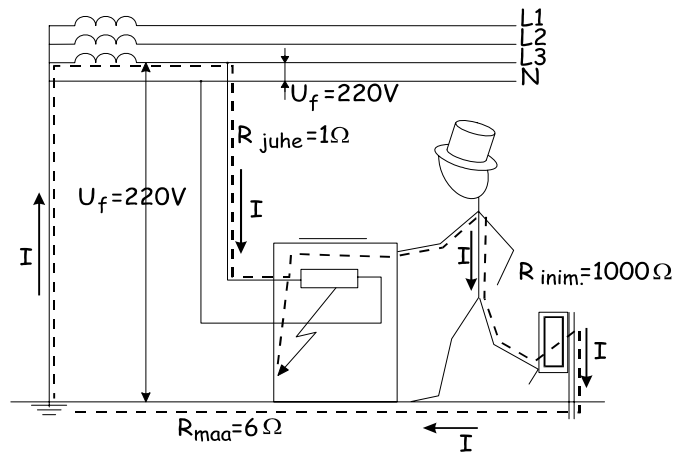




TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOI
TALLINN COLLEGE OF ENGINEERING

EHITUSTEADUSKOND



HOONETE ELEKTRIPAIGALDUSTÖÖD

Sulev Käärid
lektor

TALLINN
2002

ELECTRICAL INSTALLATION IN THE BUILDINGS

Compiled by Sulev Käärid

The present study aid is meant for the students of building and architectural specialities in applied higher educational establishments for studying the electrical installation and their design.

Edited by Tallinn College of Engineering, 2002

Saateks

Käesolev hoonete elektripaigaldustööde õppematerjal on täiendatud ja parandatud kordustrukk 2000. aastal ilmunud samasisulisest raamatust. Mõeldud on see kasutamiseks Tallinna Tehnikakõrgkooli hoonete ehituse eriala üliõpilastele, nii päevasele kui ka kaugõppe õppevormile, ja arvestatud ainekavas ette nähtud 16-le loengutunnile. Konspekt kajastab niivõrd, kui see on võimalik, hoonete elektrivarustuse kaasaegseid põhimõtteid.

Eriti on loengukonspektis refereeritud üht hoonete kaasaegseid elektripaigaldise põhjalikumalt kajastavat teost, s.o Eesti Elektritööde Ettevõtete Liidu poolt 1998. a välja antud "Elektripaigaldiste ABC" mõningaid peatükke.

Tulevastele ehitusinseneridele antakse minimaalselt vajalik ülevaade elektrilöögikaitse põhialustest, elektripaigaldistes kasutatavatest juhistikesüsteemidest, tarvikutest, seadmetest ja kaitseaparatuurist, samuti nende paigaldiste projekteerimisest, elektrijoonistest ja elektripaigaldustööde teostamisest.

Põhiteadmistega on kokku sobitatud ka mitmesugused tehnilised andmed, võimaldamaks lahendada praktilisi ülesandeid.

Sulev Käärid

Detsember, 2002, Tallinnas

Väljaandja Tallinna Tehnikakõrgkool
Pärnu mnt 62
10135 TALLINN

Toimetaja Ingrid Baumeister

Trükiarv 500 eksemplari

ISBN 9985-9377-8-3

SISUKORD

Terminid ja määratlused	lk
Lühendid	6
1. Elektrilöögikaitse põhialused	8
1.1. Elektrivoolu toime inimesele	8
1.2. Rikkevool, otse-ja kaudpuude	8
1.2.1. Rikkevoolu olemus	8
1.2.2. Otsepuude	8
1.2.3. Kaudpuude	8
1.3. Kaitseviiside liigitus	9
1.3.1. Kaitse otsepuute eest	9
1.3.2. Kaitse kaudpuute eest	10
1.3.3. Ühildatud otse-ja kaudpuute kaitse	10
1.3.4. Kaitse kuumustoime eest	10
1.3.5. Liigpingekaitse	10
1.4. Kaitsemaandamine	10
1.4.1. Kaitsemaandamise põhimõte ja kaitsejuht	10
1.4.2. Maandusseadme ehitus	11
1.4.3. Vundamendimaandur	12
1.5. Liigvoolukaitse ja kaitseadmed	13
1.5.1. Sulavkaitsmed	13
1.5.2. Kaitselülitid	14
1.5.3. Rikkevoolukaitselülitid	15
1.5.4. Kaitseadmete valik	17
1.6. Potentsiaaliühtlustus	18
1.7. Elektriseadme kesta kaitseaste	19
1.7.1. Kaitse võõrkehade ja otsepuute eest	19
1.7.2. Kaitse vee sissetungi kahjuliku mõju eest	20
1.7.3. Elektriseadme kliimakindlus	20
1.8. Elektriseadme ohutusklassid	21
1.8.1. O- ohutusklass	21
1.8.2. I- ohutusklass	21
1.8.3. II- ohutusklass	21
1.8.4. III-ohutusklass	21
1.9. Ruumide liigitus elektriohtlikkuse järgi	22
2. Juhistike paigaldustarvikud ja -seadmed	23
2.1. Juhtmed ja kaablid	23
2.1.1. Kaablite tähistussüsteem Euroopa Liidu maades	23
2.1.2. Eestis toodetavate juhtmete, kaablite tähistussüsteem	24
2.2. Paigaldustarvikud	25
2.2.1. Haru- ja seadmekarbid	25
2.2.2. Muud tarvikud	25
2.3. Paigaldusseadmed	26
2.3.1. Pistikupesad	26
2.3.2. Valgustuslülitid	26
2.3.3. Erilülitid	27
2.3.4. Nõrkvooluseadmed	27
2.4. Jaotuskeskused	28
2.4.1. Korruselamute elektrivarustus ja jaotuskeskused	29
2.4.2. Jaotuskeskuste kilbikestad	30

2.5. Elektrilambid ja valgustid	31
2.5.1. Elektrilambid	31
2.5.2. Valgustid	32
3. Juhistikud ja juhistike kaitse	34
3.1. Madalpingevõrkude juhistikusüsteemid	34
3.1.1. TN-süsteem. (TN-S, TN-C, TN-C-S)	34
3.1.2. TT-süsteemi juhistik	36
3.1.3. IT-süsteemi juhistik	36
3.2. Juhtmete ja kaablite tüüppaigaldused	36
3.3. Juhistike kaitseseadmete valik ja juhi ristlõike määramine	37
3.3.1. Vooluahela koormusvool	38
3.3.2. Kaitseseadme piisav tundlikkus	38
3.3.3. Kaitseseadme ja juhistiku sobitamine	38
3.3.4. Kaitseseadmete selektiivsus	40
3.3.5. Pingekao kontroll	40
3.4. Sisestus-, pea- ja jaotusjuhistikud	41
3.4.1. Majasisestusjuhistik	41
3.4.2. Peajuhistiku ehitus	41
3.4.3. Jaotusjuhistik ja tarviliinid	42
4. Elektripaigaldiste projekteerimine	43
4.1. Projekteerimise alused ja liitumise kord	43
4.1.1. Projekteerimise alused	43
4.1.2. Liitumise kord	43
4.2. Korterite elektrisisustustasemed	43
4.3. Pereelamu valgustuspunktid, ruumide valgustiheduse normid	45
4.3.1. Valgustuspunktid (näide)	45
4.3.2. Ruumide valgustustiheduse normid	46
4.4. Eluhoonete paigaldus- ja tarbimisvõimsuste määramine	46
4.4.1. Paigaldusvõimsuse (P, kW) määramine	46
4.4.2. Tarbimisvõimsuse (Pa, kW) määramine	47
4.5. Juhistike paigalduspiirkonnad, lülitite ja pistikupesade paigalduskohad	48
4.5.1. Ühitatud ja eraldi seadme- ning harukarpidega juhistikud	48
4.5.2. Juhistiku paigalduspiirkonnad	48
4.5.3. Lülitite ja pistikupesade paigalduskohad märgades ruumides	49
4.5.4. Puuetega inimeste vajadustega arvestamine	50
4.6. Elektrijoonised ja -skeemid	50
4.6.1. Elektrijooniste ja -skeemide koostamise kord	50
5. Elektripaigaldustööd	52
5.1. Juhistike paigaldusviisid ja valik	52
5.2. Pindpaigaldus	53
5.2.1. Lahtine paigaldus	53
5.2.2. Paigaldus kaabliliistudega	54
5.2.3. Paigaldus kaablirennides	54
5.3. Süvispaigaldus	55
5.3.1. Krohvialune paigaldus	55
5.3.2. Õõnesseina paigaldus	56
5.3.4. Betoonseina paigaldus	57

5.4. Elektripaigaldiste kasutuselevõtmine	58
5.4.1. Elektripaigaldiste nõuetekohasuse hindamine ja tõendamine	58
5.4.2. Elektritööde juhtimise pädevusklassid ja pädevustunnistuste taotlemine	58
5.4.3. Kasutuselevõtu kontrollitoimingud	59
Kordamisküsimused	60
LISAD:	
Lisa 1. Elektrihooniste tingmärgid EEEL väljaandest “Elektripaigaldiste ABC”, Tallinn, 1995.	63-65
Lisa 2. Näide korteri elektripaigaldusjoonistest. EEEL väljaandest “Elektripaigaldiste ABC”.	66-72
Lisa 3. Näide aiamaja elektrivarustuse tööjoonistest	73-74
Lisa 4. Näide pereelamu elektrivarustuse tööjoonistest Soome Vabariigis kasutusel olevate tingmärkidega	75
Lisa 5. Näide AS Keila Kaabel toodangust: juhtmed ja kaablid	76-77
Lisa 6. Väljavõtte AS ENSTO tootekataloogis toodud elektripaigaldustööde näidistest	78-80

Kasutatud kirjandus

1. Eesti Elektritööde Ettevõtete Liit (EEEL). **Elektripaigaldiste ABC**, Tallinn 1998
2. AS ENSTO ELEKTER. **Installatsioonimaterjalid ja -tarvikud (kataloog)**, Tallinn 1997
1. Põhja Elektrivõrgud **Elektriku teatmik**, Tallinn 1997
2. Eeskiri EEI 3 **Ehitiste madalpinge elektripaigaldised**, Tallinn 1995
3. Raivo Teemets. **Kaitselülitid**, Tallinn 1994
4. Endel Altpere. **Elekter igapäevases elus**, Tallinn 1993
5. Petti Pakkanen, Arvo Autio. **Sähkötekniikan perusoppi**, Helsingi 1990
6. Elektrihoiatusseadus. 23. 02. 99. a, Tallinn
7. Eesti ja Soome Ehitusmesside materjalid

TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Juht – elektrienergia (või signaali) edastamiseks juhtmete, kaablite, lattide üldnimetus. Mõned juhid koosnevad osajuhtidest (vt soon).

Juhe – isoleerkatteta (paljasjuhe) või isoleeritud (isoleerjuhe) juht, ühe või mitmesooneline, kaitsekatteta.

Soon – juhtme või kaabli isoleeritud elektrijuht (massiivne, kiuline). On ühe- ja mitmesoonelised isoleerjuhtmed ja kaablid.

Kaabel – ühe- või mitmesooneline isoleerjuht kaitsva hermeetilise kestaga (mantliga).

Faasijuht – elektrienergia juht, mis on pingestatud faasipingega. Tähistused: L1, L2, L3 või L. Tunnusvärvid: must, pruun.

Neutraaljuht – võrgu neutraalpunktiga (toiteträfo maandatud nullpunkt) ühendatud juht, mis osaleb elektrienergia edastamises. Tähis N, tunnusvärv on helesinine.

Kaitsejuht – pingeldiste osade maandamiseks kasutatav juht. Tähis PE (ingl *protection earth*, 'kaitsemaandus'). Tunnusvärv on kolla-roheline.

Tööjuht – osaleb elektrienergia edastamises (L1, L2, L3 ja N).

Juhistik - juhtmete, kaablite, tarvikute (haru- ja seadmekarbid) ja seadmete (lülitid, pistikupesad) kogum.

Vooluahel – ühest punktist toidetava ja ühise kaitseseadmega paigaldise elektriseadmetest kogum.

Liin – ühest või mitmest vooluahelast koosnev terviklik elektrienergia paigaldis (koosneb ühest või mitmest juhust ja juhtide kinnitus-, kande-, kaitse- jms vahenditest ning tarinditest).

Elektriseade – elektrienergia tootmiseks (generaator), muundamiseks (träfo, elektrimootor), edastamiseks (lülitid, pistikupesad) ning kasutamiseks (el. pliit).

Elektritarviti – elektriseade elektrienergia muundamiseks valguseks, soojuseks, mehaaniliseks energiaks (see, mis võrgust voolu võtab).

Pingestatud osa – normaaltalitusel vooluahelasse kuuluv juht või juhtiv osa, sh neutraaljuht.

Pingeldis juhtiv osa – elektriseadme juhtiv puutevõimalik osa, normaalselt pingestamata, kuid võib pingestuda isolatsioonirikke tagajärjel (nt metallkest).

Kõrvaline juhtiv osa – elektripaigaldisse mittekuuluv juhtiv osa, mis võib elektrilist potentsiaali edasi kanda (hoonete metalltarindid, gaasi-, vee-, kütte- jms torustikud, juhtivad põrandad, seinad).

Üheaegselt puudutatavad osad – juhid või juhtivad osad, mida võib üheaegselt käega, jalaga, peaga vms puudutada.

Elektripaigaldis – üksteisega ühendatud ja valmispaigaldatud elektriseadmete ja juhtide kogumik alates liitumispunktist.

Tugevvoolupaigaldis – elektripaigaldis, mis sisaldab seadmeid elektrienergia tootmiseks, muundamiseks, edastamiseks, jaotamiseks ja energeetiliseks (nt elektromehaaniliseks, elektrotermiliseks või valgustehniliseks) kasutamiseks.

Nõrkvoolupaigaldis – andmetöötlus-, side-, raadiotehnika-, telemehaanika-, vms seadmetest koosnev. Vooluahelate suhteliselt nõrk (mA) vool ja väike pinge (alla 100 V).

Jaotusvõrk – juhtmete, kaablite kogum toiteallikast tarbija liitumispunktini.

Liitumispunkt – koht, milles elektrienergia antakse paigaldisse.

Hoonesisestus – kohaliku jaotusvõrgu ja hoone sisestuskilbi vaheline ühendus.

Pingepiirkonnad –
I piirkond: väikepinge $U < 50 \text{ V}$
II piirkond: madalpinge $50 < U < 1000 \text{ V}$
kõrgepinge $1000 < U$

Nimipinge – millega paigaldist või tarvitit määratletakse.

Liigpinge – nimipingest suurem, lubatavaid hälbeid ületav pinge (lülitus-, rikke-, indutseeritud jm pinged; vt ka EEI 3-2. 2. a ja h – liigpingeklassid ja paigaldusklassid).

Talitus – paigalduses toimivate protsesside kompleks.

Käit – talitlushoiuks ettenähtud tegevus.

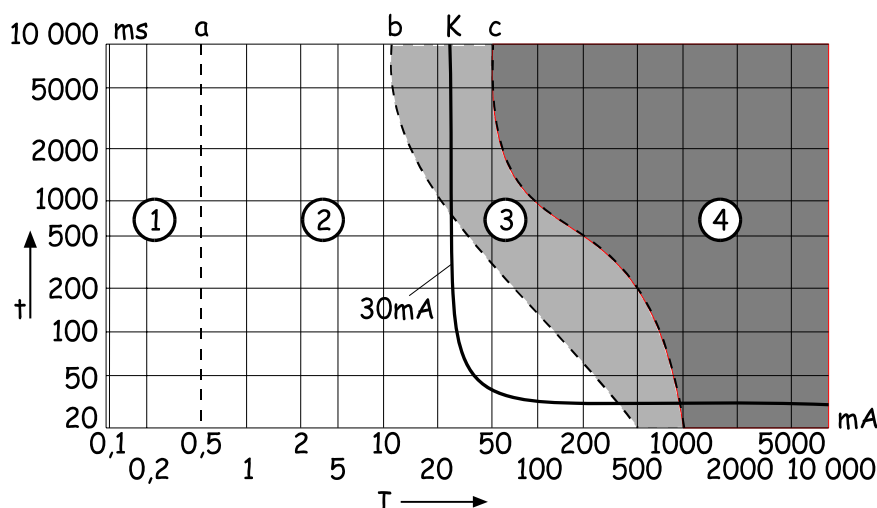
Elektrilöökk – kahjulik toime, mida põhjustab inimese või looma keha läbiv elektrivool.

LÜHENDID

- EEK** – Eesti Elektrotehnikakomitee
- EEl** – ingl **Estonian Electrical Inspectorate,
Eesti Elektrikontrollikeskus**
- EVS** – Eesti Vabariigi Standard
- EETEL** – Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit
- IEC** – ingl **International Electrotechnical Commission,
Rahvusvaheline Elektrotehnikakomisjon**
- ISO** – ingl **International Organization for Standard
Rahvusvaheline Standardimisorganisatsioon**
- DIN** – sks **Deutsches Institut für Normung,
Saksa Standardimisinstituut**
- VDE** – sks **Verband Deutscher Elektrotechniker,
Saksa Elektrotehnikute Liit**
- SFS** – soome k. **Suomen Standardisoimisliito,
Soome Standardimisliit**

1. ELEKTRILÖÖGIKAITSE PÕHIALUSED

1.1. Elektrivoolu toime inimesele



Joonis 1.1. Tööstussagedusliku vahelduvvoolu toime inimesele: I – inimese südant läbiv vool (mA), t – voolu kestus (ms); piirkond 1 – voolu mõju pole tavaliselt tuntav; piirkond 2 – puudub füsioloogiliselt kahjulik mõju; piirkond 3 – lihaste krampid, hingamise häired, südamelihaste fibrillatsiooni oht; piirkond 4 – lihaste krampid, tõsised hingamise häired, südamelihaste fibrillatsioon (eluohulik, kui ei saada abi); sirge a – tundlikkuse piir; kõver b – voolu ohutu kestuse piir; kõver c – eluohutlikkuse risk >50%; K – rikkevoolukaitseülilülit (30 mA, 20 ms) rakendumistunnusjoon.

Üldjuhul loetakse ohutuks 10...20 mA vool. Suurem vool, olenevalt voolu kulgemise teekonnast ja ümbrusoludest, kutsus esile lihaste krampe, hingamishäireid ja lõpuks südamelihaste ning vatsakeste värelemise ehk fibrillatsiooni, mille tagajärjeks võib olla vereringe lakkamine ja surm.

Ohtlik on voolu kulgemine läbi südame ühest käest teise, vasakust käest jalgadesse, samuti elektrilöök pähe.

1.2. Rikkevool, otse- ja kaudpuude

1.2.1. Rikkevoolu olemus. Isolatsioonimaterjalid ei ole ideaalsed, seetõttu tekib elektriseadmetes ja -võrkudes voolujuhtide pingestamisel vool mitte ainult faasi- ja neutraaljuhtides, vaid ka juhtide ja maa vahelises isolatsioonis. Sellist voolu nimetatakse lekkevooluks. Näiteks, faasipinge 230 V ja 0,5 M Ω juures on ühe faasi lekkevool ca 0,4 mA, mis pole ohtlik.

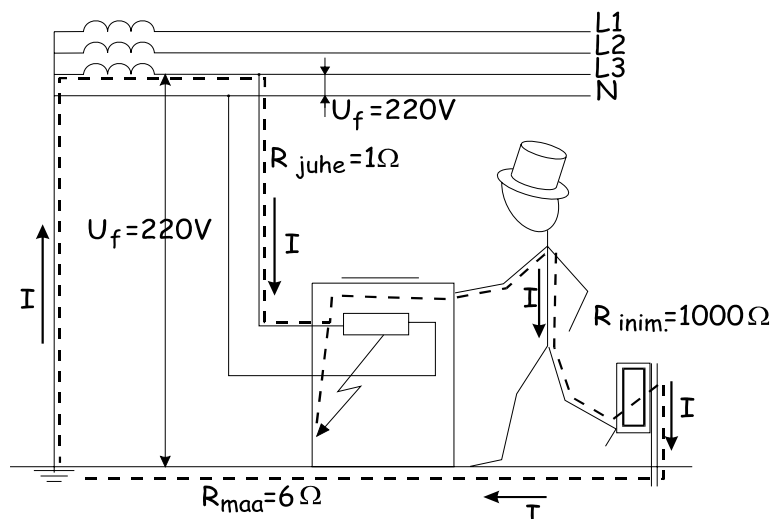
Ohtlik on, kui lekkevool suureneb üle ohutu piiri, so muutub rikkevooluks, mida põhjustavad:

- isolatsiooni üldine halvenemine, nt vananemine, niiskumine jne,
- kereühendus elektriseadmes isolatsiooni rikke tõttu,
- isolatsiooni kohalik halvenemine,
- maauhendus liinides.

1.2.2. Otsepuude. See on inimese või looma puutumine vastu elektriseadme pingestatud osi ja voolujuhte.

1.2.3. Kaudpuude (puutepinge). Esineb, kui puudutatakse isolatsioonirikke tõttu voolu alla sattunud elektriseadme vooluallteid osi (keret, kesta jne), olles samal ajal kokkupuutes maaga, st neutraaljuhiga, aga samuti kõrvalise juhtiva osaga, nagu vee- ja kütetorustikud, voolujuhtivad põrandad jms (vt joon. 1.2).

Joonis 1.2. Kaudpuute (puutepinge) esinemise põhimõtteline skeem kaitsemaanduseta elektri-seadme korral.



Vool läbi inimese keha on määratud puutepingega ja inimese keha

takistusega, mille arvutuslikuks väärtuseks võetakse 1000 oomi. Joonisel 1.2. kujutatud juhtumil läbib inimest eluohtlik vool $I_i = U_f / (R_i + R_j + R_m) = 230 : (1000 + 1 + 6) = 0,23 \text{ A}$ (võrdle joonis 1.1 toodud väärtustega).

1.3. Kaitseviiside liigitus

Kaitse elektrilöögi eest peab üldjuhul välistama :

- kas ohtliku puutepinge tekke või selle püsijäämise,
- või pingestatud osade puudutamise võimaluse.

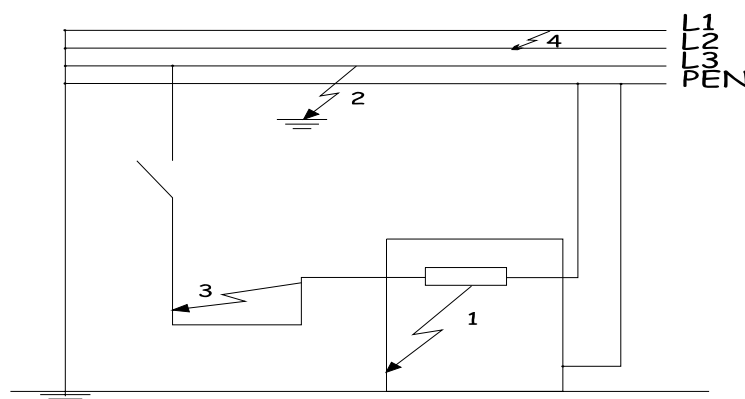
Elektripaigaldiste kaitse realiseeritakse eelkõige sellega, et:

- seadmete valmistajad on täitnud kõik kehtivad standardid ja eeskirjad,
- projekteerija on valinud seadmed vastavalt ümbrusoludele ja tööparameetritele,
- seadmed on paigaldanud litsentsiga elektritöövõtja, kes on järginud projekti ning eeskirjade nõudeid,
- elektripaigaldisi on enne kasutuselevõttu kontrollasutuse poolt kontrollitud.

Arvestada tuleb ka üheaegse puudutamise võimalikust (vt joon. 1.3) nagu pingelaidid juhtivaid osi ning juhti ja neutraaljuhti või kaitsejuhti.

Joonis 1.3. Võimalikud üheaegse puudutamise juhtumid:

- 1 – kereühendus;
- 2 – maaühendus;
- 3 – juhiühendus;
- 4 – lühis.



1.3.1. Kaitse otsepuute eest (põhikaitse) seisneb selles, et inimene või loom ei saaks juhuslikult (või ka tahtlikult) puudutada elektriseadme pingestatud osi. See tagatakse:

- pingestatud osade isoleerimisega. Selle, nn põhiisolatsiooni isolatsioonitakistus peab olema vähemalt $0,5 \text{ M}\Omega$, et läbiv lekkevool jääks joonisel 1.1 toodud graafiku I.-sse piirkonda;
- kaitsekatete ja kestadega. Rahvusvahelise kokkuleppe kohaselt on kaitse otsepuute eest piisav, kui on välistatud pingestatud osade puudutamine sõrmega;
- kaitsetõketega juhusliku puute eest;

- kaitselahutusega lahküliti abil, tagamaks lahutamise toiteallikast enne remondi- või veaotsingutõid;
- paigaldamisega väljapoole puuteküündivust;
- isoleertöövahenditega (isoleerlülitamisepid, isoleerredelid ja -platvormid, isoleerkaepidemega haaratsid ja tööriistad, isoleertangid. -kummikindad, -botikud, -kalossid, -matid jms).

1.3.2. Kaitse kaudpuute eest (puutepinge- ehk rikkekaitse) peab välistama elektrilöögiohu, kui elektriseadmete või -juhistike pingeltid osad on isolatsioonirikke tõttu sattunud pinge alla. See tagatakse (eraldi või kombineeritult):

- kaitsemaandamisega (vt ptk 1.4);
- liigvoolukaitsega, st seadme elektritoite automaatse ja kiire väljalülitamisega, mis takistab ohtliku puutepinge tekkimist. See kaitseviis eeldab maandussüsteemi, kaitsejuhi ja kaitseadmete olemasolu (vt ptk 1.5);
- potentsiaaliühtlustusega (vt ptk 1.6);
- tugevdatud kaitseisolatsiooniga (vt ptk 1.7);
- kaitseeraldusega (põhineb eraldustrafode kasutamisel pistikupesade toiteks väikese võimsusega käsitarvitite korral);
- kasutuspaiga isoleerimisega (peab takistama selliste osade puudutamist, mis põhiisolatsiooni rikkemisel võivad omandada erisuguse potentsiaali).

1.3.3. Ühildatud otse- ja kaudpuutekaitse tagatakse:

- kaitseväikepinge kasutamise (I pingepiirkond, kuni 50 V). Kaitse väikepingeallikateks on madalpingevõrgust toidetavad kaitseväikepingetrafo ja muundurid (vt ptk 1.7. SELV- ja PELV-ahelad). Kõige ohutumateks kaitseväikepingeallikateks on alalisvoolu (kuni 120 V) galvaanielemendid ja akud;
- talitusväikepinge (FELV-ahel) kasutamise eluhoonete nõrkvooluelektriseadmete, nt uksekellade, fonolukkude jms toiteks.

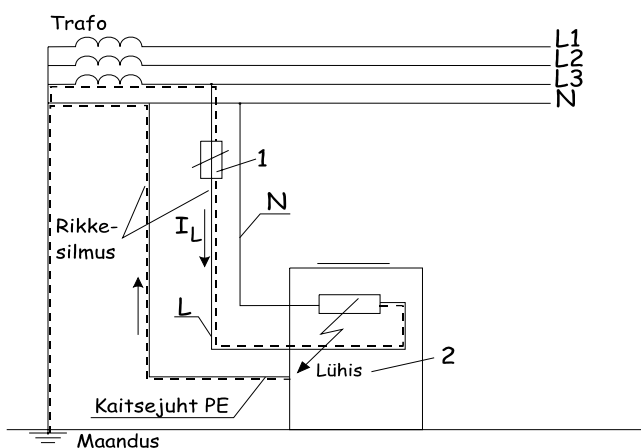
Otse- ja kaudpuute kaitseviise võib täiendada rikkevoolukaitsega (vt ptk 1.5.4).

1.3.4. Kaitse kuumustoime eest. Peab ära hoidma elektripaigaldiste liigkuumenemise ja tuleohtu. Tagatakse liigvoolukaitsega (vt ptk 1.5).

1.3.5. Liigpingekaitse. Tagab inimeste ja madalpingeseadmete kaitse kõrgpingevõrkude maauhenduste eest, aga samuti elektripaigaldiste kaitse elektrivarustusüsteemi kaudu edasikanduvate (nn ülelöögid) pikseliigpinge ja paigaldises endas tekkivate lülitusliigpingete eest.

1.4. Kaitsemaandamine

1.4.1. Kaitsemaandamise põhimõte ja kaitsejuht. Esmaseks kaitseviisiks puutepinge eest on elektriseadme pingeldiste osade ühendamine eraldi kaitsejuhi (PE) abil toiteallika (trafo) maandusega lähimas jaotuskilbis (vt joon. 1.4). Eeldab maanduri ja kaitseadme (kaitselüliti või kaitsekorgi) olemasolu.

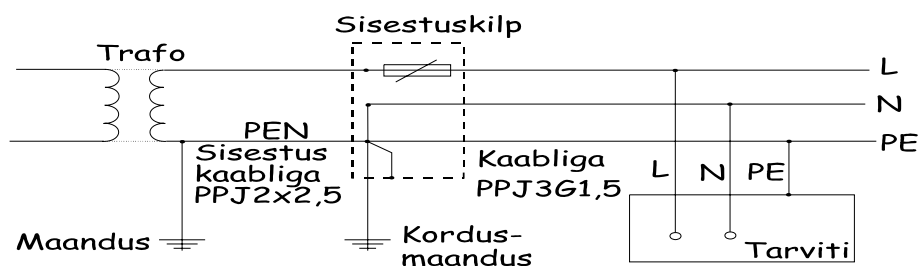


Joonis 1.4. Kaitsemaandamise põhimõtteline skeem:

1 – sulavkaitsmed, 2- elektriseade,
L – faasijuht, N – neutraaljuht, PE – kaitsejuht
(ingl *Protection Earth*)

Rikketsilmuse (vt joonis 1.4 faas-kaitsesjuht-ahelat) takistus on väga väike. Kereühenduse korral tekkiva lühisvoolu toimel rakendub kiirelt kaitselüliti või põleb läbi kaitsekork ning ohtlik vool lakkab.

Kaitsekontaktiga pistikupesade kasutamisel hoonete elektripaigaldistes on kaitsejuhiks ühe-faasilistes ahelates kaabli või juhtme kolmas soon (vt joonis 1.5), kolme-faasilistes – viies soon.



Joonis 1.5. Tarvite kaitsemaandamise ja maandamise põhimõtte skeem ühefaasilises süsteemis.

Kaitsejuhi ristlõige valitakse faasijuhi ristlõike järgi: vt tabel 1.1.

Tabel 1.1

Faasijuht, mm ² kuni 16	Kaitsejuht, mm ² nagu faasijuhil
25 või 35	16
50 või enam	pool faasijuhi ristlõiget või sellele nõudele vastav lähim suurem standardristlõige

Kui kaitsejuhina ei kasutata kaabli koosseisu kuuluvat soont, peab tema ristlõige olema :

- 2,5 mm², kui see on mehaaniliselt kaitstud,
- 4 mm², kui on mehaaniliselt kaitseta.

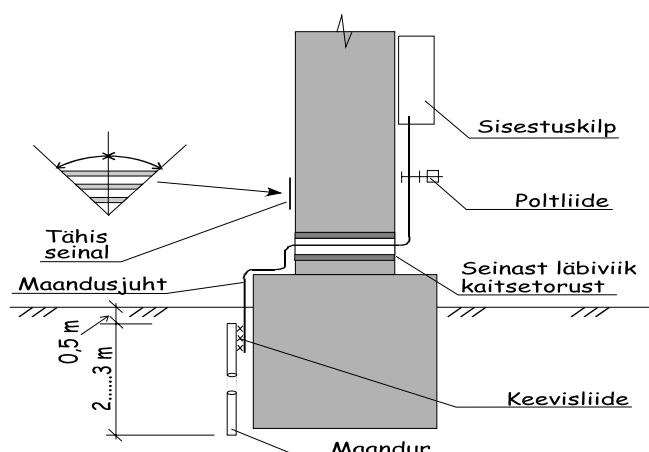
1.4.2. Maandusseadme ehitus. Maandusseade (maandus) koosneb maandurist (ühe või mitme maanduselektroodiga) ja maandusjuhist (vt joon. 1.6). Maanduselektroodideks võivad olla maasse püstjalt süvistatud või rõhtsalt paigaldatud (vähemalt 0,7 m sügavusel) 2...3 m pikkused metallvardad, ristlõike mõõtudega vähemalt:

- latt- või nurkerasest, ristlõike pinnaga 48 mm², paksusega 4 mm,
- ümarterasest (ka vasest), Ø10 mm,
- terastorudest Ø25...75 mm, seinapaksusega 3,5 mm.

Erilise korrosiooniohu korral (nt loomalauda juures) peab pinnases paiknev teras olema tsingitud. Kui pereelamus, suvilas või aiamaajas on paikne elektripliit, keris vms kaitsemaandamist vajav seade, nõutakse maja sisestuskilbi kordusmaandust.

Maandusjuht tuleb maanduriga ühendada elektrotehniliselt laitmatult:

- maa sees keevisliitega,
- ruumis ja väljas ka poltliitega (poldi Ø≥10 mm, vedruseibiga), sealhulgas üks lahtivõetav poltühendus maandustakistuse mõõtmiseks.



Joonis 1.6. Püstelektroodidega maanduse põhimõtteline skeem

Maandusjuhi sisseviik hoonesse tehakse läbi seina kaitsetorus ning tähistatakse vastava märgiga seinal (vt joon. 1.6).

Maanduri maandustakistust mõõdetakse maandusmõõturiga kuival aastaajal, mil maapinna takistus on suurim. Maandustakistuse kontrollimisel peab saama maandusjuhi lahti ühendada ainult vastavat tööriista kasutades.

Väljaspool pinnast peavad maandusjuhid olema nähtavad ja kahjustuste eest kaitstud.

Maandusjuhtide vähimad nõutavad ristlõiked, mm²:

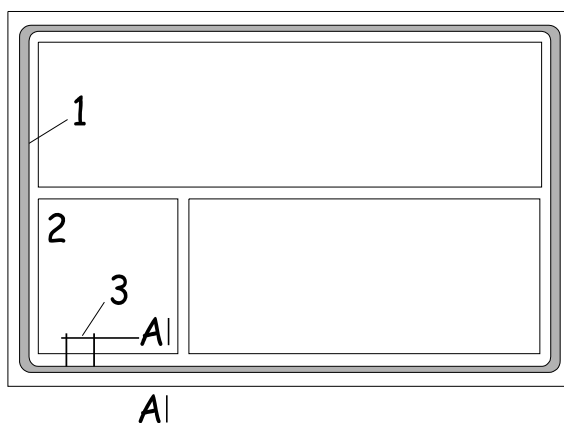
Tabel 1.2

Korrosioonikaitse	Mehaaniliselt kaitstud	Mehaaniliselt kaitsmata
Korrosioonikaitsega, (sh isoleerkihiga)	Nagu kaitsejuhid (vt tabel 1.1.)	Vask või kuumtsingitud teras, 16
Korrosioonikaitseta		Vask, 25 Kuumtsingitud teras, 50

1.4.3. Vundamendimaandur. Suhteliselt töökindlam ja mehaaniliste vigastuste eest kaitstum on nn vundamendimaandur, mis paigaldatakse otse betoonvundamendi sisse, selle valamise ajal (vt joon. 1.7 ja 1.8).

Vundamenti rajatud maandur tõstab hoone potentsiaaliühtlusti töökindlust ja seda saab kasutada ka rikkevoolukaitseadmete, sideseadmete, antennide ja piksekaitseseadmete maandamiseks. Vastavate maandusjuhtide külgeühendamiseks tuleb maandur varustada väljaviikudega ja klemmidega.

Maanduri materjaliks on tsingitud või tsinkimata latt- (25x4 mm) või ümarteras (Ø 10 mm).



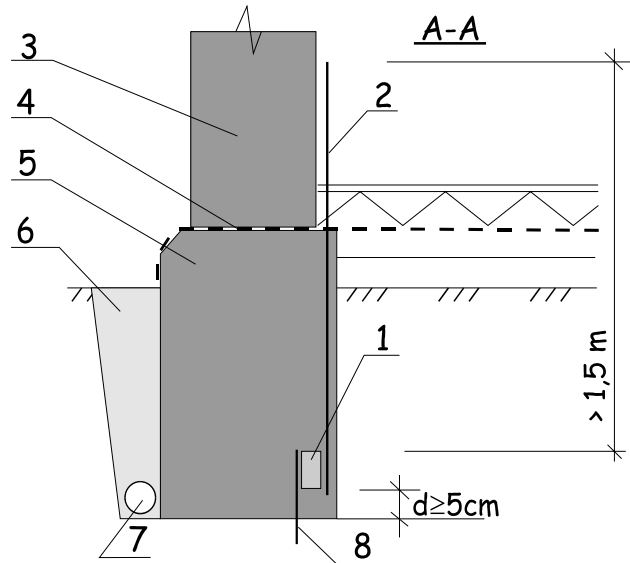
Joonis 1.7. Vundamendi maanduri paigaldamine:
1 – vundamendimaandur; 2 – sisestuskilbiruum, 3 – maanduri ülesviik

Maandur paigaldataks suletud ringina hoone välisseina vundamenti hüdroisolatsioonikihist allapoole (vt joon. 1.8). Distsantsvaid hoiavad maanduri betoonimise ajal ettenähtud asendis, tallast vähemalt 5 cm võrra kõrgemal.

Maandur peab olema betooniga ümbritsetud, seega korrosiooni eest kaitstud.

Joonis 1.8. Vundamendi maanduri paigaldamine:

- 1 – vundamendimaandur, 2 – ülesviik,
 3 – seina müüritis, 4 – hüdroisolatsioon,
 5 – betoonvundament, 6 – pinnas,
 7 – dren, 8 – distantsvai



1.5. Liigvoolukaitse ja kaitseadmed

Liigvool esineb lühisena ja liigkoormusvooluna. Pingestatud elektripaigaldistes ja -tarvitites võib isolatsioonirike põhjustada faasijuhtide omavahelise, samuti faasi- ja neutraaljuhi või maavahelise otseühenduse, s.o lühiühenduse e lühise. Et lühise takistus on väga väike (nn metalliline lühis, kui koormustakistust pole) kujuneb ülisuur lühisevool, tekitamaks kaarleeki ja põlenguid.

Liigkoormusvool tekib, kui elektriseadmed ja juhistikud koormatakse üle nimivoolust suuremate vooludega. Näiteks, kui elektrivõrku ühendatakse ettenähtust suurem võimsus. Tulemuseks võib olla juhistiku ohtlik ülekuumenemine ja isolatsiooni süttimine. Isolatsioonivõime kaotanud juhistikult kandub vool üle hoone metalltarinditele, põhjustades elektrilööke elusolenditele.

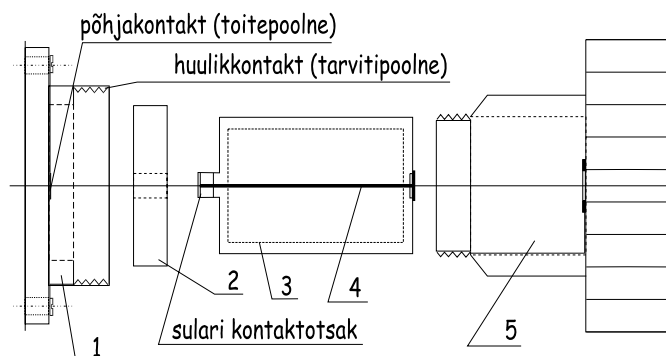
Elektripaigaldiste ja tarvitite kaitseks liigvoolu eest kasutatakse automaatselt toimivaid kaitseadmeid, mis rikketalituse sattunud võrguosa või seadme kiiresti vooluahelast välja lülitavad.

Enimkasutatavateks kaitseadmeteks madalpingepaigaldistes on:

- sulavkaitsmed (kaitsekorgid),
- liigvoolukaitselülitid (automaatlülitid),
- rikkevoolukaitselülitid.

1.5.1. Sulavkaitsmed. Sagedamini on tarvitusel padrunsulavkaitsmed, millede tüübitähises gL tähendab g kasutatavust kõigil liigvooludel ja L kasutatavust liinikaitsena.

Sulavkaitsmed (vt joon. 1.9) koosnevad kaitsmealusest põhjakontakti ja huulikkontaktiga (keermehülsiga, keere E27), põhjarõngast (mitteasendatav), sulariga kaitsepadrunist (sulari läbipõlemise korral vahetatav) ning kaitsmepeast.

**Joonis 1.9.** Sulavkaitsme põhimõtteline skeem:

- 1 – kaitsme alus (pesa, sisekeermega),
 2 – põhjarõngas,
 3 – kaitsmepadrun sulariga,
 4 – sular;
 5 – kaitsmepea (väliskeermega).

Liigvoolu korral katkestavad sulavkaitsmed voolu sulari läbipõlemise teel, seejuures lühisel kiiresti, liigkoormusel aeglasemalt. Seetõttu kasutatakse neid enamasti lühise kaitseks.

Sulavkaitsme nimivoolule vastav koormusvool on tagatud põhjarõngas oleva augu läbimõõduga, st ei saa kasutada ettenähtust suurema nimivooluga padrunit (vt tabel 1.3)

Sulavkaitsmete nimi- ja koormusvoolude sobivus **Tabel 1.3**

Sulavkaitsme nimivool, A	Koormusvoolu sobivus (lubatav võimsus, kW)	Põhjarõnga augu läbimõõt, mm	Põhjarõnga tunnusvärv
6	1,4	6	roheline
10	2,3	8	punane
16	3,7	10	hall
20	4,6	12	sinine
25	5,8	14	kollane

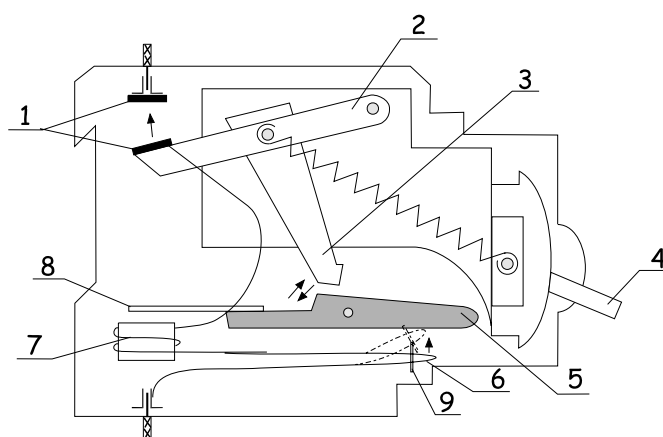
Sulavkaitsmete rakendusvoolud ja – aeg (I_n – sulavkaitsme nimivool) **Tabel 1.4**

Lühisel		Liigkoormusel	
Rakendusvool I_a , A	Rakendusaeg, s	Rakendusvool I_a , A	Rakendusaeg, h
$I_a = 5 I_n$	5	$I_a \leq (1,3 \dots 1,5) I_n$	$\geq 1h$
$I_a = 10 I_n$	0,2	$I_a \geq (1,6 \dots 2,0) I_n$	$\leq 1h$

Sulavkaitsmete puuduseks on kaitsepadruni vahetamise vajadus pärast tema rakendumist ja sulari läbipõlemist.

1.5.2. Kaitselülitid. Liigvoolukaitselülitid kaitsevad elektripaigaldisi ja tarviteid nii lühise kui liigkoormusvoolu eest.

Kaitselülitis (vt joonis 1.10) on elektromagneetiline vabasti (magnetvabasti), mis rakendub lühisel ja bimetalvedruga elektrotermiline vabasti (termovabasti), mis katkestab liigkoormusvoolu.



Joonis 1.10. Kaitselüliti tööpõhimõtte skeem:

1 – peakontakt, 2 – vedru-kang lülitusmehhanism, 3 – riivistuskang, 4 – lülitusnupp, 5 – pöörikut, 6 – bimetalvedruga termovabasti, 7 – elektromagneetiline vabasti, 8 – magnetvabasti plaat, 9 – seadekruvi

Liigkoormusel termovabasti kuumenev bimetalvedru (6) paindub, seadekruvi (9) liigutab pöörikut (5), kangi (3) ots vabaneb riivistusest (pööriku nuki tagant) ja vedru-kang-lülitusmehhanismi (2) kaudu peakontaktid (1) lahutuvad ning katkestavad vooluahela.

Lühisel tõmbub magnetvabasti plaat (8) vastu elektromagneti südamikku (7) ja lahutab samuti pööriku (5) ning lülitusmehhanismi (2) kaudu peakontaktid (1). Kaitseadme rakendumisaeg (viide) sõltub teda läbivast voolust, voolu suurenedes viide väheneb. Selle seose graafilist kuju nimetatakse kaitseadme tunnusjooneks.

Joonis 1.11. Liinikaitselülite rakendustunnusjooned B ja C:

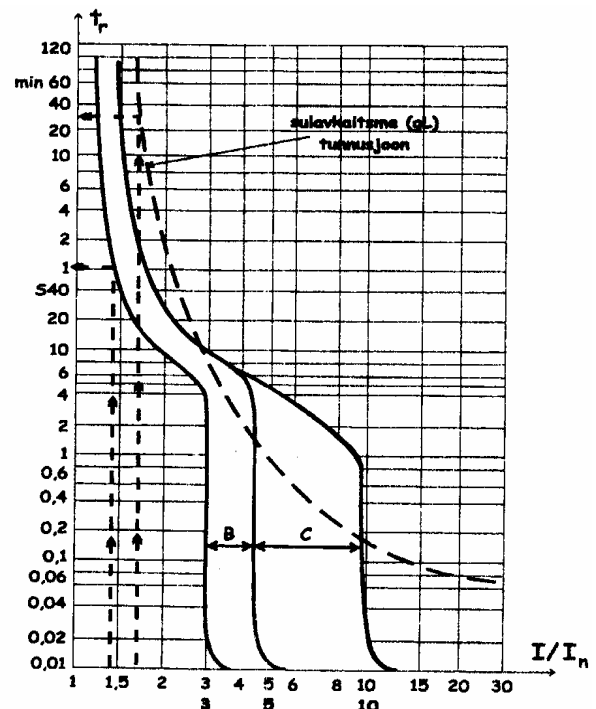
I – lüliti läbiv vool,

I_n – lüliti nimivool,

t_r – lüliti rakendumisaeg (väljalülitumisaeg).

Liigkoormusele reageerimisvõimelt eristatakse liinikaitselüliteid rahvusvaheliselt kokkulepitud tunnusjoonte B ja C järgi (vt joon. 1.11).

B-tunnusjoonega kaitselüliti magnetvabasti rakendub 3...5-kordsel nimivoolul, praktiliselt silmapilkselt. Termovabasti rakendub aeglasemalt, näiteks 1,5-kordse liigkoormusvoolu juures mõne minuti jooksul. B-tunnusjoonega kaitselülitid leiavad kasutamist korterite tarvitiliinide kaitsel.



C-tunnusjoonega kaitselüliti termovabasti tunnusjoon kattub B-tunnusjoone omaga, kuid hetktoimeline magnetvabasti rakendub 5- kuni 10-kordsel nimivoolul. Kasutatakse elektriahelate kaitseks, milles esinevad keskmise suurusega voolutõuked, näiteks elektrimootorite käivitamisel.

Kaitselülite tunnusuurused on:

- nimivool (10, 13, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63 jne A),
- nimipinge (230, 400 V),
- tundlikkus (nt $3 I_n$, 0,2s),
- lahutusvõime (6 kA lühisel),
- rakendustunnusjoon (B või C),
- gabariitmõõtmed, mass.

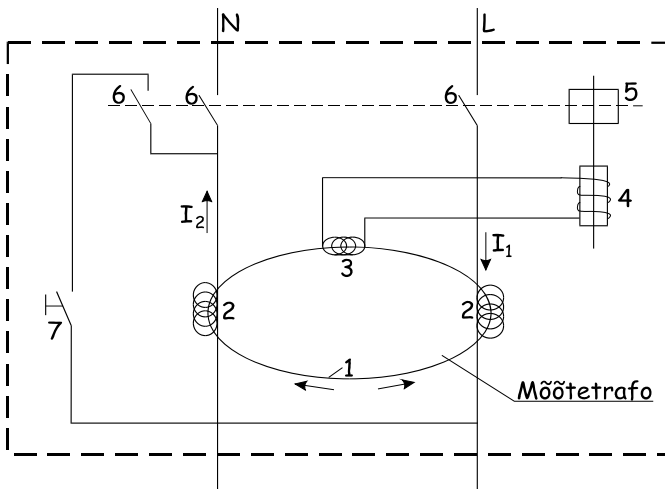
Kaitseadme lahutusvõime ei tohi olla väiksem kui tema paigalduskoha arvutuslik lühisvool.

Kaitselüliteil on sulavkaitsmetega võrreldes rida eeliseid:

- kasutamise lihtsus ja ohutus,
- "iseparandamise" võimatus,
- kohene sisselülitamise võimalus pärast rakendumist,
- kaitsetunnusjoonte ajaline stabiilsus,
- saab kasutada käsilülitina,
- kompaktsus,
- mitmepooluseline lüliti rakendub ka ühe pooluse ülekoormuse korral.

1.5.3. Rikkevoolukaitselülitid. Tavalisel kaitsemaandamisel on oluline puudus, see ei rakendu väikese voolu korral. Näiteks, otse- või kaudpuutel läbib inimest eluohtlik rikkevool, kuid see on liialt väike rakendamaks kaitseadmeid.

Rikkevoolukaitse põhiseadmeks on rikkevoolukaitselülit, mis rakendub juba 10 mA-lise rikkevoolu korral ja lülitab voolu välja 0,01 s jooksul. Rikkevoolukaitselülit tööpõhimõte on antud joonisel 1.12 toodud skeemiga.



Joonis 1. 12. Rikkevoolukaitselülit tööpõhimõtte skeem:

- 1 – rõngasmagnetsüdamik,
- 2 – primaarmähised,
- 3 – sekundaar- ehk mõõtemähis,
- 4 – mõõterelee mähis ja südamik,
- 5 – relee vabasti, 6 – voolukontaktid,
- 7 – kontrollnupp.

Rikkevoolu suurust mõõdab mõõtetrafo, mis koosneb rõngasmagnetsüdamikust (1) ning sellele mähitud primaarmähistest (2) ja sekundaarmähisest (3).

Normaaltingimustel on faasivool I_1 ja neutraaljuhi vool I_2 võrdsed, nende tekitatud magnetvoog on võrdsed ja vastassuunalised. Magnetvoog südamikus võrdub nulliga ja mõõtemähises (3) ei teki voolu. Kui algab rikketalitus, tasakaal häirub, südamikus tekib magnetvoog ning mõõtemähises indutseeritakse rikkevooluga võrdeline vool. Mõõterelee (4) vabasti (5) lahutab voolukontaktid (6). Kontrollnupp (7) on lüliti korrasoleku perioodiliseks kontrolliks.

Võrreldes harilike liinikaitselülititega on rikkevoolukaitselülit erinevus veel selles, et vabasti rakendumisel lülitatakse koos faasijuhiga välja ka kaitstava ahela neutraaljuht, kusjuures neutraaljuhi kontakt sisselülitamisel sulgub esimesena, avaneb aga viimasena.

Kui eesmärgiks on kaitsta inimesi või loomi ohtliku elektrilöögi eest, valitakse rikkevoolukaitselülit vabasti rakendusvooluks enamalt 30 mA ja väljalülitusaajaks 0,1 sekundit. Kui eesmärgiks on tulekahju vältimine, siis vastavalt 300 mA ning 0,2 s.

Et kaitse rakenduks ohtlike rikkevoolude tekkel, peavad kaitstavate seadmete kered ja kestad olema kaitsejuhi kaudu maandatud.

Maandustakistuse suurim lubatud väärtus arvutatakse valemiga:

$$R_m \leq U_p : I_{rak}, \text{ kus}$$

R_m – maandustakistus oomides, U_p – puutepinge voltides (võetakse inimeste kaitseks võrdseks 50 V, loomade kaitseks – 25 V), I_{rak} – rikkevoolukaitse rakendusvool amprites.

Maandustakistuste (R_m) suurimad lubatavad väärtused on antud ka järgnevas tabelis:

Tabel 1.4

Puutepinge $U_p = 25V$:					
$I_{rak}, \text{ mA}$	10	30	100	300	500
R_m, Ω	2500	833	250	83	50
Puutepinge $U_p = 50V$:					
$I_{rak}, \text{ mA}$	10	30	100	300	500
R_m, Ω	5000	1666	500	166	100

Rikkevoolukaitselülititeid toodetakse ühe-(230 V) ja nelja-(400 V)pooluselisi, nimirikkevooludele 10, 30, 100, 300 ja 500 mA omalühisekindlusega kuni 1500 A. Nende endi kaitseks tarbijapoolsete lühisvoolude eest tuleb neile ette asetada lühisekaitseade. Rikkevoolu-kaitselülit rakendumistunnusjoon on toodud joonisel 1.1 (kõver K).

Elektripaigaldistes kasutatakse üha rohkem kombineeritud liig- ja rikkevoolukaitseüliliteid, kus liinikaitseülilid on varustatud ka rikkevooluvabastiga.

Eeskiri "Ehitiste madalpinge-elektripaigaldised" (EEI 3-4 ja 3-5) nõuab rikkevoolukaitseülilite ($I_{rak} \leq 30 \text{ mA}$) kasutamist järgmistel juhtudel:

- alati, kui liigvoolukaitseesemed ei taga rikkevoolu küllaldast väljalülitamise kiirust;
- pistikupesad ($I_n \leq 20 \text{ A}$) ruumis või väljas, kui nendest toidetavat teisaldatavat elektritarvitit võidakse kasutada väljas või muude eriti ohtlike ümbrusolude korral;
- pistikupesad vann- ja duširuumide tsoonis 3 (vt joon. 4.5);
- pistikupesad ja lülid ujumisbasseinides;
- pistikupesad ($I_n \leq 32 \text{ A}$) ehitus- ja lammutuspaikades;
- pistikupesad vagunelamute (soojakute) paiknemiskohtades;
- pistikupesad põllumajandus- ja aiandushoonetes;
- küttegaablid põrandas, katusel, katuserennides ja vihmaveetorudes;
- küttefoolium vann- ja duširuumides.

Et liigpingeimpulsside (nt äikese) korral tavaline rikkevoolukaitseülilite ei rakenduks, tuleb tema ette panna veel impulssvoolukindlale selektiivne (rakendusviitega) nn paarikkevoolukaitseülilite (tähis S). Need kaitseülilid ei reageeri kuni 3kA vooluimpulssidele. Nende maandustakistus peab olema kaks korda väiksem kui tavalistel rikkevoolukaitseülilitel (tabel 1.4).

1.5.4. Kaitseesemete valik. Valiku põhitingimusteks on:

- sulari või vabasti piisav tundlikkus, st rakendumiskindlus lühisel või liigkoormusel. Ligikaudseks rakendumistagatiseks võib lugeda, kui tekkiv lühisvool on vähemalt 3 korda ja liigkoormusvool 1,25 korda suurem kaitseesemete nimivoolust.
- Teiseltpoolt, kaitseesemete nimi- ja seadevoolude valikul tuleb arvestada ka teatud tundlikkuse varuga ehk rakendusvaruga, et kaitseesemete ei rakenduks väikestel ja lühiajalistel ülekoormustel.

Liinikaitseülilite vabastite täpsemad seadesuurused on toodud järgnevas tabelis 1.5 (I_n - kaitseülilite nimivool).

Tabel 1.5

Termovabasti			Magnetvabasti		
Tunnus- joon	Seadevool : väik- suu- sem rem I_1 I_2	Rakend us- aeg t_{rak}	Hoidevool I_h A	Rakendus- vool I_a A	Rakendus- aeg t_{rak}
B	$1,13I_n$ $1,45I_n$	$> 1h$ $< 1h$	$3I_n$	$5 I_n$	$> 0,1s$ $< 0,1s$
C	$1,13I_n$ $1,45I_n$	$> 1h$ $< 1h$	$5I_n$	$10 I_n$	$> 0,1$ $< 0,1s$

Et kujuneks piisav rakendusvool (nt $I_a = 5 I_n$) peab olema tagatud:

- vastav faas-kaitsejuhi (rikkesilmuse) takistus. Näiteks, B-tüüpi magnetvabasti $I_n = 20 \text{ A}$ korral vajalik rikkesilmuse takistus $Z_s = U_o : 5 I_n = 230 : 5 \times 20 = 2,3 \Omega$;
- kaitseesemete ja juhistikute sobivus, st kaitseesemete nimivool ei tohi olla suurem juhistikule kestvalt lubatavast voolust. Teatavasti voolu toimel juhikud kuumenevad, kuid nad ei tohi kuumeneda sel määral, et see oleks ohtlik juhi isolatsioonile, liidetele, ümbrusele. Juhtide liigkuumenemist välditakse õigesti valitud liigkoormus-kaitseesemete (täpsemalt vt ptk 3.2 ja 3.3.3).

- koormusvoolu sobivus, st kaitseseadme järele ühendatud elektritarvitite voolude summa ei tohi olla suurem kaitseseadme nimivoolust. Ühefaasiliste aktiivtarvitite (valgustus- ja kuumutusvahendid) ja väikeste ühefaasiliste mootorite (külmkapi, tolmuimeja jms) koormusvool (I) on määratud samaaegse võimsuse (P) ja võrgupinge (U) jagatisena: $I=P:U$ (A). Suuremate ühefaasiliste (I_1) ja kolmefaasiliste (I_3) mootorite, keevitustrafode jms reaktiivvõimsuste korral leitakse koormusvool vastavalt:

$$I_1 = P : U \cos\varphi \quad (A)$$

$$I_3 = P : 1,73U \cos\varphi \quad (A)$$

- kaitseseadme selektiivsus, st elektritarviti poolsem kaitseseade peab olema väiksema rakendusvooluga (et rakenduks varem), kui toitepoolsem (mis rakendub hiljem). Ligikaudu saadakse selektiivsus, kui kaitsmete erinevus on üks kuni kaks astet (täpsemalt vt ptk 3.3.4).

Kaitsmaks omaette liinikaitselülititega kaitstud tarvitiiniide rühmi, paiknevad hoone sisestuskilbis tavaliselt selektiivsed peakaitselülitid (nimivooluga kuni 100 A ja nimilähetusvooluga kuni 25 A), mis ei lülitu välja enne liinikaitselüliteid ega nendega üheaegselt.

1.6. Potentsiaaliühtlustus

Hoonete tugev- ja nõrkvoolupaigaldised, metalltorustikud ning -tarindid moodustavad voolujuhtivate süsteemide võrgu, kus nende pingeahtid ja kõrvalised juhtivad osad võivad elektriseadme isolatsioonirikke tõttu sattuda erisuguse pingele alla, luues inimestele ja loomadele ohtliku elektrilöögi võimaluse. Pingeerinevustest põhjustatud elektrilöögi võimaluse vältimiseks tuleb, eeskirja EEI 3-4 jaotise 413 järgi, hoonetes ette näha potentsiaaliühtlustus (vt joonis 1.13).

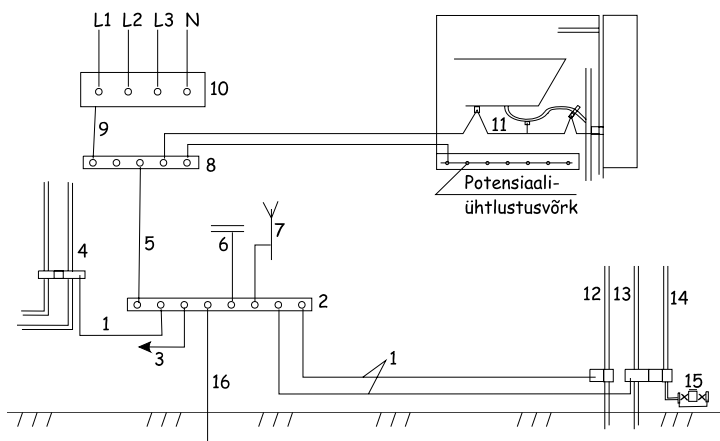
Eristatakse pea- ja lisapotentsiaaliühtlustust.

Peapotentsiaaliühtlustusi maandatud potentsiaaliühtlustuslatiga (paikneb hoone elektrisisestus-ruumis) ühendatakse:

- peakaitsejuht (TN-süsteemis on see PE-või PEN-juht, TT-või IT-juhistikus PE-juht, vt ptk 3.1),
- peamaandusjuht (maanduse ülesviik vms),
- kõik hoonesse sisenevad (vee-, gaasi-, kütte- jms) ning hoonest väljuvad (kanalisatsiooni-) torud ja nende tarindid,
- hoone metalltarindid,
- sidekaablite metallist varjestusmantlid,
- antennimaandurid, eraldipaigaldatud piksekaitsemaandur (järgides liigpingekaitse nõudeid).

Peapotentsiaaliühtlustuslati ühendusklemmid tuleb selgelt tähistada ning tähised ühenduskarbi kaanel tabelina lahti seletada. Peapotentsiaaliühtlustusjuhi ristlõige peab olema vähemalt (vase puhul) 6 mm^2 ja märgistatud kolla-rohelise tunnusevärviga.

Kohalik lisapotentsiaaliühtlustus nähakse vajadusel ette hoone muudes kaugemates ruumides, näiteks vannitubades, duširuumides, saunades ja sisebasseinides (joonis 1.13).



Joonis 1.13. Pea- ja lisapotentsiaaliühtlustus:

1 – peapotentsiaali-ühtlustusjuht, 2 – peapotentsiaal-ühtlustuslatti, 3 – ühendus piksekaitsemaanduriga, 4 – küttesüsteemi torustik, 5 – peakaitsejuht, 6 – ühendus sidekaabli metallmantliga, 7 – ühendus antennimaandusega, 8 – kaitsejuhilatti, 9 – kaitsejuht (PE), 10 – tarviti, 11 – lisapotentsiaalühtlustus, 12 – gaasi-torustik, 13 – kanalisatsiooni-torustik, 14 – veetorustik, 15 – veemõõtja, 16 – maandusjuht, 17 – maandur

Vannitubades ja duširuumides peavad voolujuhtivad veeäravoolutorud, voolujuhtivad vannid ja dušiseadmed, metallist vee- jm torustikud olema omavahel ühendatud potentsiaaliühtlustusjuhi abil, mille ristlõige on vähemalt (vask) 4 mm², aga kuumtsingitud latt-terase korral 20x2,5 mm.

Lisapotentsiaaliühtlustusjuht peab olema ühendatud kaitsejuhiga, kas kohalikus jaotuskilbis, kohalikul lisapotentsiaaliühtlustuslatil või hoone peapotentsiaaliühtlustuslatil.

Elektrikerisega saunade leili- ja pesemisruumide, samuti elektriboileriga duširuumide voolujuhtivasse põrandasse võib valada tsingitud terastraadist (Ø6 mm) potentsiaali-ühtlustusvõrgu, silma suurusega 500x500 mm. Terasvõrguga ühendatakse kõik ruumis paiknevad vooluallid ja -juhtivad osad, nagu elektriseadmete kered, metallist põrandatapid, metalltorustikud jms. Võrk ühendatakse lisapotentsiaaliühtlustusjuhi abil lähimas jaotuskilbis maandatud klemmiliistuga.

Vältimaks elektrilöögiohtu tuleb samasugune terasvõrk paigaldada ka loomapidamisruumide voolujuhtivasse põrandasse (märjad betoon- või puitpõrandad) ja ühendada sellega jootmis- ja lüpsiseadmete ning pumpade metallkered, samuti metalltarindid ja jaotuskilbi klemmiliist.



1.7. Elektriseadme kesta kaitseaste

Vastavalt eeskirjale EEI 3-2, iseloomustab kaitseaste elektriseadme kesta võimet kaitsta seadme siseosi võõrkehade, tolmu ja vee eest, aga ka seadme kasutajat pingestatud siseosade otsepuute eest.

Rahvusvaheliselt kokkulepitud kaitseastme tähis koosneb tähtedest IP (*International Protection*) ja järgnevast kahest tunnusnumbrist (näiteks IP21), milledest esimene tähistab kesta kaitsevõimet võõrkehade, tolmu ning puuteohtu eest, teine tunnusnumber aga kaitset vee sissetungimise eest. Kui tunnusnumber pole oluline asendatakse see tähisega X (nt IPX3 või IP2X).

1.7.1. Kaitse võõrkehade ja otsepuute eest (vt tabel 1.6).




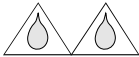


Tabel 1.6

Esimene tunnusnumber	Seadmekaitse iseloomustus	Inimese kaitse iseloomustus
0	Kaitse sätestamata	Kaitse sätestamata
1	Võõrkeha Ø ≥ 50 mm	Kaitse puudutamise vastu käeseljaga
2	Võõrkeha Ø ≥ 12,5 mm	Kaitse puudutamise vastu sõrmega (Ø ≥ 12,5 mm, L ≥ 80 mm)
3	Võõrkeha Ø ≥ 2,5 mm	Kaitse puudutamise vastu tööriistaga (Ø ≥ 2,5 mm)
4	Võõrkeha Ø ≥ 1,0 mm	Kaitse puudutamise vastu traadiga (Ø ≥ 1 mm)
Esimene tunnusnumber	Seadmekaitse iseloomustus	Inimese kaitse iseloomustus
5	Kaitse ladestuva tolmu eest	sümbol – 
6	Tolmutihe ehitus	sümbol – 

Näiteks, tavalise valgusti kaitseaste on IP20 – sõrme sissepistmise eest kaitstud, kuid veekindlust pole. Pritsmekindlate valgustuslülitite kaitseaste on IP54, mis näitab ka tolmukindlust.

1.7.2. Kaitse vee sissetungi kahjuliku toime eest (vt tabel 1.7).

Tabel 1.7

IP-koodi	kaitseastmed	Sümbolitega kaitseastmete tähistamine	
Teine tunnus-number	Kaitse iseloomustus	Sümbol. Ligi-kaudne IP tähistus	Kaitse iseloomustus
0	Kaitse sätestamata	IPX 0	Kaitset vee eest ei ole
1	Püstloodis langevad tilgad	IPX 1 	Kaitse õhuniiskuse, auru ja püstloodis langevate veetiljade eest
2	Püstsuunast kuni 15° kraadi all langevad tilgad	IPX 2	
3	Piiskvesi (nt. Vihm)	IPX 3 	Kaitse vihma eest ja rõhtsuunast kuni 30° kraadi all langevate veetiljade eest
4	Veepritsmed	IPX 4 	Kaitstud veepritsmete eest ja kaitse igast suunast tulevate veetiljade eest
5	Veejoad	IPX 5 	Kaitstud igast suunast tulevate veejugade eest
6	Tugevad veejoad	IPX 6	
7	Aegajaline üleujutus	IPX 7 	Veetihe, kaitse rõhuvaba vee sissetungimise eest
8	Kestev sukeldumine teatud sügavusse	IPX 8 	Kaitstud rõhu all oleva vee sissetungimise eest

1.7.3. Elektriseadme kliimakindlus.

Elektriseadme kliimakindlust tähistatakse ladina tähtedega:

N – kasutamiseks paraja kliimaga aladel (ka Eestis) ja parasvöötmes,

NF – valdavalt külmas kliimavöötmes,

T – troopikavöötmes,

U – kogu maismaal kasutamiseks,

M – paraja merekliimaga aladel kasutamiseks,

MU – kogu merealal kasutamiseks,

W – kasutamiseks kõikjal.

Kliimakindluse tähises lisatakse tähele veel paigalduskoha number :

1. paigaldamiseks väljas,
2. paigaldamiseks kohtades, kus temperatuuri ja niiskuse kõikumised oluliselt ei erine välisõhu omadest, kuid seade on katuse või muuga kaitstud otsese päikesekiirguse ja vihma eest,
3. paigaldamiseks loomuliku ventilatsiooniga ruumides, kus pole pidevat kütet(laod),
4. paigaldamiseks köetavates ja ventileeritavates ruumides (elamu tavalistes elu- ja tööruumides),
5. paigaldamiseks eriti rasketes, märgades ruumides (saunades, keldrites).

1.8. Elektriseadmete ohutusklassid.

Madalpingelised elektriseadmed jagunevad puutepingekaitse järgi nelja ohutusklassi.

1.8.1. O – ohutusklass. Kaitse põhineb ainult seadme põhiisolatsioonil. Seadme pingevalteid ja juhtivaid osi ei ole ette nähtud ühendada kohtkindla paigaldise kaitsejuhiga.

Põhiisolatsiooni rikke korral oleneb kaitse seadme ümbrosoludest ja on tagatud vaid siis, kui seade paikneb voolu mittejuhtiva põranda ja seintega ruumis, milles ei ole kõrvalisi juhtivaid osi (torustikke, metalltarindeid jms).

Enamikus Euroopa riikides O – ohutusklassi elektriseadmeid ja -tarviteid ei kasutata. Ka Eestis on nende tootmine ja müük alates 1995. aastast keelatud, kuid endise N Liidu pärandina veel laialdaselt kasutusel. Nende järk-järguline asendamine toimub hoonete elektripaigaldiste renoveerimise käigus. O – ohutusklassi käsitööriistade (nt elektritrellid) kasutamine on ülimalt eluohtlik.

1.8.2. I – ohutusklass. Põhineb seadme kaitsemaandamisel kaitsejuhi (PE) kaudu (vt ptk 1.4). Selle klassi elektriseadme tunnuseks on kaitsekontaktiga pistikühenduse olemasolu (elektripliidid, külmikud, veeboilerid, pesumasinad jms). Pistikupesa kaitsekontakt on kohtkindla elektripaigaldise kaitsejuhiga maandatud. Selle tulemusel ei saa isolatsioonirikke korral puutevõimalikud pingevaldised osad (kere, kest jms) pingestuda.

Peale kaitsejuhi kuuluvad selle kaitseviisi juurde tingimata veel:

- liigvoolukaitse (vt ptk 1.5),
- maandur (vt ptk 1.4),
- potentsiaaliühtlustus (vt ptk 1.6).

I – ohutusklassi tunnustähis elektriseadme sildil või kaitsejuhi külgeühendusklommil on:



Ohtlikemal juhtudel täiendatakse I-ohutusklassi seadmete kaitset rikkevoolukaitsega.

1.8.3. II – ohutusklass. Põhineb, lisaks seadme põhiisolatsioonile, veel täiendava töökindla kaitseisolatsiooni (topeltisolatsiooni) kasutamisel, mille läbilöögi tõenäosus on kaduvväike. Kaitseisolatsioon tagab nii otse- kui kaudpuutekaitse.

Selle klassi elektriseadmeid ja tarviteid (käsitööriistad, köögimasinad tolmuimejad, lauavalgustid jms) ei kaitsemaandata. Nende kaitsevõime ei olene pingevaldiste või kõrvaliste osade lähedusest, võib kasutada ohtlikes ja eriti ohtlikes ruumides ning väljas (vt ptk 1.9.).

II- ohutusklassi tunnustähis elektriseadme sildil on:



1.8.4. III – ohutusklass. Põhineb kaitsevääkepinge (I – pingepiirkond, $U \leq 50$) toitel, mille tulemusel inimese keha läbiv rikkevool ei ole üldjuhul ohtlik ja on tagatud nii otse- kui kaudpuutekaitse. Kaitsevääkepinget kasutatakse halogeenlampvalgustite, uksekellade, vannitoaseadmete jms toiteks. Tavalisest ohtlikumate ümbrosolude korral osutub vajalikuks madalama pinge (nt 12V) kasutamine.

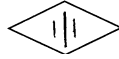
Kaitsevääkepingeallikateks on madalpingevõrgust toidetavad turvalised väikepinge eraldustrafod, millede primaar- ja sekundaarmähised on teineteisest eraldatud kahekordse kaitseisolatsiooniga, ning trafo kestade isolatsioon vastab II – ohutusklassi nõuetele. Nende kaitseaste on vähemalt IP24.

Kaitsevääkepingeahel võib olla maandatud või maandamata. Enamkasutusel on maandamata, nn SELV-ahelad (lühend sõnadest *safety extralow voltage*). Mõnel puhul on kasutusel ka maandatud, nn PELV-ahelad (lühend sõnadest *protective extralow voltage*), nt elektronseadmete normaalse talitluse tagamiseks.

Maandamata SELV-ahelaid ei tohi ühendada muude ahelate pingestatud osadega, kaitsejuhiga ega kõrvaliste juhtivate osadega, et vältida võõrpinge sattumist kaitseväikepingeahelasse.

SELV- ja PELV-ahelate juhid tuleb paigaldada muude ahelate juhtidest eraldi, nende pistikud ei tohi sobida muude pingesüsteemide pistikupesadesse ja nende pistikupesadesse ei tohi sobida muude pingesüsteemide pistikud.

III – ohutusklassi tunnustähis on:



1.9. Ruumide liigitus elektrioltlikkuse järgi

● Ruumide liigitus juhistiku ümbrusolude arvestamiseks:

- kuivad, kui õhu suhteline niiskus $\varphi \leq 60\%$,
- niisked, kui $\varphi = 60\text{...}70\%$ (kelder, vannituba, WC jms),
- rõsked, kui $\varphi > 75\%$,
- märjad, kui $\varphi = 100\%$ (saun, duširuum, kasvuhoone jms),
- kuumad, kui $t > 35^\circ\text{C}$ (kuivatid, katlamajad),
- tolmuised, kui tolmu võib ladestuda juhistikule ja tungida seadmetesse,
- normaalsed, mis pole niisked, kuumad, tolmuised ega keemiliselt agressiivse keskkonnaga. Need on eluhoonete tavalised elu- ja abiruumid ning ventileeritavad köögid.

● Ohtlikud on ruumid (elektrilöögi võimalikkuse seisukohalt):

- kui neis esineb voolu juhtiv põrand (betoonist, kiviplaatidest jms);
- kui on võimalik puudutada samaaegselt üheltpoolt maaga ühenduses olevaid metalltarindeid, vee- või kütetorustikke ja teiselt poolt elektriseadmete metallkeresid (nt O-ohutusklassi tööriist betoonpõrandaga autokuuris);
- kui voolu mittejuhtiva põrandaga ruumides on lahtised (varjamata) kütteradiaatorid ja metalltorustikud;
- köögid, kus on veekraan;
- betoonpõrandaga abiruumid ja töötoad.

● Eriti ohtlikud ruumid on:

- märjad ja keemiliselt agressiivse keskkonnaga (nt loomapidamisruumid);
- kus esineb korraga kaks või enam ohtliku ruumi tunnust (nt betoonpõrand ja lahtised torustikud, mis on maaga ühenduses);
- voolujuhtiva põrandaga sauna leili- ja pesuruumid, samuti vannitoad, duširuumid;
- töökojad;
- kasvuhooned;
- loomapidamisruumid, kus on elekter sees;
- trepikojad, kivi- ja -seintega;
- kelder;
- välitingimused (on elektrilöögiohu seisukohalt alati eriti ohtlikud).

● Väheohtlikud ruumid on:

- kus puuduvad ohtliku või eriti ohtliku ruumi tunnused. Näiteks, linoleum- või puitpõrandaga eluruumid, kus pole kütteradiaatoreid, metalltorusid jms, või need on puuteulatuses kaetud varjetega.

2. JUHISTIKE PAIGALDUSTARVIKUD JA -SEADMED

2.1. Juhtmed ja kaablid

Ehitistes kasutatakse elektrienergia edastamiseks vaskjuhiga tugevvoolu juhtmeid ja kaableid. Kohtkindlates juhistiketes on soonte juhtiv osa massiivne, teisaldatavate juhtmete korral kiuline.

Juhtmete ja kaablite erinevate soonte isolatsioon on vastavalt otstarbele tunnusvärvidega:

- kolla-rohelist soont kasutatakse kaitse-(PE) või ühitatud kaitse- ning neutraal-(PEN) juhina,
- helesinist soont – neutraaljuhina (N),
- musta ja pruuni soont – faasijuhina (L).

Euroopa Liidu maades on kasutusel kaablite harmoniseeritud (ühtlustatud) tähistussüsteem, kus täht H näitab toote kasutamist kõigis Liidu maades, täht A (kooskõlastatud) vaid mõnel maal (vt tabel 2.1).

Eestis toodetavatel juhtmetel ja kaablitel on oma tähistussüsteem (vt tabel 2.2 ja tabel 2.3), mis määrab juhtme või kaabli ehitusviisi.

Eestis valmistatavate juhtmete ja kaablite soonte tunnusvärvid vastavad rahvusvahelistele standarditele, kusjuures mitme musta soone korral on nad valgete numbritega nummerdatud.

2.1.1. Kaablite tähistussüsteem Euroopa Liidu maades.

Tabel 2.1

Positsioon	1	2	3	4	5	6	7	8
Näide	H	07	V	R	R	3	G	2,5

1. Ühtlustunnus: H – harmoniseeritud,
A – kooskõlastatud,
2. Nimipinge: 03 tähendab 300/300 V pingesüsteemi,
05 “ 300/500 V “
07 “ 400/750 V “
3. Soonte isolatsioon: V – polüvinüülkloriid,
R – looduslik või sünteetiline kautšuk,
S – silikoonkautšuk;
4. Väliskate(mantel): V – polüvinüülkloriid,
R – looduslik või sünteetiline kautšuk,
N – kloropreenkautšuk,
J – klaaskiudpunutis,
T – tekstiilpunutis;
5. Soonte ehitus: U – ühe massiivjuhiga,
R – mitme massiivjuhiga,
K – peenekiuline, kohtkindel paigaldus,
F – peenekiuline, teisaldatavaks paigalduseks,
Y – lame paindjuhe;
6. Soonte arv;
7. Kaitsejuhi olemasolu: X – kaitsejuhita,
G- kaitsejuhiga;
8. Ristlõige, mm².

Näiteks, kaabli tunnustähis H07VVR5G4 tähendab: on harmoniseeritud, kasutamiseks 400/750 V pingesüsteemis, soontel on polüvinüülkloriidist isolatsioon ja mantel, kaabel on kaitsejuhiga ja viie massiivjuhiga, kusjuures ühe juhi ristlõige on 4 mm².

2.1.2. Eestis toodetavate juhtmete ja kaablite tähistussüsteemid:

• **juhtmed:**

Tabel 2.2

Positsioon	1	2	3	4	5	6
Näide	P	L	1,5	MÜ	300/500	R200

1. Isolatsioon: P – polivinüülkloriid,
2. Soone tüüp: L – massiivsoon, K – kiudsoon, E – peenekiuline soon;
3. Nimiristlõige: mm²;
4. Isolatsiooni värv: MU – must, PRU – pruun, HESI – helesinine, KORO –kolla-roheline;
5. Nimipinge: V;
6. Pakkimisviis: R – karp, viht või rull, T – trummel. Arv näitab juhtme pikkust (m) pakendis.

• **kaablid:**

Tabel 2.3

Positsioon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Näide		P		P	J	3	G	2,5	400/750	T1000

1. Soone juhi materjal: A – alumiinium, tähise puudumisel – vask;
2. Isolatsioon: P – polivinüülkloriid, X – võrkstruktuuriga polüeteen;
3. Koaksiaalsoon olemasolu: C –koaksiaalsoon on olemas. Tähise puudumisel koaksiaalsoont ei ole;
4. Mantel: P – polivinüülkloriid;
5. Kaabli liik: K – jõukaabel, J – paigalduskaabel, O – juhtimiskaabel;
6. Soonte arv;
7. Kaitsejuhi olemasolu: G – kaablis on kolla- roheline soon, X – kolla-rohelist soont ei ole;
8. Nimiristlõige: mm²;
9. Nimipinge: V;
10. Pakkimisviis: R – karp, viht või rull, T – trummel. Arv – kaabli pikkus, m.

Paigalduskaabli PPJ tunnusvärvid:

Tabel 2.4

Soonte Arv	Kaitsesoone olemasolul:	Kaitsesoone puudumisel:
2	Ei valmistata	HESI, MU
3	KORO, HESI, MO,	HESI, MU, PRU
4	KORO, HESI, MU,PRU	HESI, MU, PRU, MU
5	KORO, HESI, MU, PRU,MU	HESI, MU, PRU, MU,MU

Juhtmete ja kaablite valikul tuleb lähtuda:

- ümbrusoludest paigalduskohas,
- pingesüsteemist,
- juhistikule langevast tarbimisvõimsusest,
- juhistikute paigaldusviisist,
- juhistikule kehtvalt lubatavast voolust,
- lubatavast pingekaost.

Eestis toodetavate juhtmete ja kaablite kasutusala:

Tab 2.5

Tüüp	Kasutusala
Vaskjuhtmed PL ja PK	Kohtkindlaks paigaldamiseks pinnapealsetes või süvistatud torudes, kaablirennides (karbikutes) vm kinnistes paigaldustarindites. Juhtme isolatsioonile kestvalt lubatud temperatuur kuni 70°C
Vasksoontega, polivinüülkloriidisolatsiooni- ja mantliga(kestaga) paigalduskaabel PPJ	Kohtkindlaks paigaldamiseks pinnale või süvistatult nii ruumides kui väljas, kuid mitte pinnasesse või vette. Isolatsiooni temperatuur kestvalt kuni 70°C ja pärast 5-sekundilist lühist mitte üle 150°C
Alumiiniumsoontega võrkpolüeteenisolatsiooniga ja polivinüülkloriidkestaga jõukaabel AXPX	Kohtkindlaks paigaldamiseks ruumis, välisõhus ja pinnases (vähemalt 0,6m sügavusel, kaitstuna mehaanilise toime eest.). Kaabli isolatsioonile kestvalt lubatud temperatuur on kuni 90°C, lühiajaliselt kuni 250°C.

2.2. Paigaldustarvikud

Hoonete elektrijuhistike juhtimis- ja lülitusseadmete (valguslülitite, pistikupesade jms) kohtkindlaks paigaldamiseks ning kinnitamiseks tarinditele, kasutatakse vastavaid paigaldustarvikuid. Nendeks on (vt ENSTO ELEKTER tootekataloog):

- haru- ja seadmekarbid koos väljaviikude ja kõrgendusrõngastega,
- paigaldustorud vahejätkude, põlvede ja läbiviikudega,
- kaabliliistud ja karbikud,
- kinnitustarbed, nagu tüüblid, pellid, klambrid jms.

Sõltuvalt juhistiku paigaldusviisist toodetakse plastist pind- ja süvispaigalduse haru ning seadmekarpe. Seejuures süvispaigalduse süsteemis jagunevad need tellis- ja betoonseina ning õõnesseina (karkass-plaatseina) tarvikuteks.

2.2.1. Haru- ja seadmekarbid. Jagunevad vastavalt paigaldusviisile:

- pindpaigalduse harukarbid. Need on ümmarguse või kandilise kujuga, mitmes mõõdus. Karbil on avatavad kül- ja põhjaavad juhtmete ja kaablite sisseviiguks ning nende ühendamiseks tõmbetakistitega klemmiistuga. Karbil on kattedekorkidega (kruvipeade varjamiseks) kaan;
- süvispaigalduse haru- ja seadmekarbid tellis- ja betoonseintele. Karbi külgedel on lukustusvedrudega väljaviigud paigaldustorude kinnitamiseks. Lukustusvedrud tõkestavad paigaldustorude eemaldumise karbist. Väljaviike eristatakse värvidega, vastavalt nende läbimõõdule(mm): Ø16 – sinine, Ø20 – valge, Ø25 – roheline. Karbile saab kinnitada kõrgendusrõnga ja signaalkaane (valukaitse). Tellisseinale paigaldamisel freesitakse sellesse eelnevalt erifreesiga ava. Betoonseina korral kinnitatakse karp enne valu signaalkaane abil raketisekilbi siseküljele (vt ptk 5.4. Paigaldustööde selgitavad joonised);
- süvispaigalduse haru- ja seadmekarbid õõnesseintele. Karkass-plaatseina (kips-, puit-, laast- jms) plaati freesitakse erifreesiga ava. Karbid kinnituvad avas kahel viisil. Krugi abil reguleeritavate kinnituskõrvakestega või spetsiaalsete lukustusklambritega. Paigaldustorud või kaablid kinnitatakse karbi külge karbi seestpoolt kohale lükatavate tõmbetakistiga väljaviikude abil. Õõnesseintes saab kasutada ka tellis- ja betoonseina haru- ja seadmekarpe, paigaldades karbi väljaviigu pessa spetsiaalsed karbitoed.

2.2.2. Muud tarvikud. Põhjalikuma ülevaate paigaldustarvikutest annavad arvukate tootjafirmade vastavad tootekataloogid. Siinjuures veel vaid mõned:

- plastist kaablipaigaldustorud, läbimõõduga Ø16, 20, 25, 32, 40 ja 50 mm ning nende juurde lukustusvedruga jätkud, põlved, läbiviigud;

- plastist pindpaigalduse kaabliliistud ,pikkusega 2,5 m, mõõtudega (laius x kõrgus) 20x10, 20x17, 38x17, 60x25 mm. Toodetakse ka pakendis paigaldusvalmina rull-liistu, pikkusega 15 m;
- laevalgustite pistik- ja riputuskaaned, paigaldamiseks otse lae pinnale või laeharukarbi peale;
- kinnitid: juhtmekinnitid, kinnituslatid jpm.

2.3. Paigaldusseadmed

Juhistike paigaldusseadmeteks on löögikindlast plastikust pistikupesad ja valgustuslülitid kuivadele ja niisketele ruumidele nii pealis- kui süvispaigalduseks.

Kaasaegne disain võimaldab neid kasutada nii kodu-, esindus-, kui äri- ja bürooruumides.

Lülitite ja pistikupesade konstruktsioon tagab nende lihtsa ja kiire paigaldamise, kindla töö- ja kasutusea.

2.3.1. Pistikupesad.

Pindpaigaldus, kuivad ruumid, IP20:

- turvapistikupesad katteplaatidega ,1- ja 2-osaline, 10/16 A, 250 V, kruviklemmidega;
- turvapistikupesad, kaitsekontaktiga, 1- ja 2-osaline, 10/16 A, 250 V.

Pindpaigaldus, niiskuskindel, IP44:

- turvapistikupesa, 1- ja 2-osaline, pritsmekindel (kaanega), kaitsekontaktiga, 10/16 A, 250 V;
- pistikupesa-lüliti: pistikupesa kaitsekaanega, 10/16 A, 250 V; lüliti 16 A, 250 V, veksell.

Süvispaigaldus, kuivad ruumid, IP20:

- turvapistikupesa, 1- ja 2-osaline, 10/16 A, 250 V, kruviklemmidega;
- turvapistikupesa, 1- ja 2-osaline, kaitsekontaktidega, 10/16 A, 250 V, kruviklemmidega.

Telefonipistikupesad, 5-kontaktiga.

Arvuti moodulpistikupesa, 1x6 kontaktiga.

Potentsiaaliühtlusti pistikupesa juhtmetele 1x6 mm² või 4x2,5 mm², 2-kohaline.

2.3.2. Valguslülitid.

- Pindpaigaldus, kuivad ruumid, IP20:
- klahviga liht-, veksell- ja grupilülid, vedruklemmidega, märklambi paigaldamise võimalusega, 16 A, 250 V;
 - klahviga surulülid, vedruklemmidega, 10 A, 250 V;
 - liht- ja veksellmärklülid, vedruklemmidega, varustatud punase klaasiga ja märklambiga.

Pindpaigaldus, niiskuskindel IP44:

- klahviga liht-, veksell- ja grupilülid, vedruklemmidega, märklambi paigaldamise võimalusega, 16 A, 250 V;
- klahviga surulülid, vedruklemmiga, läbipaistva märktuleklaasiga, 10 A, 250 V.

Süvispaigaldus, kuivad ruumid, IP20:

- klahviga liht-, veksell- ja grupilülid, vedruklemmidega, vedrukinnitusega, 16 A, 250 V;
- klahviga veksellülid, vedruklemmide- ja kinnitusega, 10 A, 250 V;
- märklambid lülititele: huumlamp 0,5 mA, 230 V grupilülile, hõõglamp 22mA, 24 V surulülile, huumlamp 1,5 mA, 230 V surulülile;
- kinnitusküüned(käppkinnitus) pistikupesadele, klahv- ja surulülititele.

Süvispaigaldus, niiskuskindel, IP44:

- klahviga liht-, veksell- ja grupilülid, vedruklemmidega, 10 A, 250 V;
- klahviga surulülid, vedruklemmidega, 10 A, 250 V;
- klaaskattega signaaltuled: punane, roheline, läbipaistev. Sokkel E10, kruviklemmid, märklambiks huumlamp, 230 V.

2.3.3. Erilülitid. Järgnevalt lühiülevaade, täpsemalt vt vastavates tootekataloogides. Hämaruslülitid (dimmreid) valgustugevuse sujuvaks reguleerimiseks:

- valgusregulaator hõõglampkoormusele, 60...300 W,
- valgusregulaator luminofoorlampkoormusele, 40...400 VA,
- regulaator halogeenlampide muundajale, 20...400 VA.

Infrapunälülitid(lähennemislülitid) reageerivad valvataval alal soojust eristavale ja liikuvale esemele, lülitades tööle vastava seadme, nt valgusti. Liikumise lõppedes lülitab seadme automaatselt välja:

- välisala valveks: niiskuskindel, IP54, mikroprotsessoriga juhitud valveala, ette 16 m, külgedele 6 m. Horisontaalsuunaline valvenurk on 220°, vertikaalne piiramatult. Valgustugevuse reguleerimine 5...1000 lx, lülitusaeg on 10s...16 min;
- siseruumides hõõglampkoormusele 40...300 W. Süütab ja kustutab valguse esikus, treppidel inimese lähenedes. Valveala 180°, reguleeritud valgustugevusele 15 lx, lülitusaeg 3 min;
- videikulüliti: 10 A, 230 V, reageerimisvahemik 5...1000 lx, lülitumisaeg 1s...3 min, välja-lülitumisaeg 1 s...2 min, IP44.

Kaugjuhtimisega lülitid ja regulaatorid talitlevad infrapunase kiirguse ja ultraheli abil. Neid juhitakse käsipuldiga nagu televiisorit:

- juhtpult, võrgust sõltumatu, reguleerimiskaugus 15m ette, vooluallikas 1x6 V patarei
- kaugjuhitav lüliti, 10 A 230 V, süvispaigaldus, sobib tavalisse seadmekarpi;
- kaugjuhitav regulaator hõõg- ja halogeenlampide muundajale: 20...400 V, sobib tavalisse süvispaigalduse seadmekarpi;
- kaugjuhitav pistikupesa-regulaator, 20..400 W, on vaheelemendiks lauavalgustile;
- seinasaatja, on võrgust sõltumatu, võib paigaldada kleebise abil mistahes pinnale. Reguleerimiskaugus ette 12m, vooluallikas 1x6 V patarei.

Elektronlülitid (puutelülitid) on kontaktivabad, talitlevad müratult ja täidavad kõik liht-, veksell- ja impulsslülitite funktsioonid. Lülitamisel vaja vaid puudutada lüliti pealispinda:

- valgusregulaatorid hõõg- ja halogeenlampidele;
- temperatuuriregulaatorid põrandakütte- ja ruumitemperatuuride reguleerimiseks.

2.3.4. Nõrkvooluseadmed. Nendest koostatakse erinevaid valve-, kutsungi- ja hädasignaalidega süsteeme:

- valveseadmed: 1- või 2-ahelaga, milledesse võib ühendada nii avanevaid kui sulguvaid lüliteid, mäluga või ilma. Voolutarve 70 mA. Seadmes on pingestatav juhtimisliin signaliseerimisseadmetele ning veksellüliti;
- signaal: vilkuva punase signaallambi ja katkeva helisignaaliga varustatud signaliseerimisseade. Tööpinge 9,5...228 V, voolutarve 60 mA, helitugevus 78 dB, sagedus 2,3 kHz (30m kauguselt);
- summer: helitugevuse reguleerimisvõimalus, tööpinge 9,5...28 V, voolutarve 20 mA, helitugevus 70 dB;
- signaallamp: punase läätsega, lambi tööpinge 9,5...28 V;
- trafo: paigaldatav seadmekarpi, lühisekindel, 230/15 V, võimsus 2,2 VA, koormatavus 150 mA
- signaallülitid: varustatud signaallambiga (lambi kustumine häire andja juures eeldab signaali vastuvõtjapoolset nupule vajutamist), tööpinge 9,5...28 V, voolutarve 20 mA;
- sidepistikupesa: ette nähtud 6,3 mm pistikule. Võib kasutada kutsungi ja hädaabi süsteemides juhtmetega lülitite ning kõrvaklappide või kõlarite ühenduspesana;
- lülituspult on klahvlülitiga ja kruviühenduste ning tõmbetakistitega varustatud lülituskarp, mis ette nähtud kutsungi-, hädaabi-, häire- ja kuriteo teatamise mitmesuguste seadmete püsipaigaldamiseks. Lülituspinge 30 V, vool 100 mA.

2.4. Jaotuskeskused

Elektrienergia tuuakse majja ja jaotatakse majas jaotuskeskuste (elektrikilbid) kaudu. Jaotuskeskusteks hoonetes on:

- majasisestuskapp (või -kast),
- peasisestuskeskus (sisestuskilp),
- korterite arvestikilbid,
- korterite jaotuskilbid,
- ühitatud korterite arvesti- ja jaotuskilbid.

Korrushoonete majasisestuskapp, peakaitsme ja pealülitiga, paikneb tavaliselt majasisestusruumis. Väikemajades ühitatakse majasisestuskapp sisestuskilbiga, mis paikneb enamasti esikus või trepikojas. Peakaitsme nimivool valitakse lähtuvalt hoone tarbimisvõimsusest.

Majasisestuskappe ja jaotuskeskusi ei tohi paigaldada:

- niiskettesse ruumidesse,
- kuumadesse (üle 30°C) ruumidesse,
- tule- ega plahvatusohtlikesse kohtadesse,
- autokuuridesse.

Elektriarvestid ja nende juhtimisseadmed (nt lülituskellad jms), kui täpsed mõõteriistad, peavad olema kaitstud niiskumise, põrutuste ja mehaaniliste kahjustuste eest.

Arvestid peavad paiknema kergesti juurdepääsevates kohtades (trepikojad, majasisestusruumid jms). Seega ei tohi arvestitega sisestuskeskusi ja jaotuskilpe paigaldada:

- mitmepere-elamute korteritesse,
- trepiastmete kohale,
- ühepereelamu elutubadesse, köökidesse, tualettruumidesse, vann- ega duširuumidesse,
- sahvritesse, säilitus- ja laoruumidesse.

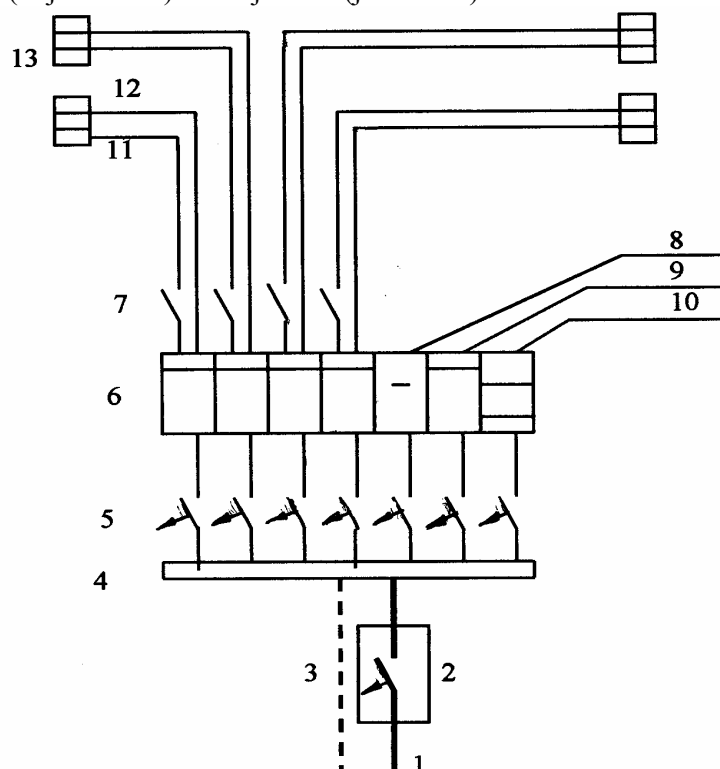
Ühitatud arvesti- ja jaotuskilpides tuleb ette näha piisav seadmete paigaldusruum. Ühe arvestisektsiooni laius on 250 mm, arvestivälja kõrguseks võetakse 450 mm. Lisada tuleb ülemine (150 mm) ja alumine (300 mm) ühendusruum, seega minimaalselt on arvestivälja kogukõrguseks 900 mm.

Arvesti ülemine ja alumine ühendusruum nähakse ette korteri vm jaotuskilbi juurde viiva liini ja selle koosseisu kuuluvate juhtimisseadmete (nt pealüliti, lülituskellad jms) jaoks, kuid mitte kasutamiseks jaotussõlmene.

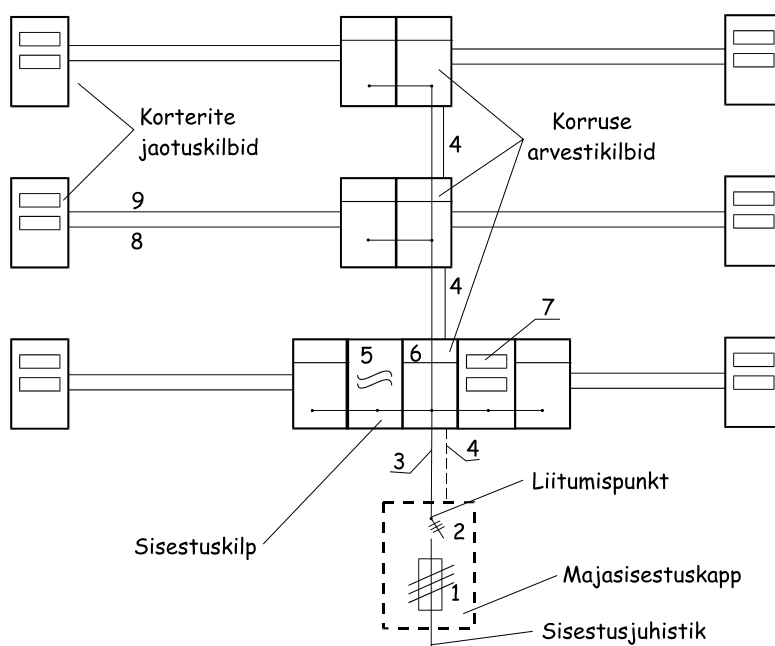
Ühitatud arvesti- ja jaotuskilbis peab iga arvestisektsiooni kõrval olema lisaruumi jaotussõlmele vähemalt 250 mm.

Arvesti- ja jaotuskilpide ette peab jääma teenindus- ja tööruumi vähemalt 0,8 m. Kaugus põrandast jaotuskilbi keskkohani olgu vähemalt 1,1 m, kuid mitte üle 1,85 m.

2.4.1. Korruselamute elektrivarustus ja jaotuskeskused. Mitmekorruselistes elamutes võivad arvestid paikneda tsentraalselt (vt joonis 2.1) või hajutatult (joonis 2.2).



Joonis 2.1. Korruselamu elektrivarustuse põhimõtteline skeem arvestite tsentraalpaigutuse korral: 1 – sisestus kaabliga, 2 – peakaitsmed (pealüliti), 3 – tühi paigaldustoru (õhuliinsisestuse korral, et hiljem üle minna maakaabelsisestusele), 4 – kogumislatt, 5 – arvestieelsed kaitselülitid, 6 – korteriarvestid, 7 – korterite pealülitid, 8 – tariifi ümberlülitusseade, 9 – maja üldarvesti, 10 – üldtarbeahelate jaotuskilp, 11 – korterite toiteliinid, 12- juhtimisliin või tühi paigaldustoru (juhtimisliini hilisemal installeerimisel), 13 – korterite jaotuskilbid.



Joonis 2.2. Korruselamu elektrivarustuse põhimõtteline skeem arvestite hajutatud paigalduse korral: 1 – maja peakaitsmed, 2 – pealüliti, 3 – pealiin (püstik), 4 – juhtimisliin või tühi paigaldustoru, 5 – võrguettevõtte tariifi ümberlülitusseade, 6 – üldarvesti, 7 – üldtarbeahelate jaotuskilp, 8 – jaotusjuhistik (korterite toiteliinid), 9 – juhtimisliin või tühi paigaldustoru.

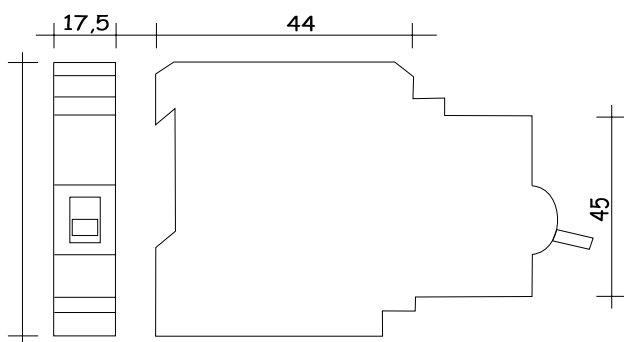
Arvestite tsentraalpaigutusel (vt joonis 2.1) asuvad elamu arvestid kõik majasisestusruumis. Sellisel paigutusel on maja pealiin lühike, korterite toiteliinid aga pikad, mistõttu tuleb kontrollida pingekadu neis.

Arvestite hajutatud paigutusel (vt joonis 2.2) kulgeb peapüstik trepikojas korruse arvestikilpideni. Korterite toiteliinid korrusekilpidest on lühemad, peapüstik aga suhteliselt pikem, mistõttu tuleb kontrollida pingekadu temas.

Jaotuskeskustes paiknevad peale kaitselülitite või sulavkaitsmete ka rikkevoolukaitselülitid, klemmiistud jms.

Üldjuhul tuleks peasisestuskilp paigutada võimalikult hoone koormuskeskmesse või selle lähedale. Kui jaotuskilp paigutatakse korterisse, siis peaks ta samuti paiknema korteri koormuskeskmes, st kõõgi lähedal, et suurima võimsusega elektritarviti toiteliin tuleks võimalikult lühem.

2.4.2. Jaotuskeskuste kilbikestad. Jaotuskeskuste gabariidid ja ehitus alluvad rahvusvahelisele moodulsüsteemile, mis põhineb kaitseseadmete gabariidi ühikmoodulil. Kõigi kaitselülitite gabariitide aluseks oleva ühikmooduli püsimõõtmed on: laius 17,5 mm, kaugus tagumise ja eesmise toetuspindade vahel 44 mm, etteulatava osa kõrgus on 45 mm (vt joonis 2.3).



Joonis 2.3. Kaitselüliti gabariitmõõdud (mm)

Ühikmooduli laius (17,5mm) vastab ühele kohaühikule paigaldusliistul. Suurema pooluste arvuga seadmete mõõtmed erinevad ühikmoodulist ainult laiuse poolest, olles selle kordsed.

Vastavalt eelnevale, toodetakse mitmesuguse otstarbega jaotuskeskuste kilbikestaid:

- kuivade ruumide jaotuskeskustele pind- ja süvispaigalduseks: IP20, IP30, max I_n 80A;
- suurpaneelilamute arvesti- ja jaotuskilpidele: IP30, max I_n 40 A;
- välistingimustes kasutamiseks mõeldud arvesti- ja jaotuskilpidele pind- ja süvispaigalduseks: IP34, max I_n 80 A;
- tööstustingimuste arvesti- ja jaotuskilpidele: IP55, IP65.

Kilbikestad valmistatakse värvitud alumiiniumplekist või plastist. Plastist kestaga ja metallustega jaotuskeskused tohib paigaldada kuni 5-korruseliste elamute trepikodades üksnes süvistatult (ei ole piisavalt tulekindlad).

Metallkestaga jaotuskeskused tohib trepikojas paigaldada ka pinnapealsetena.

Süvistatavate arvestikilpide seinasüvendite mõõtmed:

Tabel 2.6

Arvestisekt-sioonide arv	Seinasüvendi mõõtmed, mm		
	Laius, b	Sügavus, t	Kõrgus, h
1	300	140	950
2	550	140	1100
3	800	140	1250
4	1050	140	1250
5	1300	140	1250

2.5. Elektrilambid ja valgustid

Hea nägemine sõltub heast valgustusest. Õige valgustus tõstab reipust ja töö produktiivsust, vähendab tööõnnetusi, on mugav ja hubane.

Valgussuurused, ühikud, tähised:

Tabel 2.7

Suurus	Ühik, ühiku tähis	Tähis, valem
Valgusvoog	Luumen, lm	Φ (suur fii)
Valgustugevus	Kandela, cd	$I = \Phi/\Omega$ (Ω -ruuminurk, sr)
Valgustihedus	Luks, lx	$E = \Phi/A$ (pind, m ²)
Heledus	Kandela pinnäühiku kohta, cd/m ²	$L = I / A$
Valgusviljakus	lm/W	Φ/P (P – võimsus, W)

Valgustihedus (valgustatus) sõltub ruutpöördvõrdeliselt valgusallika kaugusest valgustatavast pinnast: kui tuua lamp kaks korda lähemale, siis suureneb pinna valgustatus neli korda ja vastupidi.

Valgustuse liigid:

- töövalgustus, mis kindlustab nägemistingimused valgustusseadmete normaalse töö korral;
- avariivalgustus töö jätkamiseks ruumides, kus valguse kustumine põhjustaks tulekahju, plahvatusi või häiriks töö tehnoloogilist protsessi;
- avariivalgustus evakuatsiooniks, mis on nõutav tootmisruumides, teatri- ja kinosaalides, lasteaedades, kuue- ja enamkorruseliste elamute trepikodades.

Valgustuse süsteemid:

- üldvalgustus, mis nähakse ette mingi ruumi ühtlaseks valgustamiseks. Kasutatakse peamiselt mittetootmisruumide valgustamiseks;
- kohtvalgustus on mõeldud ainult tööpindade valgustamiseks, kuid alati koos üldvalgustusega vähemalt 10% ulatuses, et pehendada varjude teravust;
- kombineeritud valgustus, kui kasutatakse üld- ja kohtvalgustust üheaegselt.

Hoonete valgustusjuhistikud peavad olema töökindlad, ökonoomsed, tagama pinge stabiilsuse ja nõutava valgustatavuse.

Valgustusjuhistike komponendid (juhtmed, kaablid, haru- ja seadmekarbid, pistikupesad, lülitid, valgustid) peavad olema valitud ja paigaldatud ümbrusoludele vastavalt.

2.5.1. Elektrilambid. Peamisteks tehisvalgusallikateks on hõõg- ja luminofoorlampid lae-, sein-, laua- või põrandavalgustites.

Elektrilambi põhiandmeteks on:

- nimivõimsus, W
- nimipinge, V
- valgusvoog, lm
- valgustihedus, lx
- valgusviljakus, lm/W
- lambi tööaeg, h

Luminofoorlampidel lisaks veel värviedastusindeks (Ra) ja värvustemperatuur (Kelvini skaala järgi).

Hõõglambid on enimkasutatavad valgusallikad. Koosnevad inertgaasiga täidetud klaaskolvist (klaar, matt, piimjas), milles asetseb toestatud volframniit ja keermega (E27, E14) soklist. Valgus kiirgub 1800°C-ni kuumenenud hõõgniidist.

Lampide nimivõimsuste astmik on: 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 300, 500, 1000 W, tööiga kõigub keskmiselt 1000..3000 tunnini, valgusviljakus on 20 lm/W kohta.

Üldiselt pole soovitatav suurtes ja intensiivkasutusega ruumides ette näha hõõglampidega valgusteid, seoses nende suhteliselt suuremate kasutuskulude tõttu.

Halogeenlambid on oma ehituselt hõõglampidega sarnased. Erinevus on selles, et halogeenlambi kolvis olevale inertgaasile on lisatud joodi vm halogeeni, mis ühinedes aurustuva volframiga, vaatamata kõrgele (3000°C) temperatuurile, aeglustab hõõgniidi läbipõlemist.

Tavalise halogeenlambi tööiga on 2000...4000 tundi, valgusviljakus – 30 lm/W, tema valgus on helevälg. On levinud 12 V reflektoriga halogeenlambid ja erineva pikkusega prožektorites kasutatavad ning 220 V töötavad halogeenitorud.

Lähtuvalt tavaliste halogeenlampide suhteliselt väikesest valgusviljakusest ja tööeast, pole otstarbekas kasutada neid ühiskondlike jm suurte ruumide üldvalgustuseks.

General Electric on loonud uue, senistest 50% efektiivsema halogeenlambi. Selle omapära seisneb selles, et kolvi sisepind on kaetud spetsiaalse kattega, mis laseb läbi nähtava valguse, kuid peegeldab tagasi infrapunase kiirguse.

Luminofoorlambid on lahenduslambid, mille kolvis (toru, rõngas) olevate elektroodide vahel toimub gaaslahendus. Tekib ultraviolettkiirgus, mis muutub nähtavaks valguseks tänu kolvi sisepinnal olevale luminofoorkattele. Kasutades erinevaid luminofoorkatteid võib saada mitmesuguse värvusega ja värviedastusega valgust.

Luminofoorlampe iseloomustatakse nende värviedastusindeksi (Ra) ja värvustemperatuuri (°K) järgi.

Värviedastusindeks näitab, kui loomulikud näivad luminofoorlambi valguses olevad värvused. Näiteks, elu- ja tööruumides kasutatavate lampide Ra-indeks peaks olema 80 ja rohkem, laoruumides 50...70 jne. Hõõglambi Ra-indeks on 100.

Luminofoorlambi valguse värvust hinnatakse nn värvustemperatuuriga Kelvini kraadides. Näiteks, valgustemperatuur 2700..3500 °K tähendab sooja kollast ja 4000...6000 °K külma sinakat valgust. Värvustemperatuuri valik sõltub ruumi otstarbest ja selle kasutaja maitsest. Värvustemperatuur 2700°K sarnaneb hõõglambi valgusega.

Luminofoorlampide valgusviljakus on 90 lm/W, tööiga 10000...18000 tundi, seega suhteliselt ökonoomsed ja seetõttu kasutatavad ruumide üldvalgustuseks.

Peale tavaliste, nn “päevavalgustorude” on üha rohkem kasutusel kompaktsid luminofoorlampe ehk kompaktlampe, millede mõõtmed lähenevad tavalisele hõõglambile. Need lambid on soklitega: E27, E14, G23, G13, 2G11.

Kompaktlambid jagunevad tavalisteks kompaktlampideks (valgustis on lamp ja süüteseade eraldi) ja nn säästulampideks (lamp ja süüteseade on kokkuhitatud, seejuures süüteseade võib olla elektrooniline või magnetiline). Elektrooniline säästulamp süttib koheselt lülitamisel ning töötab 10000 tundi.

2.5.2. Valgustid. Lahtine lamp kiirgab valgust igas suunas, pimestab, pole kaitstud puudutamise, niiskuse ja muude ümbrusolude eest.

Valgusti, mis üldjuhul koosneb valgusarmatuurist, ühest või mitmest lambist, on vajalik valgusallika kinnitamiseks ning ühendamiseks toitevõrku, aga samuti valgusvoo suunamiseks ja lampide kaitseks.

Vajadusel paigaldatakse valgustisse peeglid (reflektorid), ekraanid, hajutid (difuusorid), võred (rastrid), samuti optiliste süvenditega kuplid (refraktorid). Kasutusel on peamiselt II ohutusklassi valgustid erinevate kaitseastmetega.

Valgusteid liigitatakse valgusvoo jaotumise järgi:

- otsevalgustid, kui lampide valgusvoost langeb alumisse poolruumi vähemalt 80%;
- võrdvalgustid, kui valgus suundub igale poole võrdselt;
- poolkaudvalgustid, kui väiksem osa (20...40%) valgusvoost suundub alla, ülejäänud peegeldub kaudselt, nt laest;
- otse-ja kaudvalgustid, kui valgusvoog suundub vaid üles ja alla (valgusti keskosa on läbipaistmatu).

Paigaldus- või kasutuskoha järgi liigitatakse valgusteid:

- sisevalgustid kuivadele ja niisketele ruumidele: süvisvalgustid (pinda süvistatavad),
- lampvalgustid, rippvalgustid (armatuurid), lae-, sein-, põranda- või lauavalgustid;
- välisvalgustid: posti-, aia-, pargi-, konsool- ja otsavalgustid (nt posti otsa peal).

Ruumides võivad esineda veel valguslaed, -seinad, -liinid või -ribad, mis koostatud poolläbipaistvast hajutist selle taga olevate valgustite või lampidega.

Valgustite tüüptähistussüsteemid on tootjafirmadel erinevad, kuid üldjuhul tuleks valgustite valikul välja selgitada järgnevad andmed:

- valgusti liik või tüüp (st kas ta on hõõg-, halogeen- või luminofoorlampidega jne);
- paigaldusviis (ripp-, lae- või seinavalgusti);
- kasutusviis ja koht (olme-, elu-, ameti- või eriruumidele, samuti kas kasutamiseks kuivades, märgades ruumides või väljas);
- valgusti nimiaandmed: elektriohutusklass, kaitseaste, nimipinge, nimivõimsus, kuumuskindlus jne.

3. JUHISTIKUD JA JUHISTIKE KAITSE

3.1. Madalpingevõrkude juhistiku süsteemid

Madalpingelisi vahelduvvoolu juhistikusüsteeme eristatakse üksteisest selle järgi, kas juhistik on maandatud või mitte, ja veel selle järgi, kas juhistikuga ühendatavate seadmete pingealtid osad on maandatud kaitsejuhi kaudu toitetrafo üldmaandusega või on need maandatud seadme paigalduskohas, nn kohtmaandusega.

Juhistikusüsteeme tähistatakse vastavate prantsuskeelsete sõnade esitähtedega: **T** (*terre*, 'maa'), **I** (*isole*, 'isoleeritud'), **N** (*neutre*, 'neutraal'), **S** (*separe*, 'eraldatud') ja **C** (*combine*, 'ühitatud').

Juhistikusüsteemide tähistes (TN, TT, IT) tähendab esimene täht:

T – juhistik on toitetrafo neutraalpunkti kaudu järgalt (kohtkindlalt) maandatud;

I – juhistiku kõik tööjuhid on maast isoleeritud.

Teine täht tähistes näitab elektripaigaldiste pingealtiste osade maandamisviisi:

N – seadme kere (kesta) ühendamine kaitsejuhi (PE) kaudu võrgu toitetrafo neutraalpunkti üldmaandusega;

T – seadme kere kohalik maandamine.

Juhistiku tähistes olev kolmas täht tähendab:

S – neutraaljuht (N) ja kaitsejuht (PE) on teineteisest eraldatud ja ühendatakse kokku võrgu toiteallika maanduse juures;

C – kaitse- ja neutraaljuhi ülesandeid täidab kogu võrgu ulatuses ühitatud PEN-juht.

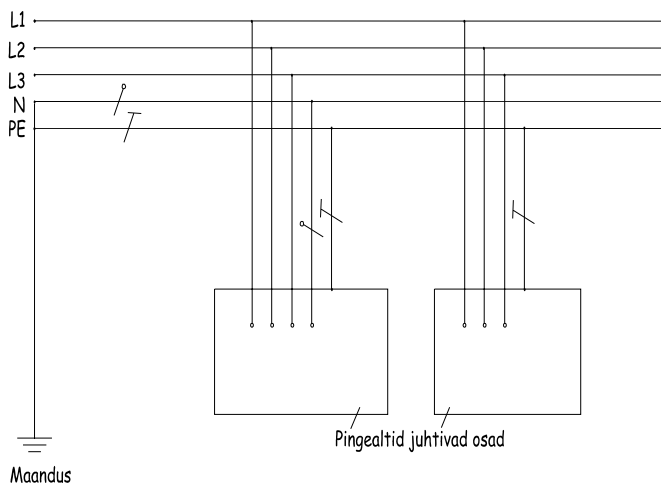
Tuntakse kolme põhimõtteliselt erinevat juhistikusüsteemi: TN-süsteem (vt joon. 3.1; 3.2; 3.3), TT-süsteem (joon. 3.4), IT-süsteem (joon. 3.5).

3.1.1. TN-süsteem. Selle süsteemi juhistikutes ühendatakse I-ohutusklassi seadmete pingealtid osad kaitse- (PE) või PEN- juhiga võrgu toiteallika kohtkindla maandusega.

Juhuslikust isolatsioonirikkest põhjustatud kereühendus kujuneb sel juhul lühiseks, suhteliselt suure lühisvooluga, mis võimaldab kaudpuutekaitsena kasutada liigvoolukaitseseadmeid, s.o sulavkaitsmeid või kaitselüliteid. Kaitsmete rakendusvool ja -aeg valitakse sellised, et toide kiiresti välja lülituks.

TN- süsteemi juhistikud jagunevad:

- **TN-S-süsteemi juhistik**



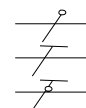
Joonis 3.1. TN-S-süsteemi juhistiku põhimõttelised lülitused maandatud neutraaliga.

Tingmärgid:

Neutraaljuht (N)

Kaitsejuht (PE)

Ühitatud neutraal- ja kaitsejuht (PEN)



TN-S-süsteemi juhistiku olemuslikud tunnused on:

- võrku toitva trafo neutraalpunkt on jäigalt maandatud,
- elektriseadme pingealtid osad on selle maandusega kaitsejuhi kaudu ühendatud,
- kaitsejuht ja neutraaljuht on kogu võrgu ulatuses teineteisest eraldatud.

Et kaitseseade väiketakistuslikul ühefaasilisel lühisel (faasi- ja kaitsejuhi või faasijuhi ja pingealti juhtiva osa vahel) kindlalt rakenduks, peab olema täidetud tingimus:

$$Z_s \times I_a \leq U_o, \text{ kus}$$

Z_s – rikkesilmuse takistus Ω -des,

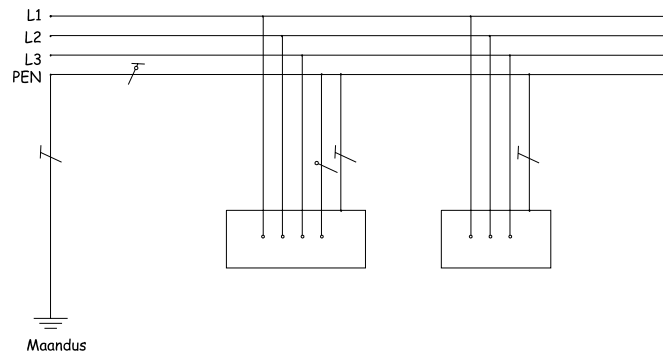
I_a – tingrakendusvool A-tes, mille korral kaitseseade lubatava aja jooksul kindlalt rakendub,

U_o – nimipinge maa suhtes V-des.

TN-S-süsteemi juhistikke kasutatakse uusehitistes, samuti vanade ehitiste elektrijuhistike renoveerimisel, kui kõige universaalsemat ja töökindlamat. Saab kasutada rikkevoolukaitselüliteid.

• TN-C-süsteemi juhistik

Joonis 3.2. TN-C-süsteemi juhistiku põhimõttelised lülitused



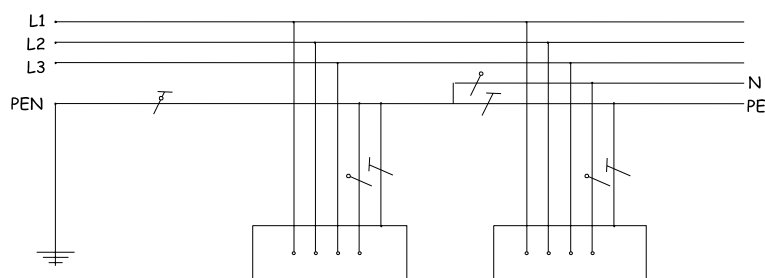
TN-C-süsteemi juhistiku olemuslikud tunnused on:

- trafo neutraalpunkt on jäigalt maandatud.
- elektriseadmete pingealtid osad on ühitatud kaitse- ja neutraaljuhi (PEN-juhi) ning trafo neutraalpunkti kaudu maandatud,
- kaitsejuht ja neutraaljuht on ühitatud kogu võrgu ulatuses.

Endise N Liidu pärandina on Eestis seni levinum elamute elektrivõrkudes kasutatud süsteem. Eeldab 0-ohutusklassi elektritarviteid. Puutepingekaitse on võimalik liigvoolukaitseseadmetega. Ei saa kasutada rikkevoolukaitselüliteid, sest need rakenduksid juba normaaltalitusel.

• TN-C-S-süsteemi juhistik,

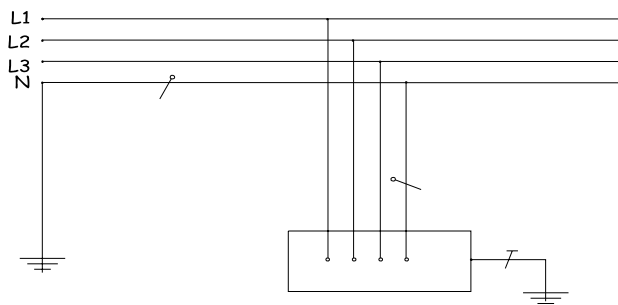
Joonis 3.3. TN-C-S-süsteemi juhistiku põhimõttelised lülitused.



TN-C-S-süsteemi tunnused:

- trafo neutraalpunkt on jäigalt maandatud,
- elektriseadmete pingealdiste osade ühendamine selle maandusega tehakse toiteallikale lähemas võrguosas PEN-juhiga, kaugemas osas eraldi kaitsejuhiga.

3.1.2. TT-süsteemi juhistik.



Joonis 3.4. TT-süsteemi juhistike põhimõtteline skeem.

TT-süsteemi juhistiku tunnused:

- võrku toitva trafo neutraalpunkt on jäigalt maandatud,
- elektriseadmete pingeltid osad on maandatud kohapealse omaette kaitsejuhiga.

Antud süsteemi juhistikud on kasutusel peamiselt tööstuses. Kaitseviisideks on nii liigvoolu- kui rikkevoolukaitse.

Puutepinge piiramiseks peab mõlema kaitseviisi korral olema täidetud nõue:

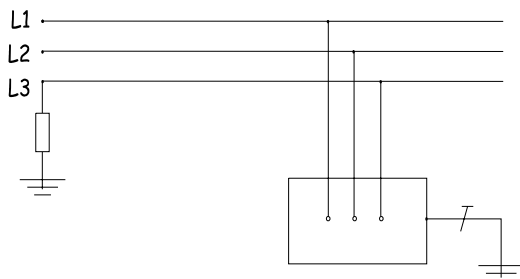
$$R_a \times I_a \leq U_L, \text{ kus}$$

R_a – maandustakistus (Ω),

I_a – kaitseseadme tingrakendusvool (A),

U_L – enimalt lubatav puutepinge, harilikult 50 ja 25 V.

3.1.3. IT- süsteemi juhistik.



Joonis 3.5. IT-süsteemi juhistike skeem

IT-süsteemi juhistiku tunnused on:

- võrgu tööjuhid on kas kõik maast isoleeritud või läbi takistuse faasijuhiga maandatud (vt joon. 3.5),
- elektriseadmete pingeltid osad on maandatud kohapeal omaette kaitsejuhiga.

Hoonete uutes elektripaigaldistes IT-süsteemi ei kasutata. Mõnedes Tallinna Vanalinna vanemates paigaldistes on see veel kasutusel.

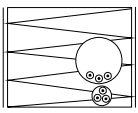
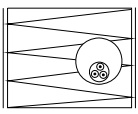
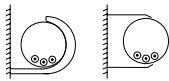
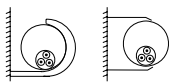

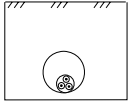
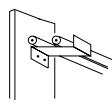
3.2. Juhtmete ja kaablite tüüppaigaldused

Juhtide liigkuumenemise vältimiseks tuleb peale liigkoormuskaitse paigaldada nad sellisel viisil, mis võimaldaks juhilt eralduva soojuse hajumist.

Selleks näeb eeskiri EEI 3-5 ette juhtmete ja kaablite tüüppaigaldused ning tüüpsetele taandatavad paigaldused (vt tabel 3.1).

Juhtmete ja kaablite tüüpaigaldused :

Tabel 3.1

Tähis	Põhimõtteline eskiis	Kirjeldused
1	2	3
A1		A1 – isoleerjuhtmed soojusisoleerseinas on torus või mitmesooneline kaabel isoleerseinas
A2		A2 – mitmesooneline kaabel soojusisoleerseinas, torus. Sein: ilmakindel väliskihit, soojusisolatsioon, puitlaast või kipsplaat sisekihist, mille $k \geq 10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Soojus kandub seinast läbi sisekihi
B1		B1 – isoleerjuhtmed puit- või kiviseinal, või 0,3 d kaugusel seinast, on torus
B2		B2 – mitmesooneline kaabel puit- või kiviseinal, või 0,3 d kaugusel seinast paiknevas torus. Ka ehitise õõntes, ripplaes
C		C – ühe- või mitmesooneline kaabel puitseinal või kuni 0,3 d kaugusel seinast, sama kivist seinal või laepinnal
D		D – mitmesooneline kaabel pinnases paiknevas torus
E		E – mitmesooneline kaabel vabas õhus

3.3. Juhistike kaitseadmete valik ja juhi ristlõike määramine

Madalpinge kaitseade peab kindlalt rakenduma ühefaasilise lühise korral kaitstava ahela lõpus. Selleks tuleb igas faasijuhis ette näha kaitseeadis. Täiendav kaitseeadis võib paikneda ka üksnes kahes faasijuhis või neutraaljuhisis.

Kaitseadme ja juhi ristlõike valikul määratakse esmalt ja võetakse arvesse alljärgnevad tegurid ning andmed:

- ahela koormusvool,
- kaitseadme tundlikus lühisele,
- juhile kestvalt lubatav vool,
- kaitsete selektiivsus,
- pingekaod,
- toidetava elektrimootori käivitusvool (mootorite olemasolul).

3.3.1. Vooluahela koormusvool. Peakaitsme valikul määratakse esmalt hoone tarbimisvõimsus (P_a) ja selle järgi peakaitsme koormusvool (I):

$$P_a = p \times A + P_o \text{ (selgitused vt ptk 4.4.2)}$$

$$I = P_a / U \text{ (üksnes valgustus ja kuumutusseadmete kasutamisel),}$$

$$I_1 = P_a / U \cos \varphi \text{ (väiksemate, 1-faas. el. mootorite ja trafode olemasolul),}$$

$$I_3 = P_a / 1,73 U \cos \varphi \text{ (kolmefaasiliste tarvitite korral).}$$

Rühmaliinide kaitseeadme valikul, analoogselt eelnevaga, määrata selle rühmaliiniga toidetavate tarvitite koguvõimsus ja selle järgi rühmaliini ja tema kaitseeadme koormusvool.

Näiteks, elektripliidi nimivõimsuse $P_n = 3,5 \text{ kW}$ korral on tema toiteahela ja selle kaitseeadme koormusvool: $I = P / U = 3500 : 220 = 15,9 \text{ A}$. Kaitseeadme nimivool oleks 16 A .

3.3.2. Kaitseeadme piisav tundlikkus. Kaitseüliti vabastite seadesuurused valitakse esmalt tema tunnusjoonte (B või C) järgi (vt joon. 1.10). Valitud seadesuurusi kontrollitakse ja sulavkaitsmete rakendusandmed valitakse tabeli 3.2 järgi.

Kaitseeadmete automaatse väljalülitumise tagamiseks (lühisel) vajalikud rakendusvoolu (I_a) vähimalt ja sellele vastava rikkesilmuse takistuse (Z_s) enamalt lubatavad väärtused nimipingel $U_o = 230 \text{ V}$:

Tabel 3.2

Kaitse- eadme nimivool	B-tüüpi liinikaitse- üliti		gL- tüüpi sulavkaitsmed			
			0,4 s		5 s	
I_n A	I_a A	Z_s Ω	I_a A	Z_s Ω	I_a A	Z_s Ω
6	30	7,6	60	3,8	28	8,2
10	50	4,6	100	2,3	47	4,9
16	80	2,9	148	1,6	72	3,2
20	100	2,3	191	1,2	88	2,6
25	125	1,8	270	0,9	120	1,9
32	160	1,4	332	0,7	156	1,5
35	175	1,3	367	0,6	173	1,3
40	200	1,2	410	0,6	200	1,2
50	250	0,9	578	0,4	260	0,9
63	315	0,7	750	0,3	351	0,7

3.3.3. Kaitseeadme ja juhistiku sobitamine. Kaitseeadme nimivool (I_n) ei tohi olla suurem kui juhistikule kestvalt lubatav vool (I_z), st $I_n \leq I_z$.

Selle nõude täitmine peab tagama juhistike liigkuumenemise kaitse ja vältima nende ülekuumenemist. Eeldatakse, et juhistik ei ole pikaajaliselt ülekoormatud kaitseüliti termovabasti rakendusvooluga $I_a \leq 1,45 I_n$.

Juhtidele kestvalt lubatav vool oleneb juhi ristlõikest ja tema isolatsioonimaterjalist (vt tabel 3.3).

Vaskjuhiga ja PVC-isolatsiooniga juhtmetele ja kaablitele kestvalt lubatavad voolud (I_z) ümbrustemperatuuril 25°C:

Tabel 3.3

Tüüppaigaldus	A		B1		B2		C		E	
Koormatud soonte arv	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nimiristlõige, mm ²	Juhile kestvalt lubatavad voolud I_z A									
1,5	19	15	19	18	19	15	24	19	24	24
2,5	24	19	30	24	24	22	30	24	30	30
4	30	24	38	30	30	26	42	38	42	42
6	42	38	48	42	42	38	48	42	60	60
10	48	42	60	54	60	56	75	70	75	75
16	75	60	96	75	75	70	96	90	96	96
25		75		96		96		120		120
35		96		120		120		150		150
50		150		192						
70		150		192						

Teades vooluahela koormusvoolu (tegelikku töövoolu), tüüppaigaldust ja pingesüsteemi (3- või 5-sooneline kaabel), valitakse tabelist 3.3 lähim juhile lubatav vool (I_z) ja selle järgi samast tabelist juhi ristlõige. Valinud tabelist 3.3 juhi ristlõike, määratakse tabeli 3.4 andmetel kaitseadmete nimivoolud (arvestades juhistiku tüüppaigaldust ja pingesüsteemi).

gL-tüüpi sulavkaitsmete ja B- või C-tunnusjoontega kaitaselülite nimivoolude valik PVC-isolatsiooniga vaskjuhtide nimiristlõike järgi ümbrustemperatuuril 25°C:

Tabel 3.4

Tüüppaigaldus	A		B1		B2		C		E	
Koormatud soonte arv	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nimiristlõige mm ²	Kaitseadme nimivool I_n A									
1,5	16	^{10/13}	16	16	16	^{10/13}	20	16	20	16
2,5	12	16	25	20	20	20	25	25	25	25
4	25	25	^{25/32}	25	25	25	32	32	32	32
6	32	25	^{35/40}	32	32	35	35	^{35/40}	50	40
10	40	40	50	50	50	50	63	63	63	63
16	63	50	80	63	63	63	80	80	80	80
25		63		80		80		100		100
35		80		100		125		125		125
50		125		160						
70		125		160						

© Märkus: kui tabelis 3.4 sulavkaitsme ja kaitaselüliti standardnimivoolud teineteisest erinevad, on lugejas antud sulavkaitsme ja nimetajas kaitaselüliti nimivool.

Teades kaitseadme nimivoolu (I_n) saab määrata, näiteks, B-tüüpi kaitaselüliti termovabasti rakendusvoolu $I_a \geq 1,45 I_n$ või magnetvabasti rakendusvoolu $I_a = 5 I_n$ ja hoidevoolu $I_h = 3 I_n$ (vt tabel 1.5).

Sulavkaitsme sulari rakendusvool 0,4 s korral $I_a = 10 I_n$, 5s korral $I_a = 5 I_n$.

3.3.4. Kaitseadmete selektiivsus. Kaitseadmete selektiivsuse ligikaudsel määramisel piisab, kui üksteisele järgnevate kaitsmete erinevus on üks kuni kaks astet. Täpsema määramise saab teha tabeli 3.5 abil.

Selektiivsusastmed:

Tabel 3.5

Toitepoolne	Tarvitipoolne		
	Sular	Termovabasti	Magnetvabasti
Sular	2	4	0
Termovabasti	0	2	0
Magnetvabasti	4	7	1
Näiteks, sättevoolude järgi A :			
Sular 120	80	50	120
Termovabasti 120	120	80	120
Magnetvabasti 150	63	35	120

☺ Märkus: arv "0" tabelis tähendab, et sama mis toitepoolsel sularil või termovabastil.

Sättevoolude standardjadad:

- sularail: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 120, 150, 200 A,
- termovabasteil: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 120, 150, 200 A
- magnetvabasteil: 30, 50, 63, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 A.

3.3.5. Pingekao kontroll. EEI 3 jaotise 520 järgi ei tohi maja liitumispunktist elektritarvitini tekkinud pingekadu juhistikus ületada kokku 4% ($\Delta U \leq 4\%$), sealjuures on soovitatav, et see oleks peajuhistikus 0,5 kuni 1% ning arvestist tarvitini 2 kuni 3%.

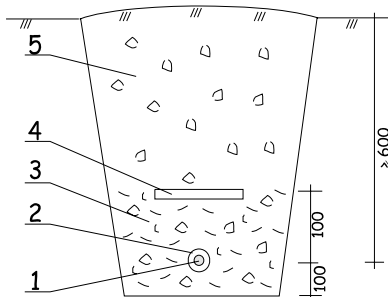
Vaskjuhtidega jaotusjuhistike enamalt lubatavad pikkused (m) lubatava pingekao (ΔU) järgi:

Tabel 3.6

Juhi ristlõiked, mm ²	Kaitseadme nimivool, A	Juhtide enamalt lubatavad pikkused, m	
		$\Delta U \leq 2\%$	$\Delta U \leq 3\%$
1,5	10	39	58
1,5	13	30	45
1,5	16	24	36
2,5	16	40	61
2,5	20	32	49
2,5	25	26	39
4	20	52	78
4	25	41	62
4	32	32	48
4	35	30	44
6	25	62	93
6	32	48	73

3.4. Sisestus-, pea- ja jaotusjuhistikud

3.4.1. Majasisestusjuhistik. Elekter tuakse majja, kas maakaabliga (vt joon. 3.6), õhuliinisestusega või õhuliinilt maasisestuskaabliga (vt joon. 3.7).

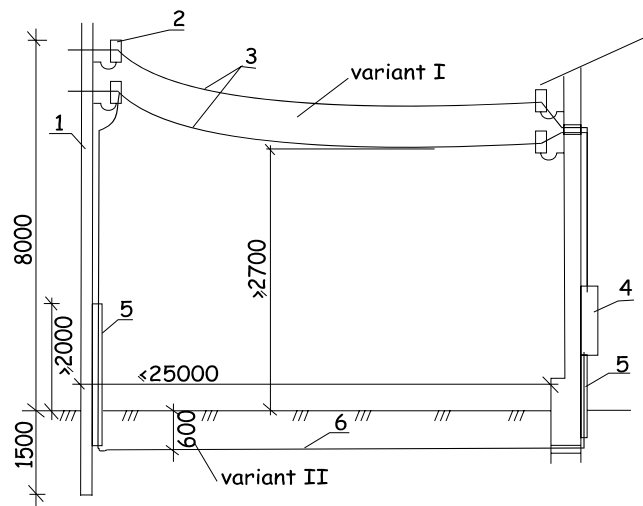


Joonis 3.6. Maakaabli paiknemine pinnases:

1 – maakaabel; 2 – kaitsetoru (teede alt läbiviigid, pinnasest väljumiskohad); 3 – liiv või sõelutud pinnas; 4 – punane tellis või polümeerlint (võimalike kaevamiste kohtades); 5 – tagasitäite pinnas.

Joonis 3.7. Elektrienergia toomine väikemajja õhuliini-sisestusega (variant I) või õhuliinipostilt maasisestus-kaabliga (variant II):

1 – männipost \varnothing 150 mm; 2 – isolaatorid portselanist (klaasist) teraskonksudel: \varnothing 16, 18, 20 mm; 3 – alumiiniumjuhtmed 25 mm², vaskjuhtmed 16 mm² või vaskaabliga; 4 – majasisestuskilp; 5 – kaitsetoru; 6 – maakaabelsisestus (variant II).



Korrushoonetes on soovitatav ette näha nn majasisestusruum, kus paikneksid hoone kõik sisestused:

- tugevvoolu majasisestuskapp või peakilp (teiste sisestuste suhtes vastasseinas),
- keskkütte-, gaasi-, külma- ja soojaveesisestused,
- kanalisatsiooniväljund jne.

Toiteliinide läbiviigid vundamendis tehakse kaitsetorudes ja tihendatakse niiskuskindlalt.

3.4.2. Peajuhistiku ehitus. Peajuhistikku (vt joon. 2.2) kuuluvad alates hoone liitumispunktist (majasisestuskapi tarbijapoolsetest klemmidest):

- peajaotuskeskus (sisestuskilp),
- pealiin (püstik),
- korruse arvestikilbid või jaotuskeskused,
- arvesti sisendusühendused.

Peajuhistik paigaldatakse tavapäraselt trepikotta (korrushoonetes), kas šahti, torusse, kaablikanalisse (vähemalt 60 x 60 mm) või süvistatud seinas, kuid mitte betoonseinas. Keldris võivad kaablid kulgeda ka pinnapealselt.

Korrushoonete peajuhistik on kolmefaasiline. Ka väikemajades on see soovitatav, et vajadusel ühefaasilised arvestid asendada kalmefaasilistega.

Kolmefaasilises juhistikus (pingesüsteem 230/400 V) on otstarbekas (vt ptk 3.1.2) kasutada viiejuhulist TN-S-süsteemi, sest see võimaldab kogu hoone ulatuses luua potentsiaaliühtlustusvõrgu, mida tugevvooluseadmed ei mõjuta, ning kasutada liigvoolu kaitseks rikkevoolukaitsetüliliteid.

Peajuhistiku valikul lähtuda:

- arvutuslikust võimsusest (koormusvoolust),
- juhtide lubatavast kuumenemisest, st arvestada tüüppaigaldusviisiga (vt ptk 3.2),
- lubatavast pingekaost (vt ptk 3.3.6),
- kaitsmete nõutavast selektiivsusest (vt ptk 3.3.5),
- juhtide ja kaitsmete ette nähtud lühisekindlusest (25 kA).

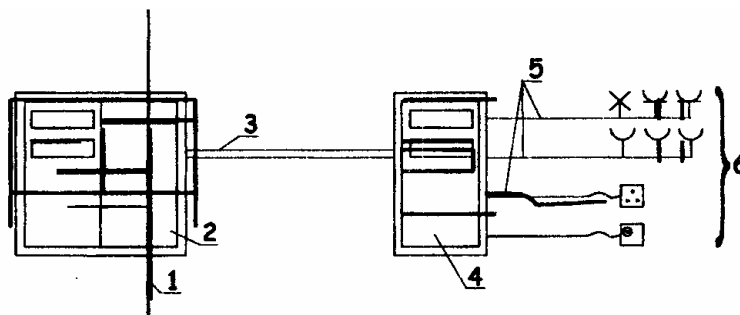
Et tagada selektiivsus korteri tarviliini ja korruse jaotusliini kaitseseadmete suhtes, tuleb pealiini kaitseseadme nimivool valida vastavalt korterite arvule elamus, samuti pealiini vaskjuhtide ristlõige peab vältima nende ülekuumenemise ning ülenormatiivse pingekao (vt tabel 3.7):

Elamute peakaitsete nimivoolud, pealiini vaskjuhtide nimiristlõiked ja suurimad lubatavad pikkused :

Tabel 3.7

Tüüppaigaldused:		A1 ja A2		B1 ja B2		C ja E	
Korterite arv elamus	Peakaitse nimivool, A	Nimiristlõige, mm ²	Pikkus pingekaol 0,5%	Nimiristlõige, mm ²	Pikkus pingekaol 0,5%	Nimiristlõige, mm ²	Pikkus pingekaol 0,5%
1...5	63	25	25,7	16	16,4	10	10,3
6...10	80	30	28,3	25	20,2	16	12,9
11...19	100	50	32,3	35	22,6	25	16,2
20...37	125	70	36,2	50	25,9	35	18,1
39...60	160	95	38,4	70	28,3	50	20,2

3.4.3. Jaotusjuhistik ja tarviliinid. Jaotusjuhistik (vt joon. 3.8) ühendab korruse arvestikilbi või jaotuskeskuse korteri jaotuskeskusega, tarviliinid ühendavad elektritarvitid (ka pistikupesad) korteri jaotuskeskusega.



Joonis 3.8. Jaotusjuhistiku ja tarviliinide põhimõtteline skeem: 1 – pealiin (püstik), 2 – korruse jaotuskeskus (või arvestikilp), 3 – jaotusjuhistik, 4 – korteri jaotuskeskus, 5 – tarviliinid (rühmaliinid), 6 – tarvitid.

Jaotusjuhistiku ja tarviliinide vaskjuhtide ristlõiked valitakse analoogselt pealiini juhistikuga, arvestades samuti tarbimisvõimsust (st koormusvoolu), pingekadu ja kaitseseadmete vastavust juhtmetele kestvalt lubatud voolule.

Orienteeruvalt võib ligikaudu korterite (ka väikemajade) jaotusjuhistikud valida kolmefaasilised, juhi ristlõikega 4...6 mm² ning kaitseseadmed nimivooluga 25...40 A (täpsemalt vt tabel 3.4).

Korterite tarviliinid valitakse reeglina ühefaasilised (kolmefaasilise tarviti korral ka kolmefaasilised), millede vaskjuhtide ristlõige on 1,5 või 2,5 mm² ja kaitseseadmete nimivool 10...25 A.

4. ELEKTRIPAIGALDISTE PROJEKTEERIMINE

4.1. Projekteerimise alused ja liitumise kord

4.1.1. Projekteerimise alused. Ehitise elektripaigaldiste projekteerimisel, ehitamisel ja käitamisel tuleb eelkõige kindlustada kahe võimaliku põhiohu – elektrilöögi ja liigkuumenemise – vältimine.

Projekteerimise lähtealusteks on:

- tellija soovitud elektrisisustustase (vt ptk 4.2 ja 4.3),
- elektrienergiat tarniva ettevõtte (elektrivõrguettevõtte) poolt väljaantavad elektrivarustuse tehnilised tingimused,
- hoone arhitektuuriline ja ehituskonstruksiooniline projekt,
- vastavad Eestis kehtivad eeskirjad, standardid ja nõuded, sh 1994. a väljaantud eeskirjad: EEI 1 “Elektritööd ja nende järelvalve”, EEI 2 “Elektriseadmete valmistamine ja tarnimine”, EEI 3 “Ehitiste madalpinge-elektripaigaldised”,
- EPN 10 “Ehitiste tuleohutus”, samuti muudes elektripaigaldistega seotud üldehitusele, sisekujundusele, ventilatsioonile, andme- ja sisedeadmetele jne kehtestatud nõuded ning tingimused,
- hea projekteerimistava, mis arvestab tellija huve ja mugavust (vt ka EETEL eetikareeglid).

Projekteerimisjärgud on:

- pakkumisjoonised, mis annavad põhimõttelised lahendused, et määrata töömahte ja elektripaigaldiste ligikaudset maksumust pakkumisetapil,
- lõplik projekt, tööjooniste ja spetsifikatsioonidega, paigaldustööde läbiviimiseks.

Üldjuhul kuuluvad elektripaigaldiste tööprojekti koosseisu:

- elektrivarustuse välisvõrkude plaan ja hoone sisestus,
- hoone elektripaigaldiste plaanid, jaotuskeskuste, tarvitite ning seadmete paiknemisega,
- jaotuskeskuste, rühmaliinide ja vooluahelate skeemid,
- potentsiaaliühtlusti ja maandusseadmete skeemid,
- spetsifikatsioonid andmetega juhustike paigalduskomponentide tellimiseks,
- juhised elektripaigaldiste kasutuselevõtu kontrolli läbiviimiseks.

4.1.2. Liitumise kord. Elektrienergia tarbimiseks on Eesti Vabariigi Valitsuse 17. märtsi 1998. a määrusega kehtestatud kindel elektrivõrguga liitumise kord, mis seisneb järgnevas:

- avalduse esitamine elektrivõrguettevõttele, milles näidatakse vajalikud andmed: tarbimisvõimsus (peakaitsme suurus), pingesüsteem (230/400 V), tarbimiskord, liitumisühenduse liik (maakaabel- või õhusisestus), elektrienergia mõõtesüsteem (ühe- või mitmetariifne);
- liitumislepingu sõlmimine, mis on ostu-müügilepingu aluseks tarbija ja võrguettevõtte vahel. Liitumislepingus lepivad osapooled kokku elektrivõrguga liitumise tähtajas, liitumistasu suuruses ja selle tasumise korras.

Elektrivõrguettevõtja väljastab taotlejale tehnilised eeltingimused 30 kalendripäeva jooksul alates avalduse saamise päevast;

- elektrivarustuse projekti koostamine tegevuslitsentsi omava projekteerimisfirma poolt, võrguettevõtte tehniliste tingimuste alusel. Projekt sisaldab vajalikud tehnilised lahendused (joonised, skeemid), kooskõlastused ja elektrimaterjalide ning seadmete spetsifikatsioonid;
- liitumisühenduse ja elektripaigaldiste väljaehitamine vastavalt projektile ning liitumise akti vormistamine (lisatakse liitumislepingule).

4.2. Korterite elektrisisustustasemed

Saksamaa Liitvabariigi projekteerimisnormide miinimumnõuetele vastav korterelamu elektrisisustustase on ära toodud alljärgnevatel tabelites. Valgustuspunktiks loetakse kohtvalgustit ja pistikupesat.

Korterite valgustuspunkte toitvate vooluahelate orienteeruvad arvud:

Tabel 4.1.

Elamispind, m ²	Vooluahelad
kuni 50	2
51...75	3
76...100	4
101...125	5
üle 125	6

Korteri pistikupesade, juhtmeväljundite ja ühenduskarpide arv:

Tabel 4.2.

Ruum	Elektritarvitid	Pistiku- pesi	Juhtme- väljun- deid	Üle 2 kW seadm. ühendus- karpe
elu- või magamis- tuba	pistikupesad, valgustid:			
	ruumi pind kuni 8 m ²	2	1	
	8...12 m ²	3	1	
	12...20 m ²	4	1	
	üle 20 m ²	5	2	
köök või keedunurk	pistikupesad, valgustid:			
	-köök	5	2	
	-keedunurk	3	2	
	ventilaator, auru väljatõmme		1	
	elektripliit			1
	külmik	1		
	nõudepesumasin			1
	veesoojendi			1
vannituba	pistikupesad, valgustid:	2	2 ¹	
	ventilaator		1	
	kütteseade	1		
	veesoojendi			1
tualett- ruum	pistikupesad, valgustid	1 ²	1	
	ventilaator		1	
esik	pistikupesad, valgustid:			
	esiku pikkuse iga 2,5 m kohta	1	1	
majapida- misruum	pistikupesad, valgustid	3	1	
	ventilaator		1	
	pesumasin			1
	pesukuivati			1
	triikimiseade			1
rõdu	pistikupesad, valgustid	1	1	
hoiuruum	valgustid		1	
harrastus- ruum	pistikupesad, valgustid	3	1	
© Märkused: 1 – vannitubades pinnaga kuni 4 m ² piisab ühest väljundist valamu kohal 2 – kui tualettruum on varustatud valamuga (kätekuivatile).				

4.3. Pereelamu valgustuspunktid ja ruumide valgustiheduse normid

4.3.1. Valgustuspunktid (näide)

Õuevalgustus

Valgustid:

- majanumbrivalgusti hämaruslülitiga,
- majavalgusti lähenemislülitiga,
- sõidu- ja jalgteede valgustid tava- või lähenemislülitiga.

Pistikupesad:

- terrassil,
- õuealal iga 30 m tagant aiatööriistade jne lülitamiseks,
- autokuuri juures talvel mootori soojendamiseks,
- koerakuudi juures küttekile lülitamiseks talvel.

Tuulekoda

Valgustid:

- laes või seinal lähenemislülitiga,
- välisvalgustite lülitid.

Pistikupesad:

- vastavalt vajadusele.

Esik

Valgustid:

- üldvalgusti laes või seinal, lähenemislülitiga.

Pistikupesad:

- seina allpool tolmuimeja lülitamiseks.

Köök

Valgustid:

- üldvalgusti laes, tavalülitiga,
- kohtvalgustid töölaudade kohal või ääres, tavalülitusega.

Pistikupesad:

- elektripliidile, külmkapile, nõudepesumasinale, ventilaatorile, mikrolaineahjule, kohvikeetjale jne.

Elutuba

Valgustid:

- laevalgustuspunktid (üks või mitu), tavalülitiga,
- seinavalgustuspunktid (üks või mitu), tavalülitiga.

Pistikupesad:

- seinte kesk- ja allosas (vt jn. 4.3 ja 4.4) piisaval arvul, lülitamaks telerit, raadiot, põranda- ja laualampe, tolmuimejat, triikrauda, arvutit jms.

Magamistuba

Valgustid:

- üldvalgusti laes hämaruslülitiga,

- seinavalgustid voodi kohal, pööratavad, tavalülitiga.

Pistikupesad:

- seina allpool tolmuimeja lülitamiseks,
- vastavalt vajadusele olmeelektronika lülitamiseks.

Vannituba

Valgustid:

- üldvalgusti laes või seinal, niiskuskindel, hõõglambiga, niiskuskindla lülitiga ruumis või tavalülitiga väljaspool vannituba,
- peeglivalgustid hõõglambiga ja niiskuskindla lülitiga.

Pistikupesad:

- peegialune pistikupesa kaitseväikepingetrafoa pardli lülitamiseks,
- pistikupesa rikkevoolukaitselülitiga.

WC

Valgustid:

- üldvalgusti laes või seinal tavalülitiga väljaspool ruumi,

Pistikupesad:

- pistikupesa rikkevoolukaitselülitiga kätekuivatile, kui WC on varustatud valamuga,
- pistikupesa, kui WCs on ventilaator.

Sauna pesuruum

Valgustid:

- üldvalgusti laes või seinal, pritsmekindla lülitiga väljaspool ruumi,

Pistikupesad:

- pesumasinale, pritsmekindel, rikkevoolukaitselülitiga,
- peegialune kaitseväikepingetrafoa pardli vms lülitamiseks.

Sauna leiliruum

Valgustid:

- üldvalgusti hõõglambiga laes või seinal (uputatud), niiskus- ja pritsmekindla lülitiga väljaspool ruumi.

Pistikupesad:

- elektrikerise ühenduskarp rikkevoolukaitselülitiga.

Rõdu

Valgustid:

- üldvalgusti seinal, niiskuskindel, niiskuskindla lülitiga väljas või tavalülitiga soojas ruumis.

Pistikupesad:

- seinal, pritsmekindel, rikkevoolukaitselülitiga.

4.3.2. Ruumide valgustustiheduse normid. Tuletame meelde, et valgustustiheduse, ehk pinna valgustatuse mõiste aluseks on valgustatavale pinnale langev valgusvoog. Valgustustihedust mõõdetakse luksmeetriga ja luksides. 1 luks (lx) on selline valgustustihedus, mille korral pinna igale ruutmeetrile langeb 1 luumeni suurune valgusvoog.

Mõned näited: 1,3 m kauguselt 100 W hõõglambiga valgustatud pinna valgustatavus on 100 lx, suvises päikesepaistes on raamatulehel valgustustihedus 100000 lx, öisel kuuvalgusel on maapinnal valgustustihedus 0,2 lx.

Ruumide valgustustiheduse orienteeruvad normid (lx):

Tabel 4.3

Valgustatav pind	Hõõg-lampidega	Luminofoor-lampidega
Elutoa- ja köögi üldvalgustus laua kõrgusel (0,8 m põrandast)	100	200
Kirja-, õmblus- või näputöö laua kõrgusel	300	500
Köögi töölaual	200	400
Vannitoa põrandal	20	50
Vannitoas peegli juures	50	100
Lugemisel, joonestamisel	500	1000
Treppidel	50	100
Laoruumide põrandal	10	20
Kuurides, hoidlates	10	20
Lautade, tallide põrandal	30	75
Loomasööda ettevalmistuskohal	150	200

Et valida valgustit, on vaja määrata nõutud üldvalgustustiheduseks vajalik lampide arv. Üldvalgustustihedus leitakse erivõimsuse meetodil. Erivõimsus näitab, mitu vatti lambi võimsusest vajatakse ruumi põrandapinna iga ruutmeetri kohta, et saada nõutav valgustustihedus. Erivõimsused antakse vastavate käsiraamatute graafikutes või tabelites.

Näiteks, 3 m kõrguse ja 30 m² põrandapinnaga ruumis vajatakse hõõglampide üldvalgustustihedust 50 lx. Käsiraamatu vastavas graafikus antakse sellise ruumi valgustustiheduse erivõimsuseks 10 W/m². Seega peab antud ruumi üldvalgustuse hõõglampide koguvõimsus olema 10 x 30 = 300 W ja valgusti võiks olla viie 60 W lambiga.

4.4. Eluhoonete paigaldus- ja tarbimisvõimsuste määramine

Elamu elektripaigaldiste projekteerimisel peab teadma elektritarvite ja seadmete summaarset võimsust ehk paigaldusvõimsust, ja elektrivõrgust tegelikult võetavat nn tarbimisvõimsust, mis arvestab, et kõik seadmed ei ole korraga sisse lülitatud.

4.4.1. Paigaldusvõimsuse (P,kW) määramine. Paigaldusvõimsus (installeeritud võimsus) iseloomustab elektritarbimise võimalust mitmesugusteks kodutoiminguteks. Järgnevalt on toodud korteri või pereelamu paigaldusvõimsuse arvutusnäide.

Toiduvalmistamine:

- elektripliit	10,5
- grillahi	2,0
- fritter	2,0
- mikrolaineahi	1,5
- veekeetja	2,0
- külmik	0,2
- sügavkülmik	0,3

- valgustus, väikeseadmed	3,5
kokku:	22,0

Ühisruumid:

- elutoa, harrastus-, mängu jms ruumide väikeseadmed (raadio, teler, video- ja heliseadmed, koduarvutid	3,0
--	-----

Nõudepesu:

- nõudepesumasin 3,5

Pesuhooldus:

pesumasin 3,5

pesukuivati 3,5

triikimisseade 2,0

triikraud, õmblusmasin,

valgustus 3,0

kokku: 12,0

Individuaalruumid:- vanemate-, laste- ja külaliste
magamistubade väikeseadmed
ning valgustus 3,0Kehahooldus ja tervishoid:- elektriseadmed juuste ja keha hooldamiseks,
massaaži- ja kiiritusseadmed, nende juurde
kuuluv valgustus 2,0Kokkuvõte:

Tavalise keskmise suurusega korteri kõigi elektritarvitite summaarne paigaldusvõimsus (kW) on järgmine:

- toidutegemine	22,0
- nõudepesu	3,5
- pesuhooldus	12,0
- kehahooldus, tervishoid	2,0
- ühisruumid	3,0
- individuaalruumid	3,0
kokku: 45,5	

Arvestades perspektiivi võib võtta korteri paigaldusvõimsuseks 50 kW.

4.4.2. Tarbimisvõimsuse (Pa,kW) määramine. Juhendi EEI J2 "Eluhoonete arvutusliku võimsuse määramine" järgi arvutatakse korterite ja elamute tarbimisvõimsus (Pa) valemiga:

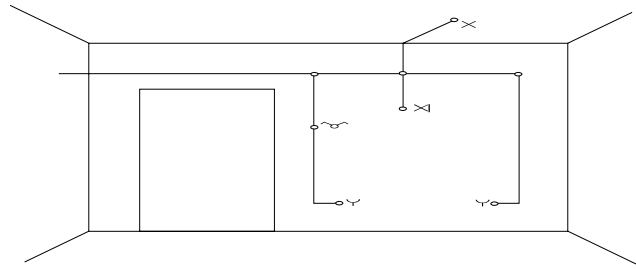
$$P_a = pA + P_o, \text{ kus}$$

A – korteri või hoone kasulik pind m²,p – elektrifitseerimise taset iseloomustav erivõimsus kW/m²,P_o – hoone liiki iseloomustav pindalast sõltumatu võimsus kW.Eluhoonete tarbimisvõimsuse määramise tegurite **p** ja **P_o** väärtused:**Tabel 4.4.**

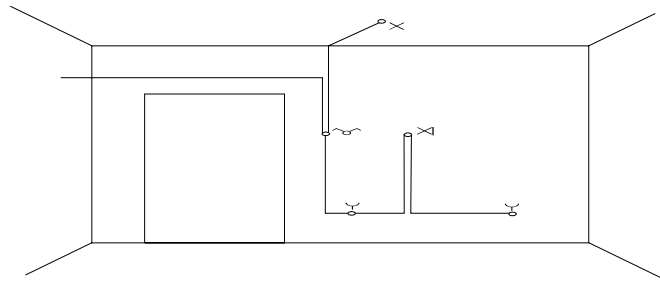
Hoone liik	Pliidi liik ja elektrikütte kasutamine	A ≤ 1500 m ²	
		P, kW/m ²	P _o , kW
Korruselamu	Tahkkütuse- või balloongaasipliit	0,016	15
	Elektripliit, ilma elektrikeriseta	0,032	30
Ühepere-elamu	Tahkkütuse- või balloongaasipliit	0,010	12
	Elektripliit ja elektrikeris	0,028	12
	Elektripliit, elektrikeris, otsene elektrikütte ja elektrikumaveevarustus	0,070	12
Taluelamu	Tahkkütuse- või balloongaasipliit	0,008	12
	Elektripliit ja elektrikeris	0,024	12
Suvila	Tahkkütuse- või balloongaasipliit	0,010	12
	Elektripliit ja elektrikeris	0,026	12

4.5. Juhistike paigalduspiirkonnad, lülitite ja pistikupesade paigalduskohad

4.5.1. Ühitatud seadme- ja harukarpidega juhistikud. Eristatakse eraldi haru- ja seadmekarpidega (joon. 4.1) ja ühitatud haru- ning seadmekarpidega (joon. 4.2) juhistikke.

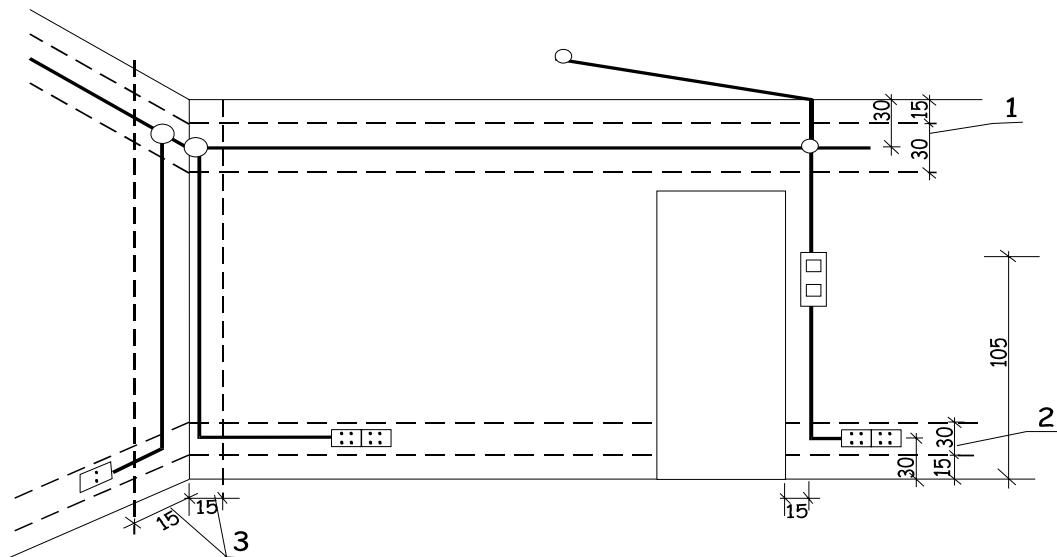


Joonis 4.1. Eraldi haru- ja seadmekarpidega juhistik

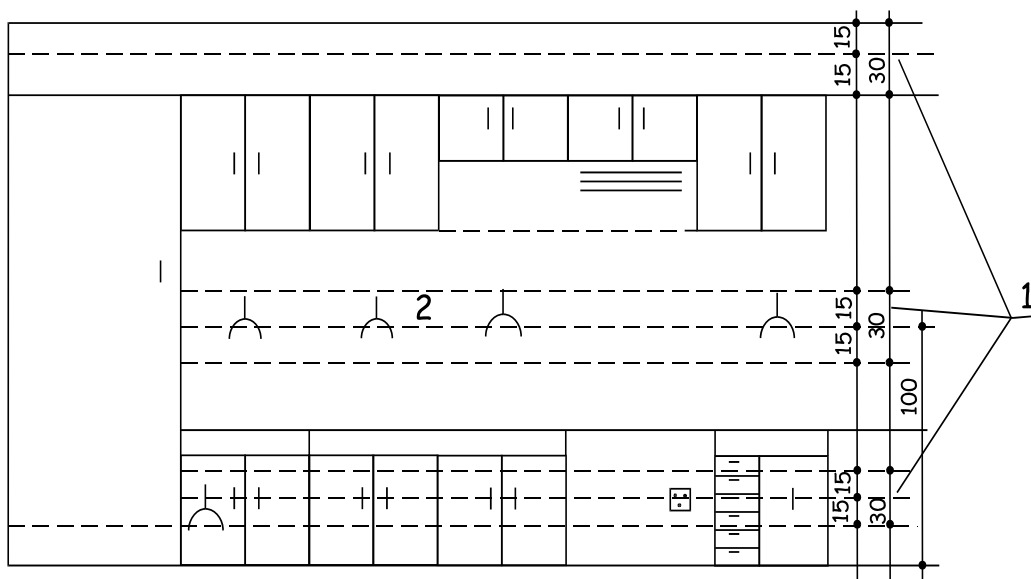


Joonis 4.2. Ühitatud haru- ja seadmekarpidega juhistik

4.5.2. Juhistiku paigalduspiirkonnad. Seintes peavad juhtmed ja kaablid kulgema teatud paigalduspiirkondades, kas püst- või rõhtsuundades. See võimaldab lülitite, pistikupesade, harukarpide jms järgi ära arvata juhtmete ligikaudset asukohta. Nõue ei kehti õõnesseintes ja lagedes kulgevate juhistike kohta.



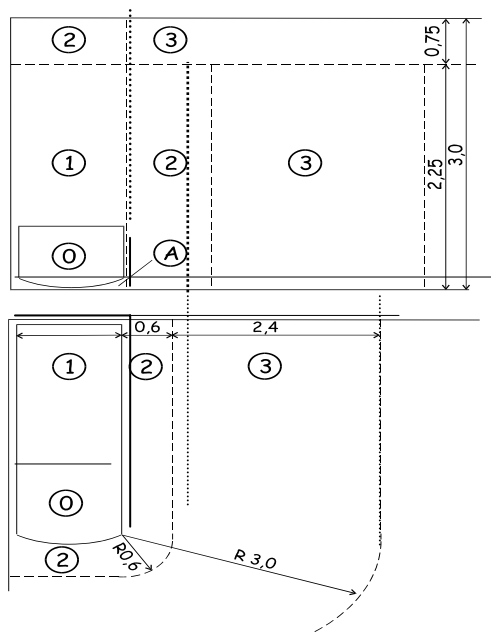
Joonis 4.3. Juhistiku paigalduspiirkonnad seintel, kus pole tööpindu (mõõdud cm-s):
1 ja 2 – rõhtpaigalduspiirkonnad ülemisel ja alumisel seinaosal, 3 – püstpaigalduspiirkonnad.



Joonis 4.4. Juhistike paigalduspiirkonnad seintel, kus on tööpinnad (mõõdud cm-s): 1 – juhistike paigalduspiirkonnad, 2 – pistikupesade, valgustite piirkond.

4.5.3. Lülite ja pistikupesade paigalduskohad märgades ruumides. Lülite ja pistikupesade paigaldusohad niisketes ja märgades ruumides on rangelt reguleeritud elektriohutustsoonidega (vt joon. 4.5 ja 4.6).

Vanni- ja duširuumide tsoonides 0; 1 ja 2 ei tohi paikneda madalpinge seadmeid, harukarpe, pistikupesi ega lüliteid.



Joonis 4.5. Vanni- ja duširuumide elektriohutustsoonid.

Tsoonides 1 ja 2 võivad paikneda maandamata (SELV) kaitsevääkepinge- (12 V) ahelate lülid ja pistikupesad (nt pardlite toiteks).

Tsoonis 3 ja sellest väljapoole võib paigaldada pistikupesi, mille kaitseks kasutatakse täiendavalt kaitsevääkepinget (50 V) või/ja rikkevoolukaitset.

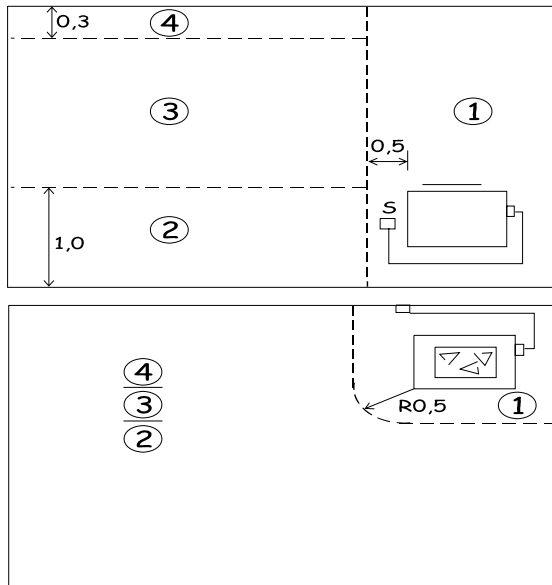
Elektritarvititest võivad tsoonides 1 ja 2 paikneda veekuumutid, dušipumbad ja muud elektriseadmed, mis ette nähtud nende tsoonide oludele, ja millede toiteahel on kaitstud rikkevoolukaitselülitiga (30 mA).

Vannitoas tohib kasutada ühe- või mitmesoonelisi kaitsekestaga paigalduskaableid.

Igas tsoonis peavad kaablid olema paigaldatud kohtkindlalt ja toitma kohtkindlaid elektritarviteid.

Vannitoapoolse seinapinna ja sama seina vastaspoolele paigaldatava juhistikuga vaheline kaugus peab olema vähemalt 6 cm, et vältida nende kahjustamist vannitoaseadmete paigaldamisel.

Elektripõrandakütte korral tuleb tsoonides 1, 2 ja 3 küttegaabli metallmantlid (või metallvõrk) ühendada kohaliku lisapotentsiaaliühtlustusjuhiga.



Saunade kerise- ja leiliruumides paiknevad juhistikud peavad olema võimalikult lühikesed. Ei tohi kasutada metallmantliga kaablit ja metallpaigaldustorusid.

Leiliruumides ei tohi olla lülitusseadmeid peale elektrikerise paigalduskarbi, mis peab olema kaitstud rikkevoolukaitselülitiga.

Peale eeltoodud ohutusnõuete peab projekteerija pistikupesade, lülitite ja juhtmeväljundite paigalduskoha valikul arvestama ka veel nende võimalikult mugava kasutamise ja hooldamise nõuet, sh ka puuetega inimeste vajadusi.

Joonis 4.6. Sauna leiliruumi temperatuuritsoonide 1, 2, 3 ja 4 mõõtmed (m-s), S – sisestuskarp

4.5.4. Puuetega inimeste vajaduste arvestamine:

- lülitid ja pistikupesad paigaldatakse ratastoolikasutaja käeulatusse, s.o 55...110 cm kõrgusele ning nurkadest vähemalt 40 cm kaugusele,
- teistele invaliididele nende vajaduste järgi,
- pistikupesade näha on ette tavalisest suuremal arvul,
- köögis paigutatakse pistikupesad tööpindade esiserva, jättes nende alla ruumi ratastoolile,
- valgustite ja seadmete juhtimiseks kasutatakse kaudjuhtimis- ja lähenemislüliteid,
- valitakse invaliididele sobivad köögiseadmete paigalduskõrgused ning nende reguleerimise võimalused,
- näha on ette uksekõltsi kuulamise ja uksekõneseadmete (soovitatav videomonitoriga kõneseade) kasutamise võimalus elu- ja magamistubades, ka köögis.

4.6. Elektrihoonised ja skeemid

4.6.1. Elektrihooniste ja skeemide koostamise kord. Elektrihooniste soovitatav mõõtkava on 1 : 50. Joonistel antakse elektripaigaldised tingmärkidega (vt “Praktiliste tööde juhendmaterjalid”), harilikult juhtmeid ja kaableid kogupikkuses kujutamata, arvestusega, et paigalduselektrikud on võimelised need iseseisvalt kõige otstarbekamaid teid pidi paika vedama.

Elektripaigaldiste plaanil näidatakse vastavasse harukarpi (või suurtarviti ühenduskarpi) suunduv toiteliin lühikesena, noole ja ringikesega lõppeva joonena. Ringikeses antakse rühmaliini number. Harukarbist väljuvate ühenduskaablite kulgemine plaanil tavaliselt kujutatakse. On ka teistsuguseid paigaldiste kujutamise viise (vt ptk 5.4).

Peale hoone elektripaigaldiste plaani koostatakse lisaks jaotuskeskuste ja vooluahelate (rühmaliinide) ülevaatlilikud skeemid.

Võimalusel, nt puitvahelagedega hoones, valitakse toitejuhtmete ja -kaablite paigutus vahelagede õõntesse või ripplagede taha, samuti siseseintesse (krohvi alla või õõnesseina).

Eelistatud on juhustike harundamine süvitatud laeharukarpides, kuhu tuuakse ja kust väljuvad juhtmed kõige lühemates suundades. Seintesse pannakse harukarbid juhustiku paigalduspiirkonda (vt joon. 4.3 ja 4.4).

Lae- või seinaharukarbist kulgevad juhtmed lülite ja pistikupesadeni. Pistikupesast saab toita veel teisi pistikupesi, kuid mitte enam lüliteid või teisi harukarpi.

R/b vahelagedega kivihoonetes freesitakse seintesse (krohialuse paigalduse korral) haru- ja seadmekarpidele ning paigaldustorudele vastavad avad ja süvendid, lagedes aga kulgevad juhtmed paneelivahelistesse vuukidesse asetatud paigaldustorudes.

Korterite ja väikemajade 1,5 mm² rühmaliinid 10 A kaitsmetega võivad toita enamalt kuni 10 valgustuspunkti, 16 A kaitsmete korral kuni 15 valgustuspunkti. Rühmaliinides, kus on ainult kaitsekontaktiga pistikupesad, valitakse vaskjuhi ristlõikeks 2,5 mm² ja kaitseseadme nimipingeks 16 A (I – ohutusklassi tarvikutele).

Suurtarvititele (võimsusega üle 2 kW) nähakse igale neist ette eraldi toiteahel vastava kaitseseadme, juhi ristlõike ja ühenduskarbiga.

Elektrijoonistel näidatakse kõik paigaldustööde läbiviimiseks vajalikud andmed.

Välisvõrgu plaanil esitatakse:

- liinide ja seadmete paiknemine,
- täpne asend (mõõtude abil) hoonete ja muude rajatiste suhtes,
- paigaldusnõuded (sügavus või kõrgus, kaitse mehaaniliste vigastuste eest jne),
- maandusseadme tehniline lahendus (loomuliku maanduri korral selle paiknemine, ühendused jms).

Jaotusvõrgu plaanil esitatakse:

- liinide ja jaotuskeskuste paiknemine ning tähistus,
- paigaldusnõuded (kaitse mehaaniliste vigastuste eest, paigaldustarindite andmed, tuleohutus, läbiviikude tihendamine, vahekaugused muudest, nt sidesüsteemi ahelatest jne).

Rühmavõrgu plaanil esitatakse:

- rühmaliinide, rühmakeskuste ja tarvitite paiknemine ning tähistus,
- juhtide arv rühmaliinis,
- rühmaliinide, rühmakeskuste, tarvitite ja juhtimis- ning lülitusseadmete ohutusklassid, kaitseastmed,
- valgustehnilised näitajad (valgustihedus, valgustite tüübid, paigalduskõrgused, värviedastusindeksid, värvustemperatuurid).

Välisvõrgu ja jaotusvõrgu skeemidel esitatakse:

- paigaldatud ja arvutuslik võimsus,
- juhtide tähistused (L1, L2, L3, N, PE), materjal, ristlõiked ning tüübiandmed,
- lühisvoolude ja pingekadude väärtused,
- liinide arvesti- ja jaotuskilpide arv ning tüübitähistused,
- lülitus-, kaitse- ja juhtimisseadmete nimi- ja rakendusvoolud.

Rühmavõrgu skeemil esitatakse:

- paigaldatud võimsus,
- juhtide tähistused (L1, L2, L3, N, PE),
- valgustite, pistikupesade ja kohtkindlalt paigaldatud tarvitite arv, nimetused ja tähistus,
- rühmaliinide tähistus,
- lühisvoolude väärtused ja pingekaod,
- lülitus- kaitse- ja juhtimisseadmete nimi- ja rakendusvoolud.

Seletuskirjas esitatakse:

- elektripaigaldiste tehnilised andmed,
- kasutusotstarve,
- projekteerimise aluseks võetud andmed (mida pole antud joonistel),
- vajalikud arvutused,
- paigaldustööde läbiviimiseks ja elektriseadmete valikuks vajalikud selgitused.

5. ELEKTRIPAIGALDUSTÖÖD

5.1. Juhistike paigaldusviisid ja valik

Pindpaigaldus. Juhistiku pind- ehk pealispaidust saab teha kolmel eriviisil:

- lahtise pindpaigaldusena (seina või lae pinnal),
- kaabliliistudes pindpaigaldusena,
- kaablirennides (ehk -karpides või karbikutes) pindpaigaldusena.

Süvispaigaldus. Juhistiku süvispaigalduseviisideks on:

- krohvalune,
- õõnesseintes,
- betoonseintes.

Juhistiku paigaldusviisi valik. Valikul arvestatakse:

- ümbrusoludega (nt kuivad või märjad ruumid),
- paigalduse esteetilisust ruumis,
- majanduslikku otstarbekust,
- juhi tüüpi (juhe või kaabel).

Juhistiku komponentide valik. Valikul lähtutakse:

- paigaldusviisist,
- juhistiku tüüppaigaldusest (vt ptk 3.2),
- pingesüsteemist,
- juhistiku koormusvoolust,
- ruumide elektriohtlikkusest.

Juhtide ristlõike valik. Ristlõike valikul lähtutakse:

- juhi materjalist (vask, alumiinium),
- pingesüsteemist (230/400 V),
- koormusvoolust,
- pingekaost.

Juhistiku kavandamise näide. Pereelamu või korteri ühefaasiliste tarvitiliinide komponeerimine:

Tabel 5.1

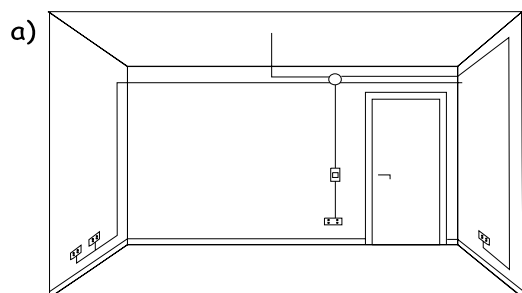
Tarvitiiliini paigaldusvõimsus, kW	Tarvitiiliini koormusvool, A	Vaskjuhi ristlõige, mm ²	Kaitse-seadme nimivool, A	Juhile kestvalt lubatud vool, A	Valguspunktide arv	Juhi tüüp, mark
1,2	6	1,5	10	19	≤ 10	PL2x1,5
2,0	9	1,5	16	19	10...15	PPJ2x1,5
3,0	14	2,5	20	24	≤ 15	PPJ3G2,5
4,0	19	4,0	25	30	Elektriseadme-toiteliin	PPJ3G4

5.2. Pindpaigaldus

Pindpaigaldusel on juhtmed kergemini vigastatavad, koguvad tolmu, segavad jooksvate sanitaarremontide läbiviimist korteris.

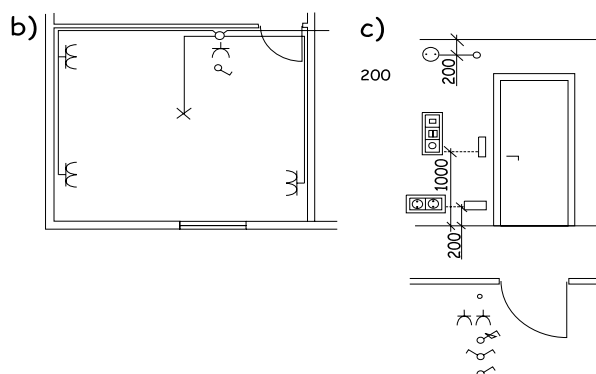
Juhtmete lahtist ja kaabliistudes paigaldust kasutatakse peamiselt väikemajades (eriti puithoonetes), keldrites, autokuurides; kaablirennides paigaldust aga teenindus- ja bürooruumides.

Esteetilistel kaalutlustel tehakse juhistike pindpaigaldus ruumi arhitektuuriliste joonte ja vaatesuundadega rööbiti (vt joon 5.1).



Joonis 5.1. Pindpaigalduse näited:

a – üldvaade,



b – paigaldusjoonis,
c – tarvikute ja seadmete paigalduse näide ukse kõrval, tingmärgid ja tähistus joonisel.

Harukarbid, lülitid ja pistikupesad paigaldatakse omavahel samadele kõrgustele, juhtmete kinnituspunktid võrdsete vahedega. Pindpaigaldusel kinnitatakse juhistik pellide, klambrite, tüüblite ja kruvidega.

5.2.1. Lahtine paigaldus. Kuivades ruumides tehakse lahtine pindpaigalduse juhistik 2- või 3-soonelise lamejuhtmega, kasutades pindpaigalduse harukarpe ning seadmeid kaitseastmega IP20.

Niisketes ja märgades ruumides ei ole lahtine juhistiku paigaldus üldjuhul soovitatav. Kui seda tehakse, siis 2- või 3-soonelise paigalduskaabliga, kasutades niiskuskindlaid (IP44) pindpaigalduse harukarpe (varustatud statsionaarse kiletihendiga) ning niiskuskindlaid pindpaigalduse seadmeid, s.o valguslüliteid ja turvapistikupesid (katteplaadi ja kattekaanega). Väljas tuleb paigalduskaablit kaitsta päikese UV-kiirguse eest.

Juhistiku komponentide pinnale kinnitamiseks kasutatakse pindpaigalduse kinnitusvahendeid, nagu tüüblid, kruvid, klambrid, pellid jms.

Paigaldustööd:

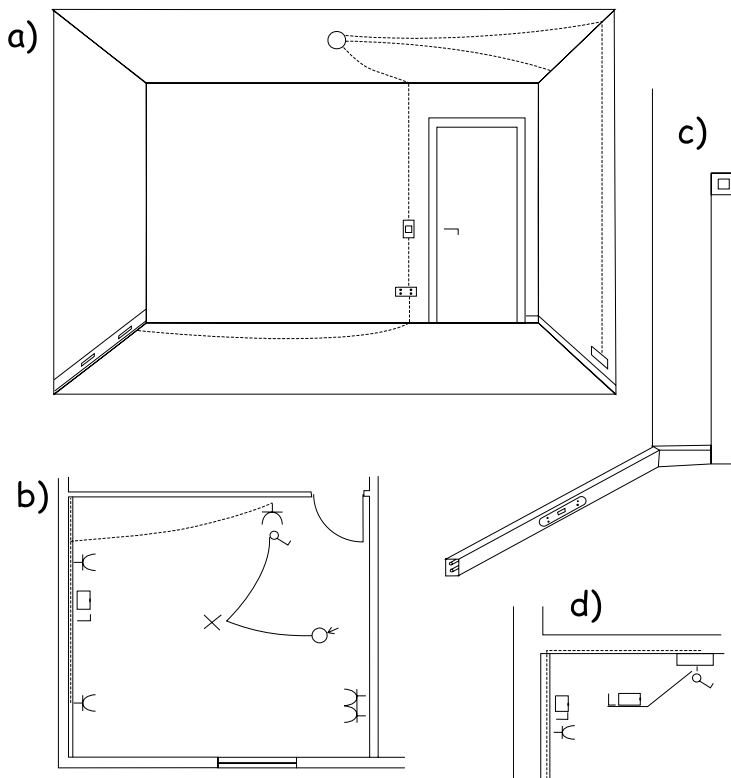
- juhistiku ettemärkimine, sh haru- ja seadmekarpide ning kinnituspellide asukohad, samuti ka juhtmete kulgemise suunad,
- harukarpide, lülite, pistikupesade ja valgustite paigaldamine,
- juhtmete vedamine ja kinnitamine aluspinnale, nende harundamine ning ühendamine seadmetega,
- juhistiku isolatsioonitakistuse mõõtmine.

5.2.2. Paigaldus kaabliliistudega. Kasutatakse peamiselt kuivades ruumides ühesoonelistest juhtmetest, aga ka kaablite juhstike korral, saamaks seina või lae pinnal nende nägusamat väljanägemist, samuti paremat kaitset mehaaniliste vigastuste eest. Toodetakse mitmesuguses mõõdus valgest või värvilisest plastist valmistatud ja põhja- ning kaaneosast koosnevaid kaabliliiste. Põhjaosa kinnitatakse aluspinnale kruvide või naeltega.

Paigaldustööd:

- ettemärkimine,
- kaabliliistu põhjaosa paigaldamine,
- juhtmete ja kaablite vedamine ning põhjaosas kinnitamine,
- isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- juhtmete harundamine ja ühendamine,
- kaabliliistu kaaneosa paigaldamine.

5.2.3. Paigaldus kaablirennides. Plastist või alumiiniumist kaablirennides paigaldused tehakse peaaesjalikult kontori-, büroo- ja teenindusruumides, kus on arvukalt telefone, arvuteid, laualampe jms ning nende toitejuhtmeid (vt joon. 5.2).

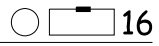
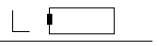
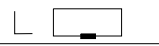



Kaablirennidesse saab ohutult peita ja kinnitada kõik ühenduskaablid ja lülitusseadmed. Kaablirennid paigutatakse seintele, kas akna aluslaudade või põrandaliistude kõrgusele ja mõjuvad ruumis meeldivalt disainitud interjöörielementidena. Paigaldus kaablirennides võimaldab vajadusel lihtsat juhstiku väljavahetamist.

Joonis 5.2. Süvispaigalduse ja kaablirennides paigalduse näited:

- a – üldvaade,
- b – paigaldusjoonis,
- c – kaablirennis paigalduse üldvaade,
- d – kaablirennis paigaldusjoonis.

Tingmärkide seletus paigaldamisel kaablirennis ja süvistatult:

	Süvispaigaldus torus lakke
	Paigaldus kaablirennis seinale
	Paigaldus kaablirennis põrandal
	Süvispaigaldus torus põrandasse

Paigaldustööd:

- ettemärkimine,
- kaablirenni põhjaosa paigaldamine,
- haru- ja seadmekarpide ning seadmete kinnitamine karbis,
- kaablite vedamine, harundamine, ühendamine,
- kaablirenni kaaneosa ja seadmekaante paigaldamine.

5.3. Süvispaigaldus

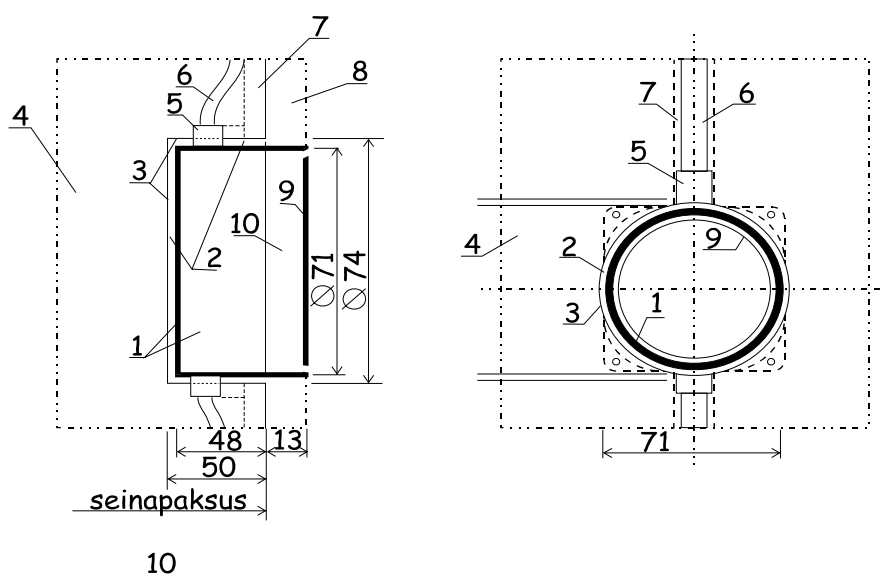
Süvispaigaldusel on juhistik mehaanilise vigastuse oht väiksem, kuna juhtmed ja kaablid paigaldatakse krohvikihisse ja ehituselementide õõntesse, kas paigaldustorudes või ilma. Paigaldustorudes süvispaigalduse korral on vajadusel võimalik teha juhtmete ja kaablite asendus. Enne süvisjuhistik kinnitadmist tarindis on vaja mõõta tema isolatsioonitakistust ja koostada kaetud tööde akt.

Seintesse paigutatud juhtmed ja kaablid peavad kulgema püst- või rõhtsuundades (vt ptk 4), et paigaldise nähtavate välisosade (harukarbid, pistikupesad, lülitid) järgi oleks võimalik hinnata kaablite kulgu ja asendit seintes (vt joon. 5.2).

5.3.1. Krohivialune paigaldus leiab rakendamist peamiselt kivihoonetes, kus seinad või laed krohvitakse.

Kuivade ruumide ühefaasilistes juhistikutes kasutatakse krohivialust 2- ja 3-soonelist lamejuhet ning süvispaigalduse (tellisseina) haru- ja seadmekarpe, samuti kuivadele ruumidele (IP20) ette nähtud seadmeid, nagu turvapistikupesad (katteplaadiga) ja valguslülitid, mis võimaldavad nii ühendamist kui ka harundamist (tunnustähis -O-). Kolmefaasilised ahelad tehakse 4- ja 5-soonelise paigalduskaabliga.

Niiskete ja märgade ruumide krohivialuses ühefaasilises paigaldises tohib kasutada 2- ja 3-soonelist paigalduskaablit ning süvispaigalduse (tellisseina) haru- ja seadmekarpe, samuti niiskuskindlaid turvapistikupesad (katteplaadiga ja kattekaanega) ning valguslülitid, mis võimaldavad ka harundamist. Kolmefaasilistes ahelates kasutatakse 4- või 5-soonelist paigalduskaablit. Krohivialuse juhistik paigaldamisel freesitakse erifreesiga kiviseintesse haru- ja seadmekarpidele vastava suurusega avad (vt joon. 5.3) ning kaablite või paigaldustorude süvistamiseks vaod.



Joonis 5.3. Krohivialune seadmearbi paigaldus tellisseinas:

1 – seadmekarp, 2 – kipsmört, 3 – ava seinas, 4 – tellissein, 5 – lukustusvedruga väljaviik, 6 – paigaldustoru; 7 – vagu tellisseinas paigaldustorule, 8 – krohvikih, 9 – signaalkaan, 10 – kõrgendusrõngas.

Et võimaldada seadmete ohutut kruvikinnitust seadmekarbis, peab karbi välimine serv olema krohvipinnaga täpselt tasa (joon. 5.3). Kui seadmekarp on sattunud sügavamale avasse, kasutatakse seadmekarbi kõrgendusrõngaid.

Variant: paigaldustorudeta juhistike korral toimub kaablite vedamine ja kinnitamine enne krohvimist otse seinale või freesitud vagudesse.

Paigaldustööd:

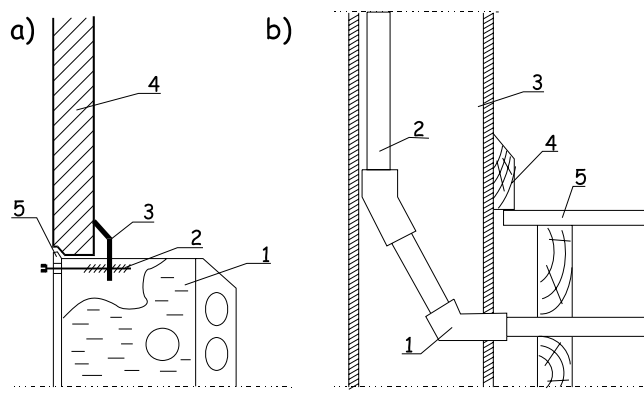
- ettemärkimine: seadme- ja harukarpide asukohad, kaablite paigaldussuunad,
- avade ja vagude freesimine,
- avasüdamike ja kaablivagude väljaraiumine,
- signaalkaantega seadme- ja harukarpide ning paigaldustorude paigaldamine kipsmördi ja toruklambritega,
- pärast krohvimist signaalkaante eemaldamine,
- kaablite vedamine paigaldustorudesse,
- juhistiku isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- seadmete paigutamine seadmekarpidesse, harundamine ja ühendamine.

5.3.2. Õõnesseina paigaldus. On kasutusel kergkarkassil plaatvooderdusega vaheseintes, puitpaneelidest või puitkarkassiga välisseintes, samuti muudes õõnestarindeis, näiteks lagedes. Paigaldus tehakse õõnesseina sees rasküttiva polivinüülkloriidisolatsiooni ja -kattega 2-, 3-, 4- või 5-soonelise paigalduskaabliga, kas paigaldustorudes või ilma. Lamejuhtmete kasutamine on keelatud.

Plaatkarkass-õõnesseina haru- ja seadmekarpe on teatavasti kahte tüüpi:

- väljaviikudeta seadmekarp, mis kinnitatakse plaati freesitud avasse kandekrae ja kruvireguleerimisega kinnituskõrvakeste abil (vt joon. 5.4.a),
- väljaviikudeta seadmekarp, mis kinnitatakse plaati freesitud avasse ava vastasservadesse paigutatud spetsiaalsete kinnitite abil.

Kasutada saab ka karbitugedega standardseadmekarpe. Karbitoed kinnitatakse seadmekarbi väljaviigupesadesse. Tugi toetub plaatseina vastasplaadi sisepinnale. Läbiviigujätku ehitust vt joon. 5.4.b.



Joonis 5.4. Õõnesseina paigaldused:

- a)** – seadmekarbi kinnitamine õõnesseina plaadi külge: 1 – seadmekarp, 2 – kinnituskrugi, 3 – kinnituskõrvakesed, 4 – seinaplaat 5 – kandekrae;
- b)** – läbiviigujätk juhistiku üleminekul põrandast õõnesseina: 1 – nurkväljaviik, 2 – paigaldustoru, 3 – õõnessein, 4 – põrandaliist, 5 – põrand.

Paigaldustööd:

- ettemärkimine (paigalduskarpide asukohad),
- avade freesimine plaati, erifreesiga,
- haru- ja seadmekarpide kinnitamine plaadile,
- paigaldustorude ühendamine haru- ja seadmekarpidega (variant: paigaldustorudeta juhtumil, kaablite vedamine ja kinnitamine seadmekarpidesse),

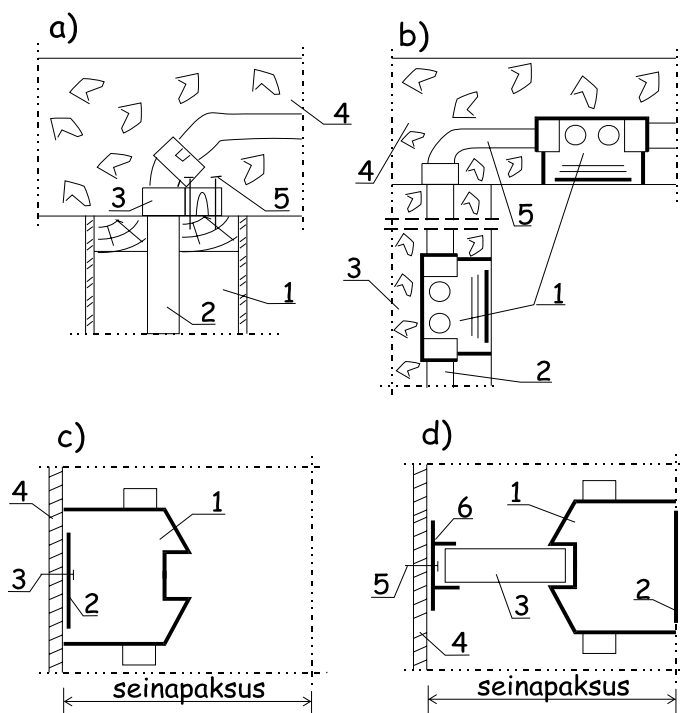
- kaablite tõmbamine paigaldustorudesse,
- isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- seadmete paigaldamine, harundamine, ühendamine.

5.3.3. Betoonseina paigaldus. Juhistik paigaldatakse vahetult kohapeal valatavatesse monoliitbetoonseintesse või -vahelagedesse, kas paigaldustorudes või ilma.

Vahetult betoonkihti tehakse juhistik rasksüttiva polivinüülkloriidisolatsiooni ja-mantliga 2-, 3-, 4- ja 5-soonelise paigalduskaabliga ning betoonseina süvispaigalduseks ette nähtud haru- ja seadmekarpidega (Saksamaal varustatud tähega "B").

Kohapeal valatavate monoliitbetoonist massiivlagede korral saab kasutada ka haruühendusteks mõeldud suurema klemmiruumiga laevalgustite ühenduskarpe, millede põhjas on keere valgusti riputuskonksu jaoks.

Juhistiku üleminekul ühelt ehituselemendilt teisele (nt paisumisvuukides) tuleb kaableid kaitsta mehaaniliste vigastuste eest paindühenduste ja torude abil. Ehituselementidest läbiviigujätkude ehitust vt joon. 5.5.a ja b. Seadmekarpide kinnitusevõimalusi raketisekilpide sisepinnal vt joon. 5.5.c ja d.



Joonis 5.5. Betoonseina paigaldused:

a) – läbiviigu jätk õõnesseinast lae betoonplaati: 1 – õõneskerge sein, 2 – paigaldustoru, 3 – läbiviigu jätk, 4 – lae betoonplaat, 5 – kinnitusnaelad;

b) – läbiviigu jätk betoonseinast lae betoonplaati: 1 – seadmekarbid, 2 – paigaldustoru, 3 – betoonsein, 4 – lae betoonplaat;

c) – seadmekarbi kinnitus raketisekilbi siseküljele: 1 – seadmekarp, 2 – signaalkaan, 3 – kinnituskrugi, 4 – raketisekilp;

d) – seadmekarbi kinnitus betoonseina vastaspinda: 1 – seadmekarp, 2 – signaalkaan, 3 – tugitoru (lõigatakse paigaldus-torust), 4 – raketisekilp, 5 – kinnituskrugi, 6 – toetusseib.

Paigaldustööd:

- juhistiku ettemärkimine raketisekilpide sisepinnal,
- haru- ja seadmekarpide kinnitamine raketisekilpide sisepinnale signaalkaante või toetusseibide abil (krugide, naelte või liimiga), paigaldustorude kohalesättimine ja karpidega ühendamine lukustusvedruga väljaviikude abil.

Variants: paigaldustorudeta juhistiku korral kaablite paigaldamine, ühendamine karpidesse tõmbetakistite abil ning kinnitamine sarrusekarkassi külge,

- kaablite vedamine paigaldustorudesse (pärast lahtiraketamist),
- isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- seadmete paigaldamine, ühendamine, harundamine.

5.4. Elektripaigaldiste kasutuselevõtmine

5.4.1. Elektripaigaldiste nõuetekohasuse hindamine ja tõendamine. Vastavalt 23.02.99. a vastuvõetud elektriõhutusseadusele võib ehitatud ja ümberehitatud elektripaigaldisi kasutusele võtta alles pärast elektritöid teinud ettevõtja poolt korraldatud kasutuselevõtu kontrolli.

Elektripaigaldisi, millede kasutamise kaasnivad kõrgemad ohud ei tohi kasutusele võtta enne nende nõuetekohasuse hindamist ja tõendamist.

Kõrgema ohuga kaasnevate elektripaigaldiste liigitus on järgmine:

8. liigi:

- elektripaigaldis tervishoiuasutuste ruumides, milles tehakse anesteesia ja üldnarkoosi protseduure,
- elektripaigaldis plahvatusohutsoonis.

9. liigi:

- elektripaigaldis eluhoones, milles on enam kui kaks korterit,
- elektripaigaldis elektrotehnikaalase õppetööga seotud töö- ja laboriruumides,
- elektripaigaldis tervishoiuasutuste ruumides, milles ei tegelda anesteesia ega üldnarkoosiga,
- kuni 1000 V nimipingega elektripaigaldis, mille peakaitsme rakendusvool ületab 35 A.

Kõrgema ohuga kaasnevate elektripaigaldiste nõuetekohasust hindab ja tõendab volitatud tõendamisasutus (1. liigi) või lisakontrolliõigusega elektritööde ettevõtja (2. liigi).

Volitatud tõendamisasutus on juriidiline isik, kellele EV Majandusministeerium on andnud sellekohase õiguse.

Lisakontrolliõigusega elektritööde ettevõtja kinnitab oma käskkirjaga Tehnilise Järevalve Inspektsiooni peadirektor.

Ülejäänud elektripaigaldistes võib kasutuselevõtu kontrolli teostada ka vajalikke tehnilisi vahendeid ja vastava ettevalmistusega personali omav elektritööde ettevõtja.

Ehitatud või ümberehitatud elektripaigaldise kasutuselevõtu ja vastavuse kohta peab elektripaigaldise valdaja esitama registrisse kandmiseks teatise võrguettevõttele. Samuti peab volitatud tõendamisasutus või lisakontrolliõigusega elektritööde ettevõtja esitama teatise Tehnilise Järevalve Inspektsioonile.

5.4.2. Elektritööde juhtimise pädevusklassid ja pädevustunnistuste taotlemine.

Elektritöö on elektriseadme remontimine ja hooldamine ning elektripaigaldise projekteerimine, ehitamine, kontrollimine, katsetamine, remontimine ja hooldamine.

Elektritöid peab juhtima vastavat pädevustunnistust omav isik. Pädevustunnistused jagunevad A-, B-, B1- ja C-klassi pädevustunnistusteks sõltuvalt elektritöödest, millede juhtimiseks tunnistus annab õiguse.

A-klassi pädevustunnistus annab õiguse juhtida elektritöid mistahes tehniliste näitajatega elektripaigaldistes.

B-klassi pädevustunnistus annab õiguse juhtida elektritöid kuni 1000 V nimivahelduvpinge ja kuni 1500 V nimialalispinge elektripaigaldistes.

B1-klassi pädevustunnistus annab õiguse juhtida elektritöid kuni 1000 V nimivahelduvpinge ja kuni 1500 V nimialalispinge elektripaigaldistes peakaitsme rakendusvooluga kuni 63 A.

C-klassi pädevustunnistus annab õiguse juhtida elektritöid kuni 1000 V nimivahelduvpinge ja kuni 1500 V nimialalispinge elektripaigaldiste remonditöödel.

Pädevustunnistuse taotlemiseks peab isik sooritama pädevuseksami ning vastama vähemalt järgmistele haridus- ja töökogemusnõuetele (vt tabel 1):

Tabel 5.1.

Pädevusklass	Haridusnõue	Töökogemusnõue
A	Elektriinseneri diplom Tehnik-elektriku diplom	2 aastat, sellest 1 aasta kõrgepinge- paigaldistes 4 aastat, sellest 2 aastat kõrgepinge- paigaldistes
B	Elektriinseneri diplom Tehnik-elektriku diplom	1 aasta 2 aastat
B1 või C	Elektriinseneri diplom Tehnik-elektriku diplom Keskkooli lõputunnistus ja elektriku diplom	½ aastat 1 aasta 2 aastat

Eksameid viivad läbi küllaldase pädevusega elektrialakoolid kellega Tehnilise Järevalve Inspektsioon on sõlminud sellekohase lepingu. Eksami sooritamise kohta väljastatud tunnistuse alusel on isikul õigus taotleda pädevustunnistuse väljastamist kolme aasta jooksul. Pädevuse hindamist ja tõendamist teostavad füüsilise isiku elektrialase erihariduse, töökogemuse ja elektriõhusnõuete tundmise hindamise teel selleks volitatud tõendamisasutused.

Elektritöid juhtiv isik peab tagama et:

- elektritöödel järgitaks elektriõhusnõudeid,
- elektritöid teostab nendeks töödeks piisavalt elektriõhusalast ettevalmistust omav isik,
- elektritöö tegijat juhendatakse küllaldaselt ülesannete nõuetekohaseks täitmiseks,
- elektritöötegija käsutuses on vastav dokumentatsioon ja tööde ohutuks teostamiseks vajalikud vahendid.

5.4.3. Kasutuselevõtu kontrolltoimingud. Eeskirja EEI 3 (Ehitiste madalpinge elektripaigaldised) 6. osaga (Kontrolltoimingud) on enne elektripaigaldise pingestamist ette nähtud selle kasutuselevõtukontroll ning kasutuselevõtuloo vormistamine. Kasutuselevõtu kontrolltoiminguteks on visuaalne vaatlus, katsetamine ja teimimine, millised teostab reeglina elektritöid teinud elektriettevõtte või volitatud kontrollija.

Visuaalsel ülevaatusel kontrollitakse:

- kohtkindlalt paigaldatud elektriseadmete vastavust turvalisusnõuetele, kas neil ei ole nähtavaid ohtu põhjustavaid kahjustusi,
- elektrilöögivastast kaitset, sh ka kaitseadmete valiku ja -sätete õigsust,
- juhtide ristlõike vastavust koormusvoolu soojustoimele ja lubatavale pingekaole,
- elektriseadmete ja kaitseviiside vastavust välistoimetele (ümbrusoludele),
- neutraal- ja kaitsejuhtide tunnusvärvide ning -tähiste õigsust, hoiatussiltide ja skeemide, aga samuti vooluahelate, kaitsete ja klemmide märgistuse olemasolu.

Katsetamise ja teimimise toiminguteks on:

- kaitse- ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontroll,
- elektripaigaldiste isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- SELV- ja PELV- kaitsevääkepingeahelate ja kaitseeralduste kontroll,
- põrand- ja seinapindade isolatsioonitakistuse mõõtmine,
- automaatväljalülituse kontroll,
- pingeteimid ja talitluskatsed.

KORDAMISKÜSIMUSED

1. Elektrilöögikaitse põhialused.

1. Andke elektrivoolu toime graafik ja iseloomustage voolu mõju piirkondi ning ohtlikkuse astmeid inimesele.
2. Andke kaudpuute esinemise põhimõtteline skeem, iseloomustage rikkevoolu, otse ja kaudpuute olemust ning ohtlikkust.
3. Selgitage, kuidas üldjuhul realiseeritakse elektripaigaldistes kaitset elektrilöögi eest ja kuidas konkreetselt otsepuute eest.
4. Iseloomustage, milliste viiside ja võtetega tagatakse elektripaigaldistes kaitse kaudpuute eest, aga samuti ühildatud otse- ja kaudpuute kaitse.
5. Andke kaitsemaandamise põhimõtteline skeem, selgitage selle olemust, kasutamist ja seadmeid.
6. Andke elektritarviti kaitsemaandamise põhimõttelised skeemid ühe- ja kolmefaasilises süsteemis, kuidas valitakse kaitsejuhi ristlõige.
7. Andke püstelektroodidega maanduse põhimõtteline skeem, selgitage selle ehitust, töötamist, kasutamist ning maandusjuhi ristlõike valikut.
8. Andke vundamendimaanduri põhimõtteline skeem ja selgitage selle ehitust, töötamist, kasutamist.
9. Iseloomustage liigvoolu olemust, selle esinemise viise ja madalpinge elektripaigaldistes kasutatavaid kaitseseadmeid ning nende tööpõhimõtteid.
10. Andke sulavkaitsme põhimõtteline skeem, selgitage selle ehitust, töötamist ning valikut nimi- ja koormusvoolude sobivuse järgi.
11. Iseloomustage gL-tüüpi sulavkaitsmete rakendusvoole ja -aegu lühisel ning liigkoormusel?
12. Andke liigvoolukaitselüliti tööpõhimõtte skeem, selgitage selle ehitust ja töötamist lühisel ning liigkoormusvoolu korral.
13. Andke liinikaitselüliti B- ja C-tunnusjoonte põhimõtteline graafik (tr; I/In telgedes) ja selgitage selle olemust ning kasutamist kaitselüliti valikul.
14. Andke rikkevoolukaitselüliti tööpõhimõtte skeem, selgitage selle ehitust, töötamist, kasutamist ja rakendusvoolude valikut.
15. Kuidas määratakse rikkevoolukaitselüliti maandustakistuste suurimad lubatavad väärtused inimeste ja loomade kaitsel. Koostage vastav tabel nimirikkevooludele: 10; 30; 100; 300 ja 500 mA?
16. Selgitage üksikasjalikult, millistel juhtudel eeskiri EEI 3-4 ja 3-5 nõuab elektripaigaldistes rikkevoolukaitselülitite kasutamist.
17. Selgitage üksikasjalikult kaitseseadmete valiku põhitingimusi nende piisava tundlikkuse, samuti juhistiku ja koormusvoolu sobivuse ning selektiivsuse järgi.
18. Andke B- ja C-tunnusjoontega liinikaitselülitite termo-ning magnetvabastite vastavate seadesuuruste tabel.
19. Kuidas saab määrata elektriahela faas-kaitsejuhi (rikkesilmuse) takistust, et lühisel kujuneks piisav kaitseseadme rakendusvool? Andke arvutusnäide B-tüüpi magnetvabasti $I_n=20$ A korral.
20. Määrake kolmefaasilise toiteahela kaitseseadme nimivool, kui selle ahela koguvõimsus $P=10$ kW.
21. Andke hoone peapotentiaaliühtlusti põhimõtteline skeem, selgitage selle vajadust, ehitust, töötamist ja esitatavaid nõudeid.
22. Andke põhimõttelised skeemid ja selgitage lisapotentiaaliühtlusti ehitamise vajadust, selle konstruktsiooni elektrikerisega saunas, elektriboileriga duširuumis ning lüpsi-jootmisseadmetega loomapidamisruumis.
23. Iseloomustage elektriseadme kesta kaitseaste olemust ja tähistussüsteemi. Andke vastav tabel kestade kaitsevõimetest võõrkehade ja otsepuute eest.
24. Iseloomustage elektriseadme kesta kaitseaste olemust ja tähistussüsteemi. Andke vastav tabel kestade kaitsevõimetest vee sissetungi kahjuliku toime eest.
25. Iseloomustage üksikasjalikult madalpingeliste elektriseadmete puutepingekaitse ohutusklasse, millel kaitse põhineb, kaitse kasutamise tingimused, tunnustähised.
26. Iseloomustage kaitseväikepinge SELV- ja PELV-ahelate kasutamise nõudeid ja nende seadmete ehitust.
27. Iseloomustage elektriseadmete kliimakindluse tähistamise rahvusvahelist süsteemi.
28. Andke üksikasjalik ülevaade ruumide liigitusest nende elektrioltlikkuse järgi.

29. Millised on ohtliku ruumi ja eriti ohtliku ruumi tunnused elektrilöögi võimaluse seisukohalt?

2. Paigaldustarvikud ja -seadmed.

30. Seletage lahti järgnevate terminite ja määratluste mõisted: juht, juhe, kaabel, soon faasijuht, neutraaljuht, kaitsejuht, tööjuht, juhistik, vooluahel, vooluliin.
31. Iseloomustage Euroopa Liidu maades kasutusel olevat kaablite harmoniseeritud tähistussüsteemi positsioonide kaupa, tooge näiteid.
32. Iseloomustage Eestis toodetavate juhtmete ja kaablite tähistussüsteeme positsioonide kaupa, tooge näiteid.
33. Iseloomustage Eestis toodetavate juhtmete ja kaablite kasutusalasid, valiku tingimusi ning soonte tunnusvärve.
34. Andke ülevaade elektrijuhistike kohtkindlaks paigaldamiseks kasutatavatest paigaldus-tarvikutest.
35. Iseloomustage haru- ja seadmekarpide liike, nende ehitust, valikut ning kinnitusvõtteid, olenevalt juhistiku paigaldusviisist ja kohast.
36. Iseloomustage paigaldusseadmete (pistikupesad, valgustuslülitid) liike, ehitust, valikut ning kinnitusvõtteid, olenevalt juhistike paigaldusviisist ja ümbrusoludest.
37. Iseloomustage erilülite (häämus-, infrapuna-, jne) ehitust, talitlust, seade parameetreid ning kasutusalasid.
38. Andke ülevaade jaotuskeskuste ja arvestikilpide liigitusest, konstruktsioonist, paigalduskohtadest ning paigaldusnõuetest.
39. Andke korruselamu elektrivarustuse põhimõtteline skeem arvestite tsentraalpaigaldusel, selgitage selle eripärasusi ning esitatavaid nõudeid.
40. Andke korruselamu elektrivarustuse põhimõtteline skeem arvestite hajutatud paigaldusel, selgitage selle eripärasusi ning esitatavaid nõudeid.
41. Andke ülevaade jaotuskeskuste kilbikestade liigitusest, gabariitmõõtude moodulsüsteemist, kaitseastmetest, konstruktsioonidest ning seinasüvendite mõõtudest.
42. Iseloomustage valgustehnilisi suurusid: valgusvoog, valgustugevus, valgustihedus, heledus, valgusviljakus ja nendega seotud tähiseid, ühikuid, valemideid.
43. Iseloomustage hoonete valgustuse liike ja valgustuse süsteeme ning valgustusjuhistikele esitatavaid nõudeid.
44. Andke ülevaade hõõg- ja halogeenlampide ehitusest, talitlusest, parameetritest ning kasutamisest.
45. Andke ülevaade luminofoorlampide liikidest, talitlusest, parameetritest ning kasutamisest.
46. Milline on valgusti ülesanne ja ehitus, valgustite liigitus valgusvoo jaotuse, paigalduskoha ja valikuks vajalike andmete järgi?

3. Juhistikud ja juhistike kaitse.

47. Selgitage, mille järgi eristatakse üksteisest madalpingelisi vahelduvvoolu juhistiküsteeme, kuidas neid süsteeme tähistatakse, mida tähendavad tähises esimene, teine ja kolmas täht.
48. Andke TN-S-süsteemi juhistiku põhimõtte skeem ja selgitage, millised on selle süsteemi olemuslikud tunnused, kaitseseadme rakendustingimus ning kasutamine.
49. Andke TN-C- ja TN-C-S-süsteemi juhistike põhimõttelised skeemid ja selgitused nende olemuslike tunnuste ning kasutamise kohta.
50. Andke TT- ja IT-süsteemi juhistike põhimõtte skeemid ja selgitused nende olemuslike tunnuste ning kasutamise kohta.
51. Andke juhtmete ja kaablite tüüppaigalduste tabel ja selgitused soojuste hajumise tingimuste kohta.
52. Andke üksikasjalik ülevaade kuidas, millistel andmetel ja järjekorras põhimõtteliselt valitakse juhistike kaitseseadmed ning määratakse juhtide ristlõiked.
53. Andke sulavkaitsmete sulari ja kaitseülilite termo- ning magnetvabasti selektiivsuseastmete valiku põhimõtteline tabel, samuti nende sättevoolude standardjadad ning tooge vastav näide.
54. Teades kaitseülilite nimivoolu, kuidas saab määrata tema termo- ja magnetvabasti rakendusvoolusid ning -aegu?
55. Selgitage juhistikese esineva pingekao olemust, selle enamalt lubatavaid suurusid hoone pea- ning jaotusjuhistikese.

56. Andke majasisestusjuhistike põhimõttelised skeemid (õhuliini ja maakaabliga), selgitage nende ehitust, kasutamist, esitatavaid nõudeid.
57. Andke korrushoone peajuhistiku põhimõtteline skeem, selgitage selle ehitust, paigaldust ja esitatavaid nõudeid.
58. Selgitage üksikasjaliselt, mille järgi valitakse hoone peakaitsmed ja peajuhistiku (pealiini) juhi ristlõige. Tooge praktilisi näiteid korterelamute kohta.
59. Andke hoone jaotusjuhistiku ja tarvitiliinide põhimõtte skeemid, selgitage nende ehitust, paigutust, samuti kaitseseadmete valikut, juhi ristlõike määramist. Tooge praktilisi näiteid.

4. Elektripaigaldiste projekteerimine.

60. Millised on hoone elektripaigaldiste projekteerimise lähteandmed, projekteerimise järgud ja tööprojekti koosseis?
61. Selgitage üksikasjalikult elektrivõrguga liitumise korda.
62. Andke tabeli vormis põhimõtteline ülevaade korteri minimaalnõuetele vastavast elektrisisustustasemest, samuti vooluahelate orienteeruvad arvud.
63. Andke pereelamu, kaasaegsetele nõuetele vastav valgustuspunktide loetelu ruumide kaupa.
64. Andke tabeli vormis põhimõtteline ülevaade ruumide valgustustiheduse normidest ja tooge selle alusel näide valgustite valiku reeglist.
65. Selgitage üksikasjalikult eluhoonete paigaldus- ja tarbimisvõimsust määramist. Tooge põhimõttelisi arvutusnäiteid.
66. Andke põhimõtteline skeem ja vastavad selgitused juhistiku paigalduspiirkondadest seintel, kus pole tööpindu.
67. Andke põhimõtteline skeem ja vastavad selgitused juhistiku paigalduspiirkondadest, kus on tööpinnad.
68. Andke elektriohutustsoonide skeem ja selgitage üksikasjalikult, millised nõuded on esitatud elektrijuhistike paigutusele vann- ning duširuumides.
69. Andke elektriohutustsoonide skeem ja selgitage üksikasjaliselt, millised nõuded on esitatud elektrijuhistike paigutusele sauna kerise- ja leiliruumides.
70. Andke ülevaade puuetega inimeste vajaduste arvestamisest hoonete elektripaigaldiste projekteerimisel.
71. Iseloomustage üksikasjalikult elektrijooniste ja skeemide koostamise korda ning neile esitatavaid nõudeid.
72. Loetlege üksikasjalikult, mida tuleb esitada välis-, jaotus- ja rühmavõrgu plaanidel ning skeemidel, samuti seletuskirjas.



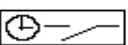




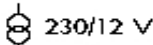

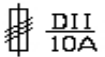



5. Elektripaigaldustööd.

73. Andke üldine ülevaade juhistike paigaldusviisidest, nende valikul arvestatavatest teguritest ja nõuetest.
74. Tooge tabeli vormis juhistiku kavandamise näide pereelamu või korteri ühefaasiliste tarvitiliinide komponeerimise kohta.
75. Andke üksikasjalik ülevaade, koos selgitavate eskiisidega juhistike pindpaigalduse viisidest, tarvikutest, seadmetest, aga samuti paigaldustöödest ning esitatavatest nõuetest.
76. Andke koos selgitavate eskiisidega üksikasjalik ülevaade krohvialuse paigalduse tarvikutest, seadmetest, paigaldustöödest ning esitatavatest nõuetest.
77. Andke koos selgitavate eskiisidega ülevaade juhistike õnnesseina paigalduse tarvikutest, seadmetest, paigaldustöödest, esitatavatest nõuetest.
78. Andke koos selgitavate eskiisidega ülevaade juhistiku betoonseina paigalduse tarvikutest, seadmetest, paigaldustöödest, nõuetest.
79. Kuidas liigitatakse kõrgema ohuga kaasnevaid elektripaigaldisi ja toimub nende nõuetekohasuse hindamine ning tõendamine?
80. Millised on elektritööde juhtimise pädevusklassid ja pädevustunnistuste taotlemise ning väljastamise kord?
81. Iseloomustage elektripaigaldiste kasutuselevõtukontrolli visuaalse ülevaatus, katsetamise ja teimimise toiminguid ning korda.

LISA 1


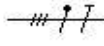







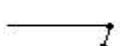




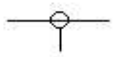


Elektrijooniste tingmärgid EEEL väljaandest „Elektripaigaldiste ABC“, Tallinn, 1995

















Mõõteseadmed, lülitusseadmed

	arvesti
 	lülituskell
	aegrelee, taimer
	helisageduslik ringjuhingurelee (juhtimissignaali edastamiseks elektrivõrgu kaudu)
	hoone sisestuskilp
	jaotus- või lülituskilp
	trafo (nt 230/12 V)
	sulavkaitse (üldtähis)
	3-pooluseline keermekaitsekomplekt (nt kaitsmetega 10 A, tüüp D II)
	3-pooluseline lüliti (üldtähis), nt 10 A
	4-pooluseline rikkevoolukaitselüliti*
	Liinikaitselüliti*


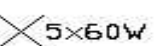


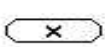
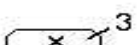
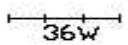


*(erineb mõnevõrra IEC standardis esitatust)



















Juhtmed ja liinid

	juhe või liin (üldtähis)		näide: 3 faasijuhist, 1 neutraaljuhist ja 1 kaitsejuhist koosnev liin
	teisaldatav juhe või kaabel		side-, (nt telefoni-) liin
	liin (nt 3-juhtmeline)		alternatiivne või hiljem paigaldatav liin
	sama, lihtsustatult		ülespoole suunduv liin
	kaitsejuht (PE)		allapoole suunduv liin
	PEN-juht		üles- ja allapoole suunduv liin
	neutraaljuht (N)		juhtmeühendus
			harukarp (esitatakse installatsiooni plaanil ainult vajaduse korral)
			karp, v.a harukarp
			kaitsejuhi ühenduskoht

	ühepooluseline lüliti		
	kolmepooluseline lüliti		kaitsekontaktiga pistikupesa (näidatud koos liiniga)
	mitmeasendiline ühepooluseline ümberlüüti		kaitsekontaktiga kolme-faasiline viiepooluseline pistikupesa (koos liiniga)
	ühepooluseline ümberlüüti, nn veksellüliti		kaitsekontaktiga välja lülitatav pistikupesa
	ühepooluseline ristlüliti		kaitsekontaktiga kolmikpistikupesa
	signaallambiga lüliti		sideliini pistikupesa
	nupplüliti		antenni pistikupesa
	signaallambiga nupplüliti		
	impulsslüliti		
	dimmer e valgusregulaator e hämardi		

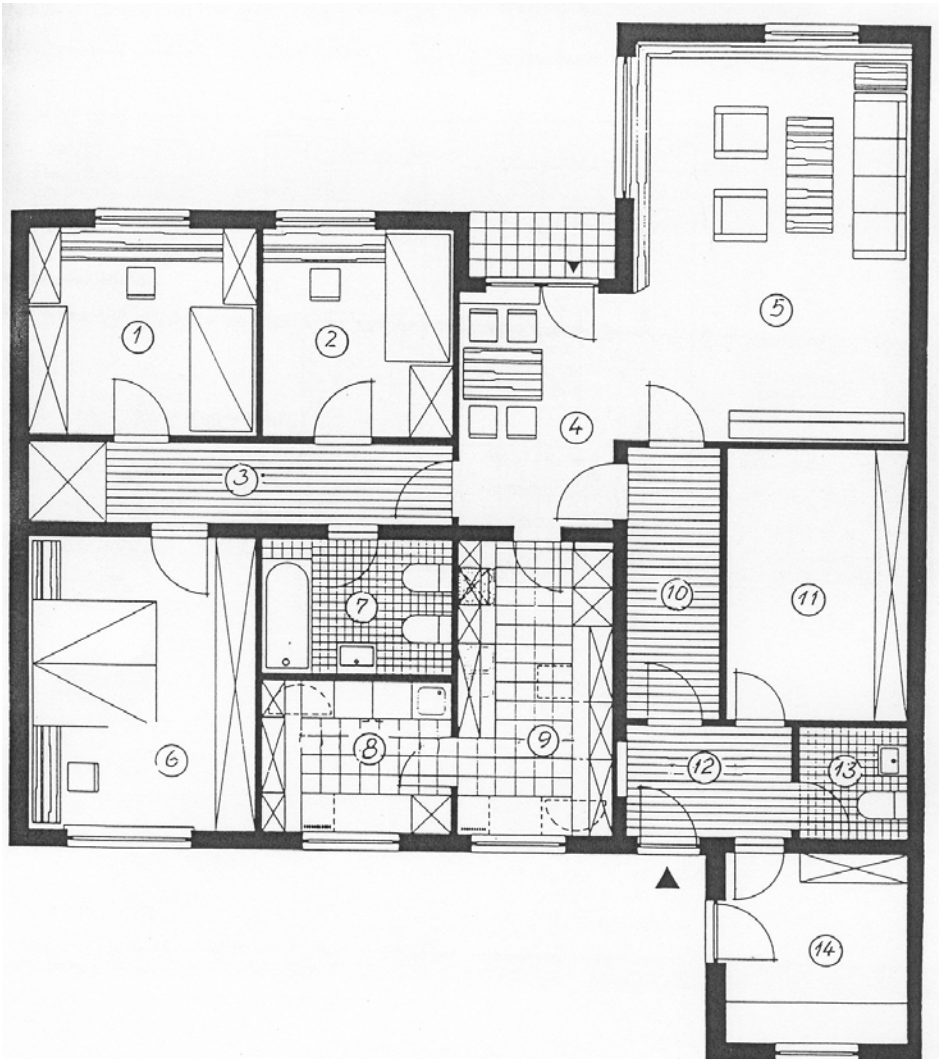
Valgustid

	valgusti üldtähis
	valgusti koos andmetega lampide arvu ja võimsuse kohta nt 5 lampi võimsusega 60 W
	lülitiga valgusti
	reguleeritava valgusvooga valgusti
	lahenduslampvalgusti
	lahenduslampvalgusti, lisatud lampide arv, nt 3
	luminofoorlampvalgustite rida, nt 3 valgustit võimsusega 36 W
	luminofoorlampvalgustite rida, nt 2 valgustit, kumbki 2 lambiga `a 58 W
	prožektori üldtähis

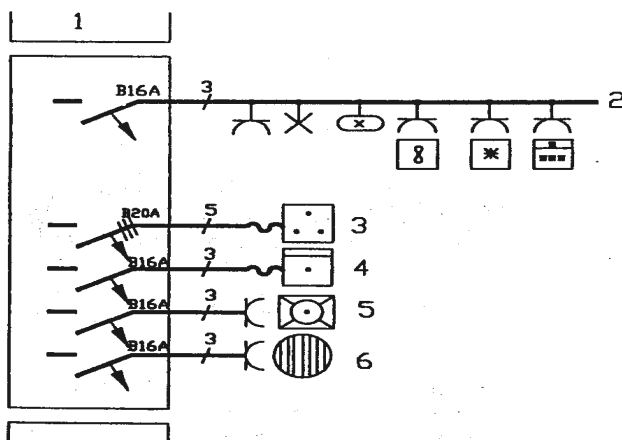
	elektriseadme üldtähis, tähe E võib ka ära jätta
	elektripliit
	mikrolaineahi <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	praeahi <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	soojaveeboiler või -paak <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	läbivoolava vee soojendi <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	veesoojendi (üldtähis)
	pesumasin <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	pesukuivati <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	nõudepesumasin <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	külmik, nt sügavkülmik <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	kaheosaline külmik <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	ruumikütteseadme üldtähis <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	soojussalvestuskütteseade <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	infrapunakiirgur <i>Tingmärk on IEC standardeis sätestamata</i>
	ventilaator
	kliimaseade
	elektrimootori üldtähis

LISA 2

Näide korteri elektripaigaldusjoonistest. EEEL väljaandest „Elektripaigaldiste ABC“, Tallinn, 1995



Näitena vaadeldava korteri põhiplaan: 1 – poe glase tuba, 2 – tütarlapse tuba, 3 – tagumine vahekäik, 4 – söögituba, 5 – elutuba, 6 – vanemate magamistuba, 7 – vannituba, 8 – majapidamisruum, 9 – köök, 10 – eesmine vahekäik, 11 – hoiuruum, 12 – esik, 13 – tualettruum, 14 - harrastusruum



Köögi elektriahelad

1 valgustite ja pistikupesade vooluahel:

- 9 pistikupesad
- 1 juhtmeväljund üldvalgustile
- 3 juhtmeväljundit kohtvalgustitele

1 vooluahel elektripliidile

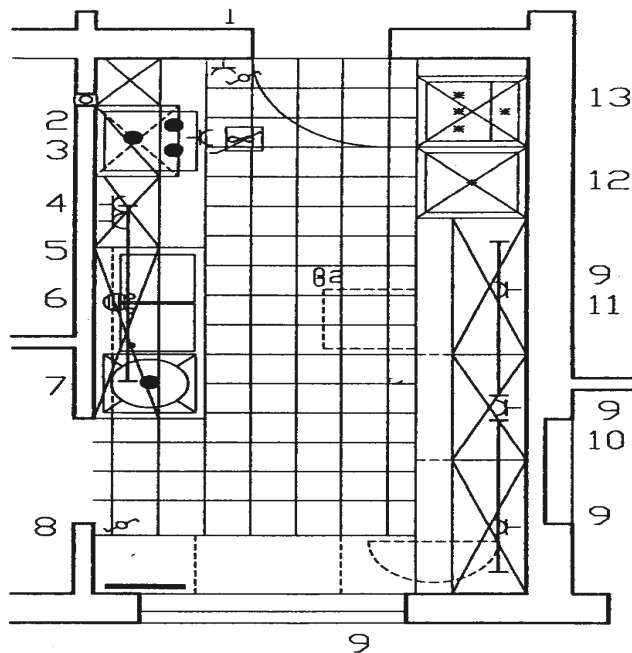
1 vooluahel küpsetusahjule

1 vooluahel nõudepesumasinale

1 vooluahel veesoojendile

Köögi vooluahelate skeem. 1 jaotuskeskus, 2 valgustus ja pistikupesad, 3 elektripliit, 4 küpsetusahi (kui on olemas), 5 nõudepesumasin, 6 veesoojendi

LISA 2 järg

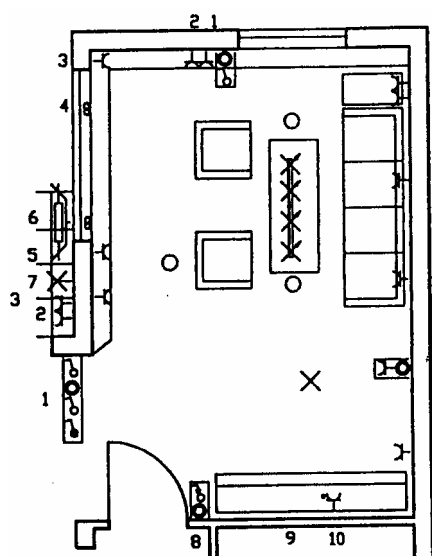


Köögi põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused põrandapinnast cm). 1 ümberlüüti ja pistikupesa kombinatsioon 7 cm kaugusel uksepidast (105), 2 elektripliit ja selle ühenduskarp (20), 3 äratõmbekuppel ja selle pistikupesa (145), 4 kaksikpistikupesa (105), 5 riualune kohtvalgusti 58 W, 6 veesoojendi ja selle pistikupesa (105), 7 nõudepesumasin ja selle pistikupesa (20), 8 ümberlüüti (105), 9 pistikupesa (105), 10 kaks riualust kohtvalgusti à 36 W, 11 (ruumi keskel) kahelambiline laevalgusti, 12 külmik ja selle pistikupesa (20), 13 sügavkülmik ja selle pistikupesa (20)

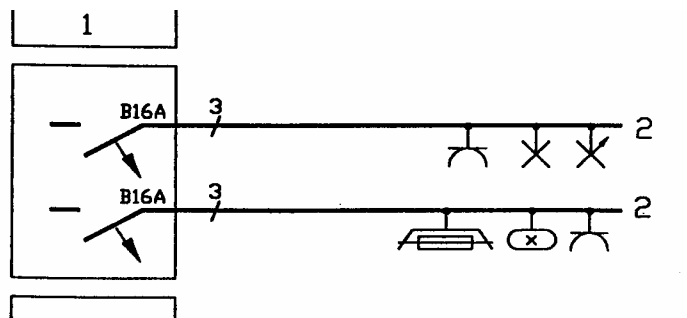
Elutoa elektriahelad

2 valgustite ja pistikupesade vooluahelat:

- 9 pistikupesa ja 3 tühja pistikupesakarpi
- 1 juhtmeväljund lakke paigaldatavale soonlatile
- 1 juhtmeväljund aknavalgustile
- 1 juhtmeväljund laevalgustile
- 3 tühja laetoosi
- 2 väljalülitatavat pistikupesa terrassile
- 1 juhtmeväljund välisvalgustile
- 1 juhtmeväljund infrapunakiirgurile
- 1 juhtmeväljund turvalgustusele

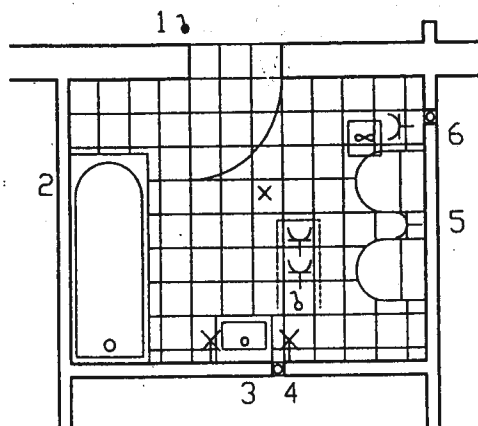


Elutoa põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms kõrgused põrandapinnast). 1 lüüti ja nupp-juhtimislüüti kombinatsioon (105), 2 kaksikpistikupesa (30), 3 pistikupesa (30), 4 luminofoorlampidega aknavalgusti, 5 tühi pistikupesakarpi (30), 6 terrassil paiknev infrapunakiirgur, 7 välisvalgusti (150), 8 valgusregulaatoriga lüüti, 9 (toa laes) laevalgusti, 10 kolmikpistikupesa (30), 11 lüüti ja pistikupesa kombinatsioon, 12 tühjad laetoosid



Elutoa vooluahelate skeem. 1 jaotuskeskus, 2 valgustus ja pistikupesad

LISA 2 järg

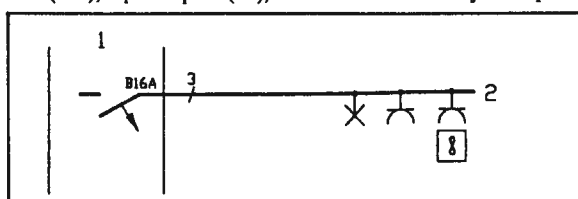


Vannitoa elektriabel

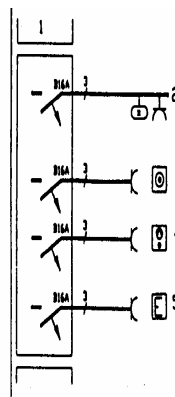
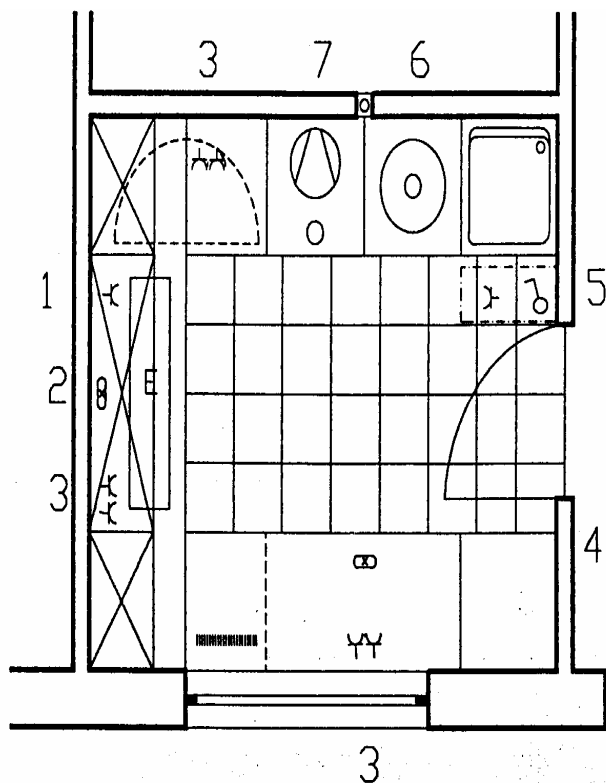
Valgustite ja pistikupesade vooluahel (osa söögitoa, tagumise vahikäigu ja vannitoa ühisahelast):

- 4 pistikupesa
- 1 juhtmeväljund üldvalgustile
- 2 juhtmeväljundit peeglivalgustitele

Vannitoa põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused põrandapinnast cm).
1 üldvalgustuslülit (105), 2 (ruumi keskel) laevalgusti, 3 luminofoorlampidega peeglivalgustid, 4 lülit ja pistikupesade kombinatsioon (105), 5 pistikupesa (30), 6 äratõmbeventilaator ja selle pistikupesa (30)



Vannitoa, söögitoa ja tagumise vahikäigu vooluahela skeem. 1 jaotuskeskus, 2 valgustus ja pistikupesad. Vannitoa pistikupesad võivad nõuda kaitseeraldust, rikkevoolukaitset või kaitsevääkepinget kasutamist.



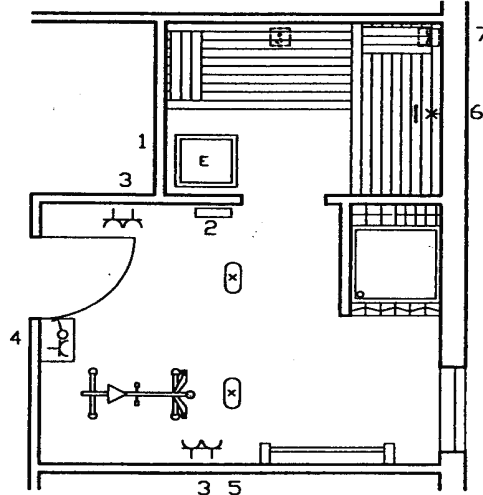
Majapidamisruumi vooluahelate skeem:
1 jaotuskeskus, 2 valgustus- ja pistikupesad,
3 pesumasin, 4 pesukuivati, 5 triikimis- vm elektriseade

Majapidamisruumi elektriabelad

- 1 valgustite ja pistikupesade vooluahel:
7 pistikupesa
1 juhtmeväljund üldvalgustile
1 juhtmeväljund kohtvalgustile
1 vooluahel pesumasinale
1 vooluahel pesukuivatile
1 vooluahel triikimisseadmele

Majapidamisruumi põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms kõrgused põrandapinnast): 1 triikimisseadme pistikupesa (105), 2 riialune luminofoorlamp-kohtvalgusti ja selle ühenduskarp (235), 3 kaksipistikupesa (105), 4 kahe luminofoorlambiga laevalgusti, 5 lülit ja pistikupesade kombinatsioon 81059, 6 pesumasin ja selle ühenduskarp (20), 7 pesukuivati ja selle ühenduskarp (20)

LISA 2 järg



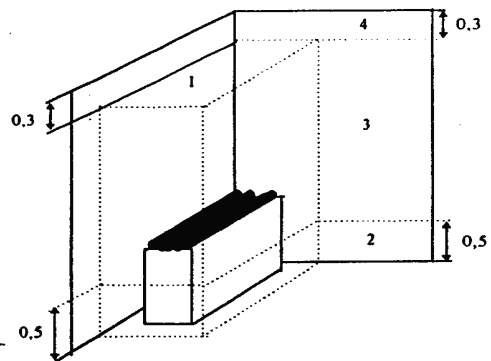
Sauna elektriabelad

1 puhkeruumi valgustite ja pistikupesade vooluahel:

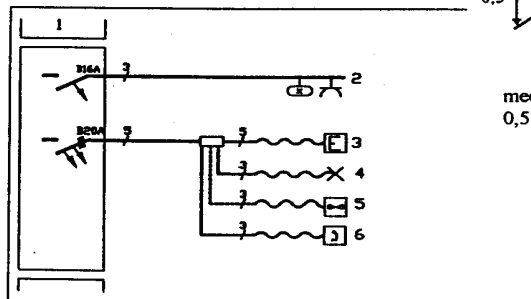
- 5 pistikupesa
 - 2 juhtmeväljundit üldvalgustitele
- 1 leiliruumi vooluahel

Sauna põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused põrandapinnast cm). / elektrikeris võimsusega nt. 9 kW, 2 kerise lülitus- ja automaatikakilp, 3 kaksipistikupesa (30), 4 lülitid ja pistikupesa kombinatsioon (105), 5 (puhkeruumi keskel) luminofoorlampidega laevalgustid, 6 kaitsekattega seinavalgusti (160), 7 (kui on olemas) äratõmbeventilaator ja selle ühenduskarp (20)

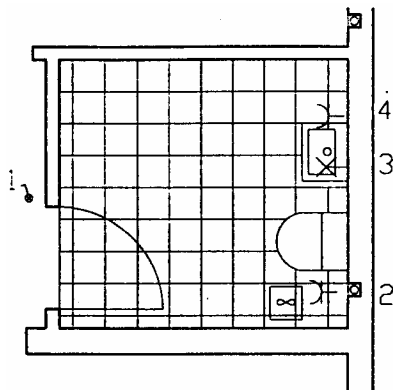
Inimeste ohutuse kaalutlustel on sauna lülituskilp parem paigutada väljapoole ruume, mis võivad kas või ajutiselt olla kuumad või niisked või kus inimesed võivad puhata. Leiliruumi valgustust saab müüdisajal väga ohutult realiseerida valguskaablite abil.



Sauna leiliruumi tsoonid (mõõtmised meetrites). Tsoon 1 ulatub kerisest igas suunas 0,5 m kaugusele.



Sauna vooluahelate skeem. 1 jaotuskeskus, 2 valgustus ja pistikupesad, 3 elektrikeris, 4 leiliruumi valgusti, 5 äratõmbeventilaator, 6 temperatuuripiirik

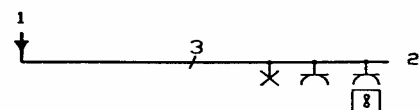


Tualettruumi elektriabel

Valgusti ja pistikupesade vooluahel

(osa sissepääsu, esiku, eesmise vahekäigu, hoiuruumi ja tualettruumi ühisahelast):

- 2 pistikupesa
- juhtmeväljund peeglivalgustile



Tualettruumi põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms kõrgused põrandapinnast). 1 signaallambiga valgustuslülitid (105), 2 äratõmbeventilaator ja selle pistikupesa (30), 3 peeglivalgusti, 4 pistikupesa (105)

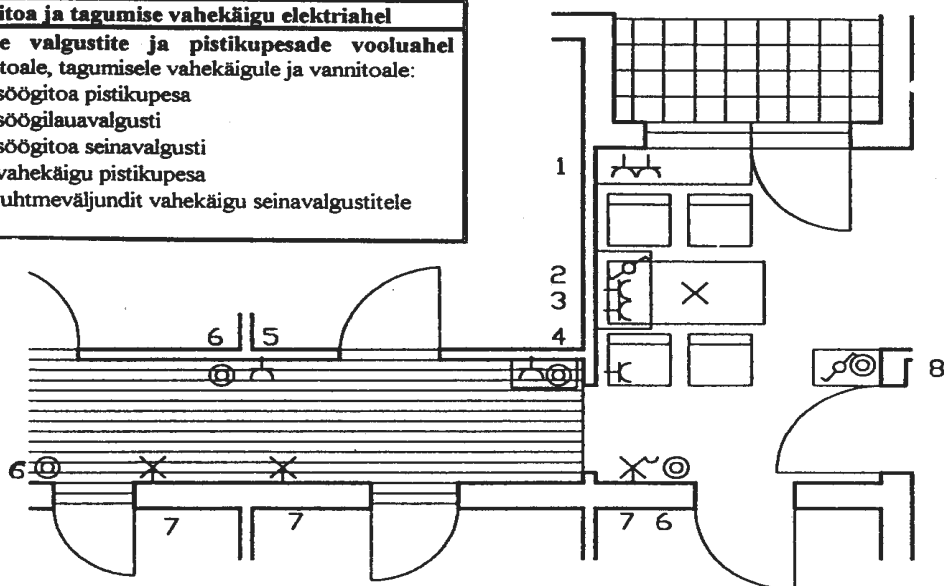
Tualettruumi vooluahela skeem. 1 sissekäigu, esiku, eesmise vahekäigu, hoiuruumi ja tualettruumi ühisest vooluahelast, 2 valgustus ja pistikupesad

LISA 2 järg

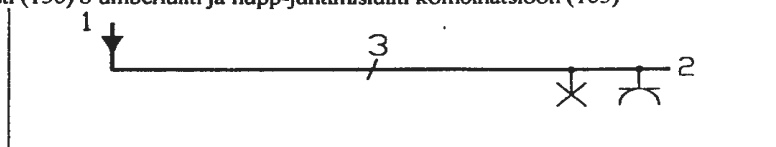
Söögitoa ja tagumise vahekäigu elektriahel

Ühine valgustite ja pistikupesade vooluahel söögitoa, tagumisele vahekäigule ja vannitoale:

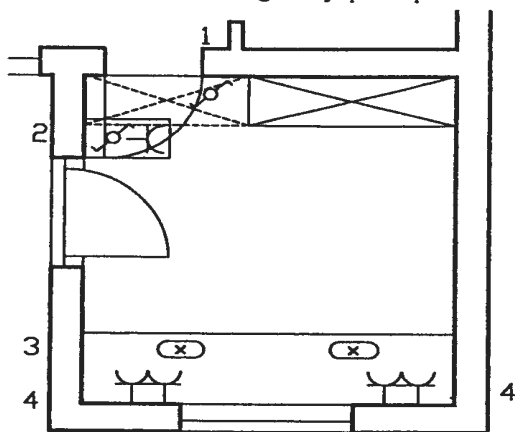
- 5 söögitoa pistikupesa
- 1 söögilaua valgusti
- 1 söögitoa seinavalgusti
- 2 vahekäigu pistikupesa
- 2 juhtmeväljundit vahekäigu seinavalgustitele



Söögitoa ja vahekäigu põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülite jms. kõrgused põrandapinnast cm). 1 kaksipistikupesa (30), 2 laua kohal paiknev valgusti, 3 ümberlüüti ja pistikupesa kombinatsioon (105), 4 nupp-juhtimislüliti ja pistikupesa kombinatsioon (105), 5 pistikupesa (30), 6 nupp-juhtimislüliti (105) 7 seinavalgusti (150) 8 ümberlüüti ja nupp-juhtimislüliti kombinatsioon (105)



Söögitoa ja tagumise vahekäigu vooluahela skeem. 1 vannitua, söögitoa ja tagumise vahekäigu ühisest vooluahelast, 2 valgustus ja pistikupesad



Harrastusruumi elektriahelad

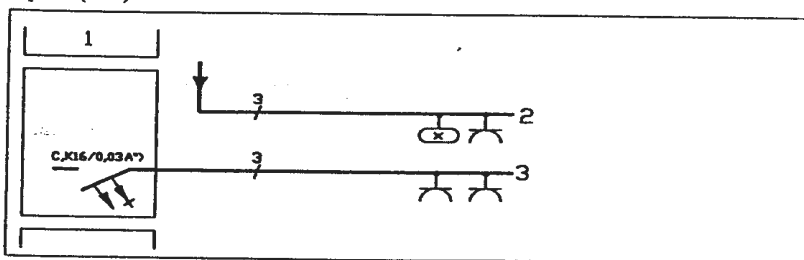
Valgustite ja pistikupesade vooluahel (ühine sissekäigu, esiku, eesmise vahekäigu, hoiuruumi ja tualettruumiga):

- 1 pistikupesa ukse juures
- 1 juhtmeväljund laevalgustele

1 pistikupesade vooluahel C- või K-tunnusjoonega kaitselülitiga:

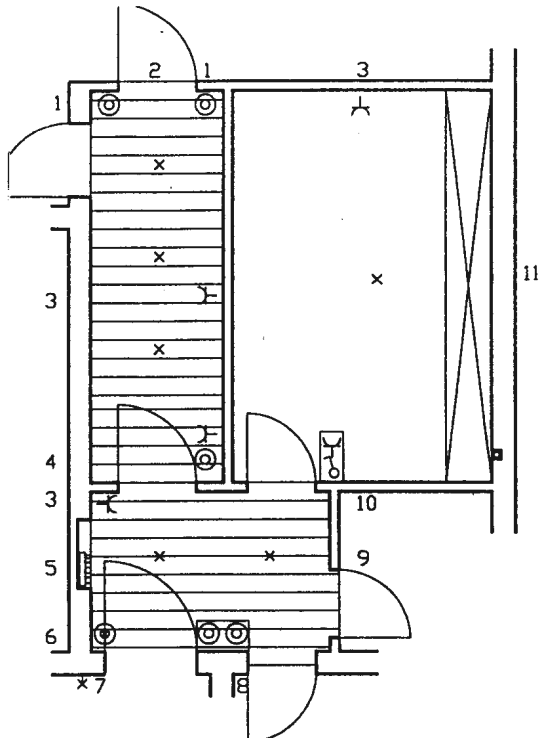
- 2 pistikupesa tööpingi kohal

Harrastusruumi põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülite jms. kõrgused põrandapinnast cm). 1 ümberlüüti (105), 2 lüliti ja pistikupesa kombinatsioon (105), 3 luminofoorlampidega laevalgustid, 4 kaksipistikupesa (105)



Harrastusruumi vooluahelate skeem. 1 jaotuskeskus, 2 valgustus ja pistikupesad, 3 tööriistade pistikupesad

LISA 2 järg

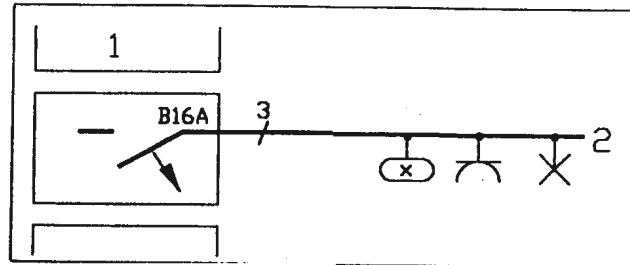


Sissekäigu, esiku, eesmise vahekäigu ja hoiuruumi põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused pörandapinnast cm). 1 nuppjuhtimislülit (105), 2 laevalgustid, 3 pistikupesa (30), 4 juhtimisnupu ja pistikupesa kombinatsioon (105), 5 jaotuskeskus, 6 turvavalgustuse nuppjuhtimislülit, 7 välisvalgusti, 8 juhtimislülitite kombinatsioon (105), 9 esiku laevalgustid, 10 lülit ja pistikupesa kombinatsioon (105), 11 hoiuruumi laevalgusti

Sissekäigu, esiku, eesmise vahekäigu ja hoiuruumi elektriabel

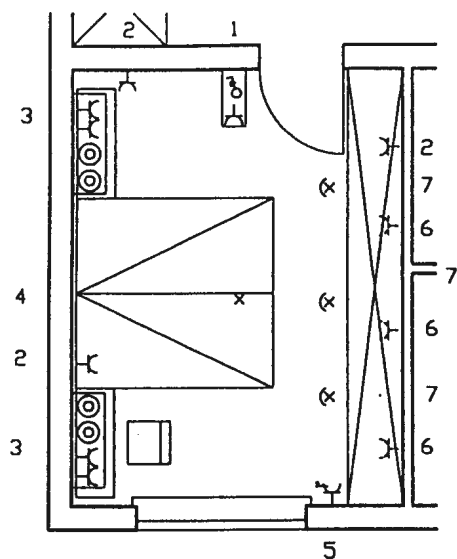
Valgustite ja pistikupesade üks ühine vooluahel sissekäigus, esikus, eesmises vahekäigus, hoiuruumis ja tualettruumis:

- 1 sissekäigu-välisvalgusti, vajaduse korral majanumbrivalgustina
- 1 pistikupesa esikus
- 2 juhtmeväljundit laevalgustitele
- 2 pistikupesa eesmises vahekäigus
- 3 juhtmeväljundit eesmise vahekäigu laevalgustitele
- 3 pistikupesa hoiuruumis
- 1 juhtmeväljund hoiuruumi laevalgustile



Sissekäigu ja hoiuruumi vooluahela skeem. 1 jaotuskeskus,

2 valgustus ja pistikupesad

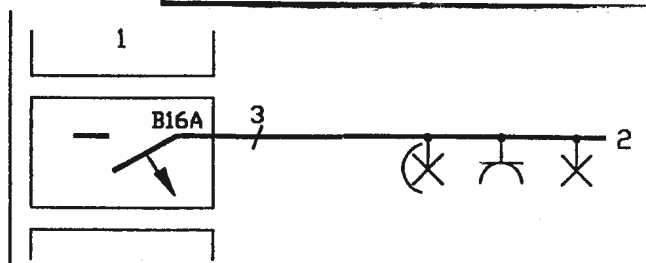


Vanemate magamistoa põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused pörandapinnast cm). 1 valgusregulaatori ja pistikupesa kombinatsioon (105), 2 pistikupesa (30), 3 juhtimisnuppude ja pistikupesade kombinatsioon (70), 4 laevalgusti, 5 kolmikpistikupesa (30), 6 tühi pistikupesakarp, 7 soonlatile kinnitatud valgustid

Vanemate magamistoa elektriabel

1 valgustite ja pistikupesade vooluahel:

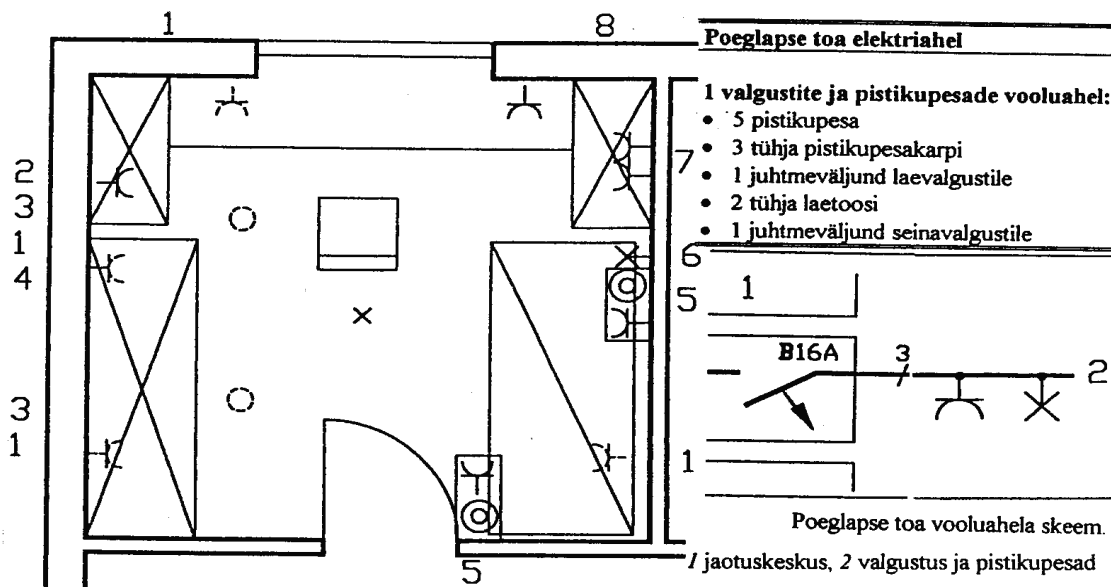
- 7 pistikupesa
- 3 tühja pistikupesakarpi
- 1 juhtmeväljund laevalgustile
- 2 juhtmeväljundit soonlatile



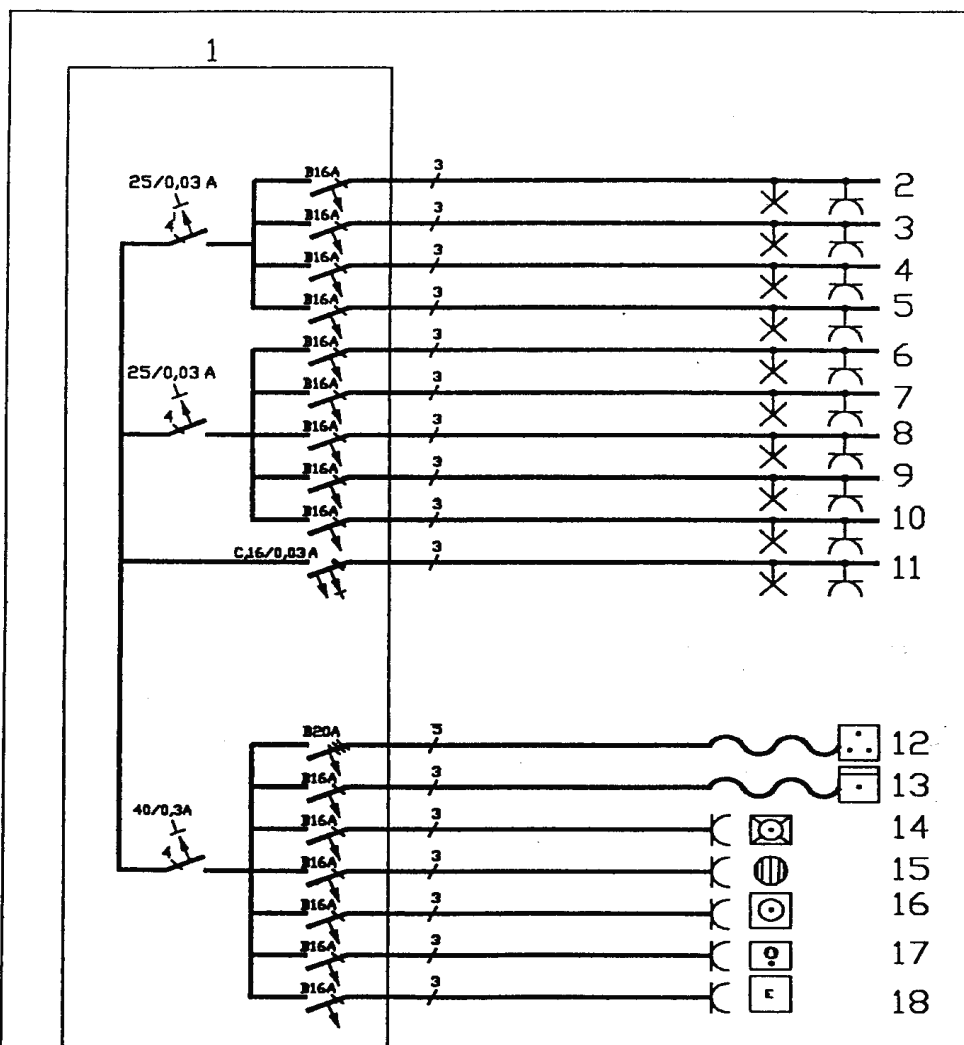
Vanemate magamistoa vooluahela skeem. 1 jaotuskeskus,

2 valgustus ja pistikupesad

LISA 2 järg



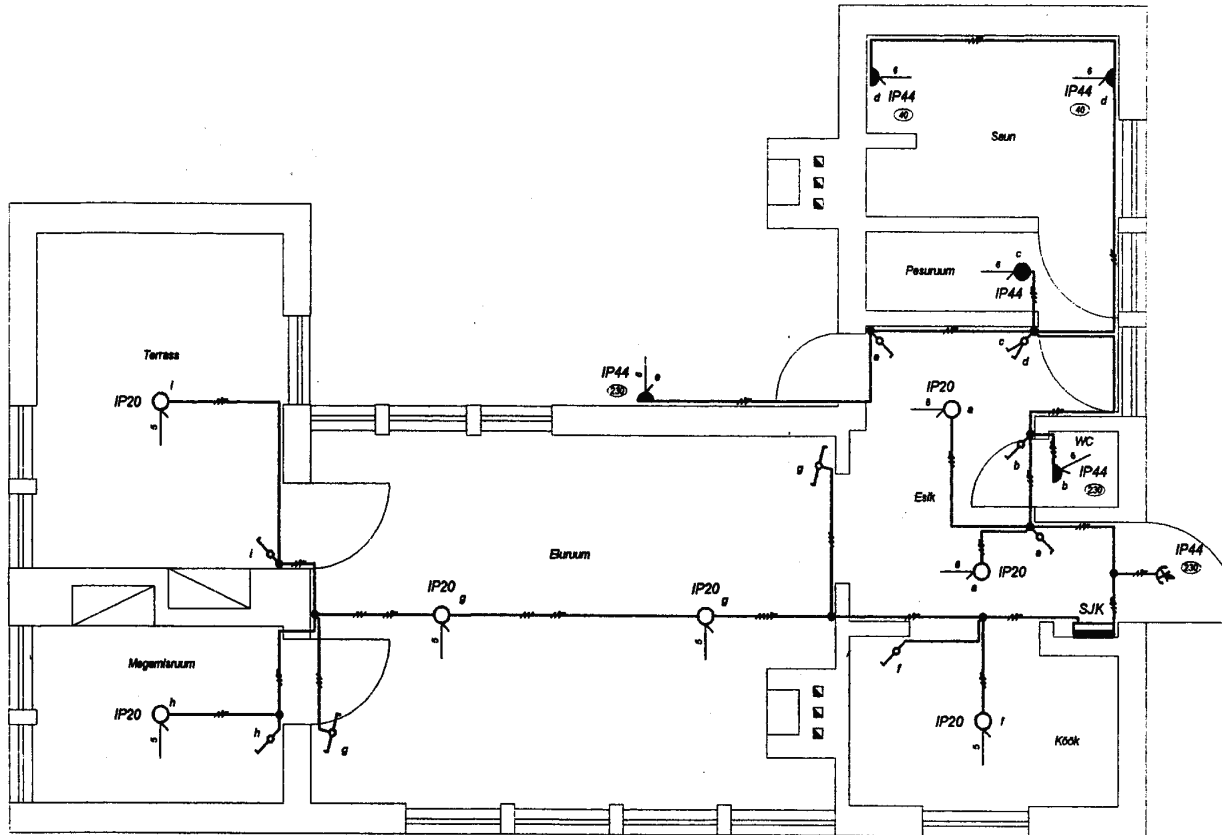
Poeglapse toa põhiplaan (sulgudes pistikupesade, lülitite jms. kõrgused põrandapinnast cm). 1 tühi pistikupesakarp, 2 kolmikpistikupesa (30), 3 tühi laetoos, 4 laevalgusti, 5 nupp-juhtimislüliti ja pistikupesa kombinatsioon (105), 6 lülitatav seinvalgusti (150), 7 kaksikpistikupesa (30), 8 pistikupesa (30)



Korteri elektripaigaldise üldskeem. 1 jaotuskeskus, 2 köök, 3 majapidamisruum, 4 elutuba, 5 elutuba ja terrass, 6 söögituba, tagumine vahekäik ja vannituba, 7 sissekäik, esik, eesmine vahekäik ja tualettruum, 8 vanemate magamistuba, 9 poeglapse tuba, 10 tütarlapse tuba, 11 harrastusruum, 12 elektripliit, 13 küpsetusahi (või mikrolaineahi), 14 nõudepesumasin, 15 veesoojendi, 16 pesumasin, 17 pesukuivati, 18 triikimiseseade vm. elektritarviti

LISA 3

Näide aiamaja elektrivarustuse tööjoonistest



TINGMÄRGID

- Laevalgusti (IP vt. Joonisel)
- Tihendatud laevalgusti (IP vt. Joonisel)
- Tihendatud seinvalgusti (IP vt. Joonisel)
- Liikumisanduri ja pimestuskaitsega projektorvalgusti (IP vt. Joonisel)
- Pinnapealne lihtilüüti (min. IP20)
- Pinnapealne grupilüüti (min. IP20)
- Pinnapealne veksellüüti (min. IP20)
- Harutoos (IP20)
- Paigalduskõrgus cm-s puhta põranda pinnast
- Terviltlinni number

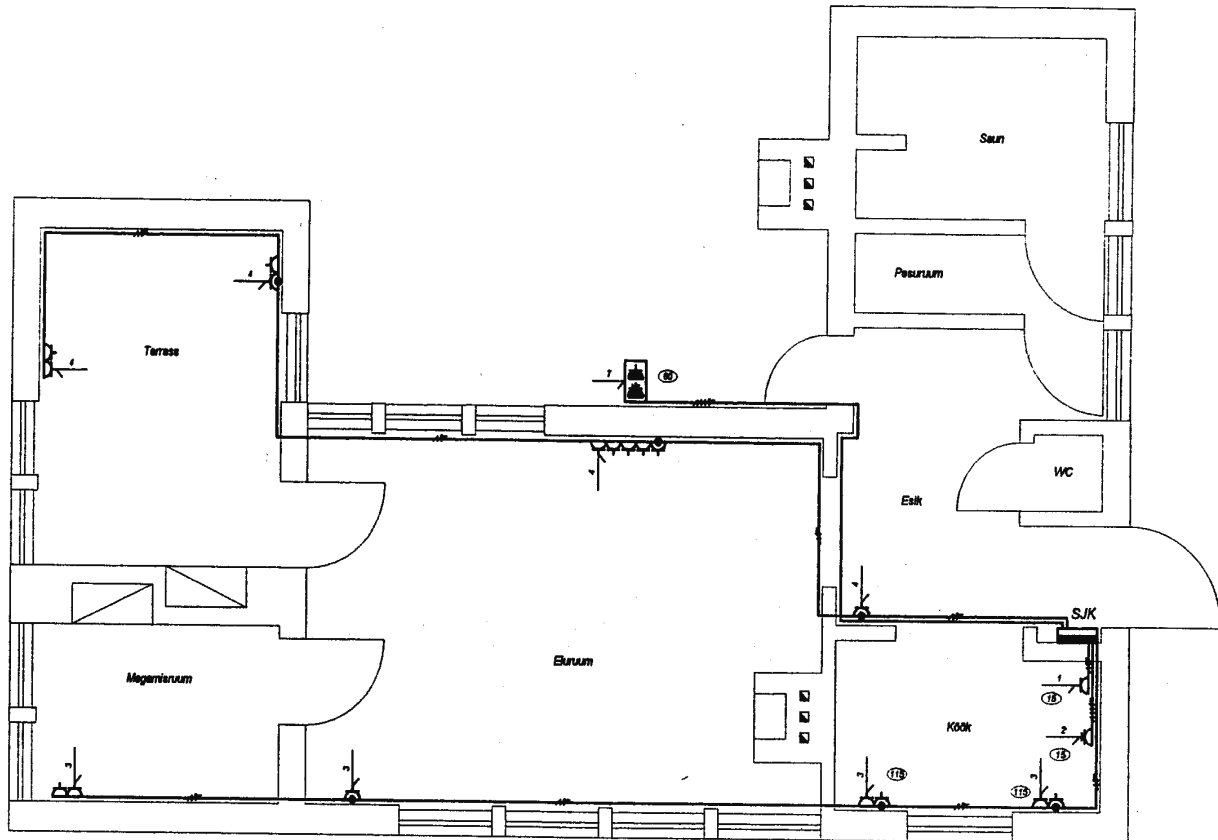
Märkused

1. Valgustite ...
 - ... tüübid - vt. materjalide spetsifikatsioonist
 - ... kasta kaitseastmed - vt. Joonisel
 - ... paigalduskõrgus (seinvalgustid) - vt. Joonisel
2. Lüüti ...
 - ... tüübid (min. nõuded) vt. materjalide spetsifikatsioonist
 - ... paigaldus - pinnapealset
 - ... paigalduskõrgus - 1,0 m puhta põranda pinnast
3. Juhistike ...
 - ... margo - PPJSG1,5; PPJ3G1,5; PPJ3x1,5 ja PPJ2x1,5
 - ... paigaldusviis - pinnapealset (va. eluruumi laes - süvistatult)
 - ... paigalduspiirkonnad - vahemikus ca 15 kuni 45 cm laest või põrandest (horisontaaljulistik) ja vahemikus ca 10 kuni 30 cm ruumi nurkadest, uksepiltadest ja akendest (vertikaaljulistik)
 - ... kandevseintest läbiviigud PVC-foos
 - ... haru- ja jätkuühendused teostada harutoosides ja valgustite ühendusklemmidele







NB! Kaabite koha-rohelist soont on keelatud kasutada faasi- või neutraaljuhina

Töö:	Elektrivarustus tööjoonised	Projekt	Erkki Tepper	20.12.99
Tellijä:	Karl-Hendrik Karu Sepa 5, Sepaste	Joonis	Erkki Tepper	09.01.00
		Kontrollis	Erkki Tepper	10.01.00
		Tellijä	Karl-Hendrik Karu	
Õkõpläns:	Erkki Tepper	Omanik:	Karl-Hendrik Karu Sepa 5, Sepaste	
Juhendäjä:	S. Kaabid	Objekt:	Aiamaaja Sepa 5, Sepaste	
Leht	Muutus	Mõõtkava	Joonis:	I korrus - valgustus
1 / 1		1 : 50		Ver. 1
Fail: MyDocuments\Projektid\esee5.vcd				9521 / I1
Visual CADD version 1.2 Serial No: VCW123001651				

LISA 3 järg



TINGMÄRGID

-  3-e faasiline pinnapealne kaitseseadmega pistikupes (min. IP20)
-  1-e kohaline pinnapealne kaitseseadmega pistikupes (min. IP20)
-  Pistikupesade "Comby-box" - üks kolme faasiline ja üks ühekohaline kaitseseadmega pistikupes (IP44)
-  Harutoos (IP20)
-  Paigalduskõrgus cm-s puhta põranda pinnast
-  Tarvitiini number

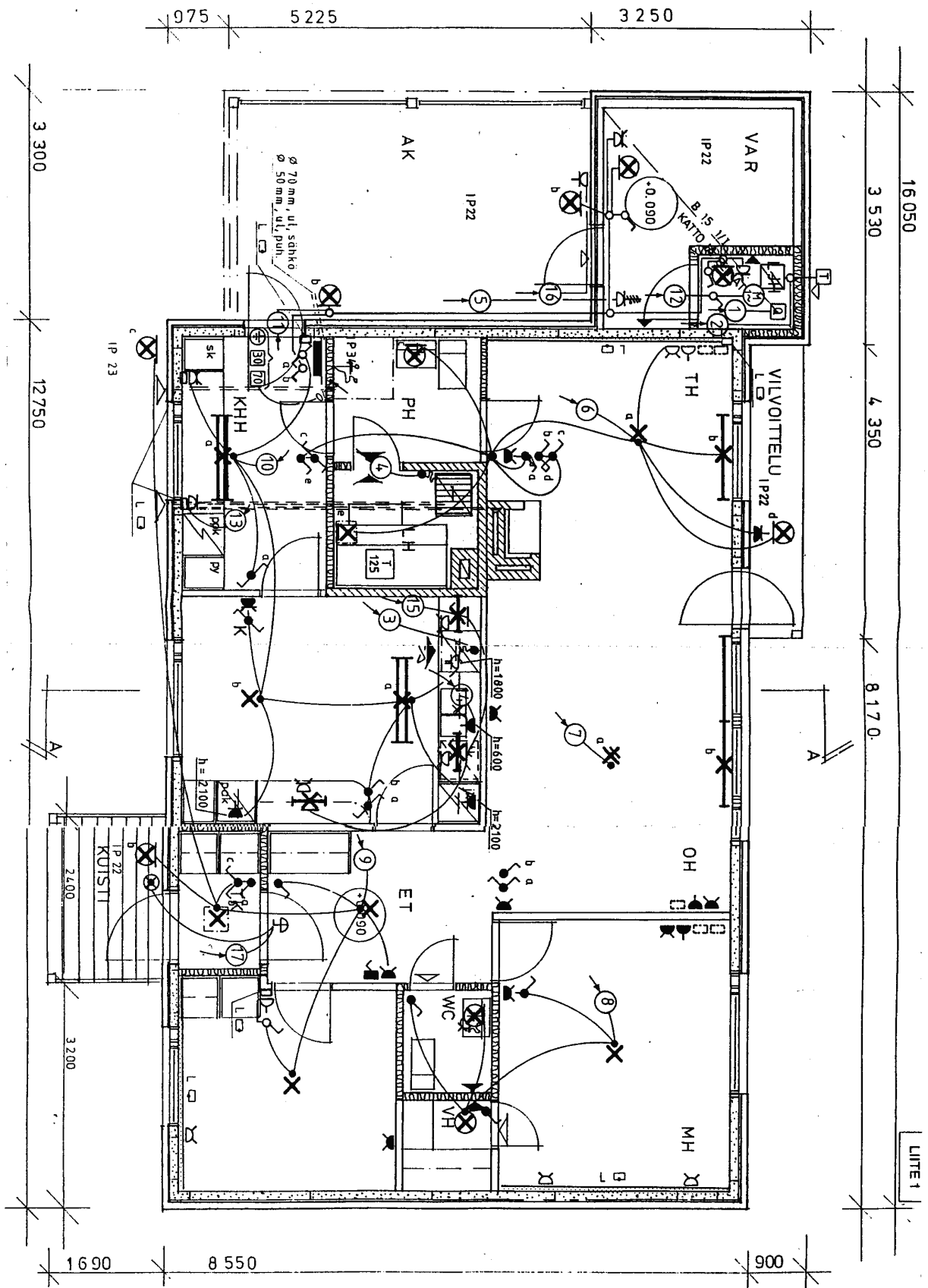
Märkused

1. Pistikupesade ...
 - ... tüübid (min. nõuded) vt. materjalide spetsifikatsioonist
 - ... kui joonisel ei ole märgitud teisti, siis 0,3 m puhta põranda pinnast
2. Juhistike ...
 - ... tüüp - PPJ5G2,5 ja PPJ3G2,5 (va. tarvitiini 1 (külmkapp))
 - ... tüüp - tarvitiini 1 - PPJ3G1,5
 - ... paigaldusviis - pinnapealseid
 - ... paigalduspiirkonnad - vahemikus ca 15 kuni 45 cm laest või põrandast (horisontaaljühistik) ja vahemikus ca 10 kuni 30 cm ruumi nurkadest, uksepiltedest ja akendest (vertikaaljühistik)
 - ... kandeveainetest läbiviigud PVC-torus
 - ... haruühendused teostada harutoosides ja pistikupesade ühendusklemmidel

NB! Kaablike kolla-rohelist soont on keelatud kasutada faasi- või neutraaljühina

Töö: Elektrivarustus tööjoonised			Projekt	Erkki Tepper	20.12.99
			Joonis	Erkki Tepper	09.01.00
Tellija: Karl-Hendrik Karu Sepa 5, Sepaste			Kontrollis	Erkki Tepper	10.01.00
			Tellija	Karl-Hendrik Karu	
Oletähtselt: Erkki Tepper Oppariühim KEI-2 Juhendaja: S. Kääril			Omanik: Karl-Hendrik Karu Sepa 5, Sepaste		
			Objekt: Aiamaja Sepa 5, Sepaste		
Leht	Muutus	Mõõtkava			
1/1		1:50			
Fail: MyDocuments\Projektid\sees5.vcd					
Visual CADD version 1.2 Serial No: VCW123001651			Joonis: 1 korrus - pistikühendused ja kohtkindlad seadmed		Ver. 1 9521 / i2

LISA 4
Näide pereelamu elektrivarustuse tööjoonistest Soome Vabariigis kasutuselolevate tingmärkidega



Lisa 5

Näide AS Keila Kaabel toodangust: juhtmed ja kaablid

VASKSOONEGA PVC ISOLATSIOONIGA JUHE

KASUTUSALA	Statsionaarseks paigalduseks torudes ja elektriseadmete siseseks installatsiooniks
NIMIPINGE	U ₀ /U = 450/750 V Kõitus- ja juhtseadmetes, millede pinged ei ületa 1000 V (AC) või 750 V (DC)
LUBATUD TEMPERATUUR	Juhtme suurim lubatud temperatuur pideval kasutusel 70°C
STANDARD	SFS 3102
KONSTRUKTSIOON	
juht	Ümar vasktraat
isolatsioon	Polüvinüülkloriid
VÄRVID	Kollane-roheline, helesinine, must, pruun

Tüüp	Värv	Välis- diameeter mm	Mass kg/km	Takistus alalisvoolul max. 20°C juures ohm/km	Väljastatav standard- pikkus karp m
PL 1,5 mm ² MU 450/750 V R200	must	2,7	20	12,1	200
PL 1,5 mm ² PRU 450/750 V R200	pruun	2,7	20	12,1	200
PL 1,5 mm ² HESI 450/750 V R200	helesinine	2,7	20	12,1	200
PL 1,5 mm ² KORO 450/750 V R200	kollane- roheline	2,7	20	12,1	200
PL 2,5 mm ² MU 450/750 V R200	must	3,3	31	7,41	200
PL 2,5 mm ² PRU 450/750 V R200	pruun	3,3	31	7,41	200
PL 2,5 mm ² HESI 450/750 V R200	helesinine	3,3	31	7,41	200
PL 2,5 mm ² KORO 450/750 V R200	kollane- roheline	3,3	31	7,41	200



VASKSOONTEGA PVC ISOLATSIOONI JA KATTEISOLATSIOONIGA INSTALLATSIOONIKAABEL

KASUTUSALA	Statsionaarseks paigalduseks ruumis ja välitingimustes
NIMIPINGE	U ₀ /U = 450/750 V
LUBATUD TEMPERATUUR	Juhtme suurim lubatud temperatuur pideval kasutusel 70°C
STANDARD	SFS 2091
KONSTRUKTSIOON	
juht	Ümar vasktraat: 1,5 ja 2,5 mm ² - üks traat 6...25 mm ² - keerutatud mitmest traadist
isolatsioon	Polüvinüülkloriid
keerutus	Isoleeritud juhtmed on keerutatud, täitekiht
katteisolatsioon	Valge polüvinüülkloriid

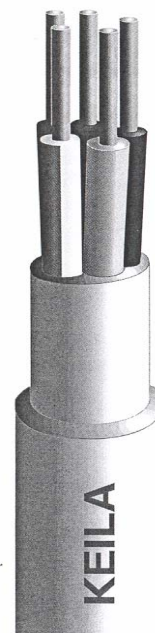
SOONTE VÄRVIJÄRJESTUS

KOLLASE - ROHELISE JUHTMEGA KAABEL

3-sooneline kaabel	Kollane-roheline, helesinine, must
4-sooneline kaabel	Kollane-roheline, helesinine, must, pruun
5-sooneline kaabel	Kollane-roheline, helesinine, must, pruun, must

ILMA KOLLASE-ROHELISE JUHTMETA KAABEL

2-sooneline kaabel	Helesinine, must
3-sooneline kaabel	Helesinine, must, pruun
4-sooneline kaabel	Helesinine, must, must, pruun
5-sooneline kaabel	Helesinine, must, must, pruun, must



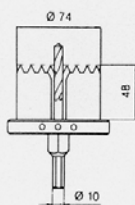
Lisa 5 järg

VASKSOONTEGA PVC ISOLATSIOONI JA KATTEISOLATSIOONIGA INSTALLATSIOONIKAABEL

Tüüp	Välis diameeter mm	Mass kg/km	Takistus- alalisvoolul max 20°C juures ohm/km	Väljastatav standard pikkus trummel m	Väljastatav standard pikkus karp m
KOLLASE-ROHELISE JUHTMEGA KAABLID					
PPJ 3 G 1,5 mm ² 450/750 V R100	9,5	140	12,1		100
PPJ 3 G 1,5 mm ² 450/750 V T1000	9,5	140	12,1	1000	
PPJ 4 G 1,5 mm ² 450/750 V R50	10	160	12,1		50
PPJ 4 G 1,5 mm ² 450/750 V T1000	10	160	12,1	1000	
PPJ 5 G 1,5 mm ² 450/750 V R50	11	190	12,1		50
PPJ 5 G 1,5 mm ² 450/750 V T1000	11	190	12,1	1000	
PPJ 3 G 2,5 mm ² 450/750 V R50	11	190	7,41		50
PPJ 3 G 2,5 mm ² 450/750 V T1000	11	190	7,41	1000	
PPJ 4 G 2,5 mm ² 450/750 V R50	12	230	7,41		50
PPJ 4 G 2,5 mm ² 450/750 V T750	12	230	7,41	750	
PPJ 5 G 2,5 mm ² 450/750 V R50	13	270	7,41		50
PPJ 5 G 2,5 mm ² 450/750 V T750	13	270	7,41	750	
PPJ 3 G 6 mm ² 450/750 V T500	14	360	3,08	500	
PPJ 4 G 6 mm ² 450/750 V T500	16	440	3,08	500	
PPJ 5 G 6 mm ² 450/750 V T400	17	520	3,08	400	
PPJ 3 G 10 mm ² 450/750 V T400	17	560	1,83	400	
PPJ 4 G 10 mm ² 450/750 V T400	19	690	1,83	400	
PPJ 5 G 10 mm ² 450/750 V T250	21	830	1,83	250	
ILMA KOLLASE-ROHELISE JUHTMETA KAABLID					
PPJ 2 X 1,5 mm ² 450/750 V R100	9	120	12,1		100
PPJ 2 X 1,5 mm ² 450/750 V T1000	9	120	12,1	1000	
PPJ 2 X 2,5 mm ² 450/750 V R50	10,5	160	7,41		50
PPJ 2 X 2,5 mm ² 450/750 V T1000	10,5	160	7,41	1000	
PPJ 3 X 1,5 mm ² 450/750 V R50	9,5	140	12,1		50
PPJ 3 X 1,5 mm ² 450/750 V T1000	9,5	140	12,1	1000	
PPJ 4 X 1,5 mm ² 450/750 V R50	10	160	12,1		50
PPJ 4 X 1,5 mm ² 450/750 V T1000	10	160	12,1	1000	
PPJ 5 X 1,5 mm ² 450/750 V R50	11	190	12,1		50
PPJ 5 X 1,5 mm ² 450/750 V T1000	11	190	12,1	1000	

LISA 6

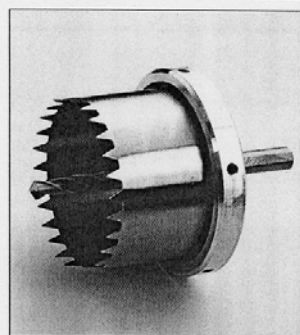
Väljavõte AS ENSTO ELEKTER tootekataloogi elektripaigaldustööde näidetest



Frees AT 5

Karbitreesiga AT 5 saadakse seadmekarpidele sobiv ava (\varnothing 74 mm).

Tera on vahetatav. Vahetusteraga koos on ka teravahetusvõti.

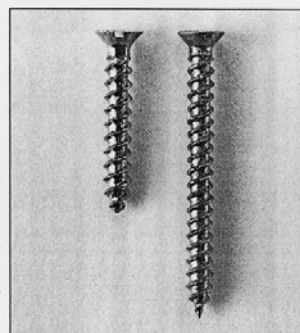


Nimetus	Tüübi nr.	El.koodi nr.	Kaal,g	Pakend,tk
Frees	AT 5	64 014 38-4	385,0	1
Vahetuster	PEU 16	64 014 41-8		1

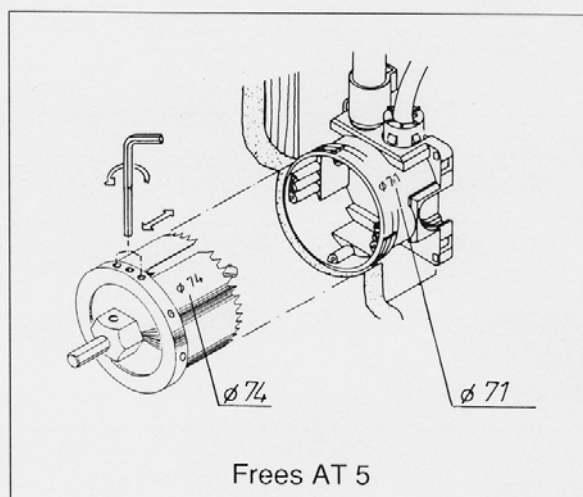
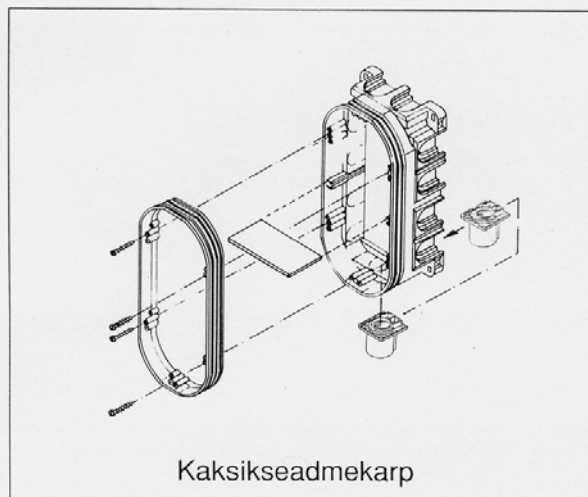
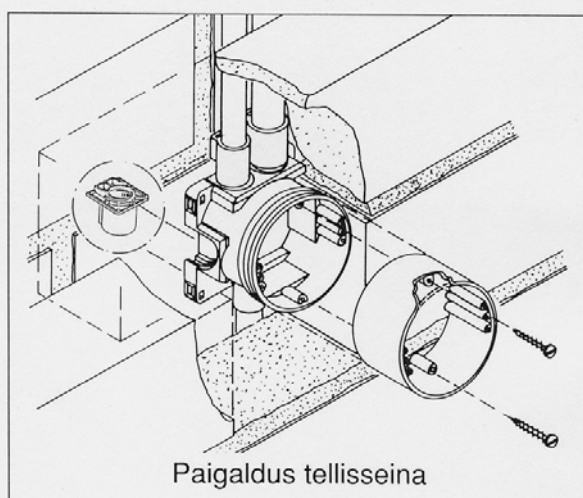
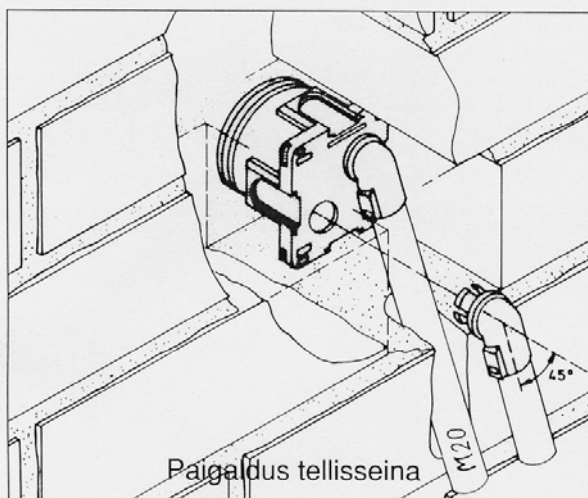
Kinnituskruvid PLP 4, PLP 5

Kruvide PLP 4 abil kinnitatakse seade otse seadmekarpi. Vajaduse korral saab seadet kõrgendada

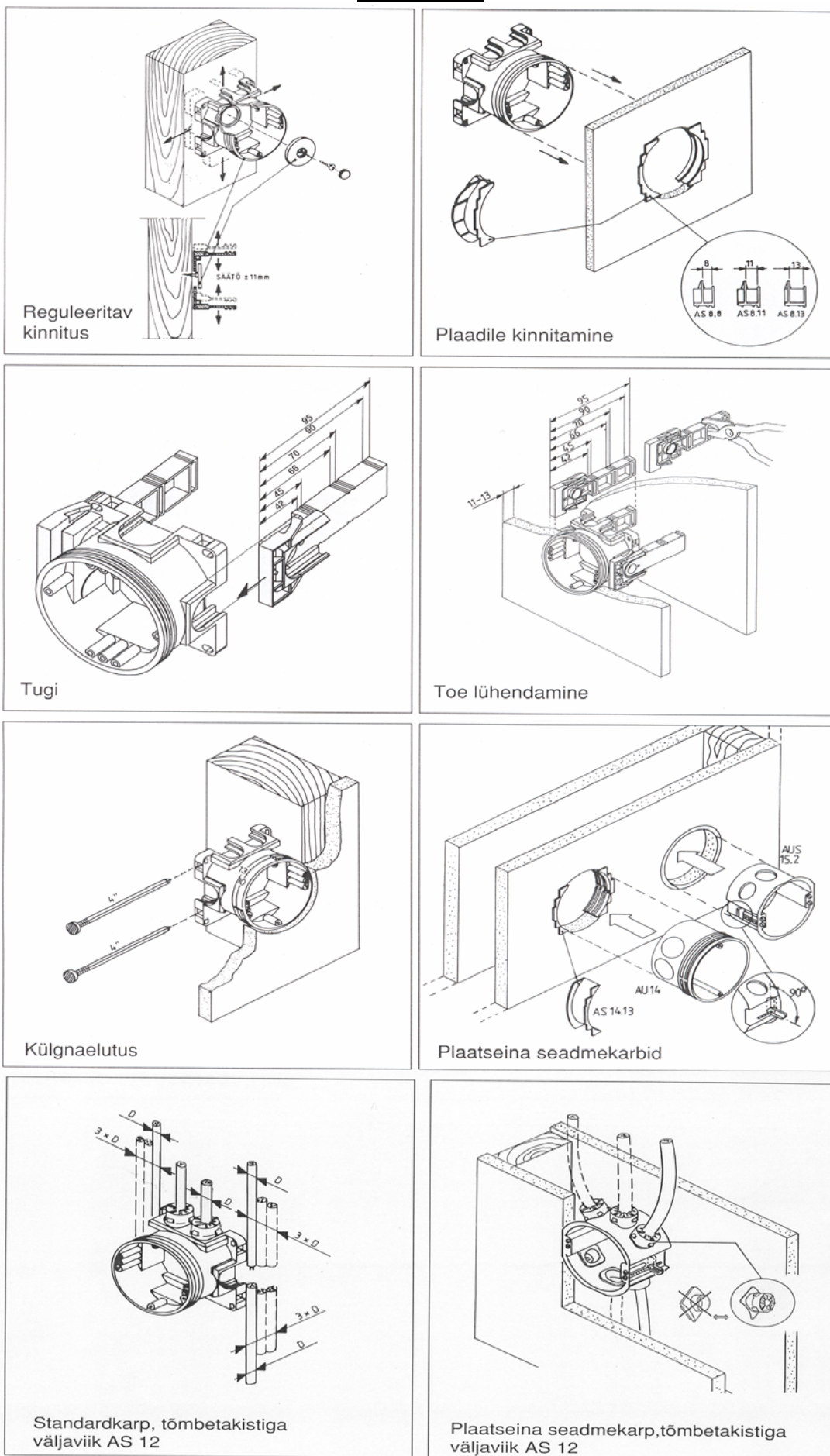
kruvidega 10 mm. Sel juhul kasutatakse pikemaid kruve - PLP 5.



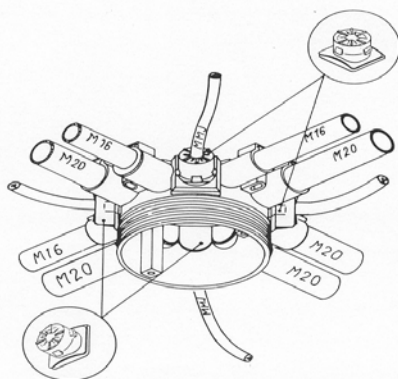
Nimetus	Tüübi nr.	El.koodi nr.	Pikkus	Kaal,g	Pakend,tk
Kinnituskruvi	PLP 4	11 527 97-5	16 mm	0,7	100/10000
Kinnituskruvi	PLP 5	11 527 98-3	29 mm	1,0	100/5000



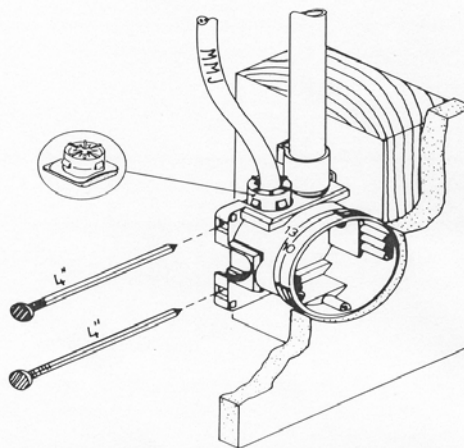
LISA 6 järg



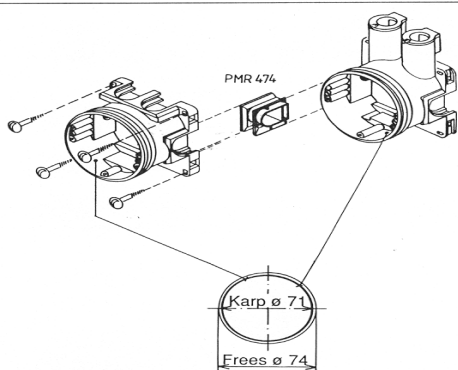
LISA 6 järg



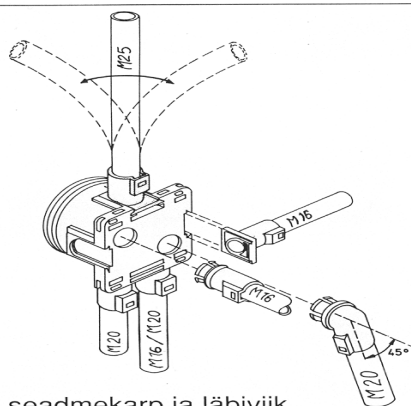
Harukarp, tõmbetakistiga väljaviik AS 12



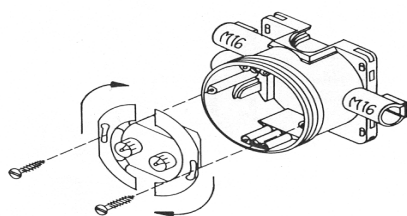
Seadmekarp, tõmbetakistiga väljaviik AS 12



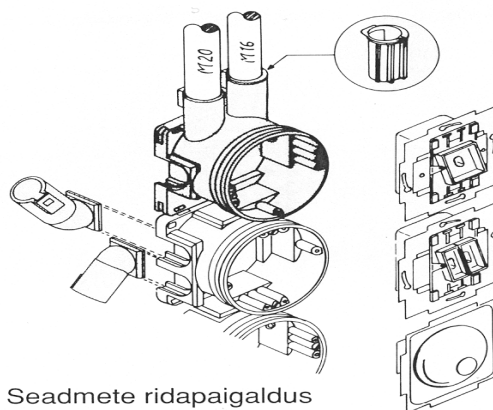
Karbi väike välisläbimõõt



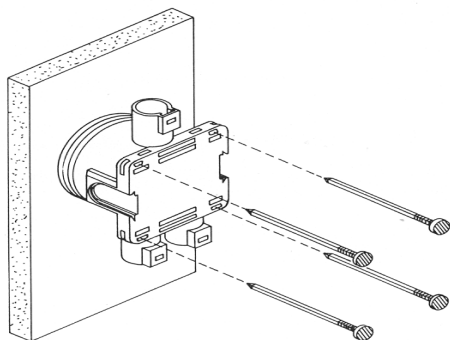
Toetav seadmekarp ja läbiviik



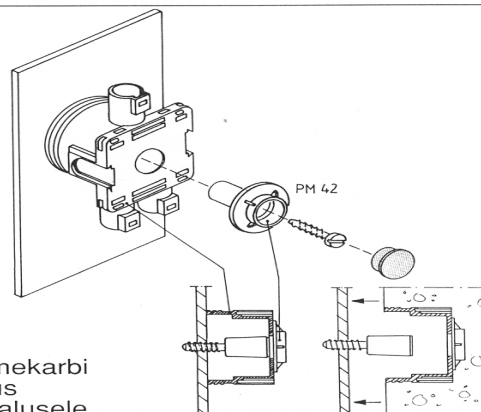
Seadmete ristkinnitus



Seadmete ridapaigaldus



Seadmekarbi kinnitus puitlusele



Seadmekarbi kinnitus metallalusele