast staadiumi kooskõlastamist tuleb vormistada ja nende mõjud läbi rääkida (vt ptk 2.2.4).
- **Peaprojekteerija:**
- **Koordineerimine:** Elektriprojekteerija on üks osa suuremast projekteerimismeeskonnast, mida juhib peaprojekteerija. Tuleb järgida peaprojekteerija juhiseid infovahetuse, koosolekute, tähtaegade ja dokumentide vormistamise osas.
- **Aktiivne osalemine:** Osaleda peaprojekteerija korraldatud töökoosolekutel, esitada õigeaegselt vajalikku infot teistele osapooltele ning tõstatada koheselt küsimusi või probleeme, mis mõjutavad teisi projekti osasid.
- **Infovahetus:** Tagada, et kogu asjakohane info (nt ruumivajadused, koormused, avade vajadus) jõuaks õigeaegselt peaprojekteerijani ja teiste asjaomaste osapoolteni.

2.3.2. Koostöö Arhitekti ja Sisearhitektiga

- **Vajalik sisendinfo:** Täpsed ja ajakohased arhitektuursed ja sisearhitektuursed joonised (plaanid, lõiked, vaated), sh mööbli paigutusplaanid, ripplagede plaanid, viimistlusmaterjalide info, esteetilised nõuded nähtavatele elektripaigaldise osadele.
- **Kooskõlastamist vajavad teemad:**
- **Nähtavate seadmete asukohad:** Lülitite, pistikupesade, valgustite, kilpide, juhtpaneelide, andurite jms täpsed asukohad seintel, lagedes ja põrandatel, arvestades ruumi funktsiooni, mööbli paigutust ja esteetikat.
- **Varjatud paigaldised:** Kaabliteede, süvistatavate karbikute ja torude paiknemine konstruktsioonides (seinad, laed, põrandad), arvestades viimistluskihtide ja konstruktsiooni eripäradega.
- **Valgustuslahendus:** Valgustite tüübi ja asukoha kooskõlastamine arhitektuurse ja sisearhitektuurse kontseptsiooniga, sh ripplaevalgustid, süvisvalgustid, fassaadivalgustus.
- **Tehnoruumid ja -šahtid:** Elektri-, nõrkvoolu- ja automaatikakeskuste ruumide ning kaablišahside asukohtade ja suuruste kooskõlastamine.

2.3.3. Koostöö Konstruksioonide Projekteerijaga

- **Vajalik sisendinfo:** Kandekonstruksioonide joonised (vundament, postid, talad, vahelaed, seinad), materjalide info, raudbetoonelementide sarrusinfo (vajadusel), koormused (kui mõjutavad elektripaigaldise elemente).
- **Kooskõlastamist vajavad teemad:**
- **Avad ja läbiviigud:** Kõikide kaabliteede, torude ja šahtide läbiviikude asukohad ja suurused kandekonstruksioonidest. Avade ülesanne tuleb esitada õigeaegselt ja korrektses formaadis.
- **Süvistamine ja varjatud paigaldus:** Torude, karpide, maanduselementide paigaldamine betooni või muudesse konstruksioonidesse.
- **Raskete seadmete kinnitused:** Trafode, suuremate kilpide, generaatorite jms aluste ja kinnituspunktide lahendamine.
- **Maandus ja Piksekaitse:** Vundamendimaanduse kasutamine, piksekaitse allaviikude integreerimine konstruksioonidesse.

2.3.4. Koostöö Teiste Eriosade Projekteerijatega (KVJVK, Vesi-Kanal jne)

- **Vajalik sisendinfo:** Kõikide elektrit tarbivate ja/või automaatikaga juhitavate seadmete (pumbad, ventilaatorid, klapid, katlad, jahutusseadmed jne) täpsed asukohad, tehnilised andmed (võimsus, pinge, faasid, juhtsignaalid) ja toimimisloogika. Torustike ja kanalisüsteemide paiknemine.
- **Kooskõlastamist vajavad teemad:**
- **Ruumiline paiknemine:** Kaabliteede ja elektriseadmete paigutamine, vältides konflikte torustike, ventilatsioonikanalite ja muude eriosade seadmetega. Eriti oluline on koordineerimine tehnoruumides ja šahtides. BIM-mudelil ristumiste kontroll on siin väga soovitatav.
- **Toitepunktid:** Õigete parameetritega (sh kaitseaste, erinõuded) toitepunktide ettenägemine kõikidele eriosade seadmetele.
- **Juhtimis- ja automaatikaühendused:** Vajalike juhtimis- ja signaalkaablite planeerimine ja ühenduspunktide kooskõlastamine elektri-, automaatika- ja vastava eriosa projekteerija vahel.
- **Maandus ja potentsiaaliühtlustus:** Metallist torustike ja seadmete ühendamine potentsiaaliühtlustussüsteemi.

2.3.5. Koostöö Võrguvaldajatega

- **Vajalik sisendinfo:** Kehtivad tehnilised tingimused ja liitumislepingu(te) tingimused (elekter, side). Info olemasolevate maa-aluste kommunikatsioonide kohta liitumispunkti läheduses.
- **Kooskõlastamist vajavad teemad:**
- Tehniliste tingimuste taotlemine ja täpsustamine (sh erinõuded nagu kahepoolne toide, mõõtmine jne).
- Liitumiskilbi(de) ja sisestus(t)e asukoha kooskõlastamine.
- Vajadusel projektlahenduste kooskõlastamine võrguvaldajaga vastavalt nende nõuetele.
- Ehitusaegsete tegevuste kooskõlastamine (nt kaevetööd, ümberlülitamised).

2.3.6. Koostööplatvormid ja Infovahetus

- **Ühtne infokeskkond:** Eduka koostöö aluseks on kokkulepitud infovahetuskanalid ja -platvormid. Eelistatud on digitaalsed projektipangad või ühised andmekeskonnad (Common Data Environment - CDE), eriti BIM-projektide puhul.
- **BIM koostöö:** BIM-projektides tuleb täpselt kokku leppida mudelite vahetamise formaadid (nt IFC, RVT), sagedus, koordinaatsüsteemid, ristumiste kontrolli protseduurid ja vastutus ning vigade/küsimuste haldamise protsess (nt BCF formaadis). Detailsemalt käsitletakse seda peatükis 7.
- **Koosolekud:** Regulaarsed projekteerimiskoosolekud (nii eriosade-sisesed kui ka üldised) on vajalikud informatsiooni vahetamiseks, probleemide lahendamiseks ja otsuste vastuvõtmiseks. Elektriprojekterija peab nendel aktiivselt osalema.

Kokkuvõtteks: Edukas elektripaigaldise projekt sünnib tihedas ja avatud koostöös teiste osapooltega. Õigeaegne ja täpne infovahetus ning probleemide varajane märkamine ja lahendamine on kvaliteetse lõpptulemuse võti.

2.4 Riskianalüüs ja Ohutus Projekteerimises

Elektripaigaldiste projekteerimine hõlmab enamat kui ainult funktsionaalsete ja normidele vastavate süsteemide loomist. Projekteerija vastutuse oluline osa on tagada, et loodud lahendused oleksid ohutud nii ehitamise, kasutamise kui ka hoolduse ajal. Riskide süsteemne hindamine ja ohutusmeetmete integreerimine projekteerimislahendustesse on kvaliteetse ja vastutustundliku inseneritöö lahutamatu osa.

2.4.1. Ohutuse ja Riskide Hindamise Olulisus

Ohutusnõuetega arvestamine ja riskide maandamine projekteerimise faasis ("Ohutus Projekteerimise Kaudu" ehk *Safety in Design*) on oluline, sest: * **Ennetab õnnetusi:** Aitab vältida potentsiaalseid ohuolukordi ja õnnetusjuhtumeid nii ehitusplatsil kui ka hilisema eksploatatsiooni ja hoolduse käigus. * **Tagab töökindluse:** Korrektselt projekteeritud ja ohutusnõuetele vastav paigaldis on töökindlam ja selle eluiga pikem. * **Vähendab kulusid:** Varases staadiumis riskide maandamine on oluliselt kuluefektiivsem kui hilisemate probleemide ja õnnetuste tagajärgede likvideerimine. * **Tagab vastavuse:** Kindlustab vastavuse kehtivatele seadustele, määrustele ja standarditele (nt elektriohutus, tööohutus, tuleohutus). * **Parandab ehitatavust ja hooldatavust:** Läbimõeldud ohutuslahendused muudavad paigaldus- ja hooldustööd lihtsamaks ning turvalisemaks.

2.4.2. Peamised Riskivaldkonnad Elektriprojekteerimises

Elektriprojekteerija peab oma töös arvestama mitmesuguste potentsiaalsete riskidega, sealhulgas:

- **Elektriohud:**

- Elektrilöögioht (otsene ja kaudne puude).
- Lühised ja ülekoormused ning nendest tulenev tuleoht või seadmete kahjustused.
- Kaarleek (Arc Flash) oht lülitusseadmetes ja jaotuskeskustes.
- Elektritulekahjude süttimise oht (nt ülekuumenemine, rikked isolatsioonis).
- **Paigaldusriskid:** Kuigi ehitaja vastutab tööohutuse eest platsil, mõjutavad projekteerija valikud paigaldajate riske (nt raskete seadmete paigaldusviis, kaabliteede ligipääsetavus, töö kõrgustes või kitsastes tingimustes).

- **Kasutus- ja Hooldusriskid:**

- Ebapiisav kaitseaste (IP/IK) vastavalt keskkonnatingimustele.
- Ohtlikud olukorrad erikeskkondades (märjad ruumid, plahvatusohtlikud tsoonid, meditsiiniruumid).
- Raskendatud või ohtlik ligipääs hooldustöödeks (nt kilpidele, seadmetele, ühendustele).
- Ebapiisav eraldusvõimalus (lülitusseadmed) hooldustöödeks.
- Puudulik või eksitav märgistus, mis võib viia valede ühenduste või lülitusteni.

- **Välised ja Keskkonnariskid:**

- Keskkonnamõjud (niiskus, temperatuur, korrosioon, UV-kiirgus).
- Mehhaanilised vigastused (nt kaabliteede kahjustused transpordikoridorides).
- Elektromagnetiline ühilduvus (EMC) ja häired teistest süsteemidest.

- **Pikselöögist tulenevad ohud.**

- **Tuleohutusriskid:** Elektripaigaldise osade (kaablid, seadmed) panus tulekoormusesse või tule levikusse (NB! Detailne tuleohutuse lahendus esitatakse tuleohutusosas, kuid elektriprojekteerija peab arvestama materjalide tuletundlikkuse ja tulepüsivusega).

2.4.3. Ohutusmeetmed Projekteerimisel ("Ohutus Projekteerimise Kaudu")

Projekteerija saab ja peab riske maandama juba projekteerimise käigus, valides teadlikult ohutumaid lahendusi:

- **Vastavus Normidele:** Järgida rangelt kõiki kohalduvaid ohutusstandardeid (eriti [EVS-HD 60364](#) seeria, [IEC 61439](#) jne).
- **Kaitseaparatuuri Valik ja Kooskõlastus:** Korrektne kaitseseadmete (kaitselülitid, rikkevoolukaitsmed, liigpingepiirikud jne) dimensioneerimine, valik ja selektiivsuse tagamine.
- **Materjalide ja Seadmete Valik:** Valida keskkonnatingimustele ja kasutusotstarbele vastavate kaitseastmete (IP, IK) ja muude omadustega (nt korrosioonikindlus, temperatuuritaluvus) seadmed ja materjalid.
- **Paigutus ja Trassid:** Projekteerida kaabliteed ohututesse asukohtadesse, tagada piisav tööpind ja ligipääs jaotuskeskuste ja seadmete ümber ning hooldustöödeks. Planeerida ohutud ja ergonoomilised paigalduslahendused.
- **Eraldamine ja Lülitamine:** Näha ette piisavad ja selgelt märgistatud eraldus- ja lülitusvõimalused ohutuks hoolduseks ning avariiolukordadeks.
- **Maandus ja Potentsiaaliühtlustus:** Projekteerida nõuetekohane ja efektiivne kaitsemaandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteem.
- **Märgistus:** Projekteerida selge, üheselt mõistetav ja püsiv paigaldise, kaablite, kilpide ja kaitseseadmete märgistussüsteem.
- **Paigaldatavus ja Hooldatavus:** Arvestada projekteerimisel reaalsete paigaldus- ja hooldustingimustega, vältida ülemäära keerukaid või raskesti ligipääsetavaid lahendusi.

2.4.4. Dokumenteerimine

Olulisemad riskihinnangud, valitud ohutusmeetmed ja erinõuded tuleb dokumenteerida ehitusprojekti:

- **Seletuskiri:** Peab sisaldama ülevaadet peamistest riskidest ja rakendatud ohutusmeetmetest, sh viiteid järgitud standarditele. Erinõuded paigaldusele või hooldusele tuleb selgelt välja tuua.
- **Joonised ja Skeemid:** Peavad selgelt näitama ohutusega seotud elementide (kaitseaparatuur, maandus, potentsiaaliühtlustus, eralduslülitid, ohutuskujad jne) asukohti ja ühendusi.
- **Arvutused ja Tabelid:** Kaitseaparatuuri valiku ja seadistuste arvutused, maandustakistuse arvutused jms tuleb säilitada ja vajadusel projektile lisada.
- **Riskianalüüs (vajadusel):** Keerukamate või kõrgema riskiastmega objektide (nt plahvatusohtlikud tsoonid, meditsiiniruumid) puhul võib olla nõutav või otstarbekas koostada eraldi riskianalüüsi dokument.

Kokkuvõtteks: Ohutus ei ole lisategevus, vaid projekteerimisprotsessi loomulik osa. Iga elektriprojekteerija peab tundma ohutusnõudeid ja standardeid ning rakendama neid oma töös järjepidevalt, et tagada ohutu, töökindel ja kauakestev elektripaigaldis.

Dokumentatsioon

3.1 Üldnõuded Dokumentatsioonile

Käesolev peatükk keskendub elektripaigaldise ehitusprojekti dokumentatsiooni koostamisele, struktureerimisele ja vormistamisele. Kvaliteetne, selge ja ühtne dokumentatsioon on eduka projekti elluviimise, ehitushanke, ehitustööde teostamise ja hilisema käidu ning hoolduse aluseks.

3.1. Üldnõuded Dokumentatsioonile

See alajaotis kirjeldab üldiseid põhimõtteid ja nõudeid, mis kehtivad kogu elektripaigaldise projektdokumentatsioonile (sh seletuskirjad, joonised, skeemid, loetelud, arvutused jne), sõltumata konkreetsest dokumendi tüübist või projekti staadiumist. Detailsemad nõuded spetsiifilistele dokumenditüüpidele ja vormistuselementidele on esitatud järgnevates alajaotistes (3.2 kuni 3.7).

3.1.1. Dokumentatsiooni Terviklikkus ja Järjepidevus

- **Terviklikkus:** Kogu ehitusprojekt koos kõigi selle osade ja dokumentidega moodustab ühtse terviku. Erinevad dokumendid täiendavad üksteist ning neid tuleb käsitleda ja kasutada koos.
- **Järjepidevus:** Informatsioon, mis on esitatud ühes projekti dokumendis (nt seletuskirjas), peab olema kooskõlas teistes dokumentides (nt joonistel, skeemidel, loeteludes) esitatud infoga. Vastuolusid tuleb vältida.
- **Vastuolude Lahendamine:** Kuigi vastuolusid tuleb vältida, siis nende esinemisel sama staadiumi dokumentide vahel lähtutakse üldjuhul määruses "Nõuded ehitusprojektile" §6(2) toodud hierarhiast: esmalt seletuskiri, seejärel joonised, siis muud dokumendid. Tööprojekti staadiumis, kui kogu info on joonistel, võib joonistel esitatu olla ülimuslik. Käesolev juhend soovib siiski tagada info vastuoludeta esituse kõikides dokumentides.
- **Viitamine:** Dokumentide vahel tuleb kasutada selgeid ja korrektseid ristviiteid, et tagada info leitavus ja seosed erinevate dokumentide vahel (nt seletuskirjas viide konkreetsele joonisele/skeemile).

3.1.2. Selgus ja Loetavus

- **Arusaadavus:** Projektdokumentatsioon peab olema koostatud nii, et see on erialaspetsialistile (projekteerija, ehitaja, järelvalve teostaja, haldaja) **lihtsalt loetav, üheselt mõistetav ja ilma vastuoludeta**.
- **Struktuur ja Ülesehitus:** Informatsioon peab olema esitatud loogiliselt struktureeritult. Dokumentide (eriti seletuskirjade ja jooniste) ülesehitus peaks olema selge ja järjepidev.
- **Detailsus:** Esitatud info detailsusaste peab vastama konkreetsele projekti staadiumile (EP, PP, TP) vastavalt käesoleva juhendi peatükis 2.1 ja [EVS 932:2017](#) nõuetele. Vältida tuleb nii ebapiisavat kui ka ülemäära detailsust.
- **Graafiline Selgus:** Joonised ja skeemid peavad olema graafiliselt selged, vältides elementide ülekuhjumist ja kasutades piisavalt suurt kirja ning eristatavaid tingmärke.
- **Failide Optimeerimine:** Digitaalsed dokumendid (eriti PDF-failid) peavad olema tehniliselt korrektsed ja optimeeritud mahuga, et tagada nende mugav kasutamine.

3.1.3. Keel ja Terminoloogia

- **Keel:** Projektdokumentatsiooni keel on eesti keel. Tuleb kasutada korrektset grammatikat, lauseehitust ja erialast stiili, vältides liigseid võõrkeelseid termineid või slängi.
- **Terminoloogia:** Kogu projektis tuleb kasutada **ühtset ja korrektset erialast terminoloogiat**. Lähtuda tuleb käesoleva juhendi peatükis 1.3 defineeritud terminitest ning asjakohastest standarditest. Ebaselguse või mitmeti tõlgendatavuse vältimiseks tuleb vajadusel termineid seletuskirjas täiendavalt defineerida.

3.1.4. Vormistuslik Ühtsus

- Kogu projekti dokumentatsioon peab olema vormistatud **ühtses stiilis**. See hõlmab lehekülgede paigutust, kirjatüüpe ja -suurusi, joonte stiile, tingimärke, kirjanurkade ja tiitellehtede kasutamist.
- Detailsemad nõuded vormistuselementidele (digitaalne vorming, failinimed, tiitellehed, seletuskiri, joonised, skeemid, spetsifikatsioonid, arvutused) on esitatud käesoleva peatüki järgnevates alajaotistes (3.2 kuni 3.7). Nende järgimine tagab projektide võrreldavuse ja professionaalse väljanägemise.

3.1.5. Muudatuste Haldamine

- Projekteerimisprotsess on iteratiivne ja muudatused on sageli vältimatud. Kõik **pärast dokumendi esmast väljastamist või kooskõlastamist tehtud muudatused** tuleb korrektselt hallata ja dokumenteerida vastavalt määruse "Nõuded ehitusprojektile" §12 nõuetele.
- **Märgistamine:** Muudatused tuleb joonistel ja muudes dokumentides selgelt märgistada (nt revisjonipilvedega, muudatuste tabelis kirjanurgas).
- **Versioonihaldus:** Iga muudetud dokument peab saama uue **versiooninumbri** ja **muutmise kuupäeva**.
- **Dokumentide Nimekiri:** Projekti dokumentide nimekiri peab alati kajastama **kehtivate dokumentide staatust**, sh viimaseid versioone ja muudatuste kuupäevi.
- **Kooskõlastamine:** Olulised muudatused tuleb kooskõlastada tellija ja teiste asjassepuutuvate osapooltega.

3.2 Digitaalne Vormistamine ja Esitamine

Kaasaegne projekteerimisprotsess toimub valdavalt digitaalselt ning ka ehitusprojektide esitamine menetlemiseks (nt ehitusloa taotlemisel) toimub üha enam elektrooniliselt läbi Ehitisregistri (EHR) või muude digitaalsete kanalite. Käesolev jaotis kirjeldab nõudeid ja soovitusi elektripaigaldise projektdokumentatsiooni digitaalseks vormistamiseks ja esitamiseks.

3.2.1. Üldised Põhimõtted

- **Loetavus ja Selgus:** Digitaalsed dokumendid peavad olema kergesti loetavad nii ekraanilt kui ka väljatrükil. Vormindus peab olema selge ja üheselt mõistetav. Vältida tuleks liigset informatsiooni ja elementide ülekujumist.
- **Optimeeritus:** Failide maht peab olema mõistlik ja optimeeritud digitaalseks kasutamiseks ning edastamiseks.
- **Vastavus Paberkandjale:** Digitaalse dokumendi lehe suurus ja paigutus peavad vastama selle eeldatavale väljatrükile paberil (nt A3, A2, A1 formaat).
- **Orientatsioon:** Dokumendid peavad olema orienteeritud nii, et neid saab lugeda ekraanil vasakult paremale ilma pööramata. Joonised orienteeritakse kirjanurga järgi.
- **Ligipääsetavus:** Faile ei tohi krüpteerida ega kaitsta parooliga viisil, mis takistab nende avamist menetleval ametiasutusel või teistel projekti osapooltel.

3.2.2. Nõutavad Failivormingud

- **Peamine Formaati (PDF):** Kõik tekstidokumendid (seletuskirjad, tabelid), joonised ja skeemid esitatakse reeglina **PDF (Portable Document Format)** formaadis, välja arvatud erijuhul (vt Registriandmete asendiplaan).
- **PDF Kvaliteet:** PDF-failid tuleb luua otse algsest digitaalsest dokumendist (CAD, BIM, tekstiredaktor) kasutades vastavat eksportimise või virtuaalse PDF-printeri funktsiooni. **Paberväljatrükkide skaneerimist PDF-iks tuleb vältida** (v.a olemasolevate paberdokumentide, nt kooskõlastuste, digitaliseerimisel).
- **Vektor- vs Rastergraafika:** Joonised ja tekstid peavad PDF-is säilitama **vektorkuju** ja teksti **otsimise ning kopeerimise võimaluse**. Graafikat ei tohi konverteerida rasterpildiks.
- **Fondid:** Kõik kasutatud fondid (v.a standardsete CAD-joonte fondid) peavad olema PDF-faili sisse ehitatud (embedded).
- **Rasterpildid PDF-is:** Kui dokument sisaldab rasterpilte (nt fotosid), peaks nende resolutsioon olema 300-400 dpi.
- **Registriandmete Asendiplaan:** EHR-i infosüsteemi automaatseks andmete lugemiseks koostatav asendiplaan esitatakse **DWG** (versioon 2010 või varasem) või **DGN** formaadis (Täpsemalt vt 3.2.7).
- **Rasterpildid (eraldi failidena):** Vajadusel esitatavad fotod vms esitatakse PDF, JPEG, PNG või TIFF formaadis. Soovituslik maksimaalne failimaht on 5MB.
- **Videofailid:** Üldlevinud, vabavaraga mängitavates formaatides (nt MP4).
- **Üks Dokument = Üks Fail:** Iga loogiline projektdokument (nt konkreetne jooniseleht, seletuskiri) peab olema eraldi failina.

3.2.3. Failide Nimetamise Kord

Ühtne failide nimetamise kord on oluline dokumentide haldamiseks ja kiireks leidmiseks. Järgida tuleb alltoodud struktuuri (baseerub MKM juhendil):

Struktuur: ProjektiTunnus_Staadium_DokumendiTähis[_vNN][_Märkus][_Kuupäev].laiend

- **ProjektiTunnus** (Kohustuslik): Projekti unikaalne tunnus (min 3 tähemärki, nt projekti nr).
- **Staadium** (Kohustuslik): Projekti staadiumi tähis (EP, PP, TP, LA jne).
- **DokumendiTähis** (Kohustuslik): Koosneb kolmest osast, eraldatud sidekriipsuga (-):
 - **Projektiosa**: Vähemalt kahetäheline kood (nt EL, EN, EA, AR, EK jne - vt käesoleva juhendi koodistikku või MKM juhendi tabelit 1). Üldosa tähis on AA. Mitut osa hõlmava dokumendi puhul eraldatakse tähised plussmärgiga (+).
 - **Grupp**: Ühekohaline number vastavalt dokumendi tüübile (0-Ülddokumendid, 1-Lähtedok, 2-Kooskõlastused, 3-Seletuskirjad, 4-Asendiplaanid, 5-Plaanid, 6-Lõiked/Vaated, 7-Sõlmed, 8-Spetsifikatsioonid/Loetelud, 9-Lisad - vt MKM juhendi tabelit 2).
 - **Järjekord**: Vähemalt kahekohaline number (vajadusel täiendavate tähtedega), mis tagab failide korrektse sorteerumise grupi ja projektiosa piires.
- **Näide**: EL-5-01 , EN-8-01a
- **_vNN** (Kohustuslik muudatustel): Versiooni number (nt _v02 , _v03), lisatakse alates teisest versioonist.
- **_Märkus** (Soovituslik): Lühike selgitav tekst (ilma tühikuteta).
- **_Kuupäev** (Soovituslik): Koostamise või muutmise kuupäev formaadis AAAA-KK-PP.
- **.laiend**: Faililaiend (nt .pdf, .dwg, .docx).

Nõuded Nimele: * Kasutada tohib ainult tähti (ilma täpitähtedeta), numbreid ja sümboleid -, _, +, (,). **Tühikud ei ole lubatud.** * Allkriipsu (_) kasutada ainult ülaltoodud põhiväljade eraldamiseks. * Failinimed peavad olema projekti konteineri piires unikaalsed. * Soovituslik maksimaalne pikkus on 64 tähemärki. * Failinimi tuleb märkida ka projekti dokumentide nimekirja.

Näide: 12345_PP_EL-5-01_v01_Korrus2_Valgustus.pdf

3.2.4. Projekti Konteineri Struktuur ja Esitamine

- **Konteiner:** Projekt esitatakse reeglina ühes digitaalselt allkirjastatud konteineris (**DDOC** formaadis).
- **Konteineri Nimi:** Nimetatakse sarnaselt failidele, kasutades kohustuslikena välju **ProjektiTunnus**, **Staadium** ja **Märkus** (kus märkus on lühike projekti nimi/aadress). Versiooni number lisatakse muudatuste korral.
- **Näide:** 12345_PP_v02_Kooli1.ddoc
- **Sisu Struktuur:**
 - Väiksema arvu failide (<20) puhul võivad dokumendifailid paikneda otse konteineri juurkataloogis.
 - Suurema arvu failide puhul paigutatakse failid konteineri sees olevasse ühte **ZIP** või **7Z** arhiivifaili. Arhiivifail nimetatakse samamoodi nagu konteiner (laiendiga .zip või .7z).
 - Arhiivi sees struktureeritakse failid **alamkataloogidesse** kas **dokumendi gruppide** (nt 3_Seletuskirjad , 5_Plaanid) või **projektiosade** (nt EL_Tugevvool , EN_Norkvool) järgi. Kataloogi nimi peaks sisaldama koodi ja kirjeldust (nt EL_Tugevvool). Kogu projekti ulatuses tuleb kasutada ühtset struktureerimise loogikat. Ülddokumendid (Grupp 0) võivad olla juurkataloogis.
 - **Esitamine:** Esitamine toimub vastavalt ametiasutuse nõuetele, tavaliselt läbi EHR portaali, e-posti teel (jälgida mahupiiranguid), andmekandjal või veebilingi kaudu.

3.2.5. Digitaalne Allkirjastamine

- Kogu projekti konteiner (DDOC) peab olema **digitaalselt allkirjastatud**.
- Allkirjastajaks on projekti esitaja või koostaja. **Vastutavad spetsialistid** (pädevad isikud) peavad allkirjastama kas kogu konteineri või vähemalt need dokumendid konteineri sees, mis kuuluvad nende vastutusalasse. Allkirja andmisel tuleks märkida allkirjastaja roll projektis.
- Kui konteinerisse lisatakse skaneeritud paberdokumente (nt tehnilised tingimused), kinnitab esitaja nende koopiate õigsust oma digiallkirjaga konteineril. Originaalid tuleb säilitada.

3.2.6. Muudatuste Esitamine

- Juhul kui pärast esmast esitamist tehakse projektis muudatusi, tuleb esitada **kogu projekt uuesti muudetud versioonina**.

- Muudetud dokumendifailide nimes tuleb kasutada järgmist **versiooninumbrit** (nt `_v02`).
- Ka projekti **konteineri failinimes** tuleb kasutada uut versiooninumbrit.
- Projekti **dokumentide nimekirjas** peab olema selgelt näidatud muudetud/asendatud dokumentide staatus ja versiooninumber.

3.2.7. Registriandmete Asendiplaani Erinõuded

- EHR-i andmete automaatseks sisestamiseks võib olla nõutav eraldi **Registriandmete asendiplaani** esitamine **DWG** või **DGN** formaadis.
- Selle faili koostamisel tuleb rangelt järgida MKM juhendis või EHR-i veebilehel toodud tehnilisi nõudeid:
- **Koordinaatsüsteem:** L-EST97 ja EH2000.
- **Kihid (Layers):** Kasutada ainult ettemääratud kohustuslikke kihinimesid (nt `H0_kontuur_0`, `H0_kontuur_1`, `VK_toru_vee`, `VR_projektala` jne).
- **Geomeetria:** Hoonete kontuurid esitada suletud polügoonidena, tehnovõrgud joonobjektidena, punktobjektid sümbolitena vastavalt nõuetele.
- **Projekti ala piir:** Määratleda kiht `VR_projektala`.
- Täpsed tehnilised nõuded leiate kehtivast juhendmaterjalist (nt MKM juhendi Lisa 1) või EHR portaalist.

3.3 Dokumentide Struktuur Projektis

Selge ja loogiline projektdokumentatsiooni struktuur on oluline nii projekti koostajale, tellijale, ehitajale kui ka hilisemale haldajale. See tagab informatsiooni kiire leitavuse ja vähendab arusaamatusi. Käesolev jaotis kirjeldab soovituslikku elektripaigaldise projekti struktuuri ja olulisemate ülddokumentide sisu.

3.3.1. Projekti Üldine Struktuur

- **Projektiosad:** Mahukamad ehitusprojektid jaotatakse tavaliselt eriosadeks vastavalt projekteerimisvaldkondadele, nagu on kirjeldatud standardis [EVS 932:2017](#) §6.1. Elektripaigaldiste projekteerija jaoks on olulisemad osad tavaliselt:
- **AA - Üldosa / Ühisosa:** Sisaldab kogu projekti hõlmavat infot, nt üldandmeid, alusdokumentide loetelu, projekti osade ja vastutavate isikute nimekirja. Selle koostab reeglina peaprojekteerija.
- **EL - Tugevvoolupaigaldised:** Hõlmab elektri jaotust, valgustust, jõuseadmeid, maandust, piksekaitset jne.
- **EN - Nõrkvoolupaigaldised:** Hõlmab andmeside-, side-, turva- (valve, läbipääs, video), ATS- ja muid nõrkvoolusüsteeme.
- **EA - Automaatikapaigaldised:** Hõlmab hooneautomaatikat, tehnosüsteemide juhtimist jne.
- Sõltuvalt projekti mahust ja meeskonna struktuurist võib elektriprojekt olla esitatud ühe tervikliku osana (nt "Elektripaigaldis") või jaotatud alamemadeks (EL, EN, EA). Oluline on säilitada sisemine loogika ja järjepidevus.
- **Digitaalne Struktuur:** Digitaalselt esitatava projekti puhul soovitatakse kasutada alajaotises 3.2.4 kirjeldatud kaustastruktuuri (põhinedes dokumendi gruppidel või projektiosadel), et tagada selgus ja vastavus heale tavale ning MKM juhendile.

3.3.2. Tiitellehed (Title Pages)

- Iga ehitusprojekt tervikuna ning iga eraldi köitena vormistatud projektiosa peab algama **tiitellehega**.
- Tiitelleht peab sisaldama vähemalt järgmist informatsiooni (vastavalt määrusele "Nõuded ehitusprojektile" §7(1) ja käesoleva juhendi lisas X toodud näidistele [viide Grupp A mallidele]):
- Projekti nimi ja tunnus/number.
- Projektiosa nimetus (kui on eraldi osa tiitelleht).
- Ehitise aadress.
- Projekteerija (Koostaja) andmed: nimi, registrikood, kontaktandmed, MTR number (kui kohaldub).
- Vastutava spetsialisti andmed: nimi, kutsevalifikatsioon ja -tase, kutsetunnistuse number.
- Peaprojekteerija andmed (kui erineb koostajast): nimi, registrikood, kontaktandmed, vastutava isiku andmed.
- Projekti staadium (EP, PP, TP).
- Dokumendi väljaandmise kuupäev ja muudatuste ajalugu (versiooni number ja kuupäev).
- Tiitelleht peab olema allkirjastatud vastutava spetsialisti (ja vajadusel peaprojekteerija) poolt.

3.3.3. Dokumentide Nimekiri (List of Documents)

- Iga projekti köide või digitaalne konteiner peab sisaldama **täielikku ja ajakohast dokumentide nimekirja**, mis loetleb kõik sellesse köitesse/konteinerisse kuuluvad dokumendid (joonised, skeemid, seletuskirjad, lisad jne).
- Nimekiri peab iga dokumendi kohta sisaldama vähemalt:
- **Dokumendi tähis:** Unikaalne tunnus vastavalt peatükis 3.2.3 kirjeldatud süsteemile (nt EL-5-01).
- **Dokumendi nimetus:** Selge ja informatiivne pealkiri (nt "2. korruse valgustuse plaan").
- **Faili nimi:** Täpne failinimi vastavalt nimetamise korrale (digitaalsete projektide puhul kriitilise tähtsusega).
- **Formaat / Lehe suurus:** (nt A3, A1, PDF, DWG).
- **Versioon / Muudatuse kuupäev:** Dokumendi kehtiv versiooninumber ja viimase muudatuse kuupäev.
- **Lehekülgede arv:** (kui dokument koosneb mitmest lehest).
- Soovitatav on esitada dokumentide nimekiri tabeli kujul.

3.3.4. Seletuskiri (Explanatory Report)

- Seletuskiri on projekti **peamine tekstiline dokument**, mis kirjeldab ja selgitab projekteeritud lahendusi, kasutatud lähtekohti, arvutuste tulemusi, materjalivalikuid ning vastavust normidele ja nõuetele. Seletuskiri peab andma konteksti ja selgitusi graafilistele dokumentidele (joonised, skeemid).
- **Struktuur:** Seletuskirja soovituslik struktuur (tuginedes näidisele lisas X [viide Grupp A mallile]):
- **1. Üldosa:** Käsitusala, projekteerimise ulatus, alusandmed, normatiivsed viited.
- **2. Tehnilised lahendused:** Detailne kirjeldus eriosade (EL, EN, EA) kaupa, sh:
 - Süsteemide kirjeldus ja toimimispõhimõtted.
 - Peamiste seadmete ja materjalide kirjeldus (viidetega spetsifikatsioonidele).
 - Arvutuste kokkuvõtted (nt võimsuste bilanss, valgustustihedused, kaablite dimensioneerimise alused).
 - Ohutusnõuded (sh maandus, piksekaitse, elektriohutused).
 - Paigaldusnõuded ja kvaliteedinõuded.
 - Koostöö teiste osadega.
- **3. Lisad (vajadusel):** Viited arvutustele, tootjate andmelehtedele vms.
- **Sisu Nõuded:**
 - Seletuskiri peab olema konkreetne, tehniliselt korrektne ja kergesti mõistetav. Vältida tuleb üldist ja mittemidagiütlevat teksti ning põhjendamatut kopeerimist teistest projektidest.
 - Peab sisaldama viiteid asjakohastele joonistele, skeemidele ja standarditele.
 - Peab sisaldama infot projekteerija(te) ja vastutav(ate) spetsialist(ide) kohta.
 - Peab olema kooskõlas projekti graafilise osaga.

3.4 Jooniste Vormistamise Nõuded

Elektripaigaldise projektide graafiline osa – plaanid, skeemid, lõiked, vaated ja detailid – peab olema vormistatud korrektelt, selgelt ja ühtselt. See tagab jooniste loetavuse, vähendab vääritimõistmisi ning lihtsustab nii projekteerimis-, ehitus- kui ka hooldusprotsesse. Käesolev jaotis kirjeldab peamisi nõudeid ja soovitusi jooniste vormistamiseks, tuginedes kehtivatele standarditele.

3.4.1. Üldised Paigutusnõuded

- **Komponendid:** Iga jooniseleht peab sisaldama kolme põhikomponenti: **graafiline ala** (kus esitatakse joonis ise), **tingmärkide legend** (selgitused kasutatud sümbolite, joonte jms kohta) ning **kirjanurk** (joonise identifitseerimis- ja haldusinfo).
- **Orientatsioon:** Joonised tuleb vormistada nii, et neid saab lugeda (nii ekraanilt kui paberilt) vasakult paremale ilma lehte pööramata. Orientatsiooni määrab kirjanurga lugemissuund.
- **Raamjoon ja Veerised:** Joonisel peab olema raamjoon ning piisavad veerised, mis vastavad paberväljatrüki nõuetele.
- **Värvikasutus:** Kui joonisel kasutatakse värve informatsiooni edastamiseks (nt süsteemide eristamiseks), peab sellele olema joonisel selge **märkus** ning värvide tähendus peab olema legendis lahti seletatud. Joonis peab olema mõistetav ka must-valge väljatrüki või koopia korral (kasutada lisaks värvidele ka erinevaid joonetüüpe või viirutusi).

3.4.2. Jooniselehe Formaadid

- **Standardformaadid:** Kasutada tuleb standardseid **ISO A-seeria formaate** (A0, A1, A2, A3) vastavalt standardile [EVS-EN ISO 5457](#).
- **Pikendatud Formaadid:** Vajadusel (nt pikkade trasside või hoonete puhul) võib kasutada pikendatud formaate (nt A3x3, A3x4), tingimusel, et lehe kõrgus vastab standardformaadile.
- **Formaadi Valik:** Valida tuleb formaat, mis tagab joonise selge ja loetava esituse valitud mõõtkavas.

3.4.3. Kirjanurk (Title Block)

- **Kohustuslikkus:** Iga jooniseleht peab olema varustatud standardse kirjanurgaga, mis paikneb reeglina lehe all paremas nurgas. Kirjanurga ülesehitus ja andmeväljad peavad vastama standardile [EVS-EN ISO 7200](#).
- **Miinimumsisu:** Kirjanurk peab sisaldama vähemalt järgmist informatsiooni (vt ka näidist Lisas X [viide YLD_kirjanurga-sisu.docx]):
 - Projekti nimi ja tunnus
 - Projektiosa nimetus (nt EL, EN, EA)
 - Ehitise aadress
 - Koostaja (ettevõtte nimi)
 - Projekteerija (koostaja nimi)
 - Vastutav spetsialist (nimi, kvalifikatsioon)
 - Projekti staadium (EP, PP, TP)
 - Joonise tunnus (unikaalne kood, nt EL-5-01)
 - Joonise nimetus
 - Lehe number / Lehtede arv kokku
 - Mõõtkava
 - Esmase väljaandmise kuupäev
 - Muudatuste tabel (tähis, kuupäev, sisu, tegija)
- **Allkirjastamine:** Vastutav spetsialist allkirjastab kirjanurga vastavas väljas.

3.4.4. Mõõtkava (Scale)

- Joonise mõõtkava peab olema **selgelt näidatud kirjanurgas**.

- Soovituslikud mõõtkavad elektripaigaldiste joonistele:
- **Asendiplaanid, üldised trassiplaanid:** 1:200, 1:500
- **Korruste plaanid (valgustus, jõud jne):** 1:100 (eelistatud), 1:50 (kui detailsus nõuab)
- **Elektri-, automaatika-, nõrkvooluruumide plaanid:** 1:50, 1:20
- **Skeemid:** Üldjuhul "Mõõtkavata" (Without Scale), märkida kirjanurka.
- **Lõiked, vaated, sõlmed:** Vastavalt vajadusele (1:50, 1:20, 1:10, 1:5).
- Valitud mõõtkava peab tagama joonise **hea loetavuse** ja detailide eristatavuse.

3.4.5. Tekstid ja Fondid (Texts and Fonts)

- **Standardid:** Tekstide vormistamisel lähtuda standarditest EVS-EN ISO 3098 (Kirjad) ja EVS-EN ISO 7083 (Proportsioonid ja mõõtmed).
- **Fondid:** Kasutada tehnilistele joonistele sobivaid, lihtsasti loetavaid ja platvormiüleseid *sans-serif* fonte (nt ISOCPEUR, Arial, Romans). Vältida kaldkirja (v.a erandjuhtudel) ja dekoratiivseid fonte.
- **Teksti Kõrgus:** Teksti kõrgus peab vastama standardile ja tagama loetavuse ka pärast võimalikku vähendamist. Soovituslikud miinimumkõrgused **paberjoonisel**:
- Põhitekst (mõõdud, tähised): **min 2.5 mm**.
- Abitekst (märkused, selgitused): **min 1.8 mm / 2.0 mm**.
- **Paigutus:** Tekst peab olema paigutatud loogiliselt, ei tohi katta olulisi graafilisi elemente ning peab olema üheselt seostatav vastava objekti või alaga.

3.4.6. Jooned ja Graafika (Lines and Graphics)

- **Joonetüübid:** Kasutada standardseid joonetüüpe (pidev, kriips-, punkt-, kriips-punkt jne) vastavalt standardile EVS-EN ISO 128 (või uuem) elementide ja nende staatuse (nt nähtav, varjatud, telg) eristamiseks. Joonetüüpide tähendus peab olema legendis selgitatud.
- **Joonepaksused:** Kasutada vähemalt kolme erinevat joonepaksust (nt peen, keskmine, jäme), et parandada joonise struktuuri ja loetavust (nt konstruktsioonid jämedamalt, seadmed keskmiselt, kaabeldus peenelt). Soovituslikud paksused vastavalt ISO 128-le (nt 0.18, 0.25, 0.35, 0.5 mm).
- **Graafiline Selgus:** Vältida joonte ja sümbolite liigset tihedust. Vajadusel kasutada väljatõsteid või suurema mõõtkavaga fragmente keerulisemate alade kuvamiseks.
- **Vektorgraafika:** Digitaalsetes väljundites (PDF) peavad jooned ja tekstid olema vektorkujul.

3.4.7. Tingmärgid ja Legend (Symbols and Legend)

- **Standardtingmärgid:** Elektripaigaldise komponentide kujutamiseks tuleb kasutada **rahvusvaheliselt tunnustatud ja/või Eestis standardiseeritud tingmärke** (eelkõige IEC 60617 / EVS-EN 60617 seeria alusel).
- **Legend:** Iga joonis või jooniste komplekt peab sisaldama **tingmärkide legendi**, kus on selgitatud **kõikide** joonisel kasutatud tingmärkide, lühendite, joonetüüpide, värvide ja mustrite tähendused.
- **Järjepidevus:** Kogu projekti ulatuses tuleb kasutada samu tingmärke järjepidevalt.
- **Oma tingmärgid:** Kui standardset tingmärki pole või see ei sobi, võib luua oma tingmärgi, kuid see peab olema legendis selgelt defineeritud ja eristuma standardsetest märkidest.

3.4.8. Kihid (CAD Layers)

- **Standard:** CAD-jooniste koostamisel tuleb kasutada **standardset kihistruktuuri ja nimetamise korda**, mis põhineb standardil [EVS-EN ISO 13567](#) (või samaväärsele kehtival standardil).
- **Eesmärk:** Loogiline ja järjepidev kihtide kasutamine on hädavajalik joonise haldamiseks (elementide nähtavuse juhtimine), koostöös teiste osapooltega ning andmevahetuseks (sh BIM-mudelitega).

- **Põhimõtted:** Kihid peaksid eristama elemente vähemalt järgmiste tunnuste alusel:
- Eriosad (EL, EN, EA, AR, EK jne).
- Elemendi tüüp (nt kaabli tee, valgusti, pistikupes, tekst, mõõtm, teljed).
- Süsteem (nt üldvalgustus, turvavalgustus, jõud, ATS, andmeside).
- Staatus (nt uus, olemasolev, lammutatav).
- **Projektipõhine Standard:** Täpne kihistandard ja nimetamise konventsioon tuleb määratleda projekti CAD-juhendis või BEP-s.

3.5 Skeemide Vormistamine ja Sisu

3.5. Elektriskeemide nõuded

Elektriskeemid on projektdokumentatsiooni oluline osa, mis kirjeldavad paigaldise elektrilist ülesehitust, ühendusi ja funktsionaalsust. Käesolev jaotis määratleb skeemide vormistamise ja sisu nõuded vastavalt kehtivatele standarditele.

3.5.1. Skeemide tüübid

Elektripaigaldise projektis kasutatakse järgmisi skeemitüüpe:

- **Ühejooneskeemid (primaarskeemid):** Jaotuskeskuste elektriline ülesehitus, kaitseseadmed, mõõteaparatuur
- **Mitmejooneskeemid:** Detailsed ühendusskeemid, mitmefaasilised ahelad
- **Funktsionaaldiagrammid:** Süsteemide tööpõhimõtete selgitus
- **Struktuur- ehk plokkdiagrammid:** Süsteemide hierarhia ja omavahelised seosed
- **Ühendusskeemid:** Klemmide ja juhtmete ühendused
- **Paigutusskeemid:** Komponentide füüsiline asetus kilbis

3.5.2. Skeemide vormistusnõuded

- **Standard:** Skeemide koostamisel lähtuda standardist [IEC 61082](#) (EVS-EN 61082) "Elektrotehnika dokumentatsioon"
- **Tingmärgid:** Kasutada standardseid tingmärke vastavalt [IEC 60617](#) (EVS-EN 60617)
- **Mõõtkava:** Skeemidel üldjuhul "Mõõtkavata" (Without Scale), märkida kirjanurka
- **Lugemissuund:** Skeeme loetakse vasakult paremale ja ülevalt alla
- **Lehitseerimistähised:** Mitmeleheküljelistel skeemidel kasutada ristiviiteid

3.5.3. Ühejooneskeemi sisu

Ühejooneskeem peab sisaldama järgmist informatsiooni:

- **Peaandmed:**
 - Toitepinge, sagedus, faaside arv
 - Pingesüsteem (TN-C, TN-S, TN-C-S, IT)
 - Lühisvool toitepunktis
- **Sisestused:**
 - Toitekohta tähis ja nimetus
 - Sisestuslüli tüüp ja nimivool
 - Mõõteseadmed (voolutrafad, energiaarvestid)
 - Liigpingepiirikud (SPD)
- **Väljundid:**
 - Tarbija tähis ja nimetus
 - Kaitseaparaat (MCB, MCCB, RCD, AFDD)
 - Nimivool ja kaabli andmed
 - Juhitavate ahelate komponendid

3.5.4. Skeemide sisu staadiumite kaupa

Staadium	Skeemide sisu
EP (Eelprojekt)	• Põhimõtteline ühejooneskeem • Peamised toitejaotused • Reservtoite kontseptsioon
PP (Põhiprojekt)	• Täielik ühejooneskeem kõikide keskuste kohta • Kaitseseadmete valik ja parameetrid • Kaablite tüübid ja ristlõiked • Mõõte- ja juhtimissüsteemid
TP (Tööprojekt)	• PP mahus täpsustatud info • Sekundaarahelate skeemid (<i>eraldi tellitav</i>) • Ühendusskeemid • Klemmiliistude skeemid

3.5.5. Skeemide nummerdamine ja tähistamine

- **Joonise tunnus:** Kasutada süstemaatilist tunnust, nt EL-2-01 (EL=elekter, 2=skeemid, 01=järjekorranumber)
- **Lehtede nummerdamine:** Näidata kujul "Leht X / Y"
- **Ristviited:** Näidata seotud dokumentidele ja skeemidele

3.5.6. Vormistuse kontrollnimekiri

Enne skeemide esitamist kontrollida:

- [] Kirjanurk täidetud ja allkirjastatud
- [] Tingmärkide legend olemas
- [] Kõik ristviited kontrollitud
- [] Kaablite tähised vastavad plaanidele
- [] Kaitseseadmete parameetrid määratud
- [] Reservruum märgitud

Märkus: Skeemide detailsem sisu (kilbiskeemid, automaatikaskeemid) on kirjeldatud vastavates eriosade peatükkides.

3.6 Spetsifikatsioonid ja Loetelud

Lisaks seletuskirjale, joonistele ja skeemidele on elektripaigaldise projektdokumentatsiooni oluliseks osaks **spetsifikatsioonid** ja **loetelud (sh mahuarvutused)**. Need dokumendid defineerivad täpselt projekteeritud lahendustes kasutatavad materjalid, seadmed, nende tehnilised nõuded ja kogused.

3.6.1. Eesmärk ja Olulisus

- **Spetsifikatsioonid** kirjeldavad detailselt seadmetele, materjalidele ja süsteemidele esitatavaid **tehnilisi ja kvaliteedinõudeid** (nt parameetrid, standardid, omadused).
- **Loetelud ja mahuarvutused** esitavad projektis kasutatavate materjalide ja seadmete **kogused** ning tüübid, olles aluseks:
- **Eelarvestamisele ja hangetele:** Võimaldavad täpselt hinnakalkulatsiooni ja korrektsete hankedokumentide koostamist.
- **Materjalide tellimisele:** Annab ehitajale info vajalike materjalide ja seadmete koguste kohta.
- **Paigaldusele:** Aitab paigaldajal identifitseerida õigeid komponente ja nende asukohti.
- **Kvaliteedikontrollile:** Võimaldab kontrollida paigaldatud materjalide ja seadmete vastavust projektis nõutule.

Selged, täpsed ja täielikud spetsifikatsioonid ning loetelud on hädavajalikud vigade vältimiseks ja projekti eduka elluviimise tagamiseks.

3.6.2. Spetsifikatsioonid (Specifications)

- **Määratlus:** Spetsifikatsioon on seadme, ehitusmaterjali või -toote parameetrite ja omaduste detailne tehniline kirjeldus. See **ei sisalda koguseid**, vaid keskendub kvaliteedi- ja tehniliste nõuete defineerimisele.
- **3.6.2.1. Sisu ja Vorm:**
 - **Sisu:** Spetsifikatsioon peab sisaldama kogu asjakohast tehnilist informatsiooni, sh:
 - Viited kohalduvatele standarditele (nt IEC, EN, EVS).
 - Nõutavad tehnilised parameetrid (nt nimipinge, nimivool, võimsus, kaitseaste IP/IK, lühisvoolutaluvus, mõõdud, materjal, värvus, kasutegur, täpsusklass jne).
 - Nõuded funktsionaalsusele ja talitlusele.
 - Kvaliteedinõuded (nt sertifikaadid, tootjapoolne testimine).
 - Keskkonna- ja paigaldustingimused.
 - **Vorm:** Soovitav on kasutada struktureeritud vormi, näiteks tabelleid. Iga spetsifitseeritud elemendi tüüp peaks olema identifitseeritav unikaalse tähise või koodiga, mis on seotud jooniste, skeemide ja loeteludega. Heaks näiteks detailsele spetsifikatsioonile on jaotuskeskuste nõueteleht.
- **3.6.2.2. Detailsus Staadiumiti:**
 - **PP (Põhiprojekt):** Spetsifikatsioonid keskenduvad **funktsionaalsete ja tehniliste nõuete** määratlemisele, mis on vajalikud sobivate toodete valimiseks ja hankepakkumuste koostamiseks. Üldjuhul **ei nimetata konkreetseid tootjaid ega mudeleid**, välja arvatud juhul, kui see on tehniliselt vältimatu või kasutatakse referentstootena koos "või samaväärne" klausliga ja samaväärsuse kriteeriumitega.
 - **TP (Tööprojekt):** Spetsifikatsioone **täpsustatakse vastavalt ehitaja poolt valitud konkreetsetele toodetele**. Võidakse lisada **konkreetne tootja ja mudeli/tüübi tähis**. Lisanduda võivad ka spetsiifilised paigaldus-, seadistus- või testimisnõuded, mis tulenevad valitud tootest.

3.6.3. Loetelud ja Mahuarvutused (Lists/Schedules and Quantity Take-offs)

- **Määratlus:** Loetelud on tabelid, mis koondavad infot projektis kasutatavate seadmete, materjalide või kaablite kohta, sisaldades tavaliselt nende tüüpi, asukohta, kogust ja viiteid spetsifikatsioonidele või joonistele. Mahuarvutus on koguste leidmise protsess ja tulemus.

• 3.6.3.1. Tüüpilised Loetelud Elektriprojektis:

- **Jaotuskeskuste loetelu:** Kilbi tähis, nimetus, asukoht, nimivool, kaitseaste jms.
- **Valgustite loetelu:** Valgusti tüübi tähis (viitega spetsifikatsioonile), ruumi/ala tähis, kogus, paigaldusviis, juhtimisgrupp.
- **Valgusallikate loetelu:** Tüüp, sokkel, võimsus, värvustemperatuur, värviedastusindeks, eluiga, kogus.
- **Kaabliteede loetelu:** Tüüp (redel, renn, karbik, toru), materjal, ristlõike mõõdud, kogupikkus tüübi ja süsteemi kaupa.
- **Kaablite loetelu:** Kaabli tähis, tüüp/mark, soonte arv ja ristlõige, hinnanguline pikkus, alguspunkt (kilp/klemm), lõpp-punkt (seade/karp/klemm). (Koostatakse tavaliselt TP staadiumis).
- **Põhiseadmete loetelu:** Suuremate seadmete (trafod, generaatorid, UPSid, kontrollid jne) loetelu koos põhiparameetrite ja kogustega.
- **Installatsioonimaterjalide loetelu:** Muude materjalide (nt harukarbid, pistikupesad, lülitid, klemmiühendused) koondkogused.
- **3.6.3.2. Mahuarvutused:** Kogused (pikkused, tükid, pindalad, mahud) arvutatakse projektdokumentatsiooni (joonised, skeemid, mudelid) alusel. BIM-mudelite kasutamine (LOD 300+) võimaldab oluliselt automatiseerida ja täpsustada mahuarvutuste protsessi.
- **3.6.3.3. Vormistamine:** Loetelud esitatakse eelistatult **tabeli kujul**. Tabeli päises peavad olema selged veergude nimetused (nt Tähis, Nimetus/Tüüp, Tehnilised andmed/Viide spetsifikatsioonile, Asukoht, Kogus, Ühik, Märkused). Tähistused peavad olema kooskõlas jooniste ja skeemidega.

3.6.4. Seos Teiste Dokumentidega

- **Joonised ja Skeemid:** Spetsifikatsioonides kirjeldatud nõuded ja loeteludes esitatud kogused peavad olema **täielikus kooskõlas** joonistel ja skeemidel kujutatuga. Elementide tähistamine peab olema järjepidev.
- **Seletuskiri:** Seletuskiri annab üldisema ülevaate ja põhjendused valitud lahendustele, spetsifikatsioonid ja loetelud sisaldavad detailset tehnilist ja kvantitatiivset infot. Seletuskirjas tuleks viidata vastavatele spetsifikatsioonidele ja loeteludele, vältides info dubleerimist.
- **BIM Mudel:** BIM-põhises projekteerimises tuleks spetsifikatsioonid (parameetritena) ja loetelud/mahud **genereerida otse mudelist** (vt ptk 7.6). See tagab andmete järjepidevuse ja vähendab käsitsi tehtavaid vigu. Mudeli kvaliteet (LOD, parameetrite korrektsus) on siin määrava tähtsusega.

Märkus: Projekteerija vastutab korrektsete spetsifikatsioonide ja loetelude koostamise eest vastavalt projekti staadiumile. Ehitaja kasutab neid dokumente hangete tegemiseks ja paigaldustöödeks ning võib koostada täiendavaid, veel detailsemaid töö- või tellimisnimekirju.

3.7 Arvutused

Insenertehnilised arvutused on elektripaigaldise projekteerimise lahutamatu osa, mis tagavad süsteemide ohutuse, töökindluse, efektiivsuse ning vastavuse standarditele ja normidele. Arvutused on aluseks komponentide (kaablid, kaitseseadmed, valgustid jne) korrektsele dimensioneerimisele ja valikule ning süsteemi kui terviku toimivuse kontrollimisele.

3.7.1. Arvutuste Eesmärk ja Vajalikkus

Elektripaigaldise projektis teostatavate arvutuste peamised eesmärgid on: * **Ohutuse tagamine:** Veenduda, et paigaldis on kaitstud lühiste, ülekoormuste, elektrilöögi ja muude ohtude eest. * **Funktsionaalsuse kindlustamine:** Tagada, et süsteemid toimivad ettenähtud viisil (nt piisav pinge tarbijate juures, nõutav valgustatus). * **Vastavus normidele:** Tõendada vastavust kehtivatele standarditele (nt [EVS-HD 60364](#) seeria, [EVS-EN 12464](#)) ja määrustele (nt energiatõhususnõuded). * **Optimaalne dimensioneerimine:** Valida sobivad seadmed ja ristlõiked, vältides nii ala- kui ka üledimensioneerimist, mis tagab nii tehnilise kui ka majandusliku optimaalsuse. * **Lahenduste põhjendamine:** Anda kvantitatiivne alus tehtud disainivalikutele.

Teostatavate arvutuste maht ja detailsusaste sõltuvad projekti staadiumist (EP, PP, TP) ja keerukusest.

3.7.2. Peamised Teostatavad Arvutused

Elektripaigaldise projektides teostatakse tüüpiliselt järgmisi arvutusi:

• Koormusarvutused ja Võimsuste Bilanss:

- Installeeritud ja arvutusliku (tarbitava) võimsuse määramine.
- Üheaegsustegurite rakendamine.
- Kogu objekti **võimsuste bilansi** koostamine (vajalik liitumisvõimsuse ja peakaitsme määramiseks).

• Valgustusarvutused:

- Valgustiheduse (lx), ühtluse, räguse (UGR) arvutused ruumide ja alade kaupa vastavalt standardile [EVS-EN 12464](#).
- Hädavalgustuse arvutused vastavalt standardile [EVS-EN 1838](#).
- Energiatõhususnäitajate (LENI - Lighting Energy Numeric Indicator) arvutused.

• Elektrotehnilised Võrguarvutused:

- **Lühisvooluarvutused** (maksimaalne ja minimaalne $I_{k\$}$) vastavalt standardile [IEC 60909](#), et valida sobiva lahutusvõimega kaitseseadmed ja kontrollida nende rakendumistingimusi ning kaablite termilist taluvust.
- **Pingelangu arvutused**, et tagada normidele vastav pingetarbija klemmidel normaal- ja käivitusrežiimides.
- **Kaablite ja Juhistike Valiku Arvutused:** Ristlõike valik lähtudes koormusvoolust ($I_{B\$}$), lubatud pingelangust ($\Delta U\%$), kaitseseadme rakendumistingimustest ($I_{2\$}$, $I_{a\$}$), lühisvoolutaluvusest ($I_{k\$}$) ja paigaldustingimustest (koormatavustegurid).
- **Kaitseaparatuuri Valiku ja Koordinaatsiooni (Selektiivsuse) Arvutused:** Kaitselülite, sulavkaitsmete, rikkevoolukaitsmete valik ja seadistamine, et tagada nii kaitse kui ka süsteemi võimalikult suur töökindlus (selektiivsus).

• Maanduse ja Piksekaitse Arvutused:

- Maandustakistuse arvutus.
- Piksekaitse **riskianalüüs** ja vajaliku kaitseklassi määramine vastavalt standardile [EVS-EN 62305-2](#).

• Muud Arvutused:

- Varu- ja katkematu toite seadmete (UPS, generaator) võimsuse arvutused.
- Vajadusel reaktiivenergia kompenseerimise arvutused.
- Vajadusel harmooniliste analüüs.

3.7.3. Arvutusmetoodika ja Tarkvara

- **Metoodika:** Kõik arvutused peavad põhinema **kehtivatel standarditel** ([EVS-HD 60364](#), [EVS-EN 62305](#), [IEC 60909](#) jne) ja **üldtunnustatud insenertehnilistel arvutusmetoodikatel**. Kasutatud metoodika peab olema arvutuste juures kirjeldatud või sellele tuleb viidata.
- **Lähteandmed:** Arvutuste täpsus sõltub otseselt kasutatud **lähteandmete korrektsusest**. Projekteerija peab kasutama ajakohaseid andmeid võrguvaldajalt (nt lühisvõimsus liitumispunktis), seadmete tootjatelt ning teistelt projekti osapooltelt. Vigaste või ebatäpsete lähteandmete kasutamine toob kaasa ekslikud arvutustulemused.
- **Tarkvara:** Arvutuste teostamiseks on soovitatav kasutada **valideeritud ja erialaselt tunnustatud tarkvara** (nt DIALux, Relux valgustusele; SIMARIS, Ecodial, Febdok, ETAP vms elektrotehnilisteks arvutusteks). Tarkvara kasutamisel peab projekteerija mõistma selle tööpõhimõtteid ja piiranguid ning vastutama tulemuste õigsuse ja interpretatsiooni eest.

3.7.4. Arvutuste Vormistamine ja Esitamine

- **Dokumenteerimine:** Kõik projekteerimisotsuste aluseks olevad olulised arvutused tuleb **korrektselt dokumenteerida** ja säilitada projekti juures.
- **Esitusviis:** Arvutused ja/või nende tulemused esitatakse projektdokumentatsioonis sobival viisil:
- **Seletuskirjas:** Esitatakse arvutuste **kokkuvõte**, peamised tulemused (nt arvutuslik võimsus, peakaitsme suurus, keskmine valgustihedus) ja järeldused.
- **Lisadena:** Mahukamad arvutused (nt detailsed valgustusarvutuste raportid, lühisvooluarvutuste tabelid, selektiivsusanalüüs) vormistatakse eraldi lisadena. Tarkvaraväljundid peavad olema selgelt vormindatud, kommenteeritud ning sisaldama projekti ja arvutuse identifitseerimisandmeid.
- **Joonistel ja Skeemidel:** Teatud arvutustulemused, mis on olulised paigaldusel või käidul (nt kaitseseadme nimivool ja seadistus, kaabli ristlõige, arvutuslik pingelang liini lõpus), märgitakse otse vastavatele skeemidele või plaanidele.
- **Selgus ja Jälgitavus:** Arvutuste esitus peab olema **selge, arusaadav ja kontrollitav**. Tuleb näidata kasutatud lähteandmed, viited metoodikale/standardile, vajadusel peamised valemid ning üheselt mõistetavad lõpptulemused koos korrektsete ühikutega.
- **Staadiumid:**
 - **EP:** Keskendutakse koondnäitajatele ja esmastele hinnangutele (võimsuste bilanss, esmane valgustusarvutus).
 - **PP:** Teostatakse detailsed dimensioneerimis- ja kontrollarvutused (lühisvool, pingelang, kaablivalik, valgustus, kaitseaparatuuri valik jne).
 - **TP:** Vajadusel täpsustatakse arvutusi vastavalt valitud seadmetele, määratakse lõplikud seadistusväärtused kaitseaparatuurile.

Märkus: Projekteerija vastutab teostatud arvutuste korrektsuse ja tulemuste õige interpretatsiooni eest ning selle eest, et projekteeritud lahendused vastaksid arvutustega tõendatud nõuetele.

Tugevpool

4.1 Tugevpool

Ülevaade

Tugevpoolupaigaldiste projekteerimise juhend käsitleb elektripaigaldise põhisüsteeme, mis tagavad hoone elektrivarustuse ja -jaotuse.

Peatükk sisaldab:

- **4.2 Üldskeemid:** Elektrivarustuse ja magistraalvõrkude skeemid
- **4.3 Kilbiskeemid:** Jaotuskeskuste projekteerimine, nõuetelehed, skeemid ja laotised
- **4.4 Kaabliteed:** Kaabliteede plaanid, tüübid ja markeerimine
- **4.6 Jõupaigaldised:** Pistikupesad, KVVVKJ toited, eriseadmed
- **4.7 Maandus ja piksekaitse:** Piksekaitse, maandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteemid

Märkus: Valgustuspaigaldised on eraldatud eraldi peatükki (5. Valgustus).

4.2 Üldskeemid

Üldskeemid on elektripaigaldise projektdokumentatsiooni oluline osa, mis annavad tervikliku ülevaate elektrivarustuse ja -jaotuse põhimõtetest. Nende hulka kuuluvad peamiselt elektrivarustuse skeem ja magistraalvõrkude skeem, mis võivad teatud projekteerimisetappides olla ka ühendatud. Need skeemid on aluseks detailsemate lahenduste väljatöötamisel ning tagavad süsteemi loogilise ja arusaadava esituse.

4.2.1 Üldnõuded Skeemidele

Kõikidele üldskeemidele kehtivad järgmised põhinõuded, et tagada nende selgus, üheselt mõistetavus ja vastavus heale tavale:

- **Standardid ja Normid:**

- Skeemide koostamisel tuleb lähtuda kehtivatest standarditest, sealhulgas jooniste vormistamise üldnõuetest (nt [EVS-EN ISO 5457](#), [EVS-EN ISO 7200](#) kirjanurga kohta, [EVS-EN ISO 3098](#) tekstide kohta) ning elektriskeemide koostamise standarditest (nt [IEC 60617](#) tingmärkidele, [IEC 61082](#) dokumentide koostamisele).
- Arvestada tuleb [määrusega "Nõuded ehitusprojektile"](#) ja standardiga [EVS 932:2017 "Ehitusprojekt"](#).

- **Vormistus ja Loetavus:**

- Kasutada standardseid või projektis defineeritud tingmärke. Kõik kasutatud tingmärgid peavad olema esitatud joonise legendis või viidatud juhendi üldisele tingmärkide lisale (vt käesoleva juhendi Lisa X).
- Teksti suurus joonistel peab tagama loetavuse ka vähendatud formaatidel, soovituslikult tähekõrgus 2.0-2.5 mm .
- Kasutada selgeid ja eristatavaid joonetüüpe.
- Skeemid peavad olema loogiliselt üles ehitatud ja kergesti jälgitavad.

- **Informatiivsus ja Kooskõla:**

- Skeemid peavad sisaldama piisavalt informatsiooni, et anda selge ülevaade süsteemi ülesehitusest ja toimimispõhimõtetest vastava projekteerimisstaadiumi detailsusastmes.
- Kõik tähised (seadmed, kaablid, ruumid jne) peavad olema kooskõlas teiste projekti osadega (nt jaotuskeskuste skeemid, tasapinnaplaanid).
- Failinimed peaksid järgima kokkulepitud konventsioone, näiteks MKM juhendi järgi . CAD kihtide kasutamisel järgida asjakohaseid standardeid (nt ISO 13567) .

4.2.2 Elektrivarustuse Skeem

Elektrivarustuse skeem (ka toiteskeem) kujutab elektripaigaldise toiteallikaid, liitumispunkti(e), peajaotusseadmeid ning nendevahelisi põhiseoseid. Selle eesmärk on anda ülevaade kogu objekti elektrivarustuse ülesehitusest.

- **Sisu Nõuded Staadiumite Kaupa:**

- **EP (Eelprojekti Staadium) :**

- Liitumispunkti(de) asukoht (viide asendiplaanile) ja peamised parameetrid (pinge, maksimaalne lubatud vool/võimsus, lühisvõimsus liitumispunkti, kui teada).
- Peamiste jaotuskeskuste (nt peakilp, olulisemad korrusekeskused) ühekordne kujutis ja nendevahelised peamised toitekaablid või -liinid (põhimõttelised, ilma detailse dimensioneerimiseta, kuid võib näidata eeldatava nimivoolu või suurusjärgu).
- Varutoiteallikate (nt generaator, UPS) olemasolu ja põhimõtteline ühenduskoht süsteemis .
- Omatoodangu allikate (nt PV-jaam) olemasolu ja põhimõtteline ühenduskoht .
- Pingesüsteemi (nt TN-C-S, TN-S) märkimine.

- **PP (Põhiprojekti Staadium) :**

- Kõik eelprojekti staadiumi info täpsustatult.
- Jaotusvõrgu struktuur kuni alajaotuskeskusteni.
- Peamiste kaablite/lattliinide tüübid ja arvutuslikud ristlõiked/nimivoolud .
- Peajaotusseadmete (sh peakilp) ja olulisemate jaotuskeskuste sisend- ja peakaitseülilite tüübid, nimivoolud ja lühisvoolutaluvus (Icu/Ics) .
- Mõõtesüsteemide (arvestite) asukohad skeemis (kui ei ole eraldi arvestite skeemi).
- Reaktiivenergia kompenseerimise seadmete asukoht ja põhimõte (kui on) .
- Ülepingekaitsevahendite (SPD) tüüp ja asukoht peajaotuskeskuses.

- **TP (Tööprojekti Staadium) :**

- Kõik põhiprojekti staadiumi info täpsustatult.
- Kõikide kaablite/lattliinide täpsed margid, ristlõiked ja paigaldusviisid (kui see mõjutab parameetreid).
- Kõikide kaitsevadmete täpsed tüübid, nimivoolud, karakteristikud ja seadistusväärtused .
- Selektiivsuse tagamise põhimõtted (võib olla viide eraldi arvutustele/tabelitele).
- Täpsed ühenduspunktid ja klemmide tähised jaotuskeskustes (vajadusel).

4.2.3 Magistraalvõrkude Skeem

Magistraalvõrkude skeem näitab detailselt peajaotusvõrgu jaotuskeskuste vahelisi kaableid/lattliine ja nende kaitseaparatuuri. Põhiprojekti ja tööprojekti staadiumis võib see olla integreeritud elektrivarustuse skeemiga, kui see ei halvenda loetavust .

- **Sisu Nõuded Staadiumite Kaupa:**

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Magistraalvõrkude skeemi eraldi esitamine on tavaliselt valikuline; põhimõttelised magistraalid kajastuvad elektrivarustuse skeemil .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Jaotuskeskuste vahelised kaablid/lattliinid koos tüübi, ristlõike/nimivoolu ja ligikaudse pikkusega.
- Kaableid/lattliine kaitsvad kaitselülitid jaotuskeskustes koos tüübi, nimivoolu ja seadistustega (ülekoormus ja lühisvoolu vabasti) .
- UPS-i ja generaatori ühendused ning nendest toituvad magistraalid .
- Elektri tootmis- ja salvestusseadmete (nt PV) ühendused magistraalvõrku .
- Juhistikusüsteemi (TN-S, TN-C-S vms) kajastamine magistraalide osas .
- Reaktiivenergia kompenseerimisseadmed kajastatakse .
- Märkus: Arvesteid magistraalliinide skeemil ei kajastata .

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Kõik põhiprojekti staadiumi info täpsustatult.
- Täpsed kaablimargid, paigaldusviisid (kui mõjutab skeemi loetavust või tehnilisi parameetreid).
- Kriitiliste liinide puhul pingelangu arvutuste tulemused (või viide).
- Täpsed ühendusviisid ja klemmid jaotuskeskustes.

4.2.4 Muud Üldskeemid

Vastavalt projekti spetsiifikale võib olla vajalik koostada ka muid üldistavaid ja süsteemidevahelisi seoseid selgitavaid skeeme . Nende sisu ja detailsusaste määratakse vastavalt konkreetsele vajadusele ja projekteerimisstaadiumile.

Sisevalgustuse Juhtimisskeemid

- **Eesmärk:** Kujutada sisevalgustuse juhtimise loogikat ja komponente.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Juhtimisseadmete (nt DALI kontrollid, DMX liidesed, liikumis- ja kohalolekuandurid, hämardid, lülitid) paiknemine ja tüübid .
 - Juhtimisahelate (nt DALI siinid, DMX universumid) kulgemine ja ühendused valgustite ning juhtimisseadmetega.
 - Adresseeritavate süsteemide (DALI, DMX) puhul seadmete aadressid või adresseerimise põhimõtted.
 - Toiteallikad juhtimissüsteemidele.
 - Integreerimine hooneautomaatikasüsteemiga (kui on asjakohane).

4.2.4.2. VÄLISVALGUSTUSE SKEEM

- **Eesmärk:** Näidata välisvalgustuspaigaldise elektrilist ülesehitust ja juhtimist.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Välisvalgustite toiteahelad alates jaotuskeskusest.
 - Kasutatavad kaablid (tüüp, ristlõige) ja nende paigaldusviis (skemaatiliselt).
 - Juhtimisseadmed (nt fotoreleed, programmkellad, kontaktorid) ja nende ühendused.
 - Vajadusel liigpingekaitse lahendused välisvalgustuse ahelates.
 - Seos üldise elektrivarustuse skeemiga.

4.2.4.3. HÄDAVALGUSTUSE SKEEM

- **Eesmärk:** Kujutada hädavalgustussüsteemi (sh evakuatsiooni- ja paanikavältimisvalgustus) ülesehitust ja toitepõhimõtteid.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Hädavalgustite (autonoomsed või kesktoitega) toiteallikad ja ahelad.
 - Keskakusüsteemi (CBS) või detsentraliseeritud akusüsteemide (nt eraldi UPSid) paiknemine ja ühendused.
 - Hädavalgustuse jaotuskeskuste skeemid.
 - Monitooringu- ja testimissüsteemide ühendused.
 - Tulekindlate kaablite kasutusala ja tüübid.

4.2.4.4. HOONEVÄLISTE ELEKTRISEADMETE SKEEM

- **Eesmärk:** Anda ülevaade erinevate hooneväliste seadmete (nt pumplad, tõkkepuud, teetõkised, elektriautode laadimispunktid, liiva-, õli- ja rasvapüüdurid, välisvaldkonna videokaamerad) toite- ja juhtimisahelatest .
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Iga väliseadme identifitseerimine ja asukoht (viide vastavale tasapinnaplaanile).
 - Toiteallikad ja kaabeldus iga seadme jaoks.
 - Kaitseaparatuur (kaitseülilid, rikkevoolukaitsmed).
 - Juhtimisahelad ja signaalid (nt ühendus hooneautomaatikaga, kohalikud juhtimispunktid).

4.2.4.5. SUITSULÜÜKIDE TOITE- JA JUHTIMISSKEEM

- **Eesmärk:** Selgitada suitsueemaldussüsteemi elektrilist toidet ja juhtimist. *Märkus: Tihti on see osa tuleohutusautomaatika (TOA) projektist .*
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Toiteallikad (sh varutoide, tulekindlad kaablid).
 - Juhtkeskuse ja ajamite ühendused.
 - Integratsioon tulekahjusignalisatsioonisüsteemiga (ATS).
 - Käsitsijuhtimise punktide ühendused.
 - Signalisatsioon ja olekunäidud.

4.2.4.6. LAIA MAANDUSSÜSTEEMI SKEEM

- **Eesmärk:** Kujutada komplekssete või ulatuslike objektide maandussüsteemi terviklahendust, kui see on vajalik lisaks detailsetele maandusplaanidele.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Peamiste maanduselektroodide (nt vundamendimaandur, rõngasmaandur, süvamaandurid) jaotus ja omavahelised ühendused.
 - Peamiste potentsiaaliühthustuslattel (PML) asukohad ja nende vahelised ühendused.
 - Ühendused erinevate hooneosade või rajatiste maandussüsteemide vahel.
 - Suuremate tehnoloogiliste seadmete või erinõuetega alade maandamise põhimõtted.

4.2.4.7. ETAPILISUSE SKEEM

- **Eesmärk:** Selgitada elektripaigaldise rajamise ja kasutuselevõtu järjekorda etapiviisiliselt ehitatavatel objektidel.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Ehitusetappide piirid elektripaigaldise osas.
 - Ajutiste toiteallikate ja ühenduste asukohad ja parameetrid.
 - Püsitoitele ülemineku skeemid ja järjestus.
 - Iga etapi lõpus kasutuselevõetavate süsteemide ulatus.

4.2.4.8. ARVESTITE SKEEM

- **Eesmärk:** Näidata detailselt elektrienergia arvestussüsteemi ülesehitust, eriti kui objektil on mitmeid arvestuspunkte või keerukas arvestusloogika.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Kõikide elektriarvestite (pea-, grupi-, alam-) asukohad ja tüübid.
 - Voolutrafode (kui kasutatakse) asukohad, ülekandetegurid ja täpsusklassid.
 - Arvestite ühendamine jaotuskeskustesse.
 - Andmesideühendused kauglugemissüsteemiga või hoonehaldussüsteemiga (BMS).
 - Arvestite identifitseerimistähised.

4.2.4.9. ELEKTRIAUTODE LAADIMISE SKEEM

- **Eesmärk:** Kujutada elektriautode laadimistaristu elektrivarustust ja juhtimist.
- **Sisu võib hõlmata (PP/TP staadiumis):**
 - Laadimispunktide (laadijate) asukohad, tüübid (AC/DC) ja võimsused.
 - Toiteahelad jaotuskeskustest laadimispunktideni, kaablite tüübid ja ristlõiked.
 - Iga laadimispunkti kaitseaparatuur (sh rikkevoolukaitsmed tüüp B või vastavalt tootja nõuetele).
 - Dünaamilise koormusjuhtimise (DLM) süsteemi komponendid ja ühendused (kui on kasutusel).
 - Arvestuslahendused laadimiseks tarbitud energiale.
 - Andmesideühendused (nt keskhalduseks, maksesüsteemideks).

Märkus: Üldskeemid peavad andma selge ja üheselt mõistetava pildi elektripaigaldise ülesehitusest ning olema aluseks detailsemate projektiosade koostamisel. Terminoloogia ühtsus kogu projektis, sh skeemidel, on väga oluline. Skeemide sisu detailsusaste sõltub projekti staadiumist ja konkreetse objekti keerukusest.

4.3 Kilbiskeemid

4.3. Jaotuskeskused (sh nõuteleht, skeemid, laotised)

Jaotuskeskused on elektripaigaldise keskne osa, mis tagavad elektrienergia ohutu jaotamise erinevatele tarbijatele. Nende korrektne projekteerimine, dokumenteerimine ja valmistamine on kriitilise tähtsusega kogu elektripaigaldise töökindluse, ohutuse ja hooldatavuse seisukohalt. Käesolev jaotis kirjeldab nõudeid jaotuskeskuste projekteerimisele ja nendega seotud dokumentatsioonile, sealhulgas nõutelehtedele, skeemidele ja laotistele.

4.3.1 Üldnõuded ja Standardid

- **Põhistandardid:** Jaotuskeskuste projekteerimisel ja valmistamisel tuleb lähtuda eelkõige järgmistest standarditest:
- **IEC 61439 seeria (EVS-EN 61439 seeria):** "Madalpingelised lülitus- ja juhtimisseadmekomplektid". See standardisari määratleb jaotuskeskuste projekteerimise, ehituse ja katsetamise nõuded.
- **EVS-HD 60364 seeria:** "Ehitiste elektripaigaldised", eriti osad, mis käsitlevad kaitset liigvoolu ja elektrilöögi eest ning seadmete valikut ja paigaldamist.
- **IEC 60909 seeria:** "Lühisvoolud kolmefaasilistes vahelduvvooluvõrkudes" lühisvoolude arvutamiseks.
- **IEC 60947-2 või IEC 60898** kaitseaparatuuri lühisvoolutaluvuse kohta.
- Vajadusel eristandardid spetsiifilistele paigaldistele (nt mere-, raudtee-).
- **Disainiprintsiibid:**
 - **Ohutus:** Tagada personali ja vara ohutus normaal- ja rikkeolukordades (kaitse elektrilöögi, lühise, ülekoormuse, kaarleegi eest).
 - **Töökindlus:** Tagada toiteallikate ja väljundite usaldusväärne toimimine, arvestades selektiivsuse ja varutoite nõudeid.
 - **Hooldatavus:** Võimaldada ohutut ja lihtsat juurdepääsu komponentidele hoolduseks, kontrolliks ja testimiseks. Sisemise eraldatuse vorm (nt 1, 2b, 3b, 4a, 4b vastavalt IEC/TR 61439-0) peab olema määratletud.
 - **Laiendatavus:** Arvestada tulevaste laienduste võimalusega (reservruum vähemalt 15–20%).
- **Kooskõlastamine:** Jaotuskeskuste projekteerimisel on oluline koostöö:
- **Arhitekti ja sisearhitektiga:** Kilbiruumide asukohtade, suuruste ja juurdepääsude osas.
- **KVVVKJ projekteerijaga:** Kilpide soojuseralduse ja ventilatsioonivajaduse osas.
- **Tellijaga:** Erinõuete, varutoitevajaduste ja juhtimisloogika osas.
- **Hooneautomaatika projekteerijaga:** Andmesideühenduste ja juhtimissignaali osas.

4.3.2 Jaotuskeskuse Nõueteleht

Nõueteleht on keskne dokument, mis koondab jaotuskeskuse tehnilised ja ehituslikud nõuded ning on aluseks kilbi valmistajale ja hilisemale kontrolliile. See esitatakse eraldi lehena enne skeeme.

• **Põhinõuded Nõuetelehel:**

- Kilbi tähis (nimetus ja otstarve).
- Nimipinge ja sagedus.
- Nimivool (kilbi peasisendile).
- Pingesüsteem (TN-C, TN-S, TN-C-S, IT jne).
- Lühisvoolutaluvus I_{cn} (nt 1s, kasutavad ka seadmete tootjad ja on võrreldav).
- Kaitseaste (IP-klass).
- Löögikindlus (IK-aste).
- Kilbiehituse standard (viide IEC/EVS-EN 61439 osale, nt IEC 61439-1/-2/-3).
- Vajadusel eristandardi nõuded (mere, raudtee jne).
- Sisemise eraldatuse vorm (nt 1, 2b, 3b, 4a, 4b vastavalt IEC/TR 61439-0).
- Installeeritud ja arvutuslikud võimsused (kilbi tootjale ebaoluline info).

• **Juhtahelate Andmed:**

- Pinge ja sagedus (AC/DC).

• **Ehituslikud Andmed:**

- Keskuse tüüp (kapp, kilp, klemmkarp).
- Paigaldusviis (pinnapealne, süvistatav).
- Kinnitusviis (põrand, sein).
- Lukustuse tüüp (pöördlukuga, võtmega lukuga).
- Kilbi värv (standardne või erinõue).
- Keskuse kriitilised mõõdud (pikkus, laius, kõrgus, sügavus). PP staadiumis eeldatavad maksimaalsed mõõtmed, TP staadiumis valmistaja poolt antud täpsed gabariidid.
- Piirangud transpordiühikule (nt madalad uksed).
- Keskkonna temperatuuripiirid.
- Reservruumi protsentuaalne nõue (nt 15–20%).
- Uste avanemise suund ja nurk (vajadusel märkustesse).

• **Markeerimine:**

- Välise markeeringu nõuded (valmistaja standard või erinõuded).
- Sisese markeeringu nõuded (valmistaja standard või erinõuded), sh kust/kuhu markeering.
- Jõuahelate markeerimise nõuded.
- Juhtahelate markeerimise viis (nt ei markeerita (0), klemmi tähis (1), otseühenduse aadress (2), vastasühenduse aadress (3), otseühenduse ja vastasühenduse aadress (4), juhtme number (5)).

• **Seadmete ja Kaabelduse Informatsioon:**

- Latistuse materjal (Cu või Al, TP staadiumis täpsustatakse).
- Signaallampide tüüp.
- Juhtmestuse minimaalsed ristlõiked (jõuahel, juhtahel, DC ahel jne).
- Juhtmestuse tüüpide värvid (L1, L2, L3, N, PE, juhtahela L, juhtahela N, DC +, DC- jne).
- Kaablite sisendite ja väljundite suunad (alt/ülevalt/tagant jne).
- Toitekaablite ühendusviis (otse aparaadiga või klemmidele).
- Jõuväljundite ühendusviis (otse aparaadiga või klemmidele).
- Juhtahelate ühendusviis.
- Sisendi tüüp (nt lattsild, kaabel; kaabli tüüp ja mõõtmed, võib olla ka ainult skeemil).

- **Märkused:** Harva kasutatavad või väga spetsiifilised nõuded (nt lisakaitse nagu kaarekaitse, erinõuded viimistlusele, erinõuded kilbi sisemisele latistusele, soojuseraldus ja ventilatsioonivajadus) on soovitatav lisada märkuste lahtrisse, et hoida nõueteleht ülevaatlikuna.

4.3.3 Skeemid

Jaotuskeskuste skeemid on peamine dokumentatsiooniosa, mis kirjeldab keskuse elektrilist ülesehitust ja funktsionaalsust.

- **Primaarskeemid (Ühejooneskeemid):**

- Esitatakse kõikide pea- ja jaotuskeskuste kohta.
- **Sisu (PP baastase):**
 - Latistuse nimetus ja juhistiku tähised (L(x), N, PE, TE jne).
 - PEN lahutuspunkt (vajadusel).
- **Kilbi sisestused:**
 - Sisestuskoha (kust toide tuleb) nimetus.
 - Nimivool ja nimivõimsus.
 - Sisestuslüliti valik (koormuslüliti, kaitselüliti, sular jne).
 - Lülitusviisi määramine (käsitsi, ajamiga).
 - Mõõteseadmed (voolutrafad, mõõteseadmed, abiahelate kaitsmed).
 - Asendikontaktid.
 - Ühenduskaabel/latt.
 - Liigpingepiiriku vajadus ja valik (parameetrid).
 - Juhtsignaalide kirjeldus (vajadusel).
- **Kilbi väljundid:**
 - Tarbija tunnus, nimetus või kirjeldus.
 - Nimivool ja nimivõimsus.
 - Väljundlüliti tüüp (MCB, MCCB, RCD, AFDD, LSI valik).
 - Lülitusviisi määramine (käsitsi, ajamiga).
 - Mõõteseadmed (voolutrafad, mõõteseadmed, abiahelate kaitsmed).
 - Asendikontaktid.
 - Ühenduskaabel/latt.
 - Juhtsignaalide kirjeldus (vajadusel).
 - Juhitavate väljundahelate komponendid (kontaktorid, sagedusmuundurid, abireleed jne).
 - Juhtahelate komponendid ja releed.
- **Indikatsioon ja lülitus:**
 - Indikatsioonitulede kogus.
 - Juhtnupud ja nende tüüp, funktsiooni kirjeldus (osaliselt, lõplikult selgub sekundaarskeemides).
- **Muud komponendid:**
 - Trafod (primaar- ja sekundaarpinge), täpsusklass.
 - Abikontrollerid.
 - Muud põhikomponendid.
 - Pistikupesad kilbis sees, kilbi kestal (koos tähise ja võimsusega).
- **Andmesideühendused:**
 - Kilpi sisenevad ja väljuvad andmesideühendused (siini tüüp/IO).
 - Kaablitüübid (keerupaar, varjestus jne).
 - Lülitusseadmete ehitus (plug-in, vanker, fix).
 - Lisakaitse (nt kaarekaitse).

- **Sisu (TP kõrgem tase):**

- Kõik PP taseme info.
- Tähised.
- Sätted (kõikide kaitseseadmete ja rikkekaitsete sätted).
- Aegreleede, pingekontrolli releede ja muu aparatuuri seadistuste sätted/viited.
- Täpsustatud lülitusviis (käsitsi, ajamiga, ajami tüüp).
- Faseering.
- Indikatsioonitulede värvus ja funktsioon, tehase poolt esitatud parameetrid (pinge, AC/DC jne).
- Täpsustatud kaablitüübid (kaabli mark ja kogused) andmesideühendustele.

- **Sekundaarahelate skeemid:**

- **PP staadiumis** esitatakse tüüpsed skeemid ahelatüüpide kaupa, näidates kõik põhi- ja abikomponendid (releed, tuled, lülitid, nupud, kontaktid jne).
- **TP staadiumis** esitatakse kõikide ahelate skeemid detailselt:
 - Komponentide tähised ahelate kaupa.
 - Komponentide tehnilised parameetrid.
 - Klemmide tähised ja numbrid.
 - Välisühendused (sooned, tähised, ühendused klemmidega).
 - Juhtahelate sisemised ristlõiked ja soonte värvus.

- **RLA loogika skeem (vajadusel):**

- Esitatakse maatriksina, kus on kirjeldatud juhitavad lülitid, lülituse käivitussignaal, viiteajad, lülitite olekud vastavalt sisendite olekule.
- **PP staadiumis** sisaldab juhitavaid sisendeid, sisendite olekuid, viiteaegu lülituste vahel, sisendite olekute muutuse siirdeprotsessi. Primaarskeemil näidatakse juhitavad lülitid tähistustega, toitekilbid, ajami tüüp, nimivoolud, latistus, tagasisideahelad, blokeeringud, käsijuhtimine.
- **TP staadiumis** lisanduvad täpsustatud viiteajad, täpsustatud juhtimise maatriks, täpsustatud tähised ja nimivoolud primaarskeemil, RLA kontrolleri valik ja tüüp.
- **Keskpinge jaotusseadme skeem (vajadusel):** Sisu täpsustatakse vastavalt projekti eripäradele.
- **Tingmärkide loetelu:** Skeemides kasutatavad tingmärgid sõltuvad suuresti projekteerimisel kasutatavast tarkvarast ja peavad olema üheselt mõistetavad.

4.3.4 Jaotuskeskuste Laotised (Layout)

Jaotuskeskuste laotised on joonised, mis näitavad komponentide füüsilist paigutust kilbis.

- **Sisu (PP staadiumis võib olla skemaatilisem):**

- Kilbikesta gabariidid.

- **Sisu (TP staadiumis):**

- Kogu PP taseme info täpsustatuna.
- Kilbi kesta konfiguratsioon, avatavus, kinnitused.
- Kaablite sisend- ja väljundavade asukohad ja mõõdud, läbiviikude arv ja läbimõõt vastavalt kaablitele.
- Kilbi kestal ja/või ukstel paiknevate indikatsioonide, näiturite, lülitite, seadenuppude ja sõrmistike täpne paigutus.
- Kaabliteede paiknemine kilbis.
- Kõikide kilbi komponentide (kaitselülitid, kontaktorid, klemmliistud, latid jne) täpne paiknemine kilbis.
- Eestvaade, pealtvaade, vajadusel külgsuured ja sokli joonis.
- Kilbi jahutuse ja ventilatsiooni lahendus (kui vajalik, arvestades soojuseraldusega).
- Klemmliistude tähised ja numeratsioon.
- Välisühenduste (kaablid, sooned, tähised) ühendused klemmidega.
- Kasutatavate komponentide spetsifikatsioon (tüüp, nominaal, valmistaja kood, tehnilised parameetrid).
- Indikatsioonitulede värvus ja funktsioon.
- Kõikide kaitseseadmete ja rikkekaitseadmete sätted.
- Aegreleede, pingekontrolli releede jm aparatuuri seadistuste sätted/viited.

4.3.5 Jaotuskeskuste Dokumentatsiooni Esitamine Staadiumiti

Staadium	Dokumentatsiooni sisu
EP (Eelprojekt)	• Tiitelleht • Seletuskiri (jaotuskeskuste kontseptsioon, peamised parameetrid, asukohad, ruumivajadus) • Elektrivarustuse põhimõtteskeem (üldine, peamised jaotuskeskused ja nende vahelised seosed) • Magistraalvõrkude skeem (põhimõtteline)
PP (Põhiprojekt)	• Kõik EP mahus esitatu, täpsustatuna • Jaotuskeskuste nõuetelehed (baastase) • Peajaotuskeskuse ühejooneskeem • Garanteeritud ja katkematu toite jaotuskeskuste ühejooneskeemid • Kõikide teiste jaotuskeskuste ühejooneskeemid • Maandus- ja potentsiaaliühtlustuse skeem (keskustega seotud osas) • Vajadusel muud skeemid (nt RLA loogika skeem) • Jaotuskeskuste asukohaplaanid (osana elektriseadmete tasapinnaplaanidest) • Kaabliteede plaanid, mis näitavad ühendusi keskustega • Installatsioonimaterjalide spetsifikatsioonid (sh kilpide osas) • Kilpide laotised (baastase, peamiselt gabariidid)
TP (Tööprojekt)	• Kõik PP mahus esitatu, täpsustatuna ja detailiseerituna • Jaotuskeskuste nõuetelehed (kõrgem tase, täpsustatud andmetega valmistajalt) • Lõplikud primaarskeemid koos kõikide seadmete täpsete parameetrite ja sätetega • Kõik sekundaarahelate skeemid ahelate kaupa • RLA loogika skeem (täpsustatud) • Kilpide laotised (layout) koos täpsete gabariitidega, komponentide paigutusega, kaabliteede, kinnituste ja avade näitamisega • Komponentide spetsifikatsioonid (tüüp, nominaal, valmistaja kood, tehnilised parameetrid) • Kilbi soojuseralduse arvutus ja vajadusel ventilatsioonilahendus

Märkus: Jaotuskeskuste korrektne ja detailne projekteerimine ning dokumenteerimine on vältimatu eeldus ohutu, töökindla ja standarditele vastava elektripaigaldise ehitamiseks ja käitamiseks. Erilist tähelepanu tuleb pöörata standardi [IEC 61439](#) nõuete järgimisele ja koostööle kilbivalmistajaga.

4.4 Kaabliteed

4.4. Kaabliteed (plaanid, tüübid, markeerimine)

Käesolev jaotis kirjeldab nõudeid kaabliteede tasapinnaplaanide koostamisele elektripaigaldise projektides (tugev- ja nõrkvool). See hõlmab nii riputatavaid (laealused, seintel) kui ka pörandaaluseid kaabliteid.

4.4.1 Käsitlusala

Eesmärk on tagada jooniste selgus, informatiivsus ja vastavus standarditele ning heale tavale.

- **Asjakohased EHR koodid:** 5-1100 (Pörandaalused kaabliteed), 5-1200 (Riputatavad kaabliteed)

2. Seotud dokumendid ja viited

- **Standardid:**
 - [EVS 932:2017](#) Ehitusprojekt
 - [Määrus "Nõuded ehitusprojektile"](#)
 - [EVS-EN ISO 5457](#): Jooniste vormistus
 - [EVS-EN ISO 7200](#): Kirjanurk (ja teised vormistusstandardid)
 - [EVS-EN ISO 3098](#), [EVS-EN ISO 7083](#): Tekst joonistel (ja teised vormistusstandardid)
 - [EVS-EN ISO 13567](#) (või vastav kehtiv standard): CAD kihid
- **Juhendid:**
 - MKM Juhendmaterjal - Ehitusprojekti dokumentide digitaalse vormistamise nõuded
 - Käesoleva juhendi peatükid: 3 (Dokumentatsiooni vormistus), 7 (BIM Nõuded), Lisa X (Tingmärgid).

3. Üldnõuded Vormistusele

- **Möötkava:** Üldjuhul 1:100. Kaabliteede ja kilpide teeninduspiirkondade üldplaanid võivad olla 1:200. Suure detailsusvajadusega alad (nt alajaamad) 1:50 Möötkava näidata kirjanurgas.
- **Formaat:** Standardne ISO A-seeria (A3, A2, A1). Võib kasutada pikendatud formaate (A3L jne), kui kõrgus vastab standardile
- **Layout:** Peab sisaldama graafilist osa, tingmärkide legendi ja standardset kirjanurka [Image x.x.x]. Orienteeritus lugemiseks vasakult paremale.
- **Kirjanurk:** Peab vastama EVS-EN ISO 7200 nõuetele ja sisaldama vähemalt juhendis määratletud miinimuminfot [Image x.x.x].
- **Fondid:** Kasutada levinud platvormiüleseid fonte (nt ISOCPEUR, Arial). Teksti kõrgus (möötkavast sõltumata) 2.0-2.5 mm.
- **Kihid (Layers):** Kasutada standardset kihisüsteemi (nt ISO 13567). Eraldada kihiti tugevvoolu (EL), nõrkvoolu (EN) ja tulekindlad (TK) kaabliteed.
- **Alusplaanid:** Lisada Xref-ina (mitte kopeerida joonisesse).
- **Failinimed:** Vastavalt MKM juhendile ja käesoleva juhendi peatükile 3.2.
- **Väljund:** Vektorkujul PDF-fail, kus on säilinud kihtide info ja teksti selekteerimise võimalus.

4. Sisu Nõuded Staadiumite Kaupa

Staadium	Sisu Nõuded
EP	Eelprojekt (Fookus: põhimõtted, ruumivajadus) - Näidata põhimagistraalide (nii horisontaalseid kui vertikaalseid) asukohti ja ligikaudseid mõõtmeid/ruumivajadus. - Määratleda elektri- ja nõrkvoolu tehnoruumide (sh kilbiruumid, serveriruumid) ning šahtide asukohad ja ligikaudsed suurused koostöös arhitektiga. - Näidata jaotuskeskuste (pea-, korruse-) põhimõttelisi asukohti. - Määratleda kaabliteede tüübid üldiselt (nt riputatavad, pörandaalused).
PP	Põhiprojekt (Fookus: detailsus, süsteemide eristamine, koordineerimine) - Riputatavad kaabliteed (EHR 5-1200): Näidata kõik kaabliredelid, -rennid, karbikud, tulekindlad teed. Eristada tüübid (nt kaetud/katmata) ja süsteemid (EL/EN/TK) mustri või värviga [Source 4312, Image 2]. Markeerida lõigud (Tüüp / Laius / Esialgne kõrgus) [Source 4313, Image 3]. Näidata ka lattliinid [Source 4324]. - Pörandaalused kaabliteed (EHR 5-1100): Näidata paigaldustorusid, pörandakarpe, pörandakanaleid, tõstetud pörandaaluseid teid. - Jaotuskeskused: Näidata täpsed asukohad, tüübid (TAVA/GEN/UPS värvidega) ja teeninduspiirkonnad. - Avad: Esitada avade ülesanne konstruktorile. Näidata vajalikud läbiviigud. - Tuleohutustsoonid: Vajadusel näidata TT-tsoonid.
TP	Tööprojekt (Fookus: ehituslik täpsus, paigaldusinfo) - Kõrgused ja Mõõdud: Näidata täpsed paigalduskõrgused (alumise serv) kõikidele kaabliteedele, sh kõrguse muutumisel. Lisada mõõdud pörandakarbid ja muude väljaviikude mõõtmed. Määratleda kilpide täpsed gabariidid ja teenindusalade mõõtmed. Üldjuhul mõõtahelaid seadmetele ei lisata, v.a erijuhtudel. - Kaabeldus: Näidata põhimagistraalide kaablipakid (cable pack) kaabliteedel. - Sõlmed ja Detailid: Vajadusel lisada spetsiifilisi paigaldussõlme või detaile, eriti keerukamate lahenduste või liitumiste puhul. - Avad: Näidata lõplikud ehituslikud avad, mis tuleb tekitada.

5. Markeerimine ja Tähistus

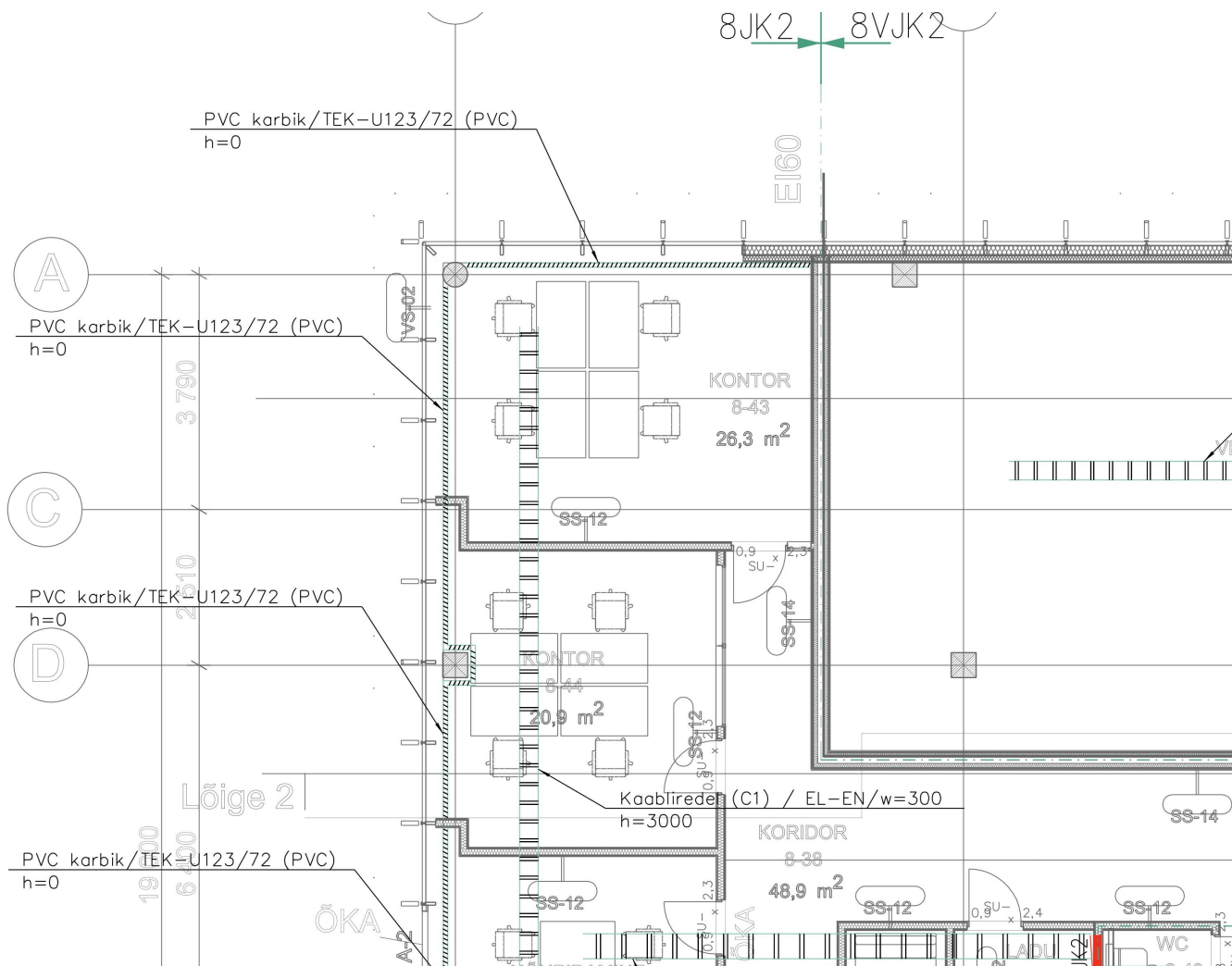
- **Kaabliteed**: Iga kaablitee lõik (eriti riputatav) peab olema varustatud viitega/tähistega, mis sisaldab vähemalt:
- **Kaablitee tüüp**: (nt redel C1, renn C3, karbik K1, TK-tee jne) [Image x.x.x]
- **Süsteem**: (nt EL, EN, TK - võib olla ka värvi/mustriga)
- **Laius (w)**: millimeetrites (nt w=300)
- **Paigalduskõrgus (h)**: Alumise serva absoluutkõrgus või kõrgus nullist (nt h=2400). Näidata kõrguse muutuskohtades.
- **Näide viitest**: Redel (C1) / EL / w=300 / h=2400
- **Jaotuskeskused**: Tähistada vastavalt projektis kasutatavale süsteemile (nt JK1, PK, UPS-JK2). Eristada värviga tava-, gen.- ja UPS-toite kilbid.
- **Tingmärgid**: Kasutada standardseid või projektis defineeritud tingmärke. Kõik kasutatud tingmärgid peavad olema esitatud joonise legendis.

6. BIM Nõuded

- Kaabliteede modelleerimisel järgida juhendi peatükis 7 toodud nõudeid (LOD vastavalt staadiumile, parameetrid, kihid, ristumiste kontroll).
- Kaabliteed on oluline osa eriosade koordineerimisel ja ristumiste vältimisel BIM mudelis.

7. Näited

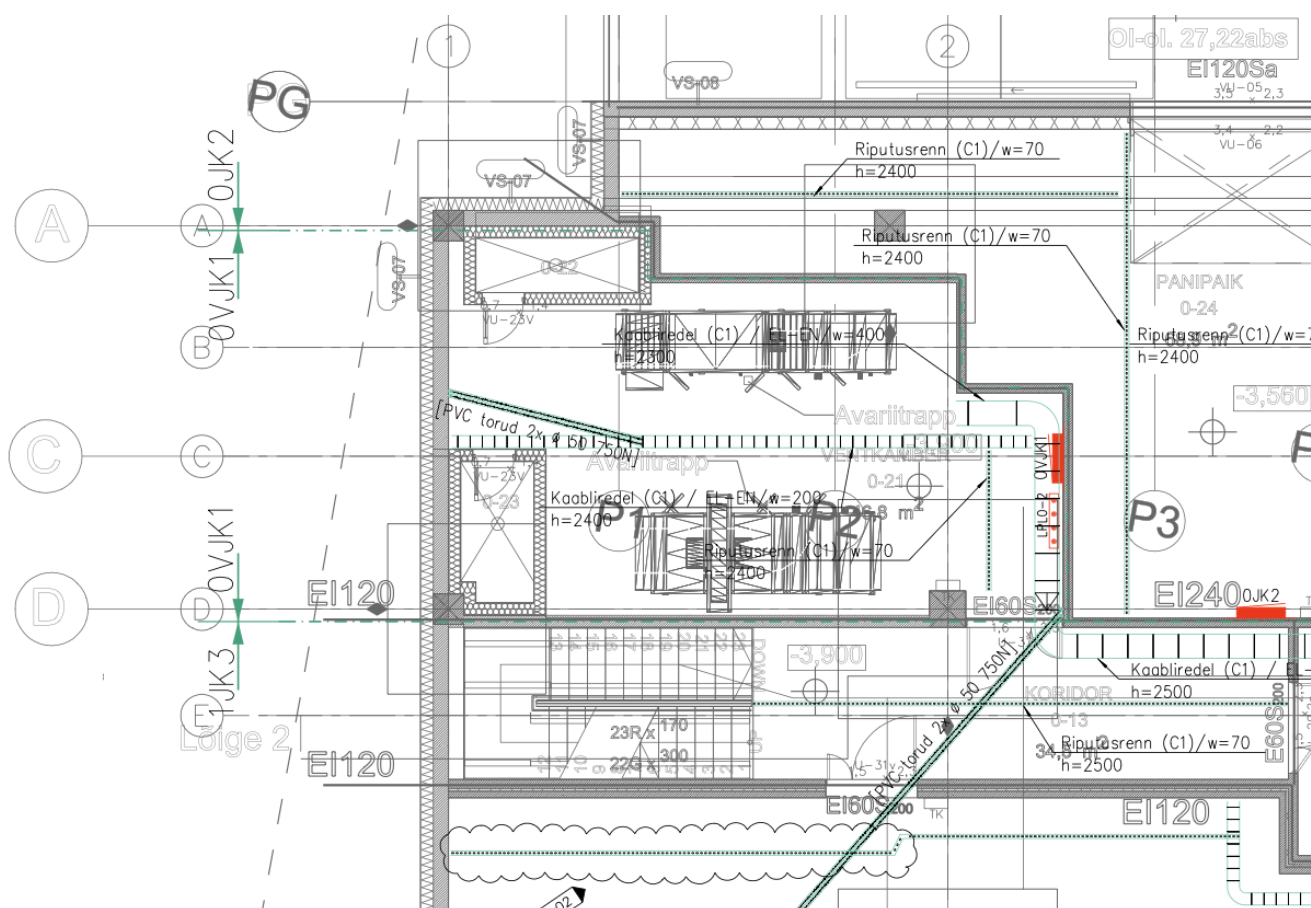
- Näide riputatavate kaabliteede markeerimisest [Image 3].



- Näide süsteemide eristamisest mustritega [Image 2].

Nr.	Pilt	Ala	Kaabliteede sisu	Kaabeldus	Tootja	Tüüp
Parkimismaja						
1.		Kütmata ala	Kaablirenn perforeeritud (C3) / EL	Valgustus		
2.		Kütmata ala	Riputusrenn (C3) / EL	Valgustus		
3.		Vertikaalne (šahis)	Kaabliredel (C1) / EL-EN			
4.		Kütmata ala vertikaalne	Kaabliredel kaetud (C3) / EL-EN			
B1-Parkla						
1.		Kütmata ala	Kaabliredel (C3) / EL-EN			
2.		Küttega ala	Kaabliredel (C1) / EL-EN			
3.		Kütmata ala	Riputusrenn (C3) / EL	Valgustus		
4.		Kütmata ala	Kaabliredel (C3) / TK	Tulekindel		
K1...K7 üld ala						
1.		Ripplaeta	Kaabliredel (C1) / EL-EN			
2.		Ripplaega	Kaabliredel (C1) / EL-EN			
3.		Ripplaeta	Kaabliredel kaetud (C1) / EL			
4.		Fuajed, liftihallid... ripplaes	LED-profiil + katteklaas	LED-profiil	www.ledhouse.ee	Alumiiniumprofiil SPL35, tootekood 14191 Mõõdud: 35x35mm, profiili materjal: alumiinium, matt Katteklaas: frozen
5.		Fuajed, liftihallid... Põranast 80mm	LED-nurgaprofiil must + katteklaas	LED-profiil	LUMINES	LEDPROFIIL LUMINES C nurgaprofiil Profiili viimistlus: anodeeritud must Katteklaas: frozen

- Näide kilbi teeninduspiirkonna ja tähistuse kohta [Image 5].



- Näide kaablipakkide kujutamisest (TP) [Image 6].

8. Märkused ja Head Tavad

- Kaabliteede planeerimisel arvestada teiste tehnosüsteemide (KVJVK, vesi-kanal) paiknemisega ja ruumivajadusega. Koostöö teiste eriosade projekteerijatega on kriitilise tähtsusega.
- Kaaluda kaabliteede täituvuse ja kandevõime arvutamist/hindamist keerukamate objektide puhul (eriti PP/TP staadiumis).
- Tööprojekti võib olla otstarbekas näidata kaablite järjestus kaabliteedel suuremate magistraalide puhul.
- Dokumenteerida ja kooskõlastada kõik avade ülesanded konstruktoriga õigeaegselt.

4.6. Jõupaigaldised

4.6. Jõupaigaldised (pistikupesad, KVVKJ toited, eriseadmed)

Jõupaigaldised hõlmavad laia spektrit elektritarbijaid alates üldkasutatavatest pistikupesadest kuni spetsiifiliste tehnoloogiliste seadmete ja hoone tehnosüsteemide (nagu küte, ventilatsioon, jahutus, veevarustus ja kanalisatsioon – KVVKJ) toideteneni. Nende korrektne projekteerimine on hoone funktsionaalsuse ja ohutuse seisukohalt kriitilise tähtsusega.

4.6.1 Üldnõuded ja Standardid

- **Põhistandardid:** Jõupaigaldiste projekteerimisel tuleb lähtuda eelkoige:
- **EVS-HD 60364 seeria:** "Ehitiste elektripaigaldised" (eriti osad, mis käsitlevad kaitset liigvoolu, rikkevoolu ja elektrilöögi eest, seadmete valikut ja paigaldamist).
- Asjakohased seadmestandardid (nt pistikupesade, mootorite, spetsiifiliste seadmete kohta).
- **Disainiprintsiibid:**
- **Ohutus:** Tagada kaitse ülekoormuse, lühise, rikkevoolu ja elektrilöögi eest. Arvestada erinõuetega niisketes või plahvatusohtlikes ruumides.
- **Funktsionaalsus:** Tagada kõikidele seadmetele piisav ja stabiilne toitepinge ning vajalik võimsus.
- **Kasutusmugavus:** Pistikupesade ja lülitusseadmete loogiline ja mugav paigutus.
- **Hooldatavus:** Seadmete ja ühenduspunktide hea ligipääsetavus hoolduseks ja remondiks.
- **Kooskõlastamine:** Jõupaigaldiste projekteerimine nõuab tihedat koostööd:
- **Arhitekti ja sisearhitektiga:** Pistikupesade, lülitite ja muude nähtavate elementide asukohtade ja väljanägemise osas.
- **KVVKJ projekteerijaga:** Kõikide KVVKJ seadmete (pumbad, ventilaatorid, küttekehad, jahutusseadmed, ajamid, automaatikakiibid jne) täpsete asukohtade, võimsuste, faaselisuse, käivitusvoolude ja juhtimisvajaduste osas.
- **Tehnoloogia projekteerijaga (kui on):** Tehnoloogiliste seadmete (nt köögiseadmed, tootmiseseadmed, meditsiiniseadmed) täpsete asukohtade, võimsuste ja erinõuete osas.
- **Nõrkvoolu ja automaatika projekteerijatega:** Nende süsteemide seadmete (nt serverikapid, keskseadmed, kontrollid) toiteallikate ja juhtimissignaali osas.

4.6.2 Koormuste Hindamine ja Dimensioneerimine

- **Koormusandmed:** Täpsete koormusandmete (P, kW; In, A; cos φ; käivitusvoolud; üheaegsustegurid) kogumine kõikidelt ühendatavatelt seadmetelt on dimensioneerimise aluseks (vt ka ptk 3.7). See info saadakse tellijalt, arhitektilt (nt sisseehitatud mööbel), KVVKJ ja tehnoloogia projektidest.
- **Ahelate Dimensioneerimine:** Iga pistikupesa grupp ja fikseeritud seadme toiteahel tuleb dimensioneerida vastavalt eeldatavale koormusele, arvestades kaabli ristlõike valikul voolu kestvat lubatavat väärtust, pingelangu, lühisvoolu taluvust ja kaitseseadme rakendumistingimusi.
- **Jaotuskeskuste Dimensioneerimine:** Jaotuskeskuste sisendid ja väljundid dimensioneeritakse vastavalt ühendatud ahelate summaarsele arvutuslikele koormustele.

4.6.3 Seadmete ja Materjalide Valik ning Spetsifikatsioonid

- **Pistikupesad ja Lülitusseadmed:** Valida tuleb vastavalt ruumi otstarbele, keskkonnatingimustele (IP-klass) ja ühendatavate seadmete tüübile (nt standardpistikupesad, CEE-pistikupesad, andmesidepistikupesad koos toitega, spetsiaalpistikupesad). Lülitid ja turvalülitid peavad vastama ühendatava seadme võimsusele ja ohutusnõuetele.
- **Fikseeritud Seadmete Toitepunktid:** Toitepunktid (nt harukarp, klemmenliist, turvalüliti, spetsiaalne pistikühendus) tuleb valida vastavalt konkreetse seadme paigaldusjuhendile ja võimsusele.
- **Kaabeldus ja Paigaldustarvikud:** Valida sobivad kaablitüübid ja paigaldusviisid (vt ptk 4.4), arvestades koormust, keskkonnatingimusi, tuleohutusnõudeid ja esteetilisi kaalutlusi.

- **Spetsifikatsioonid (vt ptk 3.6):**
- **PP staadium:** Määratleda pistikupesade, lülite, turvalülite, kaablitüüpide jms tehnilised ja kvaliteedinõuded.
- **TP staadium:** Vajadusel täpsustada konkreetsete tootjate ja mudelitega.

4.6.4 Juhtimine

- Kuigi enamik pistikupesi on passiivsed, võivad teatud jõutarbijad vajada spetsiifilist juhtimist:
- **Kohalik Juhtimine:** Paljudel seadmetel (nt elektrikütte radiaatorid, boilerid, teatud mootorid) on sisseehitatud termostaadid või lülid.
- **Kaugjuhtimine/Automaatika:** Teatud seadmete (nt KVVJ seadmed, pumbad, valitud tehnoloogilised seadmed) tööd võidakse juhtida hooneautomaatika (EA) süsteemi kaudu. Vajalik on tihe koostöö EA projekteerijaga juhtimissignaali ja -ahelate osas.
- **Blokeeringud:** Ohutuse või funktsionaalsuse tagamiseks võivad olla vajalikud blokeeringud (nt KVVJ seadmete seiskamine tulekahjusignalisatsiooni rakendamisel).

4.6.5 Jõupaigaldise Plaanid

- **Üldvormistus:** Järgida peatükis 3.4 toodud nõudeid.
- **Pistikupesade Plaan (EHR 5-500):**
- **EP staadium:** Määratleda põhimõttelised pistikupesade paigutuse alad ja erinõuetega tsoonid.
- **PP staadium:** Näidata kõikide **pistikupesade täpsed asukohad** ja tüübid (nt üldkasutatav, IT, jõupistikupesa) koos tähistega. Eristada erinevate toitesüsteemide (TAVA/GEN/UPS) pistikupesad (nt kihtide või värvidega). Asukohad kooskõlastada sisearhitektuurse lahenduse ja mööbli paigutusega. Lisada toitepunktide kirjeldused (vajadusel viitenoolle või lühendiga).
- **TP staadium:** Kogu PP info + **kaabeldus** pistikupesadest jaotuskeskusteni; **gruppide numbrid** ja viited jaotuskeskusele; pistikupesade ja toiteotsade **paigalduskõrgused**. Üldjuhul mõõtketid pistikupesadele ei lisata, kui need tulenevad sisearhitektuuri joonistest.
- **KVVJ ja Muude Seadmete Toiteplaanid (nt EHR 5-800):**
- **EP staadium:** Määratleda suuremate KVVJ ja tehnoloogiliste seadmete põhimõttelised asukohad ja ligikaudsed võimsusvajadused.
- **PP staadium:** Näidata kõikide **KVVJ seadmete** (ventilaatorid, pumbad, küttekehad, jahutusseadmed, klapiajamid, Fancoolid, elektrikütteskaablid (sh vihmaveetorude ja lehtrite küte), elektrikerised, boilerid, termostaadid) ja muude **fikseeritud eriseadmete** (liftid, eskalaatorid, kõõgiseadmed, tehnoloogilised masinad) täpsed asukohad ja toitepunktide tähisted. Näidata vajalikud turva- ja hoolduslülid. Eraldi võib koostada elektrikütte plaanid.
- **TP staadium:** Kogu PP info + **kaabeldus** seadmetest jaotuskeskusteni; **gruppide numbrid** ja viited jaotuskeskusele. Vajadusel spetsiifilised paigaldusdetailid (nt jäätumissüsteemide paigaldusjoonised).
- **Üldine Plaanid:** Kõikidel jõupaigaldise plaanidel peab olema näidatud toiteallikaks olevate kilpide asukohad ja nende teeninduspiirkonnad.

4.6.6 Seotud Loetelud ja Skeemid

- **Loetelud (vt ptk 3.6):**
- **Pistikupesade loetelu:** Tüüp, tähis, ruum/asukoht, grupp, kogus.
- **Jõutarbijate loetelu:** Seadme tähis, nimetus, asukoht, võimsus, faasid, grupp, viide tehnoloogilisele skeemile/seadmele.
- **Kaablite loetelu (TP staadiumis):** Tähis, mark, ristlõige, pikkus, algus- ja lõpp-punkt.
- **Skeemid (vt ptk 3.5):**
- **Jaotuskeskuste ühejooneskeemid:** Peavad sisaldama kõiki pistikupesade ja fikseeritud seadmete toiteahelaid koos korrektse kaitseaparatuuri, kaabelduse ja koormusandmetega.
- **Juhtimisskeemid:** Vajadusel seadmete (nt mootorid, küttekehad) juhtimisloogika ja -ahelate skeemid.

Märkus: Jõupaigaldiste projekteerimisel on eriti oluline täpne ja õigeaegne informatsioon teistelt eriosadelt (arhitektuur, sisearhitektuur, KVVJ, tehnoloogia), et tagada kõikide seadmete korrektne ja ohutu toide.

4.6.7 Tabel: Jõuplaanide Sisu Nõuded Staadiumite Kaupa

Stadium	Sisu Nõuded
EP	Eelprojekt (Fookus: kontseptsioon, põhimõtteline paigutus) - A. Pistikupesade Plaan (EHR 5-500): - Põhimõttelised pistikupesade paigutuse alad. - Erinõuetega tsoonide (nt niiskuskindlus) määratlus. - B. KVVVKJ ja Muude Seadmete Toiteplaanid (nt EHR 5-800): - Suuremate KVVVKJ ja tehnoloogiliste seadmete põhimõttelised asukohad. - Suuremate KVVVKJ ja tehnoloogiliste seadmete ligikaudne võimsusvajadus. - C. Üldnõuded Kõikidel Jõupaigaldise Plaanidel: - Toiteallikaks olevate kilpide asukohad (vastavalt detailsusastmele). - Kilpide teeninduspiirkondade näitamine (vastavalt detailsusastmele). - Üldvormistus vastavalt juhendi ptk 3.4 (või viide vastavale jaotisele).
PP	Põhiprojekt (Fookus: detailne paigutus, tüübid, spetsifikatsioonid) - A. Pistikupesade Plaan (EHR 5-500): - Kõikide pistikupesade täpsed asukohad. - Pistikupesade tüübid (üld-, IT-, jõu- jne) ja tähised. - Erinevate toitesüsteemide (TAVA/GEN/UPS) pistikupesade eristamine (nt kihtide või värvidega). - Asukohtade kooskõlastus sisearhitektuurse lahenduse ja mööbliga. - Toitepunktide kirjeldused (vajadusel viitenoole või lühendiga). - B. KVVVKJ ja Muude Seadmete Toiteplaanid (nt EHR 5-800): - Kõikide KVVVKJ seadmete ja muude fikseeritud eriseadmete täpsed asukohad ja toitepunktide tähised. - Vajalikud turva- ja hoolduslülitid seadmetele. - Elektrikütte plaanid (vajadusel eraldi). - C. Üldnõuded Kõikidel Jõupaigaldise Plaanidel: - Toiteallikaks olevate kilpide asukohad. - Kilpide teeninduspiirkondade näitamine. - Üldvormistus vastavalt juhendi ptk 3.4 (või viide vastavale jaotisele).
TP	Tööprojekt (Fookus: kaabeldus, ühendused, paigaldusinfo) - Esitada kogu Põhiprojekti (PP) staadiumi info. - A. Pistikupesade Plaan (EHR 5-500) lisandub PP infole: - Kaabeldus pistikupesadest jaotuskeskusteni. - Gruppide numbrid ja viited jaotuskeskusele. - Pistikupesade ja toiteotsade paigalduskõrgused. - B. KVVVKJ ja Muude Seadmete Toiteplaanid (nt EHR 5-800) lisandub PP infole: - Kaabeldus seadmetest jaotuskeskusteni. - Gruppide numbrid ja viited jaotuskeskusele. - Spetsiifilised paigaldusdetailid (vajadusel, nt jäätumissüsteemide paigaldusjoonised). - (Märkus: C osa Üldnõuded rakenduvad TP staadiumis PP mahus ja täpsustustega vastavalt TP detailsusastmele).

4.7 Maandus ja piksekaitse

4.7. Piksekaitse, Maandus- ja Potentsiaaliühtlustus (plaan)

Piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteemid on hoone ohutuse ja elektriseadmete nõuetekohase toimimise seisukohalt kriitilise tähtsusega. Nende süsteemide korrektne projekteerimine ja dokumenteerimine plaanidel tagab kaitse pikselöökidest, ohtlike puutepingete ja elektromagnetiliste häirete eest. Plaanid peavad olema koostatud selgelt, informatiivselt ning vastavuses kehtivate standardite ja heade tavadega.

4.7.1 Üldnõuded ja Standardid

Piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustuspaigaldiste projekteerimisel ja plaanide koostamisel tuleb lähtuda eelkõige järgmistest dokumentidest:

- **Põhistandardid:**

- **EVS-HD 60364** seeria "Ehitiste elektripaigaldised", eriti olulised osad on:
- **EVS-HD 60364-4-41:** Kaitse elektrilöögi eest.
- **EVS-HD 60364-5-54:** Maanduspaigaldised ja kaitsejuhid.
- **EVS-HD 60364-4-443:** Kaitse liigpingete eest.
- **EVS-EN 62305** seeria "Piksekaitse" (osad 1-4), mis käsitleb riskihaldamist, füüsilisi kahjustusi ja eluohu, piksekaitse süsteeme (LPS) ning elektri- ja elektroonikasüsteemide ehitistes.
- **EVS 932:2017** "Ehitusprojekt", mis annab üldised juhised ehitusprojekti koostamiseks.
- **Määrus "Nõuded ehitusprojektile"**, mis sätestab ehitusprojekti kohustusliku sisu.

- **Disainiprintsiibid:**

- **Ohutus:** Inimeste, ehitiste ja seadmete kaitsmine pikselöögi otseste ja kaudsete mõjude ning elektrilöögist tulenevate ohtude eest.
- **Töökindlus:** Elektri- ja elektroonikasüsteemide kaitsmine liigpingete eest, tagades nende häireteta töö.
- **Vastupidavus:** Paigaldised peavad olema projekteeritud kestma kogu ehitise projekteeritud kasutusaja, arvestades keskkonnatingimusi ja korrosiooniohtu.
- **Kontrollitavus ja Hooldatavus:** Süsteemide komponendid (eriti ühenduskohad ja maandurid) peavad olema ligipääsetavad kontrolliks ja hoolduseks.
- **Kooskõlastamine:** Lahendused tuleb tihedalt kooskõlastada:
- **Arhitekti ja sisearhitektiga:** Piksekaitse komponentide (püüdurid, allaviigud), maanduslati asukoha ja muude nähtavate osade esteetilise ja funktsionaalse integreerimise osas.
- **Konstruksioonide projekteerijaga:** Vundamendimaanduri ja konstruktsioonisestest allaviikude planeerimisel ning metallkonstruktsioonide kasutamisel piksekaitse- või maandussüsteemi osana.
- **KVVVKJ ja teiste tehnosüsteemide projekteerijatega:** Metalltorustike, ventilatsioonikanalite jms potentsiaaliühtlustamiseks ning liigpingekaitse koordineerimiseks.
- **Nõrkvoolusüsteemide projekteerijatega:** Side-, andmeside- ja turvasüsteemide kaablite ja seadmete kaitsmiseks liigpingete eest ning nende korrektseks maandamiseks.

4.7.2 Piksekaitse Süsteemi (LPS) Projekteerimine ja Plaanid

Piksekaitse süsteemi projekteerimine algab riskihindamisega vastavalt [EVS-EN 62305-2](#) standardile, et määrata kindlaks vajalik piksekaitseklass (LPL).

- **Piksekaitse Plaanide Sisu (üldiselt):**

- **Katuseplaan (EHR 5-600):**

- Peab näitama kõiki katusel asuvaid olulisi elemente, nagu ventilatsiooniseadmed, PV-paneelid, fassaadipesusüsteemid, reklaamid jms .
- Piksepuüdurivõrgu ja/või -varraste paigutus, tüüp ja materjal .
- Ühendused katuse metallkonstruktsioonidega, mida kasutatakse loomuliku piksekaitse osana (nt metallkatus, fassaadipesu relsid) .
- Allaviikude ühenduskohtade asukohad katusel.
- Vajadusel lisapotentsiaaliühtlustuslatid katusel .

- **Korruuste Plaan(id) (vajadusel, EHR 5-600):**

- Näidatakse, millistes postides või konstruktsioonides asuvad piksekaitse allaviigud, eriti kui need on varjatud . Tüüpkorruuste puhul piisab ühest tüüpplaanist . Mõõtkava võib olla 1:200 .

- **Fassaadivaated/plaanid (vajadusel, EHR 5-600):**

- Näidatakse pinnapealselt paigaldatud allaviikude kulgemine fassaadil .

- **Plaanidel esitatakse:**

- **EP staadiumis:** Piksekaitse vajalikkuse hinnang, valitud piksekaitseklass (LPL) ja kontseptuaalne lahendus (püüdurite, allaviikude ja maanduse põhimõtteline paiknemine).
- **PP staadiumis:** Detailsemalt püüdurite ja allaviikude paigutus, materjalide esmased spetsifikatsioonid, ühendused maandussüsteemiga ja loomulike komponentidega, ülesanne konstruktorile konstruktsioonisest allaviikude osas .
- **TP staadiumis:** Kogu PP info täpsustatuna, kõikide komponentide täpsed asukohad, mõõdud, kinnitusviisid, materjalide spetsifikatsioonid, paigaldussõlmed ja detailid .

4.7.3 Maanduspaigaldise Projekteerimine ja Plaan

Maanduspaigaldise eesmärk on tagada ohutu potentsiaaliühtlustus ja rikkevoolude juhtimine maasse.

- **Maanduspaigaldise Plaani Sisu (üldiselt):**

- Alusplaanina kasutatakse vundamendi plaani koos seintepaigutusega .
- **EP staadiumis:** Maanduspaigaldise kontseptsioon (nt vundamendimaanduri eelistus), peamaanduslati (PML) ligikaudne asukoht.
- **PP staadiumis:**
 - Horisontaalse maanduri (nt ümarteras, lintteras, vundamendisarrus) kulgemistee, materjal ja mõõdud .
 - Vertikaalsete maanduselektroodide asukohad, sügavused ja tüübid (kui kasutatakse).
 - Peamaanduslati (PML) täpne asukoht ja selle ühendamine maanduriga .
 - Piksekaitse maandussüsteemi allaviikude ühenduskohad maanduspaigaldisega, koos kontrollühenduskohadega (testklemmi asukohad) .
 - Konstruktsioonidesse paigaldatavate piksekaitse allaviikude põhimõtteline lahendus ja ülesanne konstruktorile .
- **TP staadiumis:** Kogu PP info täpsustatuna, sh:
 - Kõikide maandusjuhtide ja -elektroodide täpsed mõõdud, materjalid, paigaldusviisid.
 - Ühendussõlmede joonised (nt maandusjuhtide ühendused sarrustega, seadmetega, PML-iga) .
 - Kontrollkaevude ja -klemmide täpsed asukohad ja ehitusliikud lahendused.
 - Nõuded maandustakistusele ja selle mõõtmisele.

4.7.4 Potentsiaaliühtlustuse Projekteerimine ja Kajastamine Plaanidel

Potentsiaaliühtlustus tagab, et kõik samaaegselt puudutatavad juhtivad osad on samal potentsiaalil, vähendades elektrilöögi ohtu.

- **Potentsiaaliühtlustuse kajastamine plaanidel:**

- **EP staadiumis:** Potentsiaaliühtlustuse vajaduse ja põhimõtete (peamine, täiendav) kirjeldus seletuskirjas.

- **PP staadiumis:**

- Peamaanduslatiga (PML) ühendatavate osade (nt metallist vee-, kütte-, gaasi-, ventilatsioonitorustikud, hoone metallkarkass, kaabliredelid) näitamine ja ühendusjuhtide põhimõtteline kulgemine. Seda võib näidata kas eraldi skeemil, maandusplaanil või märkustena asjakohastel eriosade plaanidel.

- Täiendava potentsiaaliühtlustuse vajadusega piirkondade (nt vannitoad, eriruumid) määratlemine ja lahenduspõhimõtted.

- Lisapotentsiaaliühtlustuslatti asukohad ja nendega ühendatavad osad .

- **TP staadiumis:**

- Kõikide potentsiaaliühtlustusjuhtide täpsed trassid, ristlõiked, materjalid ja ühendusviisid.

- Potentsiaaliühtlustuselementide (latid, klemmid) täpsed asukohad ja paigaldusdetailid.

4.7.5 Markeerimine, Tähistus ja Sõlmed Plaanidel

- Kõik piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteemi komponendid peavad olema plaanidel selgelt tähistatud vastavalt kehtivatele standarditele ja projekti tingmärkide legendile (vt juhendi Lisa X).

- Kaabliiteede ja jaotuskeskuste markerimine peab olema kooskõlas vastavate jaotiste nõuetega.

- **PP staadiumis** näidatakse olulisemad sõlmed põhimõtteliselt.

- **TP staadiumis** esitatakse vajalikud detailsed sõlmejoonised , mis selgitavad komponentide omavahelisi ühendusi, kinnitusi ja paigaldusnõudeid, eriti erilahenduste ja oluliste liitekohtade puhul.

4.7.6 Seotud Loetelud ja Dokumendid

- **Materjalide spetsifikatsioonid:** Piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteemide komponentide (vardad, juhid, klemmid, latid, liigpingepiirid jne) spetsifikatsioonid esitatakse vastavalt juhendi ptk 3.6 nõuetele.

- **Arvutused:**

- Piksekaitse riskihindamise aruanne (vastavalt [EVS-EN 62305-2](#)).

- Maandustakistuse arvutused.

- Liigpingekaitse koordineerimise arvutused (vajadusel).

- **Ülesanded teistele osapooltele:** Näiteks ülesanne konstruktorile piksekaitse allaviikude integreerimiseks hoone konstruktsioonidesse .

4.7.7 BIM Nõuded

- Kui projekt teostatakse BIM-mudelis, modelleeritakse piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustuskomponendid vastavalt juhendi peatükis 7 toodud nõuetele (LOD vastavalt staadiumile, vajalikud parameetrid jne).

- Mudelis tuleb tagada komponentide korrektne geomeetriline esitus, asukoht, materjaliinfo ja ühendused teiste süsteemidega.

- Võimaldada ristumiskontrolli (clash detection) teiste eriosadega.

4.7.8 Maandus- ja Piksekaitseplaanide Sisu Nõuded Staadiumite Kaupa

Staadium	Sisu Nõuded
EP	Eelprojekt (Fookus: põhimõtted, ruumivajadus, vajaduse hindamine) - Maanduspaigaldis ja Potentsiaaliühtlustus: - Maanduspaigaldise kontseptsiooni kirjeldus (sh vajaduse hindamine, põhimõtteline lahendus, nt vundamendimaanduri kasutamine). - Peamaanduslati (PML) põhimõtteline asukoht. - Potentsiaaliühtlustuse põhimõtete kirjeldus (sh peamine ja vajadusel täiendav potentsiaaliühtlustus). - Piksekaitse: - Piksekaitse vajalikkuse esmane analüüs (võib tugineda riskihindamisele, kui see on tehtud). - Vajaliku piksekaitseklassi (LPL) esialgne määratlus, kui vajadus on tuvastatud. - Piksekaitse süsteemi (püüdurid, allaviigud, maandus) kontseptuaalne lahendus ja põhimõtteline paiknemine skeemina või kirjeldusena, kui vajalik. - Üldnõuded Plaanidele (EP tasemel): - Üldjuhul esitatakse info seletuskirjas, vajadusel illustreerivate skeemidega. - Vajadusel märgitakse tehnormuumide ja šahtide esialgsed asukohad ja ruumivajadused seoses maandus-, potentsiaaliühtlustus- ja piksekaitse süsteemidega. - Viited asjakohastele standarditele ja normdokumentidele (nt EVS-HD 60364 seeria, EVS-EN 62305 seeria).
PP	Põhiprojekt (Fookus: detailne lahendus, komponentide valik, koordineerimine) - A. Maanduspaigaldise Plaan: - Alusplaanina kasutatakse vundamendi plaani koos seintepaigutusega. - Horisontaalse maanduspaigaldise (maanduri) kulgemine, materjal ja mõõdud. - Vertikaalsete maanduselektroodide asukohad ja tüübid (kui kasutatakse). - Maandusjuhtide trassid ja peamised ristlõiked. - Peamaanduslati (PML) täpne asukoht ja selle ühendus maanduriga. - Piksekaitse allaviikude ühenduskohad maanduspaigaldisega, koos kontrollühenduskohadega (testklemmi asukohad). - Piksekaitse allaviikude põhimõtteline (skemaatiline) lahendus. - Ülesanne konstruktorile allaviigu traadi liikumise ja ühenduste kohta. - B. Potentsiaaliühtlustus: - Peapotentsiaaliühtlustusega liidetavate osade ja ühendusjuhtide põhimõtteline kulgemine PML-ini. - Täiendava potentsiaaliühtlustuse piirkondade ja lahenduste kirjeldus. - Lisapotentsiaaliühtlustuslattice asukohad (kui on olemas). - C. Piksekaitse Katuse Plaan (EHR 5-600): - Kõik katusel olevad olulised elemendid. - Piksepüüdurivõrgu ja/või piksevarraste paigutus, tüübid ja materjalid. - Ühenduskohad katuse metallkonstruktsioonidega. - Allaviikude ühenduskohade asukohad katusel. - D. Piksekaitse Korrus(t)e Plaan(id) (vajadusel): - Postides või muudes konstruktsioonides asuvate piksekaitse allaviikude asukohad.

Staadium	Sisu Nõuded
	- Tüüplahendus tüüpsete korruste puhul. - E. Piksekaitse Allaviigud Fassaadil (vajadusel): - Allaviikude asukohad ja kulgemisteed fassaadil. - F. Üldnõuded Plaanidele (PP tasemel): - Materjalide ja komponentide tehnilised nõuded ja spetsifikatsioonid. - Vajalikud märkused, viited standarditele. - Üldvormistus vastavalt juhendi asjakohasele jaotisele.
TP	Tööprojekt (Fookus: ehituslik täpsus, paigaldusinfo, sõlmed) - Esitada kogu Põhiprojekti (PP) staadiumi info täpsustatuna ja detailiseerituna. - A. Maanduspaigaldise ja Potentsiaaliühtlustuse Plaanid: - Kõikide maandus- ja potentsiaaliühtlustusjuhtide täpsed trassid, mõõdud, materjalid ja paigaldusviisid. - Ühendusdetailide ja -sõlmede täpsed joonised. - Kontrollkaevude, -ühenduste ja testklemmide täpsed asukohad ning ehituslikud lahendused. - Nõuded maandustakistuse mõõtmiseks ja dokumenteerimiseks. - Täpsed juhised erinevate süsteemide komponentide omavaheliste ühenduste kohta. - B. Piksekaitse Plaanid (Katus, Korrused, Fassaad): - Piksepüüdurite, allaviikude ja maanduselementide täpsed paigaldusasukohad koos mõõtudega, kinnitusviisid ja materjalid. - Kõikide ühenduste detailsed lahendused ja spetsifikatsioonid. - Läbiviikude detailid läbi katuse ja seinte. - Spetsiifilised paigaldusdetailid ja sõlmejoonised. - Ohutuskujade ja kaitsemeetmete täpsustamine paigaldustöödeks. - C. Üldnõuded Kõikidel Plaanidel (TP tasemel): - Täpsed paigalduskõrgused ja -mõõdud kõikidele komponentidele. - Viited kasutatavatele konkreetsetele tootestandarditele, tootejoonistele ja paigaldusjuhenditele. - Kogu vajalik informatsioon ehitustööde teostamiseks ja kvaliteedikontrolliks. - Üldvormistus vastavalt juhendi asjakohasele jaotisele.

Märkus: Nõuetekohaselt projekteeritud ja paigaldatud piksekaitse-, maandus- ja potentsiaaliühtlustussüsteemid on hoone elanike ja vara kaitsmisel üliolulised. Erilist tähelepanu tuleb pöörata süsteemide omavahelisele korrektsele integreerimisele ning koostööle teiste projekteerimisvaldkondadega.

Valgustus

5.1 Valgustuspaigaldised

5.1. Valgustuspaigaldised (üld-, turva- ja fassaadivalgustus)

Valgustuspaigaldis on hoone või rajatise üks olulisemaid elektripaigaldise osi, mis tagab vajaliku nähtavuse, ohutuse, töökeskkonna kvaliteedi ja esteetilise ilme. Kvaliteetne valgustuslahendus arvestab nii funktsionaalseid vajadusi kui ka energiatõhusust ja kasutajamugavust.

5.1.1. Üldnõuded ja standardid

- **Põhistandardid:** Valgustuspaigaldiste projekteerimisel lähtuda:
- **EVS-EN 12464-1:** Valgus ja valgustus. Töökohtade valgustus. Osa 1: Sisetöökohad.
- **EVS-EN 12464-2:** Valgus ja valgustus. Töökohtade valgustus. Osa 2: Välistöökohad.
- **EVS-EN 1838:** Rakendusvalgustus. Hädavalgustus.
- **EVS-HD 60364 seeria:** Ehitiste elektripaigaldised.
- **CIE 97:2005:** Juhend sisevalgustuse hooldustegurite määramiseks.
- **Disainiprintsiibid:**
- **Valgustihedus:** Tagada vastavalt ruumi otstarbele piisav valgustihedus (lx) ja selle ühtlus.
- **Räigus:** Piirata räigust (UGR) vastavalt standardi nõuetele.
- **Värviedastus:** Valida sobiv värvsüsteemtemperatuur (K) ja tagada piisav värviedastusindeks (CRI/Ra).
- **Hooldustegur:** Arvestada hooldusteguriga (MF) kogu hooldeperioodi vältel.
- **Energiatõhusus:** Optimeerida energiatõhusust, kasutada päevavalgust ja efektiivseid juhtimisstrateegiaid.
- **Kooskõlastamine:** Valgustuslahendus kooskõlastada arhitekti ja sisearhitektiga.

5.1.2. Dokumentatsiooni esitamine staadiumiti

Stadium	Dokumentatsiooni sisu
EP (Eelprojekt)	• Valgustuse üldine kontseptsioon • Põhimõtteline valgustite paigutus suuremates ruumides • Juhtimistsoonide piirjooned ja juhtimise põhimõtted • Hädavalgustuse vajadus ja põhimõtteline tüüp • Fassaadivalgustuse kontseptsioon
PP (Põhiprojekt)	• Kõik EP mahus, täpsustatuna • Üldvalgustuse plaan (EHR 5-300): valgustite täpsed asukohad, tüübi tähised, lülitite ja andurite asukohad, juhtimisgrupid • Hädavalgustuse plaan (EHR 5-400): hädavalgustite ja ohutusmärkide asukohad, evakuatsiooniteed • Fassaadivalgustus vaadetel • Valgustusarvutuste raportid
TP (Tööprojekt)	• Kõik PP mahus, täpsustatuna • Kaabeldus valgustitest jaotuskeskusteni • Gruppide numbrid ja viited jaotuskeskusele • Hädavalgustuse keskoitesüsteemi kaabeldus • Adresseeritavate valgustite aadressid

5.1.3. Valgustusarvutused

- **Vajalikkus:** Arvutused teostada vähemalt standardites nõutud ruumidele.
- **Tarkvara:** Kasutada spetsialiseeritud tarkvara (DIALux, Relux).
- **Lähteandmed:** Ruumide mõõtmed, pindade peegeldustegurid, valgustite fotomeetrilised andmed (ldt/ies-failid), hooldustegur.
- **Dokumenteering:** Arvutusraportid lisada projektile (PP ja TP staadiumis). Vt ptk 3.7.

5.1.4. Valgustite valik ja spetsifikatsioonid

- **PP staadium:** Määratleda valgustitelt nõutavad parameetrid: valgusvoog (lm), efektiivsus (lm/W), võimsus (W), värvsüsteemtemperatuur (K), värviedastusindeks (CRI/Ra), räguse piirväärtus (UGR), eluiga, valgusjaotusköver, kaitseaste (IP/IK), juhtimisvõimalus. Võib esitada referentstoote.
- **TP staadium:** Konkreetset valitud valgustite mudelid koos tootja ja tootekoodiga.
- **Loetelud:** Valgustite loetelu ja valgusallikate loetelu vastavalt ptk 3.6.

5.1.5. Valgustuse juhtimine

- **Strateegiad:**
- Käsitsi lülitamine
- Automaatne lülitamine (liikumis- ja kohalolekuandurid)
- Päevavalguse kompensatsioon (valgusandurid)
- Ajapõhine juhtimine (programmikellad)
- Stseenide loomine ja hämardamine
- Tsentraalsed juhtimissüsteemid (DALI, KNX)

- **Dokumenteerimine:**

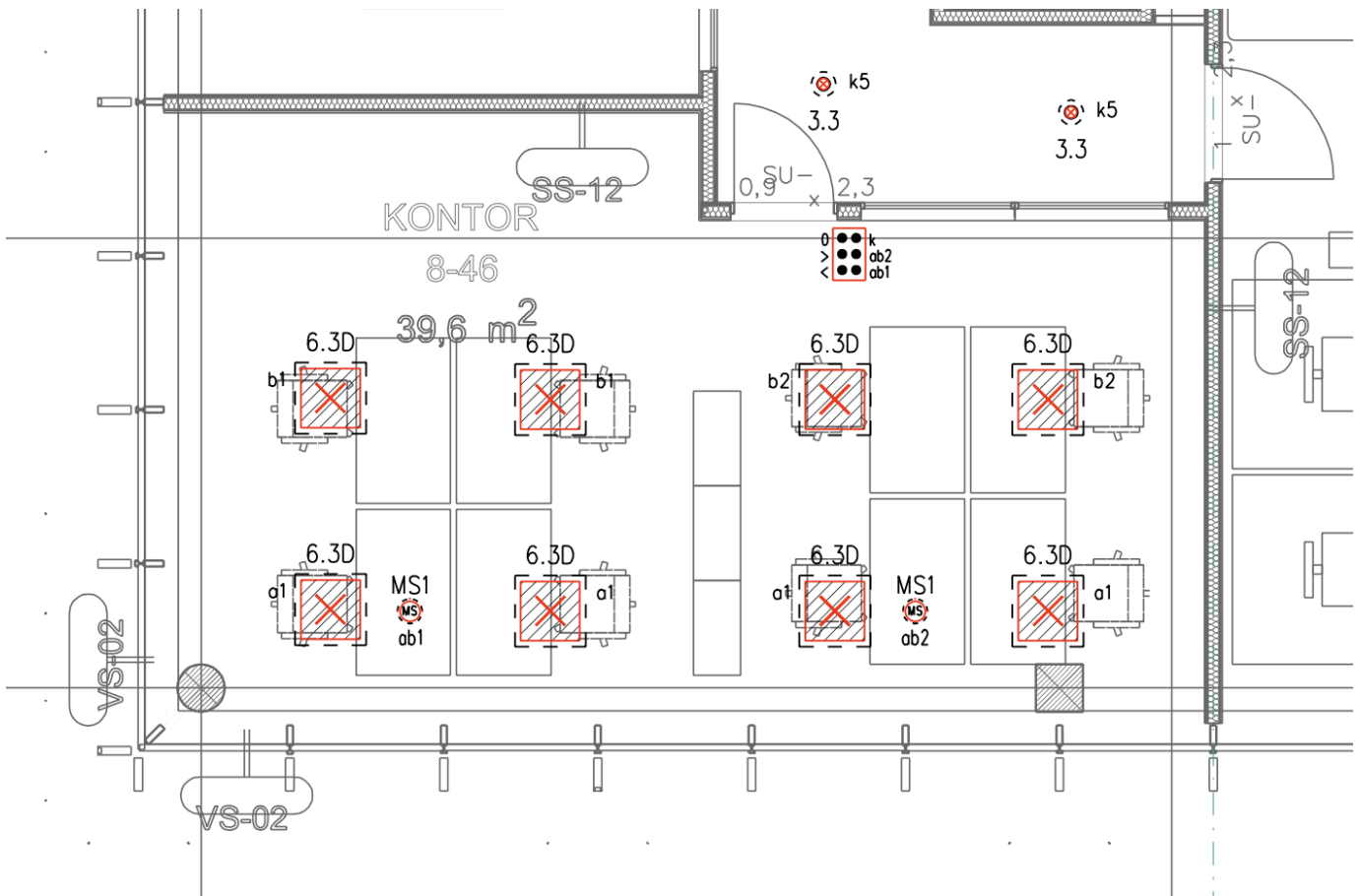
- Plaanidel näidata juhtimisgruppid ja juhtimisseadmete asukohad
- Keerukamate süsteemide puhul koostada eraldi struktuur- ja ühendusskeemid

- **DALI skeemide koostamine (elektriprojekterija):**

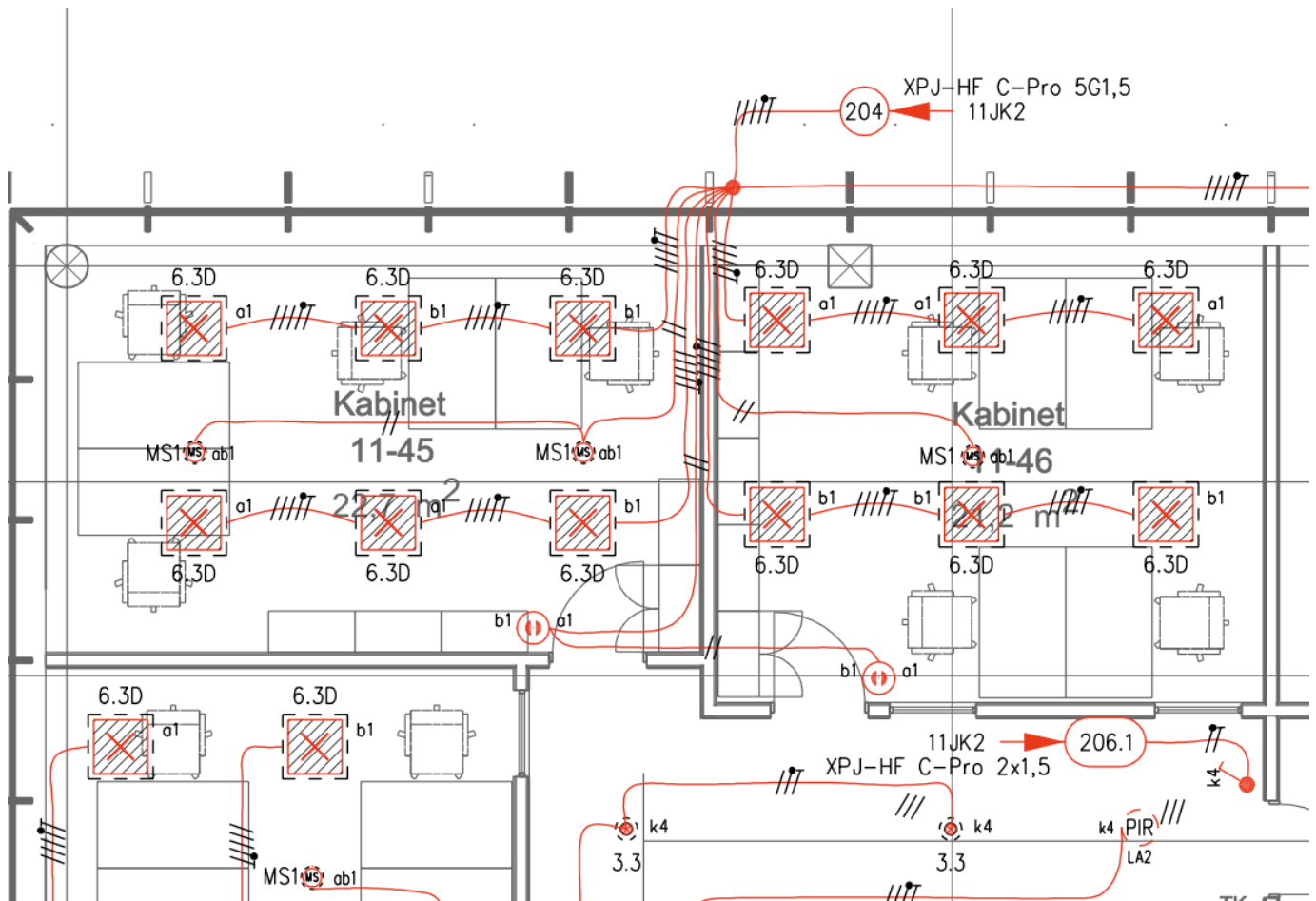
- **DALI struktuurskeem:** Süsteemi ülesehitus, kontrollid, toiteallikad, siinikonfiguratsioon. Näidata DALI liinid ja nende ühendused kontrollidega.
- **DALI ühendusskeem:** Seadmete ühendused siiniga, aadressid, gruppide kuuluvus.
- **DALI aadressitabel:** Iga seadme aadress (0-63), grupp (0-15), stseenide seaded. Vt jaotis 5.1.9.
- **DALI-2 nõuded:** Kasutada DALI-2 sertifitseeritud seadmeid. Viide standardile: [IEC 62386](#).
- **Tehnilised piirangud:** Maksimaalselt 64 seadet ühel DALI liinil, kuni 16 gruppi ja 16 stseeni liini kohta.

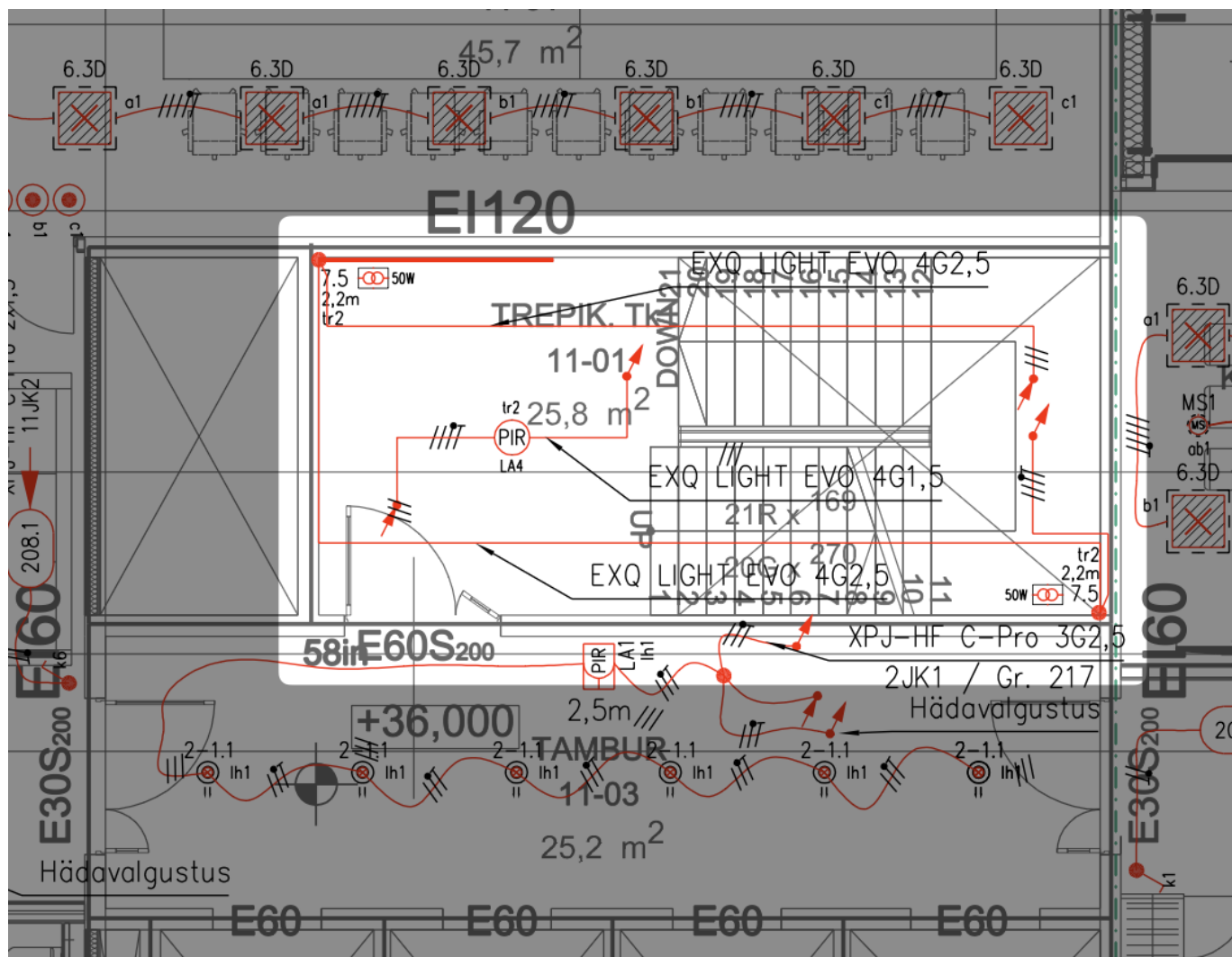
5.1.6. Valgustuse plaanid

- **Üldvormistus:** Järgida ptk 3.4 nõudeid. EHR kood: 5-300.
- **EP staadium:** Valgustuse kontseptsiooni kirjeldus.
- **PP staadium:** Täpne valgustite paigutus, lülite ja andurite asukohad, juhtimisgruppide märgistus, süsteemide eristamine.



- **TP staadium:** Kogu PP info + kaabeldus + gruppide numbrid.





5.1.7. Hädavalgustus (turvavalgustus)

- **Standard:** [EVS-EN 1838](#). Arvestada tuleohutusosana projektis määratletud nõuetega.
- **Liigid:**
- **Evakuatsioonitee valgustus:** Inimeste ohutu väljumine.
- **Paanikavältimisvalgustus:** Suuremates ruumides paanika vältimiseks.
- **Kõrge riskiga tööala valgustus:** Ohtlike protsesside ohutuks lõpetamiseks.
- **Ohutusmärgid:** Evakuatsiooniteid ja -pääse tähistavad märgid.
- **Süsteemi tüüp:** Autonoomsed valgustid või kesktoitesüsteem (CBS). Määratleda autonoomiaaeg (1h, 3h) ja seiresüsteem.
- **Arvutused:** Kontrollida valgustiheduste saavutamist (min 1 lx evakuatsioonitee keskjoonel, min 0,5 lx paanikavältimisalal).
- **Plaaniid (EHR 5-400):** Hädavalgustite asukohad, evakuatsiooniteed, tuleohutuspaigaldiste asukohad, keskseadmete asukohad.
- **Kesktoitesüsteem:** Näidata keskaku liinide koormused aku mahtuvuse kontrollimiseks.
- **Tööde jaotus:**
- **Valgustusdisainer:** Hädavalgustite ja ohutusmärkide asukohad, tüübid, valgustusarvutused (evakuatsiooniteede valgustihedus), süsteemi tüübi määratlemine.
- **Elektriprojekterija:** Kesktoitesüsteemi skeemid, kaabeldus (sh tulekindlad kaablid), seiresüsteemi ühendused, hädavalgustuse struktuurskeemid, aku mahtuvuse arvutused.

51.8. Fassaadivalgustus

- **Standard:** [EVS-EN 12464-2](#).
- **Nõuded:** Määratleda vastavalt ala kasutusele. Arvestada valgussaaste vältimisega.
- **Plaanid:** Näidata hoone vaadetel, lisada positsioonid ja läbiviigud.
- **Juhtimine:** Hämaraandur, kell, kalender, keskujuhtimine. Kooskõlastada võimalik liitumine linna tänavavalgustuse juhtimisvõrguga.

51.9. Loetelud ja skeemid

- **Loetelud:** Valgustite loetelu ja valgusallikate loetelu vastavalt ptk 3.6.
- **Skeemid:**
 - **Valgustuse juhtimise struktuurskeem:** Keerukamate süsteemide (DALI, KNX) puhul. Näidata süsteemi struktuuri, komponente ja ühendusi.
 - **Hädavalgustuse skeemid:** Kesktoitesüsteemide ja keskseirega süsteemide puhul.
 - **DALI aadressitabel (elektriprojekterija):**
 - Iga adresseeritava seadme aadress (0-63)
 - Grupi kuuluvus (0-15)
 - Stseenide seaded ja tasemed
 - Seadme tüüp ja positsioonitähis
 - Asukoht (ruum, korrus)
 - Juhtimisliin (DALI liini number)
 - Märkused (nt päevavalguskompensatsioon, kohalolekuandur)

51.10. Tööde jaotus ja koostöö

Valgustuse projekteerimine nõuab tihedat koostööd valgustusdisaineri ja elektriprojekterija vahel. Tööde jaotus määratletakse projekti algstaadiumis ja fikseeritakse protokolliga.

5.1.10.1. VALGUSTUSDISAINERI TÖÖMAHT

Valgustusdisaineri vastutusalasse kuulub tavaliselt:

• **Valgustuse plaanid:**

- Valgustite asukohad ja tüübid kõigil korrustel
- Juhtimistsoonide ja -gruppide määratlemine
- Valgustuse mudel (BIM keskkonnas)
- Välisvalgustuse plaanid (valgustite paiknemine)

• **Valgustite spetsifitseerimine:**

- Valgustitelt nõutavate parameetrite määratlemine (valgusvoog, CCT, CRI, UGR jne)
- Referentstoodete esitamine või konkreetsete valgustite valik
- *Erand:* tehnilised ruumid (kilbiruumid, tehnoruumid), kus valgusti valib elektriprojekterija

• **Valgustusarvutused:**

- Valgustiheduse ja ühtluse arvutused (DIALux, Relux)
- Rääguse (UGR) kontroll
- Hädavalgustuse arvutused

• **Hädavalgustus:**

- Hädavalgustite ja ohutusmärkide asukohad
- Evakuatsiooniteede valgustuse arvutused
- Süsteemi tüübi (autonoomsed / kesktoide) määratlemine

• **Valgustuse juhtimine:**

- Juhtimiskontseptsiooni väljatöötamine ja tellijaga kooskõlastamine
- Stsenaariumide määratlemine
- Juhtimistsoonide ja -loogika kirjeldamine

5.1.10.2. ELEKTRIPROJEKTEERIJJA TÖÖMAHT

Elektriprojekteeerija vastutusalasse kuulub:

- **Valgustuse kaabeldus ja toide:**
 - Kaabelduse projekteerimine valgustusdisaineri plaanide alusel (Xref)
 - Gruppide moodustamine ja numeratsioon
 - Koormusarvutused ja kaitsete valik
 - Kaablitüüpide ja paigaldusviiside määratlemine
- **Juhtimisskeemid:**
 - DALI juhtimisskeemid ja ühendusskeemid
 - DALI aadressitabelid
 - KNX või muude süsteemide skeemid
 - Hädavalgustuse struktuurskeemid
 - DMX juhtimisskeemid (fassaadivalgustus, arhitektuurne valgustus)
- **Kilbilahendused:**
 - Valgustusgruppide kajastamine kilbiskeemides
 - Juhtimiseseadmete (DALI kontrollerid, toiteallikad) kajastamine
 - Hädavalgustuse keskseadmete ühendused
 - Hämaraandurite ja programmkella ühendused (välisvalgustus)
- **Välisvalgustuse kaabeldus:**
 - Välisvalgustuse plaan kaabliteedega (TP staadiumis)
 - Kaablitüübid ja paigaldusviisid
 - Mastide ja vundamentide ühendusdetailid
 - Aluseks valgustusdisaineri välisvalgustuse plaan
- **Tehnilised ruumid:**
 - Valgustite valik ja projekteerimine tehno-ruumides, kilbiruumides, garaažides jm

5.1.10.3. TÖÖDE PIIRITLUSE PROTOKOLLIMINE

Tööde piiritus fikseeritakse projekti algstaadiumis:

- **Aeg:** Eskiis- või eelprojekti alguses
- **Vorm:** Protokoll, lähteülesande lisa või projekteerimislepingu osa
- **Olulised punktid:**
 - Kes spetsifitseerib valgustid (ja millistes ruumides on erandid)
 - Kes koostab hädavalgustuse plaanid ja arvutused
 - Kes vastutab juhtimiskontseptsiooni eest
 - Kes koostab juhtimisskeemid
 - Failide vahetamise kord ja formaat (DWG, IFC, Xref)
 - Versioonihalduse põhimõtted

5.1.10.4. KOOSTÖÖ PÕHIMÕTTED

- **Alusplaanid:** Elektriprojekteeerija kasutab valgustusdisaineri plaane Xref-ina, mitte kopeerides. See tagab automaatse ajakohastamise.
- **Muudatuste haldus:** Valgustusdisaineri plaanide muutumisel teavitatakse elektriprojekteeerijat koheselt. Muudatuste mõju hindamine toimub ühiselt.

- **BIM koordineerimine:** Valgustuse mudel ja elektrimudel peavad olema kooskõlas. Regulaarne ristumiste kontroll ja probleemide lahendamine BCF formaadis.
- **Regulaarne suhtlus:** Mõlemad osapooled osalevad projekteerimishoopidamistel. Kriitilised küsimused lahendatakse enne järgmist projektistaadiumit.

Märkus: Valgustuslahenduse kvaliteet ja energiatõhusus sõltuvad lähteandmete täpsusest, hoolikast projekteerimisest ning tõhusast koostööst valgustusdisaineri ja elektriprojekteeija vahel. Tööde piiratluse varajane kokkuleppimine aitab vältida dubleerimist ja lünki.

5.2 Välisvalgustus

5.2. Välisvalgustus

Välisvalgustus hõlmab kõiki hoonest väljaspool asuvate alade valgustamist – territooriumil olevaid teid, parkimisalasid, haljasalasid, mänguväljakuid ja muid välisalasid. Kvaliteetne välisvalgustus tagab ohutuse, turvalisuse ja esteetilise keskkonna, arvestades samas energiatõhususe ja keskkonnakaitseliste aspektidega.

5.2.1. Üldnõuded ja standardid

- **Põhistandardid:** Välisvalgustuse projekteerimisel lähtuda:
 - **EVS-EN 12464-2:** Valgus ja valgustus. Töökohtade valgustus. Osa 2: Välistöökohad.
 - **EVS-HD 60364-7-714:** Ehitiste elektripaigaldised. Osa 7-714: Välisvalgustuspäigaldised.
 - **EVS-EN 13201:** Tee valgustus (seeria).
 - **CIE 150:2017:** Juhend häiriva valguse piiramiseks.
- **Disainiprintsiibid:**
 - **Valgustihedus:** Tagada vastavalt ala kasutusele piisav horisontaalne ja vertikaalne valgustihedus (lx).
 - **Ühtlus:** Vältida pimedaid alasid ja liiga suuri heleduserinevusi.
 - **Pimestamine:** Minimeerida pimestamist jalakäijatele ja liiklejatele.
 - **Valgusreostus:** Vältida valgusreostust ja ebavajalikku valgust naaberkruntidele ning taevasse.
 - **Kooskõlastamine:** Välisvalgustuse lahendus kooskõlastada maastikuarhitekti, arhitekti ja vajadusel kohaliku omavalitsusega.

5.2.2. Välisvalgustuse tüübid

Välisvalgustuse tüübi valik sõltub ala funktsioonist, vajalikust valgustihedusest ja esteetilisest eesmärgist:

Valgustitüüp	Kasutusala	Tüüpiline paigalduskõrgus
Mastvalgustid	Tänavavalgustus, parkimisalad, laoplatsid	6-12 m
Pollarid	Jalgteed, haljasalad, istumiskohad	0,5-1,2 m
Fassaadivalgustid	Hoone vertikaalsed pinnad, arhitektuursed detailid	Varieeruv
Suundvalgustid/ projektorid	Mänguväljakud, spordirajatised, fookusalad	4-9 m (mastil)
Süvistatud põrandavalgustid	Käiguteed, platside markeerimine	0 m
Väikevormidesse integreeritud	Pingid, astmed, piirded	0,3-0,8 m

5.2.3. Valgusreostuse vältimine

Valgusreostus on üks tähtsamaid välisvalgustuse projekteerimise aspekte, mis mõjutab nii keskkonda kui ka naaberkinnistuid.

- **Varjestatud seadmed:** Kasutada täielikult varjestatud valgusteid (full cut-off), kus kogu valgusvoog on suunatud allapoole.
- **ULOR piiramine:** Ülespoole suunatud valgusvoo osakaal (Upward Light Output Ratio) peab olema minimaalne, soovituslikult 0%.
- **Valguse suunamine:** Kasutada täpselt suunatud optikaid, mis valgustab ainult vajalikku ala.
- **Tsoneerimine:** Erinevate valgustuste eristamine:
 - Avalikud alad (tänavad, parklad)
 - Poolavalikud alad (hoovid, haljasalad)
 - Privaatsed alad (eluruumide lähedus)

5.2.4. Ökoloogilised aspektid

Välisvalgustuse projekteerimisel tuleb arvestada mõjuga looduskeskkonnale:

- **Värvsustemperatuur (CCT):**
 - Kasutada sooja valget valgust: **CCT 2200-3000K**.
 - Sinise valguse (lühilaineline) emissioon häirib ööloomade ja -putukate käitumist.
 - Looduskeskkonna läheduses eelistada CCT $\leq 2700K$.
- **Valgustuse pausid:**
 - Programmeerida öine valgustuse vähendamine või väljalülitamine (nt 23:00-06:00).
 - Kasutada liikumisandureid, mis aktiveerivad valgustuse ainult vajaduse korral.
- **Dünaamiline juhtimine:**
 - Bioloogiline valge profiil: talvel 3000K, suvel (putukate aktiivsusajal) 2200K.
 - Valgustuse intensiivsuse automaatne reguleerimine vastavalt aastaajale ja kellaajale.
- **Valgustite valik:**
 - Eelistada valgusteid, mis võimaldavad hämardamist ja häälestamist.
 - Valida seadmed, millele on saadaval varuosad (pikaajaline kasutatavus).

5.2.5. Valgustuse juhtimine

- **Juhtimissüsteemid:**
 - Hämaraandurid (fotoreleed)
 - Programmkellad ja kalendrisüsteemid
 - Liikumisandurid (eriti energiasäästu ja ökoloogiliste eesmärkide saavutamiseks)
 - Tsentraalne juhtimissüsteem (nt linnavalgustuse haldusvõrk)
- **Stsenaariumid:**
 - Täisvõimsus (aktiivne aeg)
 - Öine režiim (vähendatud intensiivsus)
 - Liikumisega aktiveeruv režiim
 - Eriürituste režiim

5.2.6. Dokumentatsiooni esitamine staadiumiti

Staadium	Dokumentatsiooni sisu
EP (Eelprojekt)	• Välisvalgustuse kontseptsioon ja põhimõtted • Valgusatmosfääride määratlemine (tsoonid) • Põhimõttelised valgustite asukohad (üldplaanil) • CCT ja ökoloogilised kriteeriumid • Esialgne valgustitüüpide loetelu
PP (Põhiprojekt)	• Kõik EP mahus esitatu, täpsustatuna • Välisvalgustite täpsed asukohad ja tüübid • Mastide kõrgused ja tüübid • Juhtimisskeemid (hämaraandur, kell, stsenaariumid) • Valgustusarvutused (horisontaal- ja vertikaalne valgustihedus) • Kaabliteede asukohad (viide kaabliteede plaanile)
TP (Tööprojekt)	• Kõik PP mahus esitatu, täpsustatuna ja detailiseerituna • Kaabelduse täpsed trassid ja ristlõiked • Grupid ja kaitseaparatuur • Mastide ja vundamentide detailjoonised • Valgustite täpsed spetsifikatsioonid (tootja, mudel) • Paigaldusjuhised

5.2.7. Plaanide ja skeemide koostamine

- **Välisvalgustuse plaan (EHR 5-500):**
 - Alusplaan: asendiplaani osa või maastikuarhitektuurne plaan.
 - Valgustite asukohad ja tüübid.
 - Mastide kõrgused.
 - Kaabliteed ja kaablite tüübid (PP/TP).
 - Juhtimisseadmete asukohad.
- **Välisvalgustuse skeem:**
 - Jaotuskeskusest lähtuvad ahelad.
 - Kaitsed ja kaablid.
 - Juhtimisseadmed (fotoreleed, kontaktorid, programmkellad).
 - Seos sisevalgustuse skeemidega (viited).

Märkus: Välisvalgustuse projekteerimisel on oluline koostöö maastikuarhitekti ja arhitektiga, et tagada lahenduse sobivus üldise keskkonnakujundusega. Ökoloogiliste aspektide arvestamine ei ole ainult hea tava, vaid üha enam ka normatiivsetes dokumentides ja kohalike omavalitsuste nõuetes kajastatud.

5.3 Valgustusdisaini kontseptsioon

5.3. Valgustusdisaini kontseptsioon

Valgustusdisaini kontseptsioon on projekti varajases staadiumis (eskiis/eelprojekt) koostatav dokument, mis määratleb valgustuse strateegilised põhimõtted ja loob raamistiku detailsemate lahenduste väljatöötamiseks. See on eriti oluline keerukate objektide ja välisvalgustuse puhul, kus valgustus mängib olulist rolli keskkonna identiteedi loomisel.

5.3.1. Eesmärk ja vajadus

Valgustusdisaini kontseptsiooni koostamise peamised eesmärgid:

- **Öise identiteedi loomine:** Määratleda, kuidas objekt ja selle ümbrus peaksid pimedal ajal välja nägema.
- **Atmosfääride sidumine:** Luua loogiline ja terviklik valgustuslahendus, mis seob erinevad alad ühtseks tervikuks.
- **Funktsionaalsuse tagamine:** Tagada turvaline ja atraktiivne keskkond hämaras ja pimedas ööpäevaringselt.
- **Ressursside planeerimine:** Anda alus elektriliste võimsuste ja kaabelduse kavandamiseks.
- **Koostöö koordineerimine:** Luua ühine visioon arhitekti, sisearhitekti, maastikuarhitekti ja valgustusdisaineriga.

5.3.2. Töö koosseis eskiis/EP staadiumis

Valgustusdisaini kontseptsioon koosneb järgmistest osadest:

Osa	Sisu
Skemaatiline valgustusdisain	Illustratsioonid, mis näitavad kavandatavat valgustuse mõju ja atmosfääri
Ideestiku alustalad	Valgustusdisaini põhimõtted ja kontseptuaalne narratiiv
Funktsionaalne analüüs	Alade kaardistamine ja hierarhiate määratlemine
Referentspildid	Näited sarnastest lahendustest inspiratsiooniks
Parameetrite määratlemine	CCT, CRI ja muud tehnilised kriteeriumid
Valgustitüüpide esialgne valik	Ülevaade kavandatavatest valgustitüüpidest

5.3.3. Funktsionaalne analüüs

Funktsionaalne analüüs on valgustusdisaini kontseptsiooni alus, mis aitab mõista ala kasutust ja hierarhiaid.

5.3.3.1. SISSEPÄÄSUD JA VÄRAVAD

- **Eesmärk:** Määratleda peamised sissepääsualad, kus külastajatel tekib esimene mulje.
- **Valgustuse roll:** Sissepääsualade tähistamine ja neile sobiva valgusatmosfääri kujundamine.
- **Hierarhia:** Eristada peamised väravad teisestest sissepääsudest.

5.3.3.2. FOKUSOBJEKTID JA MAAMÄRGID

- **Eesmärk:** Tuvastada elemendid, mis väärivad esiletõstmist ja aitavad ruumis orienteeruda.
- **Valgustuse roll:** Maamärkide öise identiteedi loomine.
- **Näited:** Hoone peafassaad, skulptuurid, puud, veeelemendid.

5.3.3.3. VAATED JA PERSPEKTIIVID

- **Eesmärk:** Kaardistada olulised vaatekoridorid ja perspektiivid.
- **Valgustuse roll:** Vertikaalsete pindade valgustamine, mis loob ruumile sügavuse.
- **Vaatelisuus:** Vertikaalsel pinnal peegelduv valgus annab linnaruumile mahulise dimensiooni.

5.3.3.4. VERTIKAALSETE PINDADE HIERARHIA

Valgustuse abil saab luua hierarhiaid, mis suunavad pilku:

Tase	Kirjeldus	Valgusrõhk
Esmased pinnad	Peamised fassaadid, sissepääsud	Tugev
Teisesed pinnad	Kõrvafassaadid, toetavad elemendid	Mõõdukas
Kolmandad pinnad	Tagumised, passiivsed alad	Minimaalne

5.3.4. Atmosfääride loomine

Valgustusdisain loob erinevaid atmosfääre vastavalt ala funktsioonile ja soovitud meeleolule.

5.3.4.1. PEATUMISRUUMID

Alad, kus inimesed veedavad aega ja viibivad:

- **Istumiskohad ja haljassaared:**
 - Märksõnad: juhtiv, atmosfääriline, rahulik
 - Pehme ja hajutatud valgustus
 - CCT: 2700K
 - Valgustitüübid: pollarid, väikevormidesse integreeritud valgustid
- **Mänguväljakud:**
 - Märksõnad: funktsionaalne, turvaline, dünaamiline
 - Suunatud valgustus hea nähtavuse tagamiseks
 - CCT: 2700K
 - Valgustitüübid: suundvalgustid mastil
- **Kohviku- ja puhkealad:**
 - Märksõnad: kutsuv, soe, intiimne
 - Atmosfääriline valgustus
 - CCT: 2200-3000K
 - Valgustitüübid: pollarid, seinavalgustid, integreeritud valgustid

5.3.4.2. SUUNATUD LIIKUMISEGA RUUMID

Alad, mis on mõeldud liikumiseks ja läbikäimiseks:

- **Jalgteed ja käiguteed:**
- Märksõnad: juhtiv, turvaline, selge
- Ühtlane valgustus ilma pimedate aladeta
- CCT: 2700-3000K
- Valgustitüübid: pollarid, madalad mastvalgustid
- **Sõiduteed:**
- Märksõnad: funktsionaalne, ohutu
- Standarditele vastav tee valgustus
- CCT: 3000K (talvel), 2200K (suvel – ökoloogiline aspekt)
- Valgustitüübid: mastvalgustid

5.3.4.3. VALGUSE-VARJU MÄNG

- **Dünaamilisus:** Valguse ja varju vaheldus loob visuaalset põnevust ja teatraalsust.
- **Kihilisus:** Erinevate valguskihtide kasutamine sügavuse loomiseks.
- **Fookuspunktid:** Teatud elementide esiletõstmine kontrastiga.

5.3.5. Valgustuse sorteerimine

Valgustuse sorteerimine aitab süsteemselt liigitada valgusteid nende funktsiooni ja paigalduskõrguse järgi.

5.3.5.1. KLASSIFIKATSIOON FUNKTSIOONI JÄRGI

Tüüp	Funktsioon	Näited
A	Arhitektuuriga integreeritud fassaadivalgustus	Fassaadi valgustamine, rõhutamine
B	Mänguväljaku valgustus	Turvaline mängukeskkond
C	Sõidutee valgustus	Ohutu liiklemine
D	Majadevaheline teerada	Jalakäijate ohutus
E	Haljastuse valgustus	Atmosfääri loomine, taimede esiletõstmine
F	Välikohvikud ja istumisalad	Intiimne, kutsuv keskkond

5.3.5.2. KLASSIFIKATSIOON KÕRGUSE JÄRGI

Kõrgus	Valgustitüüp	Kasutus
0 m	Süvistatud põrandavalgustid	Käiguteed, platside markeerimine
0,5-1 m	Pollarid	Jalgteed, haljasalad
1-3 m	Madalad mastvalgustid, seinavalgustid	Hoovid, istumisalad
4-6 m	Keskmised mastvalgustid	Parkimisalad, mänguväljakud
6-9 m	Kõrged mastvalgustid	Sõiduteed, suured alad
Varieeruv	Arhitektuuriga integreeritud	Fassaadid, piirded

5.3.6. Dokumentatsiooni esitamine staadiumiti

Stadium	Dokumentatsiooni sisu
Eskiis	• Valgustusdisaini kontseptsiooni kirjeldus • Funktsionaalse analüüsi skeemid • Atmosfääride kirjeldus ja referentspildid • Esialgne valgustitüüpide ülevaade
EP (Eelprojekt)	• Kõik eskiisi mahus, täpsustatuna • Valgustuse sorteerimise skeem • Tehniliste parameetrite määratlemine (CCT, CRI) • Põhimõttelised asukohad üldplaanel
PP (Põhiprojekt)	• Valgustusdisaini kontseptsioon realiseerituna täpsetes plaanides • Täpsed valgustitüübid ja asukohad • Valgustusarvutused

Märkus: Valgustusdisaini kontseptsioon on oluline eriti suuremahuliste ja esteetiliselt nõudlike objektide puhul. See aitab tagada, et lõplik lahendus vastab omaniku ootustele ja loob soovitud atmosfääri. Kontseptsiooni koostamisel on soovitatav kaasata valgustusdisainer.

Nõrkvool*

6. Nõrkvoolupaigaldised

Ülevaade

Käesolev peatükk on **arendamisel**.

Nõrkvoolu süsteemide projekteerimise juhend käsitleb:

- **Andmesidevõrgud:** Struktureeritud kaabeldus, võrguseadmed
 - **Sidevõrgud:** Telefonisüsteemid, sisekõneseadmed
 - **Antennisüsteemid:** SAT, DVB-T, DVB-C
 - **Helindussüsteemid:** Hädakuulutus, taustamuusika
 - **Turvasüsteemid:** Automaatne tulekahjusignalisatsioon (ATS), videovalve, läbipääsukontroll
 - **Fonolukud ja ukseautomaatika**
-

Märkus: Peatükk avaldatakse juhendi järgmises versioonis.

Automaatika*

7. Hooneautomaatika

Käesolev peatükk on **arendamisel**.

Hooneautomaatika (Building Automation and Control Systems – BACS) projekteerimise juhend käsitleb hoone tehnosüsteemide juhtimist ja integreerimist.

Peatüki sisu

- [7.1 Hooneautomaatika](#) – peatüki ülevaade ja sissejuhatus
- [7.2 Üldnõuded ja standardid](#) – põhistandardid ja disainiprintsiibid
- [7.3 Seletuskiri](#) – seletuskirja nõuded staadiumite kaupa
- [7.4 Struktuurskeemid](#) – süsteemide ülesehitus ja hierarhia
- [7.5 Tasapinnaplaanid](#) – seadmete ja kaabelduse paiknemine
- [7.6 Loetelud](#) – punktide loetelud (I/O), andurid, täiturid
- [7.7 BIM Nõuded](#) – BIM nõuded automaatikaprojekteerimises

Märkus: Peatükk avaldatakse juhendi järgmises versioonis.

7.1 Hooneautomaatika

Automaatikapaigaldised (EA)

Hooneautomaatika (Building Management System - BMS) ehk hooneautomaatika- ja juhtimissüsteemid (Building Automation and Control Systems - BACS) on tänapäevaste hoonete lahutamatu osa, mille eesmärk on tagada hoone tehnosüsteemide (küte, ventilatsioon, jahutus, valgustus jms) efektiivne, säästlik, ohutu ja optimaalne töö. Korrektselt projekteeritud automaatikapaigaldis aitab vähendada energiakulusid, parandada sisekliimat ning lihtsustada hoone haldamist ja hooldamist. Käesolev jaotis kirjeldab nõudeid automaatikapaigaldise projekteerimisele ja sellega seotud dokumentatsioonile.

Iga järgnev projekti staadium peab sisaldama ka eelneva staadiumi mahtu/infot (vastavalt [EVS 932:2017](#) põhimõtetele). Alljärgnevates eri staadiumite kirjeldustes keskendutakse peamiselt lisatavale või täpsustavale informatsioonile.

7.2 Üldnõuded ja Standardid

Automaatikapaigaldiste projekteerimisel ja dokumentatsiooni koostamisel tuleb järgida kehtivaid õigusakte, standardeid ja head projekteerimistava.

- **Peamised standardid ja normdokumendid:**
- **EVS 932:2017 "Ehitusprojekt"**: Annab üldised raamid ehitusprojekti koostamisele, staadiumitele ja sisule.
- **Määrus "Nõuded ehitusprojektile"**: Sätestab ehitusprojekti kohustusliku sisu ja vormistusnõuded.
- **EVS-EN ISO 16484 seeria "Hooneautomaatika- ja -juhtimissüsteemid (BACS)"**: Keskne standardisari, mis käsitleb hooneautomaatika funktsioone, riistvara, tarkvara, projekteerimist, paigaldamist ja käitamist.
- EVS-EN ISO 16484-1: Üldosa ja määratlused.
- EVS-EN ISO 16484-2: Riistvara.
- EVS-EN ISO 16484-3: Funktsioonid.
- EVS-EN ISO 16484-5: Andmesideprotokoll (nt BACnet).
- **EVS-HD 60364 seeria "Ehitiste elektripaigaldised"**: Asjakohased osad, mis puudutavad automaatikaseadmete elektrivarustust, kaitset ja ohutust.
- **Andmesideprotokollide standardid:**
- BACnet (ISO 16484-5) .
- KNX (EVS-EN 50090 seeria, ISO/IEC 14543-3) .
- Modbus .
- M-Bus (EVS-EN 13757 seeria) arvestite kauglugemiseks .
- **Struktuurkaabelduse standardid** (nt EVS-EN 50173 seeria), kui automaatika andmeside kasutab hoone üldist struktuurkaabeldust.
- **MKM Juhendmaterjal - Ehitusprojekti dokumentide digitaalse vormistamise nõuded**: Failinimede konventsioonid ja digitaalse esitamise nõuded .
- Tootjate paigaldus- ja projekteerimisjuhised konkreetsetele seadmetele ja süsteemidele.
- **Disainiprintsiibid:**
- **Funktsionaalsus**: Süsteem peab täitma kõiki lähteülesandes ja projektis määratletud funktsioone.
- **Energiatõhusus**: Automaatika peab optimeerima hoone energiatarbimist.
- **Kasutajamugavus**: Süsteemi haldamine ja kasutamine peab olema lihtne ja intuitiivne.
- **Töökindlus ja Ohutus**: Süsteem peab olema töökindel ja tagama ohutu keskkonna.
- **Laiendatavus ja Integreeritavus**: Süsteem peab olema tulevikukindel, võimaldades laiendusi ja integreerimist teiste süsteemidega.
- **Standardiseerimine**: Kasutada standardseid protokolle ja lahendusi, et vältida sõltuvust ühestainsast tarnijast ja tagada süsteemi pikaajaline hooldatavus .
- **Kooskõlastamine:**
- Tihe koostöö tellija, arhitekti, sisearhitekti ning teiste eriosade (eriti KVJ, elekter, nõrkvool) projekteerijatega on vajalik, et tagada seadmete ja andurite korrektne paiknemine, toited, kaabeldus, funktsionaalsus ja esteetiline sobivus.

7.3 Seletuskiri

Seletuskiri on automaatikaprojekti keskne dokument, mis selgitab projekteeritud lahenduste põhimõtteid, ulatust ja tehnilisi valikuid. Selle koostamisel lähtutakse standardist [EVS 932:2017](#), mille kohaselt tuleb hooneautomaatikapaigaldises eelprojekti, põhiprojekti ja tööprojekti staadiumis käsitleda süsteemi vajadust, funktsioone, liidestusi ja sidumisi teiste eriosadega.

• EP (Eelprojekti Staadium):

- Eesmärk: määratleda hooneautomaatika vajadus, ulatus ja põhimõtted .
- Sisu:
 - Hooneautomaatikasüsteemi olemasolu ja kasutusvajadus (nt energiasääst, sisekliima juhtimine, visualiseerimine) .
 - Automaatikaga seotud süsteemide loetelu ja nende juhtimis-/jälgimisvajadus .
 - Põhilised juhtimispõhimõtted: kontseptsioon, kas lokaalne või tsentraalne juhtimine, sideprotokollid (nt BACnet, Modbus, M-bus), häireedastus jne .
 - Automaatikakeskuste põhimõtteline vajadus ja paiknemise loogika (viide BIM mudelile, kui keskuste ruumivajadus on seal esitatud) .
 - Energiaseire/kuluarvestuse vajadus ja süsteemi võimalik kontseptsioon: milliseid energialiike/energiatarbijaid mõõdetakse; mis on mõõtesüsteemi eesmärk (energiamärgis, energiaanalüüs, arvete genereerimine jms); milline peaks olema arvestite süsteemi väljund (visuaalne näit, kas lisandub ka andmete eksport xls või muul kujul, sidumine mingite andmebaasidega) .
- Märkus: *EP staadiumis ei ole struktuurskeemi koostamine nõutav, piisab kontseptsiooni kirjeldusest seletuskirjas .*

• PP (Põhiprojekti Staadium):

- Eesmärk: määratleda hooneautomaatika täpsem ülesehitus ja liidestused teiste süsteemidega .
- Sisu:
 - Hooneautomaatika süsteemi tehniline lahendus (alakeskuste paiknemine, sidevõrgu struktuur, kontrolleri põhimõtted) .
 - Visualiseerimisfunktsioonide ja kasutajaliidese põhimõtted .
 - Täpsustatud juhitavate ja jälgitavate süsteemide loetelu (sh tehaseautomaatikaga seadmed ja nende sidumine) .
 - Side- ja andmevahetusprotokollid (BACnet/IP, Modbus RTU/TCP, M-bus, KNX jne) .
 - Arvestite tüüp, jagunemine ja sidumine automaatikasüsteemiga .
 - Põhimõtted häirete ja sündmuste käsitlemiseks (prioriteedid, edasiandmine, logimine) .

• TP (Tööprojekti Staadium):

- Eesmärk: esitada täpsustatud ja tööde teostamiseks vajalikud andmed, mis põhinevad valitud seadmetel ja süsteemidel .
- Sisu:
 - Valitud kontrolleri, sidevõrgu ja seadmete tehnilised andmed ja konfiguratsioon .
 - Täpsustatud IO-de mahud, funktsioonide kirjeldused ja juhtimisloogikad (võib viidata eraldi loetelule) .
 - Rakendatavad aja- ja sündmusprogrammid, nende loogika ja tähtsus .
 - Täpsustatud häirete edastamise loogika (prioriteedid, vastuvõtjad, edastusmeetodid) .
 - Integreerimise põhimõtted teiste süsteemidega (sh BMS, SCADA, tuleohutussüsteemid jne) .
 - Kaugjuhtimise ja hooldusvõimaluste kirjeldus .
 - Andmelogi, trendide ja raportite käsitus .
 - Tehnosüsteemide tööea, hoolduse ja laiendatavuse põhimõtted .

7.4 Struktuurskeemid

Skeemid

Hooneautomaatika Struktuurskeem

Struktuurskeem annab graafilise ülevaate hooneautomaatika süsteemi arhitektuurist, peamistest seadmetest (alakeskused, serverid, võrguseadmed) ja nendevahelistest andmesideühendustest.

• EP (Eelprojekti Staadium):

- Struktuur- ega funktsionaalskeemide koostamine ei ole kohustuslik. Automaatikasüsteemi vajadused, üldised funktsioonid ja süsteemide ulatus kirjeldatakse seletuskirjas .
- Kui koostatakse (märgitud tabelis *1 kui EP-s alakeskuse täpsusega), siis näidatakse alakeskuste põhimõttelised asukohad (ruumi nr/ kirjeldus, korrus) ja nendega seotud põhisüsteemid (loeteluna) .
- Andmesidevõrkude põhimõttelised ühendused (alakeskuste vaheline põhivõrk, tehnoserver, välisühendus) .
- Automaatikakeskuste paiknemine ja ruumivajadus võib olla esitatud BIM mudelis .

• PP (Põhiprojekti Staadium):

- Näidatakse alakeskused ruumi täpsusega .
- Andmeside põhivõrkude ühenduspõhimõte, sh: alakeskuste vaheline side (CAT, optika, juhtmevabad ühendused), tehnoserveri asukoht ja ühendus põhivõrguga, välisühendus (nt kaugjuhtimiseks, hoolduseks) .
- IP võrgujaotlate (rackide) asukohad ja kasutusloogika: kas automaatikaseadmed paigutatakse NV jaotlasse või vajatakse eraldi automaatikaracki. Märkida ruum ja üldine põhimõte .
- Struktuurskeemil tuleb näidata alakeskustega seotud võrgupõhised liidestused ehk süsteemid või seadmed, millega toimub kommunikatsioon võrguliidese (nt BACnet, Modbus, M-bus, KNX) kaudu (nt kompleksed ventilatsiooniagregaadid, ruumikontrollerid, energiaarvestid) .
- Näidatakse automaatika keskuste ja võrguseadmete toitevajaduste põhimõte (tavatoide, garanteeritud toide, katkematu toide) .
- (Siia mingi näidisstruktuurskeem - joonis xxx) .

• TP (Tööprojekti Staadium):

- Tööprojekti struktuurskeem täpsustab põhiprojekti skeemis määratud ülesehitust, lisades seadmetepõhise ja teostuseks vajaliku detailtaseme .
- Täpsustatakse:
- Andmeside põhivõrgu tegelikud ühendused ja kaablitüübid (nt CAT7, optika, Wi-Fi), vajadusel kaabli trajektoor ja pikkus .
- Võrguseadmete täpsed asukohad (ruumi täpsusega) ja tüübid (switchid, konverterid), koos tähistega ja sidumistega .
- IP-võrgujaotlate täpsustatud asukohad ja tähisted .
- Andmeside kaudu alakeskustega seotud seadmed ja süsteemid täpsustatakse seadmetasemel: liidese tüüp, liinide arv ja jaotus, algus- ja lõpp-punktid, vajadusel liini pikkus, liiniga seotud seadmete kogus ja vajadusel aadressivahemikud, sidekaabli tüüp, lõputakistite asukohad RS485 põhiste liinide puhul (Modbus RTU, BACnet MS/TP) .
- Kaabeldus seadmest seadmeni täpsusega (võib esitada kaablitabelina) .
- (Siia mingi näidisstruktuurskeem - joonis xxx) .

6.3.2. ARVESTITE STRUKTUURISKEEM

Arvestite struktuurskeem kirjeldab, kuidas toimub erinevate energiakandjate (vesi, elekter, soojus, gaas) ja muude ressursside mõõtmine ning andmete kogumine.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Eelprojekti staadiumis ei ole arvestite struktuur- ega funktsionaalskeemid nõutud. Vajalik info (sh energialiigid ja arvestuspõhimõtted) esitatakse seletuskirjas (vt ka ptk 6.2).

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Põhiprojektis tuleb arvestite andmeedastuse ülesehitus esitada struktuurskeemina. Skeem võib olla eraldi või integreeritud hooneautomaatika struktuurskeemi, kui skeem jääb selgeks .
- Näidatakse struktuurskeemil :
- Arvestite jagunemine korruste kaupa.
- Millise alakeskuse või master-seadmega on arvestid seotud (master-seadme asukoht ruumi täpsusega).
- Andmeedastuse põhimõte (juhtmega, juhtmevaba, andmeedastusprotokoll, kaabelduse põhimõte).
- Andmeedastuskonverterid (nt M-bus, Modbus), mitu arvestit ühendatud iga konverteri taha.
- Märkus: Skeemil tuleks viidata arvestite tabelile, mis sisaldab arvestite tähiseid, liiki ja paiknemist. Tabel täpsustab skeemi .
- (Siia mingi näidisstruktuurskeem - joonis xxx) .

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Tööprojektis täpsustatakse põhiprojektis esitatud arvestite struktuuri vastavalt valitud lahendusele ja tegelikele seadmetele . Skeem võib olla eraldi või hooneautomaatika struktuurskeemi osa .
- Skeemil esitatakse :
- Arvestite jagunemine korruste ja energialiikide kaupa, koos arvestite kogusega liini kohta.
- Andmeedastuse tüüp ja protokoll (nt M-bus, Modbus, LoRa, RS485 jne).
- Konverterite asukohad, iga liini arvestite arv, hargnemispunktid ja sideühendused.
- Märkus: Skeemil viidata arvestite tabelile, mis sisaldab kõikide süsteemi liidetud arvestite detailid (igal arvestil unikaalne tähis, arvesti asukoht, teeninduspiirkond, andmeside liidese tüüp, elektriarvestitel keskus, kus arvesti asub ning lisaks keskuse asukoht). Tabel täiendab skeemi .
- (Siia mingi näidisstruktuurskeem - joonis xxx) .

6.3.3 TEHNOSÜSTEEMIDE (KVJ) FUNKTSIONAALSKEEMID

Funktsionaalskeemid (EVS kohaselt tehnosüsteemide toimimisskeemid) kirjeldavad detailselt, kuidas konkreetne tehnosüsteem (küte, ventilatsioon, jahutus - KVJ) automaatikasüsteemi poolt juhitakse ja reguleeritakse.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted esitatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2).

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse funktsionaalskeem koos mõõte- ja juhtimiseadmetega (andurid, täiturid).
- Näidatakse iga mõõte- ja juhtimiseadme IO punktid (füüsilised ja virtuaalsed).
- Näidatakse iga mõõte- ja juhtimiseadme ühendused (alakeskuste ja seadmete vahel, seadmete ja elektrikilpide vahel, seosed elektrikilpide ja alakeskuse vahel jms).
- Esitatakse skeemi tööpõhimõtte kirjeldus.
- Esitatakse mõõte- ja reguleerimispunktide põhiparameetrid (vt ptk 6.9 tabelis 1 minimaalselt IO punktide osa, seadesuuruste osa soovituslik).
- Lisada näiteid skeemi ja parameetrite tabeli kohta (joonis xxx, Tabel 1 näidis).

- **Tehaseautomaatikaga seadme korral:**

- Lisada eriosa projekteerijalt saadud tehnoloogiline skeem koos mõõte- ja juhtimiseadmetega.
- Näidata hooneautomaatikaga seotud füüsilised punktid (nt töölouba, olek, üldhäire vms).
- Näidata seadme andmeside liidese kaudu sidumise põhimõtte ja minimaalne/eeldatav IO maht (punktide arv) ning põhiline vahetatav info.
- Kirjeldada funktsioone, mida hooneautomaatika peab täitma väljaspool seadme enda tehaseprogrammi.
- (Tekitada mingi tabel näidisena, vastavalt ÜBN nõuetele - joonis xxx).

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Täpsustatakse PP funktsionaalskeemid vastavalt valitud seadmetele ja tehnoloogiatele. PP-s esitatud punktid ja tööpõhimõtted jäävad kehtima, kui neid ei muudeta.

- **Skeemidel täpsustada:**

- Reaalselt tarnitavad andurid ja täiturid (tootja/tüüp kui teada, vajadusel standardlahenduse alusel).
- IO-punktid ja nende liigid vastavalt kasutatavale kontrolleri (füüsilised/virtuaalsed, sisendid/väljundid/reguleerimissignaalid).
- Seadmete ühendused kaabliühenduste täpsusega, koos tähistega ja paigalduskohtadega (võib viidata kaablite loetelule).
- Vajadusel täiendavad toiteühendused, kui need ei tule automaatikakeskusest.
- Täpsustada tööloogika, kui see erineb PP skeemis esitatust.

- **Mõõte- ja reguleerimispunktide tabel:**

- Täita tabel 1 (vt ptk 6.9) kõik väljad täpsustatud andmetega (v.a programmide osa, mis võib olla teostusprojekti osa).

- **Tehaseautomaatikaga seadme korral:**

- Kinnitada ja lisada tootja/tarnija tehnoloogiline skeem.
- Näidata füüsilised punktid, mille kaudu seade liidestub hooneautomaatikaga.
- Täpsustada andmeside liidese kaudu liidestumise loogika (protokoll, sidekonverter, sidepunkti asukoht, seadmete aadressid kui teada).
- Täpsustada info, mida andmeside liidese kaudu seadmega vahetatakse (vastavalt tarnitava seadme Modbus registri/BACnet object list andmetele).
- Märkida ära, milliseid funktsioone hooneautomaatika peab täitma, kui need on väljaspool seadme enda tehaseprogrammi (nt perioodiline ümberlülitus, energiaarvestus, kliimakõver jms).

6.3.4. RUUMI KLIIMAJUHTIMISE FUNKTSIONAALSKEEMID

Need skeemid keskenduvad üksikute ruumide või tsoonide kütte, ventilatsiooni ja jahutuse (KVJ) juhtimisele.

• **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted esitatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

• **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitada funktsionaalskeem koos mõõte- ja juhtimisseadmetega (andurid, täiturid) .
- Näidata iga mõõte- ja juhtimisseadme IO punktid (füüsilised ja virtuaalsed) .
- Näidata ühendused ruumiseadmete vahel, alakeskuste ja seadmete vahel, seadmete ja elektrikilpide vahel, seosed elektrikilpide ja alakeskuse vahel .
- Skeemi tööpõhimõtte kirjeldus .
- Mõõte- ja reguleerimispunktide parameetrid (tööpõhimõtte kirjelduses või eraldi tabelina) .
- Lisada mitu näidet - vesijahutus (fancoilid, jahutuspalgid), freonjahutus (splitid, VRV) (joonis xxx).

• **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Täpsustatakse PP skeemid vastavalt valitud seadmetele, ühendustele ja parameetritele .
- Skeemil näidata valitud või projekteeritud andurid ja täiturid (nt konkreetse tooteseeria kontrollid, ventiiliajamid, ruumitermostaadid jne) .
- Täpsustada IO punktid vastavalt kasutatavale kontrollile (füüsilised/virtuaalsed, signaalitüübid - 0-10 V, digitaalne jne) .
- Täpsustada seadmetevahelised ühendused vastavalt konkreetsetele toodetele, sh toiteühendused, protokollipõhised liidesed (nt BACnet MS/TP, Modbus RTU), sidevõrkude liitumine .
- Täpsustada tööloogika kirjeldus, kui see erineb PP-s esitatust .
- Täpsustada mõõte- ja reguleerimispunktide parameetrid (tööpõhimõtte kirjelduses või eraldi tabelina) .
- (Lisada mitu näidet - vesijahutus (fancoilid, jahutuspalgid), freonjahutus (splitid, VRV) - joonis xxx).

6.3.5. VALGUSTUSE JUHTIMISE FUNKTSIONAALSKEEMID

Kirjeldavad valgustussüsteemide automaatse juhtimise lahendusi (nt DALI, KNX).

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted esitatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Funktsionaalskeem koos mõõte- ja juhtimisseadmetega (andurid, lülituselemendid, täiturid) .
- Iga mõõte- ja juhtimisseadme IO punktid (füüsilised ja virtuaalsed) .
- Ühendused ruumiseadmete, alakeskuste, seadmete ja elektrikilpide vahel .
- Skeemi tööpõhimõtte kirjeldus .
- Mõõte- ja reguleerimispunktide põhiparameetrid (nt tabelis 1, vt ptk 1.9 , IO punktide osa, seadesuuruste osa soovituslik) .
- Andmeside võrgupõhiste valgustuse juhtimise lahenduste (KNX, DALI vms) sidumise korral esitada lisaks: andmeside liidese kaudu sidumise põhimõte ja sidumise eeldatav IO maht (visualiseeritavate punktide juhtimise ja jälgimise maht) .
- Lisada mitu näidet - tava valgustuse kohta ja DALI näiteks (joonis xxx).

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Põhiprojektis esitatud üldised põhimõtted jäävad kehtima. Tööprojektis täpsustatakse PP skeemid vastavalt valitud lahendusele ja seadmetele .
- Täpsustada :
 - Andurite, lülituselementide ja täituri valitud tüübid ja ühendused vastavalt tarnitavale lahendusele (sh tootja kui teada).
 - IO-punktide täpsustus vastavalt kasutatavale kontrolleri (füüsilised/virtuaalsed, signaalitüüp) .
 - Ühenduste kaablid ja skeemid koos füüsiliste ühenduspunktide ja kaablitähistega .
 - Täpsustatud tööpõhimõtte kirjeldus, kui see erineb või täieneb võrreldes PP-ga .
 - Täpsustada mõõte- ja reguleerimispunktide parameetrid (tabeli 1 väljad, v.a programmide osa, mis võib olla teostusprojekti osa) .
 - Andmeside võrgupõhiste valgustuse juhtimise lahenduste sidumise korral esitada lisaks :
 - Andmeside liidese kaudu sidumise põhimõte (KNX, DALI vms).
 - Sidumise IO maht (visualiseeritavate punktide juhtimise ja jälgimise maht koos kirjeldusega).
 - (Näide? - joonis xxx).

6.3.6 ERIPUNKTIDE SKEEM (ÜLDISED IO PUNKTID)

Eripunktide alla kuuluvad kõik juhtimis-, jälgimis- ja häirepunktid, mis ei kajastu tehnoloogiaga seotud funktsionaalskeemidel, kuid mis toetavad hoone tehnosüsteemide energiatõhusat, säästlikku ja ohutut toimimist .

- **Näited eripunktidest** : Tuletõkkeklappide asendiinfo; põhi- ja varuelektrivarustuse oleku/häire info; sadevee- ja reoveepumplad; tuletõrjeliftide pumplad; tarbevee rõhutõstepumplad; õli-, muda- ja liivapüüdurid; lifti keskuste häired; väliala elektriküttes; välisvalgustus; sisevalgustus (üldalad); külmakompressori ruumide gaasilekke andurid; hooneosade pea vee- ja gaasisulgurid ning gaasilekke häired. Eripunktide maht sõltub hoone iseloomust .
- **EP (Eelprojekti Staadium):**
 - Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .
- **PP (Põhiprojekti Staadium):**
 - Funktsionaalskeem koos mõõte- ja juhtimisseadmetega (andurid, lülituselemendid, täiturid) .
 - Iga mõõte- ja juhtimisseadme IO punktid (füüsilised ja virtuaalsed) .
 - Ühendused ruumiseadmete vahel, alakeskuste ja seadmete vahel, seadmete ja elektrikilpide vahel, seosed elektrikilpide ja alakeskuse vahel .
 - Skeemi tööpõhimõtte kirjeldus .
 - Mõõte- ja reguleerimispunktide põhiparameetrid (nt tabelis 1, vt ptk 6.9 , IO punktide osa, seadesuuruste osa soovituslik) .
- **Tehaseautomaatikaga seadme korral:** Näidata hooneautomaatikaga seotud füüsilised punktid (nt tööloka, olek, üldhäire), andmeside liidese kaudu sidumise põhimõtte ja IO maht .
- (Näidisskeem - joonis xxx).
- **TP (Tööprojekti Staadium):**
 - Esitada täpsustatud ja lõplikud andmed vastavalt tarnitavale tehnoloogiale .
 - Funktsionaalskeem koos mõõte- ja juhtimisseadmetega (andurid, lülituselemendid, täiturid) .
 - Iga mõõte- ja juhtimisseadme IO punktid (füüsilised ja virtuaalsed) .
 - Iga mõõte- ja juhtimisseadme ühendused .
 - Skeemi tööpõhimõtte kirjeldus .
 - Mõõte- ja reguleerimispunktide parameetrid (tabeli 1 väljad, v.a programmide osa) .
- **Andmeside võrgupõhiste lahenduste korral:** Näidata hooneautomaatikaga seotud füüsilised punktid, andmeside liidese kaudu sidumise põhimõtte ja IO maht .
- (Näidisskeem - joonis xxx).

7.5 Tasapinnaplaanid

Tasapinnaplaanidel näidatakse automaatikasüsteemi komponentide (alakeskused, andurid, täiturid, ruumikontrollerid jms) füüsilised asukohad hoone korrusteplaanidel.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Automaatikapaigaldise tasapinna plaane üldjuhul ei esitata . Peamiste automaatikakilpide (alakeskuste) ja tehnoserveri ruumi(de) põhimõttelised asukohad kirjeldatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse korruste plaanid, millel on näidatud kõik seadmed ja süsteemid, mis liidestuvad hooneautomaatikaga (BMS) .
- Plaanidel näidatakse :
- Hooneautomaatika alakeskused ja nende tähised.
- Ruumikontrollerid.
- Ruumikontrolleritega seotud ventiilid (küte, jahutus, pörandaküte).
- Arvestid (vesi, soojus, elekter, gaas); elektriarvestite puhul võib olla viidatud vastavale elektrikilbile .
- Ruumiandurid (temperatuur, CO₂, niiskus, kohalolek, valgus jms).
- Tehnoseadmed, mis liidestuvad BMS-iga (ventilatsiooniseadmed, kütte-/jahutusseadmed, VAV-klapid, on/off klapid, tuletõkkeklapid jne).
- Elektri- ja nõrkvoolukilbid, mis on seotud hooneautomaatikaga.
- Toiteallikad, trafod, ühenduskarbid (kui funktsionaalses skeemis määratletud).
- Soovituslikult näidata alakeskuste eeldatavad teeninduspiirkonnad visuaalselt ning märkida seadmete tähised ja ruumiandurid vastavalt funktsionaalskeemile .
- **Seadmete tähistus:** PP-s ei ole nõutav iga seadme unikaalne tähis; tüüpseadmed võivad olla tähistatud tüüptähistega (nt KV20, TC20). Tähistus peab võimaldama üheselt tuvastada sama seadet kõigis projektiosades .
- (Näidisplaan - joonis xxx).

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Täpsustatakse PP plaanidel näidatud seadmete ja süsteemide asukohad, paigalduskõrgused ja ühenduspunktid vastavalt valitud seadmetele ja tööjoonistele .
- Plaanidel täpsustada :
- Kõikide seadmete ja andurite täpsustatud asukohad.
- Paigalduskõrgused anduritel ja kontrolleritel.
- Ühenduspunktide info (ühenduskarbid, liinisisendid jms).
- Seadmete kaabeldus (kui ei tehta kaablitabelit, vt ptk 6.13), näidates seadmetevahelise kaabelduse, liini alguspunkti ja kaabli tüübi/margi.
- Märkused/täiendav info eritingimusi vajavatele seadmetele.
- **Seadmete tähistus:** Kõik seadmed peavad olema unikaalse tähisega, mis seob seadme vastava süsteemiga (nt ruumikliima seadmetel ruuminumbri). Ruumipõhiste seadmete tähistus: ruuminumber + seadme tüübkood + järjekorranumber (nt 234TC20.1). Tähistus peab olema järjepidev .
- (Näidisplaan - joonis xxx).

7.6 Loetelud

Punktide Loetelu

IO (Input/Output) punktide loetelu on detailne tabel, mis koondab kõik automaatikasüsteemi sisend- ja väljundsignaalid.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldjuhul IO punktide loetelu ei esitata. Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse IO-punktide tabel, mis põhineb funktsionaalskeemidel ja määratleb süsteemide mõõte- ja juhtimispunktid . See on funktsionaalne töövahend sidumaks plaanidel ja skeemidel näidatud seadmeid, programmeeritavaid punkte ja visualiseeritavat infot .
- Tabeli formaadis esitada :
- Kõik füüsilised IO-punktid: DO, DI, AO, AI (vähemalt punktide tüüp, tähis, nimetus/funktsioon, punktide kogus).
- I/O punkti tähis peab vastama skeemile ja plaanile .
- Juhitavate/reguleeritavate punktide korral märkida reguleerimisviisi (nt on/off, PI, PID) mõõtepunktil või vajadusel ka juhtimis-/reguleerimispunktile .
- Programmid – millise häire-, oleku- või juhtimisprogrammi alla punkt kuulub (viide programmide loetelule) .
- Andmesidega liidestuvad seadmed: liidestatavate seadmete/süsteemide kogus ja liidese tüüp .
- Alakeskuste kaupa I/O punktid kokku .
- Soovituslik: Täita Tabel 1 (Hooneautomaatika.docx) seadesuuruse veerud teadaolevate või eeldatavate väärtustega .
- (Näide Tabel 1 kohta - joonis xxx) .
- **TP (Tööprojekti Staadium):**
- Täidetakse I/O-punktide tabel vastavalt PP struktuurile, täiendades seda täpsema infoga süsteemi seadistuseks, programmeerimiseks ja visualiseerimiseks .
- Täpsustada kõik mõõte- ja reguleeripunktid vastavalt tarnitavate seadmete andmetele (sisendid, väljundid, reguleerimisviis jt parameetrid) .
- Täpsustada mõõte- ja reguleerimispunktide seadesuurused ja häirepiirid .

6.5.2. ARVESTITE LOETELU

Arvestite loetelu annab süsteemse ülevaate kõikidest automaatikasüsteemiga liidestatavatest mõõteseadmetest.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas, arvestite loetelu ei esitata (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse kõigi BMS-iga liidestatavate arvestite ja võrguanalüsaatorite loetelu .
- Loetelu sisaldab vähemalt :
 - Arvesti unikaalne tähis (ID).
 - Arvesti tüüp (elektri-, sooja-, külma-, vee-, gaasiarvesti või võrguanalüsaator).
 - Teeninduspiirkond (nt korter, jahutussõlm, 1. korruse tiib B jne).
 - Asukoht: korrus ja ruum (nt kilbiruum, tehnoruum, veemöödusõlm).
 - Elektriarsesti puhul ka elektrikilp, kus see paikneb (nt GPJK, PJK, JK2.1).
 - Andmesideprotokoll (nt M-bus, Modbus, BACnet).
 - Automaatika alakeskus, millega arvesti on seotud.
 - Põhiprojekti tabeli alusel kavandatakse andmeedastuse liidesed ja seadmete asukohad .
 - (Näide - joonis xxx).
- **TP (Tööprojekti Staadium):**
 - Täpsustatakse PP loetelu, lisades infot reaalseks paigalduseks, liidestamiseks ja süsteemi seadistamiseks .
 - Täiendavalt tuleb märkida :
 - Andmeside liin, millega arvesti on ühendatud (nt M-bus liin 1, Modbus liin 1).
 - Konverteri või gateway tähis, millega arvesti liidestub (nt MBCONV1).
 - Arvesti liinisisene aadress (nt M-bus liin 1, aadress 12).
 - Soovituslik: seadme valmistaja ja tüüp, vajadusel aadressivahemikud ja andmetabeli viited .
 - Tööprojekti arvestite loetelu peab võimaldama kaablite arvutusi, aadressi määramist ja liinide jagamist .
 - (Näide - joonis xxx).

5.5.3. RUUMIKONTROLLERITE JA RUUMISEADMETE TABEL

See tabel koondab info ruumipõhiste kliimajuhtimise elementide kohta, tagades sidususe funktsionaalskeemide ja paigaldusplaanidega.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas, eraldi loetelu ei esitata (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Tabel ei ole kohustuslik, kuid projektis peab olema üheselt arusaadav, millised erineva konfiguratsiooniga kontrollid on kasutusel ning milliste ruumiseadmetega on seotud .
- Kui tabelit ei koostata, tuleb dokumentatsioonis selgelt näidata :
- Erinevad kontrollitüübid tähistega (nt TC20, TC21, TC25).
- Kontrollide konfiguratsioonid: integreeritud andurid (ruumitemperatuur, CO₂, niiskus), juhtimised (fancoil, jahutuspaak, kütteradiaatorid, VAV jne), juhtimisviisid (on/off, PWM, 0–10V), kasutatav andmesideprotokoll (BACnet, Modbus jt).
- I/O maht peaks selguma kontrolliga seotud tüüpselt funktsionaalskeemilt.
- Seos plaanide, funktsionaalskeemi ja seadmete loeteluga.
- Sama tähisega kontrollid (nt kõik TC20) peavad olema funktsionaalselt identsed.
- (Näide: Ruumikontrollerid näidatud plaanidel + teostatud tüüpne funktsionaalskeem + seadmete loetelus spetsifitseeritud erineva funktsionaalsusega kontrolli tüübid ja summaarsed kogused).

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Ruumikontrollerite ja ruumiseadmete tabel on kohustuslik .
- Tabel peab määratlema iga ruumi/tsooni kliimaseadmete ja andurite konfiguratsiooni ning ruumiga seotud kontrolli konkreetse konfiguratsiooni, I/O mahu, asukoha ja ühendused .
- Tabel peab sisaldama vähemalt : ruum/tsoon; eri tüüpi ruumikontrollerid; ruumiga seotud andurid; juhtimised (kütteventiilid, jahutusventiilid, VAV klapid jne); paigaldusviis ja lisaseadmed; kontrolli funktsioon; automaatika alakeskus, millega on seotud; vajadusel I/O punktide jaotus; seos funktsionaalskeemiga; andmeside ja liidese aadress.
- Kontrolli ja teiste seadmete unikaalsed tähised peavad olema vastavuses plaanide, I/O tabeli ja skeemidega .
- (Näide tabelist - joonis xxx).

6.5.4 PÕHISEADMETE LOETELU

Põhiseadmete loetelu annab ülevaate kõikidest hooneautomaatikaga seotud mõõte- ja juhtimisseadmetest, mis ei ole arvestid ega ruumikontrollerid.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas, eraldi loetelu ei esitata (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse põhiseadmete loetelu .
- Iga seadme kohta tuleb näidata : tähis, nimetus, seadme tüüp (lühikirjeldus), tehnilised andmed (mõõtepiirkond, toitepinge, IP-klass, signaalitüüp, kinnitusviis, näidiku olemasolu, ventiilidel Kvs, DN, ajami signaal, tööpinge, avanemiskiirus jms), kogus (samasuguseid võib grupeerida), töövõtu ulatus (kes tarnib/paigaldab), viide skeemile/süsteemile, näidistoode (kui teada) .
- Kui konkreetne toode pole valitud, piisab üldkirjeldusest .
- Loetelu peab hõlmama vähemalt automaatika töövõttu kuuluvaid seadmeid . Soovi korral võib lisada ka teistesse töövõttudesse kuuluvaid, automaatikaga seotud seadmeid .
- Vormistus: funktsionaalskeemide või süsteemide kaupa või tüüpsete seadmete põhisel, tagades seose teiste projekti osadega .
- (Näide - joonis xxx).

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Loetelu täpsustatakse konkreetse toote tasemele .
- Lisaks PP infole näidatakse : täpne toode (tootja, tootekood), seadme kirjeldus ja tehnilised andmed vastavalt tarnitavale seadmele, anduri elemendi pikkus, toru DN vms paigalduseks oluline mõõt, keskkonnatingimused, paigaldusviis (kui oluline).
- TP tabel peab võimaldama seadmed üheselt määratleda, hankida ja paigaldada .
- (Näide - joonis xxx).

6.5.5 KAABLITE LOETELU

Kaablite loetelu spetsifitseerib automaatikasüsteemis kasutatavad kaablid, nende tüübid, mahud ja ühendused.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Kaablite loetelu ei koostata. Üldised kaabelduse põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Peab olema üheselt arusaadav, millised seadmed on automaatikaga ühendatud, millise kaablitüübiga, eeldatav kaabelduse maht (koondpikkus tüübi kaupa) ja töövõtupiirid .
- Vajadusel eritingimused kaablite valikul (tuletundlikkusklass, UV-kindlus jne) .

- **Esitamisvariandid:**

- Kaablite tähistamine skeemidel:** Funktsionaalskeemidele märgitakse kaabli tüüp või tähis koos legendiga. Sobib väiksematele süsteemidele. Puuduseks on muudatuste haldamise keerukus ja halb ülevaade mahtudest . (Näide - joonis xxx) .
- Eraldi kaablite loetelu tabelina:** Skeemil näidatakse ühendused. Tabelis: tähis, algus- ja lõpp-punkt, kaablitüüp, orienteeruv pikkus (soovituslik), märkus, tuletundlikkuse nõue. Eelis: lihtsam hallata, koondpikkused leitavad . (Näide - joonis xxx) .

- Soovitus: Koostada kaablite loetelu funktsionaalskeemi või süsteemi põhiselt .
- Iga kaablitüübi eeldatav koondpikkus peab olema PP-s esitatud . (Näide - joonis xxx) .

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Kaablite loetelu koostamine on kohustuslik .
- Kontrollida ja täpsustada kaablitüübid ja margid vastavalt valitud seadmetele .
- Lisada/täpsustada kaabli tegelik pikkus (iga kaablilõigu pikkus) .
- Ruumipõhise kliimajuhtimise kaabeldus võib olla esitatud tüüpskeemide alusel .
- Kui PP-s oli kaabeldus üldistatud, tuleb TP-s täpsustada iga ühenduse algus ja lõpp (seadme kaupa eraldi või järjestikku ühendades) .
- Järjestikku ühendatud seadmete puhul määrata, millised seadmed kuuluvad samasse liini, märgistada liini kuuluvus, näidata kaabli alguspunkt ja liini kuuluvad seadmete tähised. Lõplik füüsiline ühendusjärjestus võib kujuneda koostöös töövõtjaga .
- Lõpliku TP osana tuleb esitada töövõtja poolt täpsustatud kaablitabel, mis sisaldab kõiki TP staadiumis nõutud andmeid .
- TP tabel peab võimaldama tellida ja paigaldada kõik vajalikud kaablid koos varuga .

6.5.6. PROGRAMMIDE LOETELU

Programmide loetelu kirjeldab hooneautomaatika süsteemi tarkvaralisi funktsioone, juhtimisloogikaid ja seadistusi.

- **EP (Eelprojekti Staadium):**

- Programmide loetelu ei koostata. Üldised põhimõtted kirjeldatakse seletuskirjas (vt ptk 6.2) .

- **PP (Põhiprojekti Staadium):**

- Esitatakse programmide loetelu, mis kirjeldab põhilisi automaatikasüsteemi funktsioone :
- Häirete, juhtimise ja reguleerimise loogika alused (nt vastuoluhäired, PI/PID juhtimine).
- Rakendatavad aeg-, sündmus- ja häireprogrammid.
- Seadmete töörežiimid ja erifunktsioonid (nt öötuulutus, tööaja loendurid, energiaraportid).
- Programmide loetelu peab olema siduv I/O punktide tabeliga (viide punkti kuuluvusele programmis) .
- Loetelu peab võimaldama süsteemi funktsionaalsust hinnata ja olema aluseks hilisemale programmeerimisele .

- **TP (Tööprojekti Staadium):**

- Täpsustatakse programmide loetelu vastavalt valitud automaatikasüsteemi võimekusele, tellijapoolsetele täpsustustele (nt häireprioriteedid, täpsed piirväärtused, kalendrid) ja tegelikule I/O struktuurile .
- Võib sisaldada :
- Täpseid programmeerimisparameetreid (nt filtrihäire viide, temperatuurihüsterees, ajad).
- Aegprogrammide sisulisi seadeid (nt käivitusajad, suve-/talveaeg).
- Sündmusloogika jadasid, mille alusel seadmed käituvad.

7.7 BIM Nõuded

BIM Nõuded Automaatikaprojekteerimises

Kui projekt teostatakse BIM-mudelis, siis automaatikapaigaldise komponendid modelleeritakse vastavalt juhendi peatükis 7 (BIM Nõuded) toodud üldistele BIM nõuetele ning konkreetse projekti BIM rakenduskavale .

- **Modelleerimise ulatus:**

- Automaatikakilbid (alakeskused).
- Peamised kaabliteed (kui ei kuulu eraldi kaabliteede mudelisse).
- Olulisemad andurid ja täiturid, millel on ruumiline mõju või mis vajavad koordineerimist teiste süsteemidega (nt suured klapid, ventilatsiooniseadmete andurid).
- Ruumikontrollerid ja -paneelid.

- **Nõutav informatsioon (parameetrid):** Seadme tüüp, tähis, tootja/mudel (TP staadiumis), ühendusinfo, toitevajadus jms.

- **Koordineerimine:** Ristumiste kontroll teiste tehnosüsteemide ja ehituskonstruktsioonidega.

Märkus: Automaatikaprojekt peab olema tihedalt integreeritud teiste eriosade projektidega, eriti kütte-, ventilatsiooni-, jahutus- ja elektrisüsteemidega. Funktsionaalskeemid ja IO punktide loetelud on kriitilise tähtsusega süsteemi korrektseks realiseerimiseks ja häälestamiseks. Tuleb tagada terminoloogia ühtsus läbi kogu juhendi. Küsimus, kas automaatikatööd teostab automaatikatöövõtja (kes koostab ka TP) või on see integreeritud teistesse töövõttudesse, vajab projekti alguses selget määratlemist. Komplekskatsetuste tabeli vajadus ja sisu (vastavalt ÜBN nõuetele) tuleks määratleda TP staadiumis.

BIM

8. BIM Nõuded Elektriprojekteerimises

Ülevaade

Ehitise infomodelite (BIM - Building Information Modeling) kasutamine on kaasaegses ehitusprojekteerimises, sealhulgas elektripaigaldiste projekteerimises, üha laienev ja sageli ka nõutav praktika. BIM võimaldab paremat koostööd, visualiseerimist, andmehaldust ning aitab tõsta projekteerimise ja ehituse kvaliteeti ning efektiivsust.

Ühised BIM Nõuded (ÜBN)

Eestis kehtivad **ühtsed BIM nõuded**, mis on välja töötatud ja avaldatud Eesti e-Ehituse portaalis. Need nõuded määratlevad BIM-metoodika rakendamise põhimõtted, standardid ja nõuded ehitusprojektides.

Elektripaigaldiste projekteerimise BIM nõuete osas tuleb **järgida Ühiseid BIM Nõudeid (ÜBN)**, mis on kättesaadavad aadressil:

<https://eehitus.ee/juhendid/bim/>

Olulised Teemad ÜBN Juhendis

ÜBN juhend hõlmab järgmisi teemasid, mis on kohaldatavad elektriprojekteerimisele:

- **BIM rakendamise põhimõtted** - üldised eesmärgid ja lähenemised
- **BIM Rakenduskava (BEP)** - projektipõhise kava koostamine
- **Mudeli detailsusastmed (LOD)** - nõuded erinevates projektifaasides
- **Modelleerimise standardid** - objektide nimetamine, klassifitseerimine, parameetrid
- **Koordinaatsüsteemid** - ühtne koordinaatsüsteem (L-EST97, EH2000)
- **Tarkvara ja failivormingud** - IFC, BCF ja muud standardid
- **Koostöö ja koordineerimine** - osamudelite jagamine, ristumiste kontroll
- **Ühtne andmekeskkond (CDE)** - infovahetuse protokollid
- **Mudelipõhised väljundid** - joonised, loetelud, mahuarvutused

Elektriprojekti Spetsiifilised Kaalutlused

Kuigi ÜBN juhend annab üldised raamid, peab elektriprojekterija tähelepanu pöörama järgmistele aspektidele:

BIM Rakendamine Elektrisüsteemides

- **Tugevvool:** Jaotuskeskused, kaabliteed, valgustuspaigaldised, jõuseadmed, maandus ja piksekaitse
- **Nõrkvool:** Andmevõrgud, side-, turvalisus- ja audiovisuaalsüsteemid
- **Automaatika:** Hooneautomaatika süsteemid (BACS), andurid, täiturid

Koordineerimine Teiste Erialadega

Elektriprojekteeija peab aktiivselt koordineerima oma süsteeme teiste erialade (arhitektuur, konstruktsioonid, KVJVK) süsteemidega, et:

- Vältida ruumilisi konflikte ja ristumisi
- Tagada piisavad hooldusalad ja juurdepääs seadmetele
- Planeerida kaabliteede trasside optimaalsed kulgemised
- Arvestada teiste süsteemide ruumivajadusega

Projekti Staadiumid

BIM nõuded ja mudeli detailsusaste arenevad vastavalt projekti staadiumitele:

- **EP (Eelprojekt):** Kontseptuaalne lahendus, põhiliste süsteemide ja ruumivajaduste määramine
- **PP (Põhiprojekt):** Detailne tehniline lahendus, koordineerimine, mahuarvutused
- **TP (Tööprojekt):** Ehitustäpsusega mudel, paigaldusdetailid, lõplikud spetsifikatsioonid

Kokkuvõte

Elektripaigaldiste projekteerimisel BIM-metoodikas tuleb järgida **Ühiseid BIM Nõudeid (ÜBN)**, mis tagavad ühtse lähenemise ja kvaliteedi kogu ehitusprojektis.

Kõik BIM-põhised projektid peavad algama BIM Rakenduskava (BEP) koostamisega, kus määratletakse konkreetsed nõuded, rollid, vastutus, tarkvarad ja standardid antud projekti jaoks.

Viited:

- Ühised BIM Nõuded (ÜBN): <https://eehitus.ee/juhendid/bim/>
- **EVS 932:2017** - Ehitusprojekt (Lisa D: BIM nõuded)
- IFC (Industry Foundation Classes) - Rahvusvaheline BIM standard

Kvaliteet*

9. Kvaliteet

Käesolev peatükk on **arendamisel**.

Kvaliteedi tagamise juhend käsitleb projektdokumentatsiooni kontrolli, paigaldiste testimist ja kvaliteedidokumentatsiooni nõudeid.

Planeeritud sisu

- **9.1 Kvaliteet** – peatüki ülevaade ja sissejuhatus
 - **9.2 Kontroll ja Testimine** – testimise nõuded, protokollid, mõõtmised
 - **9.3 Dokumentatsioon** – kvaliteedidokumentide vormistamine ja arhiveerimine
 - **9.4 Standardid ja Nõuded** – kvaliteedistandardid, sertifitseerimine
-

Märkus: Peatükk avaldatakse juhendi järgmises versioonis.

Lisad*

10. Lisad

Käesolev peatükk on **arendamisel**.

Lisad sisaldavad viiteid standarditele, sõnastikku, näiteid ja tabeleid.

Planeeritud sisu

- **10.1 Lisad** – peatüki ülevaade ja sissejuhatus
- **10.2 Viited** – standardid, normatiivdokumendid, kasulikud lingid
- **10.3 Sõnastik** – terminoloogia ja lühendid
- **10.4 Näited** – tüüplahendused ja näidisdokumendid
- **10.5 Tabelid** – kaablite valik, kaitsete koordineerimine jm

Märkus: Peatükk avaldatakse juhendi järgmises versioonis.