

## OSA 9 – TUGEVVOOL

### SISUKORD

9.1	KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON .....	2
9.2	ÜLDNÕUDED .....	3
9.3	VÄLISTRASSID .....	3
9.4	VÄLISVALGUSTUS .....	3
9.5	ELEKTRIPAIGALDIS .....	4
9.6	PEA- JA JAOTUSKILBID .....	4
9.7	MAANDUSED JA POTENTIAALI-ÜHTLUSTUSED .....	6
9.8	KOMPENSATSIOONISEADMED JA FILTRID .....	7
9.9	GARANTEERITUD TOITESÜSTEEM .....	7
9.10	PÄIKESEPANEELID .....	8
9.11	KATKEMATU TOITEALLIKAS (UPS) .....	8
9.12	NÕUDED KAABLITELE, PAIGALDAMISELE JA KINNITAMISELE .....	9
9.13	KAABLI REDELID .....	10
9.14	RIPUTUSSÜSTEEMID .....	11
9.15	KAABLIKARBIKUD .....	11
9.16	KAABLITE PAIGALDUSTARVIKUD .....	11
9.17	SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS .....	12
9.18	PISTIKUPESAD .....	12
9.19	VALGUSTUSSÜSTEEMID .....	13
9.20	ELEKTRIKÜTE .....	14
9.21	SULATUSSÜSTEEMID .....	14
9.22	PIKSEKAITSE .....	14
9.23	TULEOHUTUSE JUHTIMISSÜSTEEM .....	15

## 9.1 KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON

Juhul kui antud juhendi nõuded ja alusdokumentatsiooni nõuded on vastuolus, tuleb järgida rangemaid nõudeid.

### Seadused ja määrused

- ✓ Seadme ohutuse seadus (SeOS)
- ✓ Toote nõuetele vastavuse seadus (TNVS)
- ✓ Keskkonnaministri määrus nr. 9 „Elektri- ja elektroonikaseadmete romude käitlusnõuded”
- ✓ Siseministri määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“
- ✓ Ettevõtlus- ja infotehnoloogiainistri 11.12.2018 a. määrus nr. 63 "Hooneenergiatõhususe miinimumnõuded"

### Kvaliteedinõuded

- ✓ Hoone Tehnosüsteemide RYL 2002 II osa
- ✓ EUROBAT juhend "EUROBAT guide For the Specification of VRLA Stationary Cells and Batteries"

### Standardid

EVS 812-7	“Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus“
EVS 919	“Suitsutõrje. Projekteerimine, seadmete paigaldus ja korrashoid”
EVS-EN 12101	“Suitsu ja kuumuse kontrollsüsteemid”
EVS-EN 12464-1	„Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad“
EVS-EN 12464-2	„Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad“
EVS-EN 15232	„Hoonete energiatõhusus - mõju hoone automaatikale, juhtimisele ja tehnilisele haldamisele“
EVS-EN 1838	„Valgustustehnika. Hädavalgustus“
EVS-EN 50130-4	„Alarmisüsteemid. Osa 4: Elektromagnetiline ühilduvus. Tooteperekonna standard: Häiringukindluse nõuded tulekahju-, sissemurde- ja kallaletungi alarmisüsteemide, videovalvesüsteemide, juurdepääsukontrollisüsteemide ja personaal-appikutsesüsteemide komponentidele”
EVS-EN 50172	„Evakuatsiooni hädavalgustussüsteemid“
EVS-EN 50522	“Üle 1 kV nimivahelduvpingega tugevvoolupaigaldiste maandamine”
EVS-HD 60364	„Ehitiste elektripaigaldised“ kõik osad
EVS-EN 60529	“Ümbristega tagatavad kaitseastmed (IP-kood)”
EVS-EN 60896-21	„Stationary lead-acid batteries - Part 21: Valve regulated types - Methods of test“
EVS-EN 60896-22	„Stationary lead-acid batteries - Part 22: Valve regulated types – Requirements“
EVS-EN 61140	„Kaitse elektrilöögi eest. Ühisnõuded paigaldistele ja seadmetele“
EVS-EN 61439	“Madalpingelised aparaadikoosted”
EVS-EN 61936-1	“Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded”
EVS-EN 62040	„Katkematu toite süsteemid. Osa 1: Üld- ja ohutusnõuded katkematu toite süsteemidele“
EVS-EN 62262	Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
EVS-EN 62305	„Piksekaitse“ kõik osad
EVS-EN 62717	Üldvalgustuse leedmodulid. Toimivus ja nõuded
EVS-EN 62722-2-1	Valgustite toimivusnäitajad. Osa 2-1: Erinõuded leedvalgustitele
EVS-HD 60364-5-56	Madalpingelised elektripaigaldised Osa 5-56: Elektriseadmete valik ja paigaldamine Turvasüsteemid
EVS-EN 60204-1	Masinate ohutus. Masinate elektriseadmed Osa 1: Üldnõuded

Elektrilevi OÜ normdokument nr. P387 "Nõuded alajaamaruumile ehitises"

## 9.2 ÜLDNÕUDED

Hoones tuleb lahendada ehitise kõikide siseruumide ja välisterritooriumi jõupaigaldis ning valgustus.

Elektripaigaldise projektis tuleb lahendada elektritehnilise osa seletuskiri, arvutuslik osa, joonised ja toodud lisadokumendid, mis moodustavad üksteist täiendades elektripaigaldise projektdokumentatsiooni.

Ühe hoone (hoonekompleksi) piires tuleb tootegruppide lõikes eelistada ühe tootja tooteid.

## 9.3 VÄLISTRASSID

Hoone liitumiseks elektrivõrguga või tarbitava võimsuse suurenemisel tuleb tellida võrguettevõttelt elektrivarustuse tehnilised tingimused. Liituminekas madalpingel või keskpingel lepatakse eelnevalt kokku tellijaga.

Ehitatava hoone alla jäävate kaablite ümbertõstmiseks tuleb tellida tehnilised tingimused trasside omanikult. Teede ja platside alla tuleb rajada täiendavad reservtorud kaablite hilisemaks paigaldamiseks.

Välitele elektripaigaldistele tuleb paigaldada toiteliinid ja vajalikud juhtimiskaablid: rasvapüüdja, pumplad, elektrilised sulatusküttes, valgustid, tõkkepuu jne. Vajalikud toite- ja juhtimiskaablid tuleb paigaldada eraldi paigaldustorusse.

## 9.4 VÄLISVALGUSTUS

Pimedal ajal peavad hoone juurdepääsuteed, sõiduteed, jalgteed ja parkimisplatsid olema valgustatud. Avalike tee- ja tänavavalgustuspaigaldiste projekteerimisel ja ehitamisel tuleb aluseks võtta kohaliku omavalitsuse volikogu otsusega kehtestatud nõuded.

Projekteeritavad leedvalgustid peavad omama ENEC-sertifikaati ja vastama standarditele EVS-EN 62722-1 „Valgustite toimivusnäitajad. Osa 1: Üldnõuded“ ja EVS-EN 62717 „Üldvalgustuse leedmoodulid. Toimivus ja nõuded“.

Leedvalgustitel peab olema vähemalt 5-aastane tehasegarantii.

Välisvideovalve korral tuleb kasutada üksnes värelemisvabasid leedvalgusteid.

Välisvalgustuse juhtimine peab toimuma nii käsitsi kui ka hooneautomaatika abil (olek, ajaprogrammid, valgustuse tugevus, vt ka „Osa 11, Hooneautomaatika“).

Välisala valgustamiseks peab kasutama vandaalikindlaid valgusteid, löögikindlusega vähemalt IK6.

### **Rõhtpinna valgustustihedus ja värvusülekande tegur**

Hoone välisalade keskmise rõhtpinna valgustustiheduse normid on järgmised:

- peaukse piirkond 50 lx
- vähese liiklusega alad ja jalgteed 5 lx

Staadioni või jooksuraja valgustamisel peab rõhtpinna valgustustihedus olema vähemalt 50 lx, värvusülekande tegur  $R_a \geq 80$ . Staadioni valgustid ei tohi tekitada staadioniga piirneval alal pimestusräigust.

## 9.5 ELEKTRIPAIGALDIS

### Nõuded

Elektri jaotusvõrk rajatakse uutes ja renoveeritavates hoonetes vastavalt TN-S süsteemile. Elektripaigaldises tuleb kasutada Eestis laialt levinud seadmeid, millel on Eestis kättesaadav tehniline tugi.

Hoonetes peavad olema vajalikud elektriseadmete ruumid (näiteks peakeskuse ruum, UPS-i ruum, generaatori ruum). Ruumide planeerimisel tuleb arvestada reservi vajadusega 20% põranda pindalast.

Kaablite sisestuskohta tuleb paigaldada reservtorud või -avad.

### Renoveeritavate hoonete elektripaigaldise demontaaž

Renoveeritavate hoonete elektripaigaldise demontaaži ulatus tuleb määrata eelprojektis. Demonteeritud seadmete utiliseerimisel peab lähtuma jäätmeseadusest ja Keskkonnaministri määrusest nr. 9 „Elektri- ja elektroonikaseadmete romude käitlusnõuded”.

### Pingekaod ja reservid

Liitumis- ja magistraalkaablite määramisel peab tarbija lõpp-punktis olema normaaltarbimisel tagatud pingekadu alla 4% alates trafoalajaamast.

Liitumiskaablite määramisel ja peakeskuses tuleb arvestada võimsusreservi 20%.

Pea- ja jaotuskeskuste reservi väljundeid tuleb arvestada 10% väljundite arvust ja vähemalt üks reserv iga erineva kaitseparaadi kohta kuni 100 A. Lisaks peab arvestama keskustes 20% reservruumi. Jaotuskeskuste klemmliistude reserv on minimaalselt 10%, minimaalselt üks komplekt iga märgitud kaabli suuruse kohta.

Pingekaod määratakse vastavalt standardile EVS-HD 60364-5-52 „Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud – LISA G (normlisa) Pingekadu tarbijapaigaldises“.

### Soojuseraldused

Elektriseadmete ruumide (peakeskuse ruum, kilbiruumid, UPS-i ruum, telekommunikatsiooni ruumid jne) ventileerimiseks ja jahutamiseks peab arvutama soojuseraldused ning edastama vajaliku informatsiooni vastava ala spetsialistidele ja tellijale.

## 9.6 PEA- JA JAOTUSKILBID

Pea- ja jaotuskilpides peavad olema nii primaar- kui ka sekundaarahelate skeemid (näiteks RLA skeem, tehnosüsteemide juhtimisahelate skeemid) ja juhid ning klemmid peavad olema ka vastavalt markeeritud. Üldjuhul on pea- ja jaotuskilpides nimivooluga kuni 100 A eraldusmoodusega 1, elektrikeskused nimivooluga 100 A - 600 A, eraldusmoodusega kas 2a või 2b ja nimivooluga üle 600 A eraldusmoodusega 3a. Elektrikilbid moodulite arvuga  $\geq 24$  peavad olema keevitatud või needitud ja pulbervärvitud metallkestas seina paksusega  $\geq 0,8$  mm.



- turva-, video- ja valveseadmed
- soojussõlmed ja katlamajad
- tõkkepuud ja väravad
- videovalvega välisvalgustuse alad
- tarbevee-, sadevee ja kanalisatsioonipumplad
- elektrilised perimeetri uksed
- serveriruumi seadmed (serverid, UPS-id jne)
- tuleohutussüsteemid (hüdrantide siibrid ja rõhutamispumbad, sprinkleri pumbad ja siibrid; ülerõhu ja suitsueemalduse süsteemide ventilaatorid ja klapid, suitsuluugid)
- päästekomandodes reageerimisteede valgustus
- tuletõrjelift
- avariivalgustus
- pistikupesad (täpsustatakse projektipõhiselt)

Generaatori koormustesti teostamiseks tuleb ette näha vajalikud kaitselülitid ja ühendusklemmid-pesad. RLA peab olema häälestatud selliselt, et koormustesti teostamise ajal põhitoite kadumisel lülitab testseadme ühenduspunkti (nt šuntvabastiga) kaitselüliti generaatori kohe ümber objekti elektripaigaldise koormusele.

Kilbi kest peab olema valmistatud vähemalt 1,5 mm plekist ja kesta IK-aste peab olema vähemalt IK08.

### **Jaotuskeskused (JK)**

Jaotuskeskused tuleb üldjuhul paigutada tehnilistesse ruumidesse. Jaotuskeskus peab olema varustatud hingedega ja ühe võtmega avatavate süvislukkudega ustega. Jaotuskilpide IP-aste peab vastama ruumi keskkonnatingimustele.

Jaotuskeskused tuleb varustada sisendis kolmepooluselise koormuslülitiga ja II tüüpi liigpingepiirikutega. Liigpingepiirikute olekusignaal tuleb viia hooneautomaatikasse.

Videovalveseadmete ja kaamerate toide tuleb soovituslikult võtta ühest keskusest ning kasutada üht ja sama faasi. Õppeklassi-, konverentsiruumi-, aula- või muu ruumi audio-videoseadmete toited ja õppejõu töökoha laua toited tuleb lahendada samalt grupilt.

Ühefaasilisi ahelaid tuleb kaitsta ühefaasiliste (combi) rikkevoolukaitselülititega (vältida asjatult 3-faasiliste RVKL kasutamist).

Pistikupesade liinide kaitseks tuleb kasutada C-kategooria kaitseautomaate.

## **9.7 MAANDUSED JA POTENTIAALI-ÜHTLUSTUSED**

Hoone elektrisisendis tuleb teostada peapotentiaali ühtlustus vastavalt TN-S süsteemile, mis tuleb ühendada paigaldise maandusega. Maanduskontuur peab olema ringistatud ja mõlemad kontuuri otsad peavad olema peamaanduslatile ühendatud, kusjuures mõlema juhi ristlõige peab eraldi võttes vastama eeskirjadega ette nähtule.

Maanduspaigaldise peab teostama vastavalt maandustakistuse arvutustele.

Peapotentiaali ühtlustuslatt tuleb paigaldada peakeskuse ruumi seinale ja ühendada maanduriga kahes punktis.





Garanteeritud toitesüsteemist tuleb häired ja olekud edastada hooneautomaatika süsteemi. Edastatavad parameetrid on toodud „Osa 11, Hooneautomaatika“ tabelis 11.1. „Parameetrite ja häirete prioriteetide tabel“.

## 9.10 PÄIKESEPANEELID

Päikesepaneelide tootlikkus tuleb arvutada dünaamilise arvutusprogrammiga, mis võtab arvesse ka kõik võimalikud varjud ja sisaldab endas valitud inverterit ning päikesepaneele, et saavutada tootlikkuse hindamisel maksimaalne usaldusväärsus. Vajalik on teostada ka päikesepaneelide tootjapoolsete katusekinnitite arvutus, et tagada kinnitite maksimaalne eluiga ja vastupidavus keerulistes ilmastikuoludes. Päikesepaneelide tootja garantii peab olema vähemalt 10 aastat.

Päikesepaneelide inverterite väljalülitamiseks nähakse kilpidesse ette kontaktorid, mis tulekahju ja/või generaatori käivituses päikesepaneelide toite välja lülitaksid. Päikeseelektri paigaldisel peab olema tagatud ohutu lahtusvõimalus järgmistes punktides:

- liitumiskilbis – hoones või kinnistu piiril;
- peakilbis/jaotuskilbis – peakaitse lahklüliti, inverteri kaitse;
- inverteril – DC lahtuse lüliti inverteri juures;
- inverteril – DC lahtuse lüliti inverteri juures.

Kui inverter ei asu kilbiga samas ruumis, siis tuleb inverteri asukohas ette näha täiendav kaitselahutusvahend vahelduvvoolukaablile. Päikesepaneelide inverterid tuleb ühendada elektripaigaldisega enne reaktiivenergia kompensaatorseadmete voolutrafosid. Päikesejaama inverter peab olema Modbus/TCP liidesega. Päikesejaam tuleb siduda hooneautomaatikaga (seotavad osad, parameetrid jne täpsustatakse projektis).

## 9.11 KATKEMATU TOITEALLIKAS (UPS)

UPS võrku peab ühendama järgmised tarbijad:

- server
- serveriruumi teenindavate jahutusseadmete kontrollid
- arvutivõrgu aktiivseadmed
- videovalve seadmed
- valvurite ja hoolduse arvutid ja monitorid

UPS tuleb ühendada hooneautomaatika süsteemiga. Ühendatavad parameetrid on välja toodud „Osa 11, Hooneautomaatika“ tabelis 11.1. „Parameetrite ja häirete prioriteetide tabel“.

Tuleohutussüsteemidele (vajadusel ka videovalve, valve-läbipääsusüsteem, UPS, serveriruumi jahutus jne) peab olema tagatud reserveeritud toide. Toite ümberlülitamine tuleb lahendada RLA-ga.

UPS-toitegruppide kaitseautomaatide ette tuleb paigaldada neljapooluseline ümberlülitamine, mis võimaldab vajadusel koormuse ühendust normaalvõrgu või UPS-toitevõrguga. UPS-toide peab olema võimalik kõigil töökohtadel (täpsustab tellija).

UPS-na tuleb kasutada nii tsentraalset seadet kui ka hajutatult paigutatud üksikseadmeid (tarbijagruppide või -piirkondade järgi). UPSi enda ja tema võrgus olevate seadmete toiteks tuleb kasutada valmistaja poolt ettenähtud kaitselüliteid. Keskusse tuleb paigaldada lüliti UPSi toitel olevate seadmete toite ümberlülitamiseks kas läbi UPSi või otse elektrivõrgust.



### Nõuded UPSile

- Töötab voolu alaldaval ja vaheldaval pidevrežiimil (põhineb *on-line*/VFI-tehnoloogial).
- 3-faasilisel UPSil peab olema integreeritud elektrooniline (ingl *static bypass*) ja mehaaniline (ingl *manual bypass*) möödaviik. UPSid alates 10 kVA peavad vastama toite poolel järgmistele nõuetele:
  - UPS peab olema kahe eraldiseisva toitega (põhitoide ja mehhaaniline *bypass*),
  - UPSi sisendis peab olema harmooniliste sageduste filter, IGBT transistoritega alaldi või dioodalaldi korral drosselitega vaheaste (ingl *booster*),
  - vooluharmoonilisi (THDI) 100% koormusel on vähem kui 3%,
  - võimsustegur ( $\cos \varphi$ ) väljundis vähemalt 0,99
  - UPS AC/AC kasutegur topeltkonverteerimise režiimis (*online*) poolal koormusel peab olema vähemalt 99%
  - Alates UPS-idest võimsusega 20kVA, lisandub kõigele eelnevale veel modulaarse n+1 süsteemi nõue. Lisamooduli võimsus peab olema vähemalt 20% UPSi nimivõimsusest.
  - UPSi peab olema võimalik lülitada voolusäätu režiimi (*Eco Mode*),
- SNMP adapteri vajadus monitooringu teostamiseks (eeldab arvutivõrgu ühendust) ja küberturvalisuse nõuded tuleb täpsustada tellijaga enne projekteerimist.
- Hooneautomaatika süsteemiga ühendamiseks peab UPS olema varustatud lisaks Modbus adapteriga. UPSist tuleb edastada hooneautomaatika süsteemi vähemalt järgmist informatsiooni: UPSi rike/*by-pass*, UPS töötab akudelt, akud tühjenenud.
- SNMP ja Modbus adapterid peavad olema ligipääsetavad ja hõlpsasti vahetatavad ning asuma kaardipesas UPSi esiküljel.
- UPS seadme tugiaeg peab olema minimaalselt 10 minutit täiskoormusel (võimsustegur = 0,9)
- Akud peavad olema suletud, hooldusvabad VRLA akud elueaga 6-9 aastat temperatuuril 20°C vastavalt EUROBAT juhendile.
- Modulaarsete UPS-ide akud peavad olema dubleeritud.
- Kõiki modulaarsete UPS seadmete jõumoduleid (kuni 20 kVA k.a) peab saama vahetada ilma seadet vooluvõrgust välja või hooldusmöödaviigule lülitamata (ingl *hotwsap* tehnoloogia). Suuremate kui 20 KVA jõumoduleite vahetuse korral võib seadme ohutuse kaalutlustel lülitada mehaanilisele hooldusmöödaviigule.
- UPS tuleb paigutada mõnda tehnilisse ruumi (peakeskuse ruum või nõrkvooluseadmete ruumi) või eraldi UPSi ruumi. Ruum, kuhu UPS paigaldatakse, vajab jahutust (ruumi max t° 21-25°C, täpsustatakse tellijaga projekteerimise staadiumis).
- UPS seadmetel peab olema sertifitseeritud hooldusfirma Eestis 24 h avarii-reageerimisega.
- 

### 9.12 NÕUDED KAABLITELE, PAIGALDAMISELE JA KINNITAMISELE

Installatsioonikaablid peavad vastama standardi EVS 720 nõuetele. Paigaldatavad kaablid peavad olema halogeenivabad ja nende tuletundlikkus peab vastama standardile EN 60332 ning siseministri määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“ lisa 10 „Kaabli tuletundlikkuse nõuded“ nõuetele

Kaablite pinnapealsel paigaldamisel peab kinnitusvahendite vaheline kaugus vastama tabelis nr 9.1 toodule.

Tabel 9.1 – Kaablite kinnitusvahemikud pinnapealsel paigaldamisel

Juhtme välisläbimõõt D [mm]	Suurim lubatav vahekaugus [mm]	
	Horisontaalne paigaldusviis	Vertikaalne paigaldusviis
$D \leq 9$	250	400
$9 < D \leq 15$	300	400
$15 < D \leq 20$	350	450
$20 < D \leq \dots$	400	550

Kipsseinte sisesel kaabeldusel võib kinnitusvahendi maksimaalseks vahekauguseks olla 1,0 m, ripplae tagusel kaabeldusel 0,5 m.

Kaableid ei tohi kinnitada selleks mitte ette nähtud tarindite/elementide (nt torude, torukandurite, ripplaekandurite) külge.

Tulekindlad kaablid tuleb paigaldada eraldi kaabliteedele ja neid võib kinnitada üksnes tulepüsiva konstruktsiooni külge. Tulekindla kaabli kinnitus peab vastama kaabli tootja paigaldusjuhendile. Kui kasutatakse teiste tootjate kinnitusi, on maksimaalne tulekindla kaabli kinniti kinnitussamm 300 mm.

Tulekindla kaabli hargnemiseks või jätkamiseks võib kasutada üksnes tulekindlaid harutoose ja keraamilisi liitmikke. Tulekindla paigaldusviisiga kaabliteed ei tohi ühtida ja nende all ei tohi olla teisi, mittetulepüsiva paigaldusviisiga tehnosüsteeme.

Kõik kaablite piiretest läbiviigud peavad olema hülssides ning tuleb tihendada vastavalt piirete tulekaitselistele ja helipidavuse nõuetele. Tulekindlaid kaableid ei tohi tuletõkke sektsioonist läbi viia sama läbiviiguava kaudu, kust tavakaableid.

Tulekindla kaabli ristumisel tavakaabliga tuleb tagada minimaalne distants 100 mm kaablite vahel. Juhul kui vahekaugust pole võimalik tagada, tuleb tulepüsiv kaabel paigaldada metallkõrisesse, -torusse.

Voolujuhtide (nii kaablikingade, klemmide kui ka lattide) poltühendused pingutatakse dünamomeetrilise mutrivõtmega, kasutades järgmisi jõumomente: M5: 3-4 Nm, M6: 8-10 Nm, M8: 18-22 Nm, M10: 35-45 Nm ja M12: 65-75 Nm. Enne väliste alumiiniumjuhtide ühendamist tuleb veenduda, et nende kontaktpinnad oleks puhastatud, harjatud ja määrdega kaetud. Kuue kuni kaheksa nädala pärast tuleb kontaktühendused üle pingutada.

### 9.13 KAABLIREDELID

Ripplagede taga ja tehnilistes ruumides tuleb kasutada kaabliredeleid. Niiskes ja agressiivse keskkonnaga ruumides peab kasutama kuumtsingitud terasredeleid või alumiiniumredeleid.

Eraldi kaabliredelid tuleb reeglina paigaldada elektri- ja nõrkvoolusüsteemi kaablitele. Ühisele kaabliredelile võib paigutada lühikesi lõike. Ühisele kaabliredelile paigutamisel tuleb kaablite eraldamiseks kasutada metallist eraldusliistu. Kaabliredelite üksteise kohale paigalduse korral peab nõrkvoolukaablite redel asetsema allpool ja elektri-kaablite redel pealpool. Büroodes, klassiruumides, koridorides ja teistes avalikes kohtades, kus ripplagesid ei ole (riiulid on näha), tuleb kasutada tsingitud vähese perforatsiooniga plaatkaabliriiuleid. Plaatriiulid tuleb varustada tsingitud kaanega. Plaatkaabliriiulite värvus tuleb täpsustada sisearhitektiga. Pistikupesade ja karpide kinnituseks tuleb kasutada tehases valmistatud spetsiaalseid plaataluseid.

## 9.14 RIPUTUSSÜSTEEMID

Valgustite ja nende juhtmete paigaldamiseks (tehnilistes ruumides, ladudes jne) tuleb kasutada tsingitud terasest valgustuse riputuse konstruktsioone (renne). Nähtavale jäävate rennide (mis paiknevad nt büroos, aulas, koridoris) värvus tuleb täpsustada sisearhitektiga.

Pistikupesade ja karpide kinnituseks tuleb kasutada tehases valmistatud spetsiaalseid plaataluseid. Pistikupesad ja harukarbid tuleb paigaldada kaabliredeli või plaataluse külge mutter+polt kinnitusega, järgides tootja paigaldusjuhendit.

## 9.15 KAABLIKARBID

Kaablikarbikuid tuleb kasutada töökohtades ja kohtades, kus võib ette tulla pistikupesade ja kaablite muutusi või täiendusi (avabüroo ja kabinettide töökohad, arvutiklass, teenindusletid jne).

Üldjuhul tuleb kasutada PVC-karbikut. Alumiiniumkarbikut tuleb kasutada kohtades, kus olulised on vastupidavus ja jäikus. Töökoha karbik on ühekambrilise vaheplaadiga või kahekambriline (üks osa 230/400 V kaablite jaoks, teine osa nõrkvoolukaablite jaoks). Töökoha karbik on üldjuhul valget värvi või valmistatud anodeeritud alumiiniumist.

Avabüroo töökohtadele, mis ei asu seina ääres, tuleb paigaldada vertikaalsed alumiiniumpostid koos töökohtade pistikupesadega. Postid peavad omama piisavat pikkuse reguleerimise varu. Postist väljuvate kaablite ümber tuleb paigaldada (spiraal)hoidik, kusjuures kaablireservi pikkus peab olema 3-5 m. Ripplae taha jäävad kaablid tuleb otsastada pistikupesadega ja postist tulevad kaablid vastavate pistikutega.

Vajadusel tuleb ruumide keskel, kus pistikupesade vajadus on ajutine (näiteks nõupidamiste ruumis), kasutada põrandakarpe. Kaablite lisamiseks põrandakarpi tuleb põrandasse paigaldada piisav arv reservtorusid nõrkvoolusüsteemi kaablite paigalduseks. Põrandakarpide kaaned kaetakse põranda pinnakattematerjaliga.

Klassides õppejõu laua all või mujal töökohtades, kus pole võimalik pistikupesade seintele paigaldada, tuleb eelistatult kasutada põrandaposti. Põrandaposti asukohad peavad olema eelnevalt arhitekti ja sisearhitektiga kokku lepitud.

## 9.16 KAABLITE PAIGALDUSTARVIKUD

Valgustus- ja jõuahelad, nõrkvoolu-, väikepinge- ja valvesüsteemide asjaomaste seadmete toitejuhtmed ning -kaablid peavad (juhul kui neid ei paigaldata kaabli kandekonstruktsioonidele ja pinnale) olema torudesse tõmmatud. Pindpaigaldusega kaablid peavad olema terves ulatuses mehhaaniliste vigastuste eest metall- või plastiktorudega kaitstud. Plasttorud-, jätkud- ja kõri peavad olema ühte tooni.

Ühes torus ei või olla erinevate pingetega ahelaid. Konstruktsioonidesse paigaldatavad torud peavad kulgema sirgjooneliselt horisontaal- ja/või vertikaalsuunas. Ripplagedega ruumides lõpetatakse seintesse paigaldatud torud harukarpidega ripplae taga. Erineva pingeastmega süsteemide jaoks peavad olema eraldi karbid.

Kaabliredelitel kinnitamata (ainult erijuhtudel) harukarpide puhul on tarvilik paigaldada harukarpidesse kaablitele tõmbetakistid.

Seadmetooste ei tohi paigaldada heliisolatsiooni vähenemise tõttu kohakuti ühe seina mõlemale poolele. Tuletõkkeseintes tuleb kasutada spetsiaalseid tulekaitseliste omadustega süvistöoste. Evakuatsiooniteedel peavad torud ja karbid olema tulekindlad.

## 9.17 SEADMETE ELEKTRIVARUSTUS

Seadmed tuleb ühendada elektrivõrku vastavalt seadmete tarnija juhendis olevatele paigaldusjuhistele.

Kõik KVVK süsteemi mootorid ja ventilaatorid tuleb varustada turvalahutusaparaadiga. Turvalülite abikontakt peab katkestama mootori juhtimisahela ja andma indikatsiooni hooneautomaatikasse.

Sagedusmuunduri ühendamisel mootoriga tuleb kasutada häirete levimise vähendamiseks ekraniseeritud kaableid.

Mootorventiilide ja teiste seadmete juhtmed tuleb ventiilide kohale paigaldada piisava varuga, et ventiile saaks pöörata juhtmeid lahti võtmata.

Juhtimis-, reguleerimis-, mõõtmis- ja signalisatsioonijuhtmed tuleb paigaldada oma rühmades eraldi. Erinevate pingesüsteemidega juhtmete ristumisi tuleb vältida.

### **Köögiseadmete elektrivarustus**

Köökide seadmed tarnitakse ja paigaldatakse vastavalt köögi tehnoloogia projektile. Paigalduse üksikasjad (ühendus läbi pistikupesa, - läbi klemmkarbi, otse seadmega ning nende vajalik asukoht) on välja toodud valmistaja paigaldusjoonistes.

Enne põrandavalu tuleb ruumi keskel olevate seadmete jaoks paigaldada põrandasse vajalikud kaablite paigalduse torud.

Kõikidele metallist töölaudadele tuleb näha ette katkematu lisapotentsiaaliühtlustus MKEM 6 KORO.

Suurköökidesse tuleb kuumutusseadmete väljalülitamiseks paigaldada köögi sissepääsu lähedusse lukustiga varustatud turvanupp

## 9.18 PISTIKUPESAD

Maanduskontaktiga ühe- ja kahekohaliste pistikupesade klass on 16 A, 230 VAC. Koolides peavad pistikupesad olema varustatud ava sulguriga (lastekaitsega). Kattematerjal peab olema vastupidavast ja kergesti hooldatavast polükarbonaadist või termoplastist. Pistikupesade värvus kooskõlastatakse sisearhitektiga.

Kõik pistikupesad ja valgustuse lülitid varustatakse siltidega, kust selgub rühmakeskuse ja –liini tähis, millisesse toitesüsteemi pistikupesa ja valgustuse grupp kuulub (tavatoide, UPS jne).

UPS-i toitevõrku ühendatud pistikupesad peavad reeglina olema punast värvi ning varustatud sildiga „UPS”.

Pistikupesade komplektid ja paiknemine peab vastama ruumikaartidele.

Tugevvoolu pesad tuleb paigaldada samasse raami nõrkvoolu pesadega.

Kätekuivatid ühendatakse elektrivõrku statsionaarselt. Kätekuivatite tarne vajadus tuleb määrata põhiprojektis (täpsustab tellija).

Tugev- ja nõrkvoolu paigaldustarvikud valitakse reeglina sama tootja samast sarjast (sama paigaldusviis, disain ning värv), kooskõlastades enne hanget tarvikute tüübid nõrkvoolupaigaldise töövõtjaga. Erandid peavad olema piisavalt argumenteeritud ja need tuleb tellijaga kooskõlastada.

Nõrk- tugevvoolu ühenduspesad tuleb paigaldada ühtsesse paigaldusraami. Ühiste raamide kasutamine tuleb nõrkvoolupaigaldise töövõtjaga kokku leppida enne paigaldustööde algust.

## 9.19 VALGUSTUSSÜSTEEMID

Kõikidele projekteeritavad ja paigaldatavad valgustid peavad vastama 2005/32/EÜ ja Euroopa Liidu Komisjoni määrusele nr 245 2009 ja vastama EVS-EN 62471, EVS-EN 61547 ja EVS-EN 55015 standardite nõutele. Leedvalgustid peavad lisaks omama ENEC sertifikaati ja vastama IEC 62722, IEC 62717, EVS-EN 62504, EVS-EN 13032 standardile.

Valgustuse süsteem tuleb projekteerida võimalikult lihtsalt ja võimalikult väikese hooldusvajadusega, rakendades selleks järgmisi valikuid:

- kasutada pika elueaga energiasäästlikke leedvalgusteid (minimaalselt 50 000 h)
- projekteeritavad ja paigaldatavad leedvalgustid peavad omama vähemalt 5-aastast tehasegarantiid
- leedvalgustid peavad omama CLO funktsiooni

Ruumide kohta tuleb teostada valgustehnilised arvutused, sh energiatõhususe arvutus ja lisada need projektile. Ruumide valgusarvutused peavad sisaldama ka räguse (UGR) kontrollarvutusi. Arvutuste tegemisel peab arvestama mööbliga.

- Hoone valgustuse LENI väärtus peab vastama standardile EVS-EN 15193
- Arvutitega töökohtadel lubatud valgustite heledus peab vastama standardile ENS-EN 12464-1 pt. 4.9.2

Projekti spetsifikatsioonis peavad olema märgitud valgusallikate Ra-indeks (CRI indeks), värvsustemperatuur ja valgustite liiteseadmed.

Temperatuurimarkeeringuga valgustite kasutamisel tuleb kasutada märgitud temperatuurile kuumakindlaid kaableid.

Klassiruumides tuleb kasutada valgustuse juhtimiseks päevavalgusest ja kohalolekust sõltuvat juhtimist. Päevavalgusest sõltuva juhtimise korral tuleb arvestada pinkide tegeliku paiknemisega (aknapoolsed pikiread eraldi juhitavad). Videoprojektori piirkonna valgustid ja tahvlivalgusti peavad olema eraldi juhitavad ka õppejõu laua lähedalt (eesseinalt). Auditooriumis ja aulas peab saama valgusallikaid sujuvalt juhtida.

Ruumide valgustuse juhtimiseks tuleb kasutada kas ruumipõhiseid multiandureid (kohalolek, päevavalgus) integreerituna lülititega ja DALI 2 süsteemi. Juhtimise ja integreerituse tase tuleb tellijaga kooskõlastada. Valgustuse juhtimisel tuleb kasutada vaid üldtunnustatud ja avatud protokolliga andmesiinide skeeme, tagades oleku- ja juhtimissignaali integreerituse hooneautomaatikaga.

Nõupidamisruumides tuleb kasutada valgustuse sujuvat juhtimist.

Koridoride ja trepikodade valgustuse juhtimine tuleb teostada läbi hooneautomaatika süsteemi, kasutades liikumisandureid, ajaprogrammi, valvestatust ja sõltuvust päevavalgusest. Vajadusel tuleb paigaldada surunupplülid valgustuse käsitsi lülitamiseks.

Ventilatsiooni õhuvõtukambritesse tuleb projekteerida ja ehitada valgustus keskmise valgustatusega 50 lx.

Köögi kubudesse paigaldavate valgustite nõuded on välja toodud „Osa 4, Ventilatsioon“. Täiendav info ruumide valgustuse kohta on toodud „Lisa 7, Ruumikaardid“.

## Hädavalgustus

Turvavalgustuse projekteerimisel tuleb võtta aluseks standardid EVS-EN 1838 „Valgustehnika. Hädavalgustus“, EVS-EN 50172 „Evakuatsiooni Hädavalgustussüsteemid” ja EVS-EN 54 „Automaatne tulekahjusignalisatsioon“.

Hoone turvavalgustus koosneb evakuatsiooni-, paanika vältimise ja riskialavalgustusest.

Projekteerida keskseadmega hädavalgustussüsteem (keskseadme lahendus täpsustatakse projektipõhiselt). Valgustile peab olema tagatud vähemalt akude enesetest ja valgusti häire ning nende kohta peab olema võimalik teha automaatraporteid. Turvavalgustuse keskus peab olema varustatud TCP/IP, Modbus või Bacnet liidese ja liidestatud hooneautomaatikaga (raportid peavad olema kättesaadavad hooneautomaatikast).

Turvavalgustite toimimisaeg akurežiimis tuleb ette näha vastavalt Siseministri määrusele nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“.

## 9.20 ELEKTRIKÜTE

Juhul kui peakeskus piirneb välisseinaga, tuleb sellesse ruumi paigaldada elektriradiaator.

Elektriküttegaablite vajadus pesu- ja riietusruumidesse ning peasissepääsu ümbrusesse tuleb määrata iga hoone kohta eraldi.

Elektriliste õhkkardinate vajadus ja nende juhtimispõhimõtte täpsustatakse eelprojektis (täpsustatakse tellijaga).

## 9.21 SULATUSÜSTEEMID

Välistel sadevee-rennidel, lehtritel, torudel, kaldteedel tuleb rakendada elektri küttegaablitega sulatuskütet.

Küttegaablitenä tuleb reeglina kasutada isereguleerivaid kaableid. Mitte isereguleerivate küttegaablite juhtimiseks tuleb kasutada temperatuuriregulaatoreid. Selleks tuleb kasutada temperatuuriandurit ja pinnase või renni niiskuse andurit. Põhja- ja lõunapoolse osa sulatuskütet tuleb juhtida erinevate anduritega.

Sulatussüsteemide juhtimise peab ühenduma hooneautomaatikaga (tööluba, olek, häire).

## 9.22 PIKSEKAITSE

Piksekaitse projekteerimisel tuleb aluseks võtta standard EVS-EN 62305 „Piksekaitse“ ning juhendada Päästeameti piksekaitse süsteemi kontrolli juhendamaterjalist.

Piksekaitse ehitamisel tuleb kasutada ainult piksekaitse süsteemi spetsiaalseid tooteid (nt OBO Betterman'i piksekaitse süsteemi tooteid) ja ühe tootja piksekaitse süsteemi.

Lahtivõetavad mõõtepunktid peavad olema maapinnast vähemalt 0,5 m kõrgusel. Isolatsioonimaterjal peab olema 100 mm raadiuses mittepõlev (nt kivivill).

Sisepääsudele lähemal kui 3 m olevad allaviikudena kasutatavad juhid tuleb isoleerida. Katmata allaviigu alumine osa tuleb isoleerida PVC toru abil, toru seinapaksus peab olema vähemalt 3 mm või sellega võrdväärse elektrilise tugevusega. Hoone katusel asuva piksekaitsevõrguga tuleb ühendada kõik juhtivad osad (redelid, TV antennid, korstnad).

### 9.23 TULEOHUTUSE JUHTIMISSÜSTEEM

Tuleohutuse juhtimissüsteemide kohta tuleb iga süsteemi kohta eraldi koostada üldine struktuurskeem ja funktsionaalsed skeemid, võttes aluseks standardid:

- EVS-EN 54 „Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem“
- EVS-EN 12101 „Suitsu ja kuumuse kontrollsüsteemid“.

#### **Hoone ühtne tuleohutussüsteemide infotabloode paneel**

Hoonesse tuleb paigaldada ühtne kõiki tuleohutussüsteeme hõlmav infotabloo. Infotabloo paigaldatakse valveruumi, peasissepääsu juurde või päästemeeskonna infopunkti (sõltuvalt valve olemasolust 24 h), vajadusel kasutatakse kordustabloosid. Paneel peab vastama standardile EVS-EN 54 „Automaatne tulekahjusignalisatsioon“ ja Päästametite nõuetele.

Suitsuluukide ja nuppude toited tuleb paigaldada tulekindla kaabliga.

Juhul kui tulekindlad kaablid paigaldatakse konstruktsioonidele või konstruktsioonide siseselt, tuleb kasutada vastava otstarbega kinnitusvahendeid ja teostada kaablite paigaldus kooskõlas kaabli ja kinnitusvahendite tootja juhistega.

Tuletõrjesüsteemide elektri jaotuskilbid peavad olema kahepoolse (põhi- ja reservtoide) toitega ja varustatud RLA-ga.