

## OSA 5 – KÜLMAVARUSTUS JA JAHUTUS

Välja töötatud koostöös MTÜga Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus ja MTÜga Eesti Külmaliiit

### SISUKORD

5.1. KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON .....	2
5.2. NÕUDED JAHUTUSSÜSTEEMILE .....	3
5.3. JAHUTUSSÜSTEEMI KÜLMAALLIKAD .....	4
5.4. JAHUTUSSÜSTEEMI AUTOMAATIKA	4
5.5. KÜLMATARBIJA JA KÜLMAKANDJA	4
5.6. VENTILAATORKONVEKTOR .....	4
5.7. JAHUTUSE SPLITSÜSTEEM .....	5
5.8. KÜLMAINE .....	5
5.9. TORUSTIK .....	5

Käesolev versioon:  
mai 2016

Esmane versioon:  
märts 2011

## 5.1. KASUTATAV ALUSDOKUMEN- TATSIOON

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

### Seadused ja määrused

[WWW]	Ehitusseadustik
[WWW]	Majandus- ja taristuministri 02. juuni 2015.a määrus nr 54 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded“
[WWW]	Majandus- ja taristuministri 3. juuni 2015. a määrus nr 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“
[WWW]	Majandus- ja taristuministri 5. juuni 2015 määrus nr 58 „Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika“
[WWW]	Sotsiaalministri 4.märts 2002. a määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“

EVS-EN 15251	„Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast
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 EVS 860-1	„Hoone kütte projekteerimine“ „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsiooni- materjalid ja -elemendid“

### 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 811	„Hoone ehitusprojekt“
EVS 865-1	„Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri“
EVS 865-2	„Hoone ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti ehituskirjeldus“
EVS 916	„Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast“ Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 15251:2007

## 5.2. NÕUDED JAHUTUSSÜSTEEMILE

Ruumide sisekliimale püstitatud nõuetest lähtuvalt tuleb hoonesse rajada jahutussüsteem.

Ruumide kohased mikrokliima vajadused on kirjeldatud juhendi lisa „Ruumikaardid“.

Jahutuskoosmuse arvutus tuleb teostada dünaamilise arvutusprogrammiga, mis vastab Majandus- ja taristuministri 3. juuni 2015. a määrus nr 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“ § 17 toodud nõuetele.

Tsentraalse jahutussüsteemi külmakandjaks on vesi või etüleenglükooli vesilahus, erijuhtudel võib Tellija nõusolekul kasutada muid lahendeid. Mainitud jahutussüsteemi korral tuleb jälgida, et külmakandja temperatuuri ei lange alla 0 °C.

Jahustorustikule tuleb projekteerida ja paigaldada vajalikud filtrid, et tagada süsteemi pikaajalisus.

Arvutuslikud välisõhu parameetrid jahutussüsteemi projekteerimisel on +27°C ning RH=50%, kondensaadivabade süsteemide korral välisõhu niiskussisaldus RH=60%. Arvutuslik ruumiõhu temperatuur tuleb valida +25°C. Vedelikjahuti dimensioneerimisel tuleb arvestada välisõhu temperatuuriga +35°C.

Juhul, kui jahutusseadmed paigaldatakse katusele või sissepuhkeventilatsiooni õhuvõtt asub hoone päikesepoolsel küljel, tuleb vajaliku jahutusvõimsuse määramisel arvestada ka seadmesse sattuva välisõhu soojenemist (eelnevalt Tellijaga kooskõlastades).

Vedelikjahuti (*dry-cooler*) peab omama kehtivat EUROVENT või analoogset sertifikaati ja olema vähemalt A-klassi energiatõhususega. Vedelikjahuti müra ei tohi ületada Sotsiaalministri määruses nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“ toodud parameetreid. Vedelikjahuti kõik ventilaatorid peavad olema varustatud turvalülititega. Vedelikjahuti ventilaatoreid juhitakse sagedusmuundurite(te)ga. Külmamasina ja vedelikjahuti vaheline torustik on täidetud üldjuhul 35% vesi-glükool lahusega, mis peab sisaldama inhibiitor lisandit ja omama 7 aastast tootjapoolset garantiid. Õhu paremaks äras- tamiseks vesi-glükooli ringist peab enne vedelikjahuti, torustiku kõrgemas punktis, olema voolurahustina toimiv ekstsentriline 2 kordne toru laiendus, millel on üleval pool kaks väljundit: üks automaatseks õhutamiseks ja teine käsitsi õhutamiseks, mille ½“ toru on kaarega juhitud katuse poole. Jahutatava vee temperatuuri täpsus peab olema vähemalt ±1 °C. Juhul, kui

jahutussüsteemi maht on külmamasina stabiilse töö tagamiseks liiga väike, tuleb lisada akumulatsioonipaak. Akumulatsioonipaagi mahu arvutamiseks tuleb külmamasina väikseima astme jahutusvõimsus korrutada 24-ga. Juhul, kui jahustarve on ka välisõhu temperatuuril alla +10 °C tuleb ehitada vabajahutus kontuur, mis arvestab vajaliku jahutusvõimsust. Jahutussüsteem võimsusega kuni 100kW, peab vabajahutuse projekteerimiseks ja ehitamiseks tegema majandustehnilise tasuvusarvutuse.

Vedelikjahuti nimivõimsuse puhul peab lähtuma tingimusest:

$$N_{vnt} \geq N_{kjt} + N_{ket}$$

kus

$N_{vnt}$  – vedelikjahuti nimivõimsus

$N_{kjt}$  – kompressori jahutusvõimsus

$N_{ket}$  – kompressori elektriline võimsus

Vedelikjahuti nimivõimsus peab olema vähemalt kompressori jahutusvõimsus millele on lisatud kompressori elektriline võimsus.

Nõrkvoolu- ja serveriruumide jahutussüsteemidele esitatavad nõuded vaata kaart nr. 14.

### Keskkonna ja ohutusnõuded

Projekteerimisel tuleb arvestada standardis EVS-EN 378-1:2008+A2:2012 (Külmutussüsteemid ja soojuspumbad. Ohutus- ja keskkonnanõuded. Osa 1: Põhinõuded, määratlused, klassifikatsioon ja valiku kriteeriumid) sätestatud ohutusnõudeid ruumi mahu suurusele, sõltuvalt külmaine tüübist ja kogusest. Tabelis on toodud enamlevinud külmainete koguste ja külmasõlme ruumi kubatuuride sõltuvus:

Külmaine	Jahutusruumi kubatuuri piirväärtused
R 134a	0,25 kg/m <sup>3</sup>
R 404A	0,48 kg/m <sup>3</sup>
R 407C	0,31 kg/m <sup>3</sup>
R 410A	0,44 kg/m <sup>3</sup>

Vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusele nr 517/2014 (16. aprill 2014) fluoritud kasvuhoonegaaside kohta, ei tohi kasutada selliseid seadmeid, mille külmaine kogus on ≥ 40 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttonni seadme kohta(juhul kui kasutatakse kasvuhoonegaase, mille GWP>2500).

CO<sub>2</sub> ekvivalenttonni leidmine toimub järgmise valemiga: CO<sub>2</sub> ekvivalenttonn = F-gaasi kogus (t) x F-gaasi GWP. Automaatne F-gaaside CO<sub>2</sub> ekvivalenti kalkulaator on leitav järgnevalt interneti leheküljelt: <http://www.klab.ee/f-gaasid/kalkulaator/>.

Jahutussõlme ruumi suuruse valikul peab arvestama jahutussüsteemi hooldamise vajadusega. Seadmed, mis sisalavad  $\geq 5$  CO<sub>2</sub>-ekvivalenttonni fluoritud kasvuhoonegaase, tuleb teostada lekkek kontroll iga 12 kuu järel (juhul kui on paigaldatud lekketuvastussüsteem, siis 24 kuu järel). Juhul kui kasutatakse hermeetiliselt suletud seadet, mis sisaldab fluoritud kasvuhoonegaase, mille globaalse soojenemise potentsiaal on väiksem kui 10 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttonni, ei tule lekkek kontrolli teha, seda tingimusel, et sellistel seadmetel on märgistus „hermeetiliselt suletud“.

Fluoritud kasvuhoonegaase ja osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate seadmete ja käsitlemistoimingute (FOKA) register asub interneti aadressil: <http://www.keskkonnaamet.ee/teenused/valisohukaitse/fluoritud-kasvuhoonegaasid-ja-osoonikihti-kahandavad-ained/foka-register-2/>

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

### 5.3. JAHUTUSSÜSTEEMI KÜLMAALLIKAD

Jahutussüsteemi külmaallikaks on külmajaam (külmakandjaks vesi), mis asub köetavas ruumis, koos väliskeskkonda paigaldatavate *dry-cooler*itega. Erijuhtudel, kirjalikul kokkuleppel tellijaga, võib kasutada kompaktsed, vabajahutusfunktsiooniga külmamasinat (külmakandjaks glükooli vesilahus), mis paigaldatakse õue. Jahutusseadmete kohta peab olema piisav tehniline dokumentatsioon. Seadmed peavad omama kehtivat EUROVENT sertifikaati ja olema vähemalt A-klassi energiatõhususega.

#### Külmamasin

Külmamasin peab olema varustatud mitme kruvi- või scroll-tüüpi kompressoriga.

Jahutussüsteemi projekteerimisel ja ehitamisel tuleb silmas pidada, et EER (jahutusvõimsuse suhe tarbitavasse elektrivõimsusesse) koos kompressoriga, pumbasõlme ja kondensaatoriga ei tohi kogu võimsuskaalas olla väiksem kui  $EER \geq 3,5$  ja ESEER (jahutusseadmete tootja poolt antud jahutusperioodi keskmine jahutustegur)  $ESEER \geq 5,0$ .

Külmamasin peab olema varustatud elektri-automatikakilbiga ja autonoomse digitaalse juhtimispaneeliga, kust peab olema võimalik saata juhtimise ja häire signaale tsentraalsesse hooneautomaatikasüsteemi. Külmamasina kompressorid summaarse elekt-

rilise võimsusega  $\geq 100$  kW, tuleb tarnida koos kompensatsiooni kondensaatoritega ja sagedusmuunduritega või pehmekäivititega. Külmamasin peab olema varustatud kas LON, M-bus, Modbus või Bacnet automaatikakaardiga ja tarkvaraga ning see tuleb siduda hooneautomaatikaga.

Külmamasin tuleb paigaldada spetsiaalsetele vibroalustele vältimaks müra levikut konstruktsioonis.

### 5.4. JAHUTUSSÜSTEEMI AUTOMAATIKA

Jahutussüsteemi automaatika tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, jahutuskompressorid ja täppiskonditsioneerid tuleb tarnida koos Modbus-või analoogse kaardiga ja visualiseerida hooneautomaatikasüsteemis. Külmasõlme vajalikud mõõtepunktid on toodud kaardil „Hooneautomaatika“ tabelis „Parameetrite ja häirete prioriteetide tabel“.

Kondensaadivaba süsteemi korral tuleb jahutustorustikule paigaldada kondensaadi andur, et tõsta jahutusvedeliku temperatuuri kondensaadiohu vältimiseks.

### 5.5. KÜLMATARBIJA JA KÜLMAKANDJA

Jahutussüsteemi külmatarbijateks on ventilatsiooni-seadmetes paiknevad jahutuskalorifeerid ja/või ruumidesse paigaldatavad kohtjahutid. Kasutada tuleb kõrgema külmakandja temperatuuriga mittekondenseerivaid kohtjahuteid (aktiivseid ventilatsiooniga läbipuhutavaid jahutuspalke), muud lahendused tuleb Tellijaga kirjalikult kooskõlastada.

Jahutite valikul tuleb arvestada nii ruumi soojuseralduste suuruse, soojuseralduste muutumiskiiruse, kui ka piirdekonstruktsioonide inertsiiga.

Jahutusvõimsuse reguleerimine toimub ruumi temperatuuriregulaatori poolt juhitava ajamiga 2- või 3-teeventiiliga.

Kõik ventilatsiooniseadmetes paiknevad jahutuskalorifeerid tuleb varustada segamissõlmedega. Külmakandja voolutakistus jahutuskalorifeeris võib olla kuni 25 kPa.

### 5.6. VENTILAATOR KONVEKTOR

Ventilaator konvektorite valikul peab arvestama tuntava jahutusvõimsusega (*sensible cooling capacity*).

Valik peab toimuma keskmisel kiirusel arvestusega, et ruumis paiknevate tehnoseadmete summeeritud müratase (*sound pressure*) ei ületa lubatud väärtust ja on tagatud seadme võimsuse reserv vähemalt üks aste. Ventilaatorkonvektori nimivõimsus tuleb arvestada keskmisele (tavaliselt teisele) kiirusele.

Ruumi kohtjahutid tuleb paigaldada ja seadistada selliselt, et töökohtadele ja viibimistsoonidele pealepuhumine on välistatud, st. õhu liikumise kiirus töötsoonis on väiksem kui 0,2 m/s (vastavalt standardile EVS-EN 15251).

Ventilaatorkonvektorid võib kasutada peamiselt ainult neis ruumides, kus soojuskoormus võib kiiresti tõusta (nt konverentsiruumid, nõupidamisruumid jms).

## 5.7. JAHUTUSE SPLITSÜSTEEM

Autonoomsete split- ja/või multisplit-jahutussüsteemide kasutamine on otstarbekas kui:

- jahutamist vajavad ainult hoone üksikud ruumid (nõrkvooluruum, arvutiklass, UPS-i ruum, peakilbiruum ja arhiiviruum)
- tegu on eriruumidega (serverid soojuskoormusega kuni 10 kW, jms).

Reeglina tuleb kasutada inverter tüüpi õhk-õhk soojuspumpa, mille  $EER \geq 4,0$  ja  $ESEER \geq 5,0$ .

Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35dB(A). Tehnilisiruumi teenindavad splitid peavad töötama välisõhutemperatuuril  $-25^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$ , kusjuures siseõhutemperatuuri ei tohi tõusta kõrgemaks kui  $+24^{\circ}\text{C}$ .

Splitsüsteemide kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevooline. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika plastmasstoru, mis tuleb monteerida vajaliku kaldega.

Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha läbi vesiluku, soovitatavalt kraanikausside all. Kui kraanikausside all asuvaid vesilukke ei ole võimalik kasutada, peavad vesilukud olema eraldi veega täidetavad. Pärast kondensaaditorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada ja selle kohta tuleb esitada kaetud tööde akt.

Suurema töökindluse saavutamiseks, peavad splitsüsteemide välisosad olema varustatud karteri soojendusega, kondensaator pööretregulaatoriga rõhu baasil

(cut-off versioon), tuulekaitseplekid välisosale ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Samuti peab olema välisosa paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega  $\geq 400$  mm.

Jahutuse splitsüsteemist peab olema võimalik kätte saada olekuparameetrid ja üldhäire.

## 5.8. KÜLMAINE

Külmaaine valikul tuleb arvestada EÜ määruse nr 1784/2006 nõuetega.

Jahutussüsteemi külmaainetena tuleb kasutada loodusõbralikke ühendeid, näiteks CO<sub>2</sub> ja HFC-ühendeid nagu R407C, R134a ja R410A. CFC- ja HCFC-ühendite kasutamine ei ole lubatud.

## 5.9. TORUSTIK

Jahutussüsteemide projekteerimisel ja ehitamisel, tuleb välistada erinevate materjalide kasutamisel tekkinud võivat toru sisepindade elektrokeemilist korrosiooni - süsteemis olevad torud, fittingud, soojusvahetid ja kalorifeerid, võivad olla nii pronksist, roostevabametallist aga ka nii alumiiniumist, vasest või ka tsingitud.

Vesi- ja vesi-glükooli jahutussüsteemi külmakandja torustik tuleb valmistada mustadest keevitatavatest terastorudest, kasutades keevisliitmikke ja mille paigaldusnõuded on samad, mis kütte- ja soojavarustus-torustike puhul. 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).

Külmaainetorustik freoonisüsteemidele tehakse standardile EN 12735-1 vastavatest puhastatud, kuivatatud ja suletud vasktorudest. Jootmistõid teostatakse lämmastikukeskkonnas.

Jahutussõlmes tuleb magistraaltorustikel kasutada tööstuslikult toodetud spetsiaalse südamikku või spetsiaalse materjaliga täidetud mikromulle eemaldavat õhueraldeid. Kõik väiksemad automaathueraldajad peavad olema ühendatud sulgarmatuuriga, et tagada nende hilisem hooldatavus ja vahetatavus.

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



Pärast torustiku väljehitamist, kuid enne süsteemi käivitamist, tuleb teostada torustiku läbipesu ja survestamine.

### Nõuded keevitusele

Keevitusprotsess on eriprotseduur, millest tulenevalt peab Töövõtjal olema töömaal keevitustööde eest vastutav keevitustööde koordinaator, kes omab vastavat pädevustunnistust. Ettevõttes peavad olema välja töötatud ning heaks kiidetud qWPS-id, WPQR-id ja WPS-id (keevitusprotseduuri spetsifikaat).

Enne töödega alustamist tuleb esitada kõik vajalikud dokumendid ja teostada näidis keevitustöö.

#### Keevise kvaliteeti iseloomustavad nõuded:

- Juhul kui puuduvad täiendavad nõudeid, tuleb torude keevitamisel aluseks võtta EVS-EN ISO 5817 keevitusvigade klass "D".
- Keeviseid tuleb kontrollida röntgeniga 5% ulatuses, kuid mitte rohkem kui 50 keevitustöö korral. Juhul kui avastatakse vigu, tuleb kontrolli ulatust tõsta 10% jne.
- Keevisele tuleb teha visuaalkontroll 100% ulatuses.
- Kõik ette valmistatavad keevised peavad olema ette valmistatud ISO 9692 -1 kohaselt.
- Keevitustöid tuleb teha tuule, lume, päikese ja vihma eest kaitstult.
- Talvestes oludes (õhutemperatuur  $\leq +5^{\circ}\text{C}$ ) keevitades tuleb keevised ette soojendada. Protseduur peab kajastuma WPS-is.

### Manomeetrid

Manomeetrid tuleb paigaldada manomeetrisillaga filtritele ja pumbasõlmedele rõhulangude mõõtmiseks. Manomeetrid peavad olema varustatud manomeetriveriitiliga (näidu „nullimiseks“), olema läbimõõduga ca 100mm ja minimaalse täpsusklassiga 2,5. Kõik manomeetrid peavad olema kalibreeritud.

### 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 (Bs. Külma- ja torustike isolatsioon peab konstruktsiooni lä-

biviikudes olema paigaldatud katkematult. Enne paigaldamist tuleb valitud materjal kooskõlastada päästeametiga esindajaga.

Siseruumides isolatsioonikihi paksused peavad minimaalselt vastama tabelis 5.1. toodule (pealevoolumis-temperatuuril  $+7^{\circ}\text{C}$ ). Välisõhuga kokkupuutuv jahutustorustiku isolatsioonikihi paksuste valikul lähtuda kaardis nr. 6 toodud nõuetest.

Torustik	Isolatsioonikihi paksus (mm)
$\varnothing \leq 32 \text{ mm}$	9 mm
$\varnothing \leq 125 \text{ mm}$	13 mm
$\varnothing > 125 \text{ mm}$	19 mm
mahutid	23 mm

Tabel 5.1. – Torude isolatsioonikihi paksus

Jahutussüsteemi soojad torustikud (dry-cooler) tuleb isoleerida:

- Vähendamaks soojuseraldusi ruumi, kus torustik asub
- Ohutuskaalutlustel
- Juhul kui külmajaama jääksoojust kasutatakse hoone kütteks või sooja vee kuumutamiseks.

Soojade torustike isoleerimisel tuleb kasutada mineraalvillkoorikuid.

Isoleerimine peab vastama Soome LVI 50-10344, LVI 50-10345 või EVS 860 nõuetele.

Ruumides olevad torud ei pruugi vajada ilmastiku-kindlat katet, kuid nad võivad vajada mehaanilist kaitset – nt kütmata põõningud, laod, garaazid jne. Tehnilistes ruumides põranda tasapinnast kuni 2m kõrguseni paiknevale torustiku isolatsioonile on vajalik mehaaniline kaitse ja sõlmed. Nähtvale jääv torustik alates 2m ja kõrgemal katta PVC-kattega. Mitteenähtavale jääv torustik jääb katteta. Kattepleki paksus on minimaalselt 0,5mm. Tsingi paksus kattplekil peab olema vähemalt 275g/m<sup>2</sup>. Katteplekkide ühendused peavad olema needitud: vähemalt 7tk/jm. Arhitektuursetest nõue-test tulenevalt võivad katteplekid olla värvilised, sellisel juhul tuleb eelistada PVC-ga kaetud tsingitud terasplekke.

### Reguleer- ja sulgarmatuurid

Torustik peab olema varustatud vajaliku arvu reguleer- ja sulgarmatuuridega selliselt, et süsteemi saab häälestada projektijärgsetele veehulkadele ja sulgeda süsteemi osi selliselt, et kõigi seadmete vahetused on võimalik teha minimaalse vee kaoga.

Püstakute ja haruliide reguleerarmatuur peab olema rõhust sõltumatu tasakaalustus - reguleerventiil koos peale- ja tagasivoolu sidestusega (kapilaartoruga) ning sellel peavad olema mõõtotsikud. Fan-coilide ja jahutusalkide reguleerimiseks tuleb kasutada rõhust sõltumatuid kahefunktsioonilist ventiili (näiteks AB-QM, TBV-C jne.)

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

### **Pumbad**

Tsirkulatsioonipumpadeks tuleb kasutada energiatõhusaid A klassi pumpasid, mille energiatõhususe indeks  $EEI \leq 0,20$  (vastavalt Euroopa komisjoni regulatsioonidele 641/2009 ja 622/2012). Pumpade ja torustike vahel peab olema vibratsiooni ja müra leevendavad lõdvikud (kvaliteet).

### **Peenfiltrid**

Lisaks mudapüüdjuri paigaldamisele, tuleb kasutada kõigis ringisüsteemides hõljumipüüdjaid (hõljumipüüdjatena tuleb kasutada peenfiltreid ning pidevas filtreerimises peab olema  $\geq 10\%$  ringlevast veest).