

## OSA 5 – KÜLMAVARUSTUS JA JAHUTUS

### SISUKORD

5.1.	KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON .....	2
5.2.	ÜLDNÕUDED JAHUTUSSÜSTEEMILE .....	3
5.3.	KÜLMAVARUSTUS.....	4
5.3.1	Kaugjahutus .....	4
5.3.2	Lokaaljahutus.....	4
5.3.3	Kohtjahutus (otseaurustusega <i>split</i> -süsteem).....	6
5.4.	KÜLMAVARUSTUSE- JA JAHUTUSSÜSTEEMI AUTOMAATIKA.....	6
5.5.	JAHUTUSSÜSTEEMILE JA MATERJALIDELE ESITATAVAD NÕUDED.....	6
5.5.1	Ventilaatorkonvektor .....	7
5.5.2	Külmaine.....	7
5.5.3	Torustik.....	7

## 5.1. KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON

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

### Seadused ja määrused

- MKM-i määrus nr 49 „Ehitusmaterjalidele ja -toodetele esitatavad nõuded ja nende nõuetele vastavuse tõendamise kord“
- Ehitusseadustik (EhS)
- Siseministri määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“
- Sotsiaalministri määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“

### Kvaliteedinõuded

- Hoone tehnosüsteemide RYL 2002 “Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Osa 1“
- LVI 20-10348 Soome juhendmaterjal 2004 "Torustike paigaldamine"
- LVI 12-10370 Soome juhendmaterjal 2004 „Torustike ja kanalite kinnitamine
- EN 12735-1: „Õhu konditsioneerimise ja jahutuse vasktorud“
- EÜ määrus nr 2037/2000: „Osoonikihti vähendavate ühendite kasutamine“.

### Standardid

EVS 932 „Ehitusprojekt“

EVS-EN 16798-1, „Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Osa 1: Sisekeskkonna lähteandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojustikust keskkonnast, valgustusest ja akustikast. Moodul M1-6“

EVS 906 „Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 13779“

EVS-EN 13779 Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele

EVS 844 „Hoone kütte projekteerimine“

EVS 860-1 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsioonimaterjalid ja -elemendid“

EVS 906 Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 16798-3:2017

EVS 812-2 „Ehitiste tuleohutus. Osa 2: Ventilatsioonisüsteemid“

EVS-EN 12236 „Hoonete ventilatsioon. Ventilatsioonikanalite riputid ja toed. Nõuded tugevusele“

EVS-EN 12237 „Hoonete ventilatsioon. Ventilatsioonikanalid. Ümmarguste spiraalõhukanalite tugevus ja tihedus“

## 5.2. ÜLDNÕUDED JAHUTUSSÜSTEEMILE

Ruumidesse, mida kasutatakse ka suveperioodil ja kus esineb ülekuumenemise oht, tuleb rajada jahutussüsteem (eelistada tuleb passiivset jahutust). Ruumide sisekliima vajadused ja täpsustatud nõuded on kirjeldatud ruumikaartides.

Jahutuskoormus tuleb arvutada dünaamilise arvutusprogrammiga, mis vastab Majandus- ja taristuministri 5. juuni 2015. a määruses nr 58 „Hoone energiatõhususe arvutamise metoodika“ § 29 toodud nõuetele.

Tsentraalse jahutussüsteemi külmakandjaks on vesi või etüleenglükooli vesilahus, erijuhtudel võib tellija nõusolekul kasutada muid lahuseid. Mainitud jahutussüsteemi korral tuleb jälgida, et külmakandja temperatuur ei langeks alla 0°C. Jahutustorustikule tuleb projekteerida ja paigaldada vajalikud filtrid, et tagada süsteemi pikaajalisus.

Arvutuslikud välisõhu parameetrid jahutussüsteemi projekteerimisel on +28°C ning RH=50%, kondensaadivabade süsteemide korral välisõhu niiskussisaldus RH=60%. Arvutuslik ruumiõhu temperatuur tuleb valida ruumikaartide põhjal ning see on tavapärastes töö- ja õpiruumides +24°C. Vedelikjahuti ja välispaigaldusega külmajaama dimensioneerimisel tuleb arvestada välisõhu temperatuuriga vähemalt +32°C kuid igakordselt tuleb projekteerimisel hinnata ja ohu korral tõsta +35°C-le.

Jahutussüsteemi kogumaht peab tagama jahutusagregaadi häireteta töö minimaalsel koormusel. Juhul kui jahutussüsteemi maht on külmamasina stabiilse töö tagamiseks liiga väike, tuleb lisada akumulaatoripaak. Akumulaatoripaagi mahu arvutamiseks tuleb lähtuda valitud või tarnitud külmamasina tootja nõudest. Juhul kui hoones esineb jahutusvajadus ka madalatel välisõhu temperatuuridel (alla +10 °C), tuleb projekteerimisel hinnata vabajahutuse otstarbekust ja tasuvust. Mõistliku tasuvusaja juures tuleb süsteem projekteerida ja ehitada (otsuse langetab tellija lähtuvalt projekteeija dünaamilise arvutuse põhjal tehtud tasuvusanalüüsist).

Vedelikjahuti nimivõimsus peab olema võrdne vähemalt kompressori jahutusvõimsusega, millele on lisatud kompressori elektriline võimsus.

Nõrkvoolu- ja serveriruumide jahutussüsteemidele esitatavad nõuded on välja toodud „Osa 13, Nõrkvoolu-, serveri ja UPSi ruumid“. Vedelikjahuti alune osa katusekattest tuleb värvida valgeks, et langetada katusepinna temperatuuri ja tõsta vedelikjahuti efektiivsust.

### **Keskkonna- ja ohutusnõuded**

Projekteerimisel tuleb arvestada standardis EVS-EN 378-1:2016 sätestatud ohutusnõudeid ruumi suurusele, sõltuvalt külmaine tüübist ja kogusest. Seadmete ja külmutusagensi valikul tuleb lähtuda Euroopa Liidu ja Eesti projekteerimise ja ehitamise hetkel kehtivatest nõuetest, et välistada välis- ja sisekeskkonna reostus kasvuhoonegaasidega. Eelistada tuleb keskkonnale ohutuid külmutusgaase, mille hind kasutusaegse võimaliku lisatäitmise korral oleks tellijale optimaalne.

Projekteerimisel ja paigaldamisel tuleb eelistada seadmeid, mis oleksid võimalikult keskkonnasäästlikud ning mille puhul on külmainele nõutava jahutussõlme ruumi kubatuur minimaalne.

Paigaldatud süsteemid tuleb ehitajal registreerida FOKA registris, juhul kui see on nõutud.

### 5.3. KÜLMAVARUSTUS

#### 5.3.1 Kaugjahutus

Kaugjahutuse projekteerimisel tuleb lähtuda kaugjahutuse pakkuja tehnilistest tingimustest ja Eesti Jõujaamade ja Kaugkütteühingu juhendmaterjalist „Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad“.

#### 5.3.2 Lokaaljahutus

Jahutussüsteem on lahendatud lokaaljahutussüsteemiga, kus külmaallikaks on külmamasin ning külmajaotuseks hoones kasutatakse jahutussüsteemi, kus külmakandja on vesi, külmumisohu vältimiseks näiteks vee ja glükooli segu või külmutusagens.

#### Külmamasin

Külmamasina valik ja tüüp peab põhinema projekteerija analüüsil, mis võtab arvesse minimaalselt järgmisi kriteeriume:

- süsteemi planeeritud kasutusiga;
- kasutuspaindlikus ja tulevikus tehtavad võimalikud muudatused süsteemis;
- ohutus keskkonnale ja ruumi kasutajatele;
- süsteemi võimsus ja tarbimiskõikumised;
- efektiivsus ja energiatõhusus.

Süsteemi valik ja külmamasina tüüp peab olema põhjendatud ja põhinema analüüsile. Lõplik valik tuleb tellijaga kooskõlastada. Oluline on veenduda, et valitud külmamasin oleks mõeldud külmas kliimas töötamise iseärasustega ja tellitud sobivas konfiguratsioonis. Lähtuvalt punktist 5.2, kui kasutatakse vabajahutust tuleb projekteerida või valida integreeritud vabajahutusega külmamasin. Projekteeritud ja paigaldatud külmamasin peab omama kehtivat EUROVENT sertifikaati (EUROVENT sertifikaadi puudumisel peab projekteerija tõestama, et seadme tehnilises spetsifikatsioonis olevad andmed on tõesed ja valitud seadme väljatrükk on usaldusväärne ning tegu on tellijale parima võimaliku lahendusega).

Vesijahutussüsteemi külmamasina valikul peab külmamasina SEER (seadme poolt toodetud jahutushooaja jahutusenergia ja elektrienergia suhe) olema arvatatud standardi En14825 järgi ja olema vastavuses Ecodesign regulatsioonile nr. 2016/2281 (nõuded alates 01.2021)

Jahutussüsteemi tüüp	$\eta$ külmamasina hooajaline kasutegur, %	SEER
Õhkjahutusega külmamasin < 400 kW	161	4,1
Õhkjahutusega külmamasin 400 kuni 2000 kW	179	4,55
Vesijahutusega külmamasin < 400 kW	200	5,2,
Vesijahutusega külmamasin 400 kuni 1500 kW	252	6,5
Vesijahutusega külmamasin 1500 kuni 2000 kW	275	7,0

Külmamasin peab olema varustatud elektri- ja automaatikakilbiga millel on digitaalne juhtimispaneel. Külmamasin peab olema juhitav ja olulised tööparameetrid peavad olema nähtavad läbi hooneautomaatika (Täpsemad nõuded peatükk 11 „Hooneautomaatika“). Külmamasina kompressorid summaarse elektrilise võimsusega  $\geq 100\text{kW}$  tuleb tarnida koos kompensatsiooni kondensaatoritega ja sagedusmuundurite või pehmekäivititega. Vältimaks müra levikut konstruktsioonidesse, tuleb külmamasin paigaldada spetsiaalsetele vibroalustele.

### **Vedelikjahuti**

Vedelikjahutid (ingl dry-cooler) peavad omama kehtivat EUROVENT sertifikaati (EUROVENT sertifikaadi puudumisel peab projekteerija tõestama, et seadme tehnilises spetsifikatsioonis olevad andmed on tõesed ja valitud seadme väljatrükk on usaldusväärne ning tegu on tellijale parima võimaliku lahendusega). Vedelikjahuti müra ei tohi ületada Keskkonnaministri määruses nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ toodud parameetreid. Vedelikjahuti kõik ventilaatorid peavad olema varustatud turvalülititega. Vedelikjahuti ventilaatoreid juhitakse sagedusmuunduri(te)ga. Külmamasina ja vedelikjahuti vaheline torustik on üldjuhul täidetud 35% vee-glükooli lahusega. Juhul kui jahutussüsteemis on vabajahutus, tuleb vedelikjahuti valida lähtuvalt vabajahutuse kui ka kompressor jahutusseadme võimsustest lähtuvalt.

### **Otseaurustusega jahutussüsteem (nn multisplit ja VRV ning VRF)**

Autonoomsete multisplit- või VRV/VRF jahutussüsteemide kasutamine on otstarbekas, eelkõige kui jahutuskoormus on madal ning vesijahutusega jahutussüsteem ei ole põhjendatud juhul mõistlik. Valik tuleb teha alati lähtuvalt punktis 5.2 kirjeldatud analüüsist. Otseaurustusega jahutussüsteemi valikul tuleb erilist tähelepanu pöörata jahutussüsteemi külmutusgaaside keskkonnamõjule ja hoone kasutajate ohutusele. Eelistada tuleb keskkonnale ohutuid külmutusgaase, mille hind kasutusaegse võimaliku lisatäitmise korral oleks tellijale optimaalne (kasutada külmutusgaase, mille keelustamine ei ole lähiaastatel plaanis). Üldjuhul eelistada inverterkompressoriga seadmeid. Lähtuvalt võimalikust tuleviku muutumisvajadusest tuleb süsteemi projekteerimisel valid optimaalne süsteemi välisosa, millele on võimalik lähtuvalt hoonest lisada siseosad, mistõttu piiripealne seadmete valik, kus puudub võimalus lisada hilisemalt siseosad, ei ole lubatud (üledimensioneerimine sõltub hoonest ja täpsustatakse projekteerimisel). Süsteemi siseosade valikul aurustumistemperatuur valida lähtuvalt ruumi tüübist ja ruumi sisekliimast, kuid tavaruumidel ei tohi olla väiksem kui  $+6^{\circ}\text{C}$ . Süsteem valida ja seadistada selliselt, et aurustumistemperatuur hoitakse maksimaalselt kõrgel lähtuvalt ruumide jahutusvajadusest ja välisõhu temperatuurist.

Otseaurustusega jahutusseadmed peavad omama kehtivat EUROVENT sertifikaati (EUROVENT sertifikaadi puudumisel peab projekteerija tõestama, et seadme tehnilises spetsifikatsioonis olevad andmed on tõesed ja valitud seadme väljatrükk on usaldusväärne ning tegu on tellijale parima võimaliku lahendusega) ning valitud seadmete SEER peab olema vastavuses vesijahutussüsteemi näitajatega.

Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35 dB(A). 3-toru VRV süsteemi paigaldamisel tuleb jälgida, et ühendusboks ei paikneks elu- või tööruumis.

Seadmete valikul tuleb arvestada, et ka kütmiseks ette nähtud süsteemide sulatusrežiimiks vajalikku soojusenergiat ei tohi soojusliku mugavuse tagamiseks võtta köetavast ruumist.

Süsteemi kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevoolne. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika, vajaliku kaldega monteeritud plastmasstoru.

Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha hooldusvaba (membraan, pall vms) haisuluku kaudu. Pärast kondensaatorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada.

Suurema töökindluse saavutamiseks peavad *split*-süsteemide välisosad olema varustatud karteri soojendusega, kondensaator pööreteregulaatoriga rõhu baasil (*cut-off* versioon), välisosa tuulekaitseplekkidega ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Eelistatult peab välisosa olema paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega 400 mm.

### 5.3.3 Kohtjahutus (otseaurustusega *split*-süsteem)

Autonoomsete *split*-jahutussüsteemide kasutamine on otstarbekas, kui jahutamist vajavad ainult üksikud ruumid (nõrkvooluruum, arvutiklass, UPS-i ruum, peakilbiruum ja arhiiviruum). Reeglina tuleb kasutada inverter tüüpi õhk-õhk soojuspumpa, mis omab EUROVENT sertifikaati ja on vähemalt A++ energiaklassi.

Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35 dB(A). Tehnilisi ruume teenindavad *splitid* peavad töötama välisõhutemperatuurini -15 °C - +35 °C, kusjuures siseõhutemperatuur ei tohi tõusta kõrgemaks kui +24°C. Kriitilistel ruumidel tuleb ette näha jahutusvalmidus ka madalamatel välisõhutemperatuuridel (nt jahutamine välisõhuga vms).

*Split*-süsteemide kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevoolne. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika, vajaliku kaldega monteeritud plastmasstoru.

Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha hooldusvaba (membraan, pall vms) haisuluku kaudu. Pärast kondensaatorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada.

Suurema töökindluse saavutamiseks peavad *split*-süsteemide välisosad olema varustatud karteri soojendusega, kondensaator pööreteregulaatoriga rõhu baasil (*cut-off* versioon), välisosa tuulekaitseplekkidega ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Eelistatult peab välisosa olema paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega 400 mm.

## 5.4. KÜLMAVARUSTUSE- JA JAHUTUSSÜSTEEMI AUTOMAATIKA

Jahutussüsteemi automaatika tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, jahutuskompressorid ja täppiskonditsioneerid tuleb tarnida koos Bacnet või Modbus võrgukaardiga ja visualiseerida hooneautomaatikas. Kõik külmavarustusseadmed peavad olema hooneautomaatika süsteemi abil juhitud ja jälgitavad. Külmasõlme vajalikud mõõtepunktid on välja toodud „Osa 11, Hooneautomaatika“ tabelis „Parameetrite ja häirete prioriteetide tabel“. Jahutussüsteemi külmakandja temperatuur või otseaurustusega jahutussüsteemi aurustumistemperatuur peab olema muutuv lähtuvalt tegelikust jahutuskoozumusest.

## 5.5. JAHUTUSSÜSTEEMILE JA MATERJALIDELE ESITATAVAD NÕUDED

Jahutussüsteemi külmatarbijateks on ventilatsiooniseadmetes paiknevad jahutuspatareid ja/või ruumidesse paigaldatavad kohtjahutid. Soojusliku mugavuse tagamiseks tuleb eelistada kõrgema külmakandja temperatuuriga mittekondenseerivaid kohtjahuteid (nt. aktiivseid ventilatsiooniga läbipuhutavaid jahutuspalke). Suurte jahutuskoozumuste korral või kui mittekondenseeruv süsteem pole mõistlik ega võimalik, tuleb võimalik lahendus tellijaga kooskõlastada.

Kohtjahutite valikul tuleb arvestada nii ruumi soojuseralduste suuruse ja muutumiskiiruse kui ka piirdekonstruktsioonide inertsiiga.

Jahutusvõimsuse reguleerimine toimub ruumikontrolleri poolt juhitava reguleerventiili abil, mis omakorda välistab samaaegse kütmise ja jahutamise.

Kohtjahutitele lisaks tuleb jahutada ka hoone õhuvahetuseks kasutatavat värsket õhku. Ventilatsiooniseadmetes paiknevad jahutuspatareid tuleb varustada segamissõlmedega. Külmakandja voolutakistus jahutuspatareis võib olla kuni 25 kPa.

### 5.5.1 Ventilaatorkonvektor

Suure jahutuskoores ruumides tuleb kasutada ventilaatorkonvektoreid (ingl *fan-coil*). Nende valikul on oluline jälgida nii soojuslikku mugavust kui kehtivaid müranõudeid. Kondenseeruva süsteemi korral peab ventilaatorkonvektorite valikul arvestama tuntava jahutusvõimsusega (ingl *sensible cooling capacity*). Seadme valik peab toimuma keskmisel kiirusel arvestusega, et ruumis paiknevate tehnoseadmete summeeritud müratase (*sound pressure*) ei ületa lubatud väärtust ja seadme võimsuse reserv on tagatud.

Ruumi kohtjahutid tuleb paigaldada ja seadistada selliselt, et töökohtadele ja viibimistsoonidele pealepuhumine on välistatud. Õhuliikumise kiirused viibimistsoonis on määratud ruumikaartides. Ventilaatorkonvektorid tuleb valida lähtuvalt simulatsioonist. Simulatsiooni tulemust tuleb võrrelda ruumi sisustuse, mööbli ja sisekujunduselementiga kas automaatselt või käsitsi. Kõik unikaalsed ruumid peavad olema kaetud simulatsioonidega.

Ventilaatorkonvektorid tuleb kasutada eelkõige ruumides, kus soojuskoores võib kiiresti tõusta (nt konverentsiruumid, nõupidamisruumid jms).

### 5.5.2 Külmaine

Külmaine valikul tuleb lähtuda heast tavast ja kehtivatest nõuetest (vt. Keskkonna- ja ohutusnõudeid).

### 5.5.3 Torustik

Jahutussüsteemide projekteerimisel ja ehitamisel tuleb välistada erinevate materjalide kasutamisel tekkida võiv toru sisepindade elektrokeemiline korrosioon - süsteemis olevad torud, fittingud, soojusvahetid ja kalorifeerid võivad olla nii pronksist, roostevabast metallist, aga ka alumiiniumist, vasest kui ka tsingitud.

Vesi- ja vesi-glükooli jahutussüsteemi külmakandja torustik tuleb valmistada terastorudest. Mittenähtava paigalduse korral (riiplaed) võib viimase ühenduse jahutuselemendini teostada 1 meetri ulatuses komposiitoruga. Kõik keevised peavad olema tehtud vastavalt standardile EVS-EN ISO 5817 (klass D).

Freonisüsteemide külmaainetorustik tehakse standardile EN 12735-1 vastavatest puhastatud, kuivatatud ja suletud vasktorudest. Jootmistõid tehakse lämmastikukeskkonnas.

Kõik automaatõhueraldajad peavad olema ühendatud sulgarmatuuriga, et tagada nende hilisem hooldatavus ja vahetatavus. Õhueraldajate paigaldamisel tuleb lähtuda toote paigaldusjuhendist ning eelistada mikromullide eemaldajat, mille efektiivsus on suurem.

Terastorustik tuleb väljastpoolt puhastada ja vähemalt kaks korda korrosioonivastase värviga värvida. Siseroomides paikneva torustiku värvikihi paksus on minimaalselt 80 µm, välistingimustes 200 µm.

Pärast torustiku väljaehitamist, kuid enne süsteemi käivitamist tuleb teostada torustiku läbipesu ja survestamine, mis on omanikujärelevalve poolt koosõlastatud ja dokumenteeritud.

### Manomeetrid

Manomeetrid tuleb paigaldada manomeetrisillaga filtritele ja pumbasõlmedele rõhulangude mõõtmiseks. Manomeetrid peavad olema varustatud manomeetriveriiliga, olema läbimõõduga ~100 mm ja minimaalse täpsusklassiga 2,5. Kõik kasutatud manomeetrid peavad olema kalibreeritud (tellija aktsepteerib ka tootja tehases tehtud esmast kalibreerimist)

## Isoleerimine

Külmad torustikud tuleb kondensaadi ja ülemäärase külmakao vältimiseks isoleerida. Isolatsiooniks tuleb kasutada veeauru difusiooni kindlat ( $\mu \geq 7000$ ) ja tuleohutusnõudeid täitvat poorkummisolatsiooni. Mittepõleva isolatsiooni vajaduse korral tuleb kasutada aurutõkkega mineraalvillkoorikuid. Külmakandja torustike isolatsioon peab konstruktsiooni läbiviikudes olema paigaldatud katkematult.

Siseruumide isolatsioonikihi paksused peavad minimaalselt vastama tabelis 5.1. toodule (pealevoolutemperatuuril +7 °C).

Tabel 5.1 Torude isolatsioonikihi paksus

<i>Torustik (mm)</i>	<i>Isolatsioonikihi paksus (mm)</i>
$\varnothing \leq 32$	9
$\varnothing \leq 125$	13
$\varnothing > 125$	19
Mahutid	23

Jahutussüsteemi kõrgetemperatuuriliste torustike isoleerimisel tuleb kasutada mineraalvillkoorikuid. Isoleerimine peab vastama Soome LVI 50-10344, LVI 50-10345 või EVS 860 nõuetele.

Isoleeritud torustiku katmine kaitsepleki või PVC-kattega on nõutav sisetingimustes kohtades, kus on mehaanilise vigastuse oht. Kattepleki paksus on minimaalselt 0,5 mm. Tsingi paksus kattplekil peab olema vähemalt 275 g/m<sup>2</sup>. Katteplekkide ühendused peavad olema needitud: vähemalt 7 tk/jm. Arhitektuursetest nõuetest tulenevalt võivad katteplekid olla värvilised, sellisel juhul tuleb eelistada PVC-ga kaetud tsingitud terasplekke.

## Reguleer- ja sulgarmatuur

Torustik peab olema varustatud vajaliku arvu reguleer- ja sulgarmatuuridega selliselt, et süsteemi saab häälestada projektjärgsetele veehulkadele ja sulgeda süsteemi osi selliselt, et kõigi seadmete vahetused oleks võimalik teha võimalikult väikese veekaoga.

Jahutussüsteem peab olema rõhust sõltumatult reguleeritav (tuleb kasutada dünaamilisi tasakaalustusventiile).

Kõik sulgarmatuurid  $DN \leq 200$  peavad olema täisavaga kuulkraanid. Kõik reguleer- ja sulgarmatuurid tuleb paigaldada selliselt, et nende kasutamine ei oleks takistatud ja oleks võimalikult mugav.

## Pumbad

Tsirkulatsioonipumpadena tuleb üldjuhul kasutada energiatõhusaid IE4 klassi kuuluvaid pumpasid. Kuiva rootoriga pumpade (*inline* pumbad) ja torustike vahel peavad olema vibratsiooni ja müra leevendavad lödvikud. Pumbad peavad olema varustatud võrgukaardiga.

## Peenfiltrid

Lisaks mudafiltrite paigaldamisele tuleb kõigis ringisüsteemides kasutada peenfiltreid ning pidevas filtreerimises peab olema  $\geq 10$  % ringlevast veest.