

OSA 5 – KÜLMAVARUSTUS JA JAHUTUS

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

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	5
5.7.	JAHUTUSE SPLITSÜSTEEM	5
5.8.	KÜLMAINE	5
5.9.	TORUSTIK	5

Käesolev versioon:

juuni 2017

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 metoodika“
- [WWW] Sotsiaalministri 4.märts 2002. a määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“

EVS 906

EVS-EN 13779

EVS 844

EVS 860-1

mugavusest, valgustusest ja akustikast

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

Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele

„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 932 „Ehitusprojekt“
- 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
- EVS-EN 15251 „Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust

5.2. NÕUDED JAHUTUSSÜSTEEMILE

Ruumide sisekliimale püstitatud nõuetest lähtuvalt tuleb hoonesse rajada jahutussüsteem.

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

Jahutuskooormuse 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 temperatuur ei lange alla 0 °C.

Jahutustorustikule 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 üldjuhul 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 määrmuses 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 sagedusmuunduritega. 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 äratamiseks vesi-glükooli ringist peab enne vedelikjahutit, torustiku kõrgemas punktis, olema voolurahustina toimiv eksstsentiline 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 hoones on jahutusvajadus 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. 13.

Võimalusel värvida vedelikjahuti alune osa katusekattest valgeks, et langetada katusepinna temperatuuri ja seeläbi tõsta vedelikjahuti efektiivsust.

Keskkonna ja ohutusnõuded

Projekteerimisel tuleb arvestada standardis EVS-EN 378-1:2016 (Külmutsüsteemid ja soojuspumpad. Ohutus- ja keskkonnastandardid. 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 piirväärtused kubatuuri
R 134a	0,25 kg/m ³
R 404A	0,48 kg/m ³
R 407C	0,31 kg/m ³
R 410A	0,44 kg/m ³

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 CO₂-ekvivalenttonni seadme kohta (juhul kui kasutatakse kasvuhoonegaase, mille GWP>2500).

CO₂ ekvivalenttonni leidmine toimub järgmise valemiga: CO₂ ekvivalenttonn = F-gaasi kogus (t) x F-gaasi GWP. Automaatne F-gaaside CO₂ ekvivalendi 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 ≥ 5 CO₂-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 CO₂-ekvivalenttonni, ei tule lekkek kontrolli teha, seda tingimusel, et sellistel seadmetel on märgistus „hermeetiliselt suletud“.

Fluoritud kasvuhoonegaase ja osoonikihti kahandavaid aineid sisaldavate seadmete ja kätitledmistoiimigute (FOKA) register asub interneti aadressil: <http://www.keskkonnaamet.ee/teenused/valisohukaitse/fluoritud-kasvuhoonegaasid-ja-osooni-kihti-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 kompaktset, 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-automaatikakilbiga ja autonoomse digitaalse juhtimispaneeliga, kust peab olema võimalik saata juhtimise ja häire signaale tsentraalsesse hooneautomaatikasüsteemi. Külmamasina kompressorid summaarse elektrilise võimsusega ≥ 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 konstruktsiooni-
desse.

5.4. JAHUTUSSÜSTEEMI AUTOMAATIKA

Jahutussüsteemi automaatika tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, jahutuskompressorid ja täppiskonditsioneerid tuleb tarnida koos Modbus-või analoogse kaardiga ja visualiseerida hooneautomaatikasüsteemis. Külmamasin ja vedelikjahuti peavad olema juhitud läbi hooneautomaatikasüsteemi. Külmasõlme vajalikud mõõtepunktid on toodud kaardil nr .11 „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 mittekondeerivaid 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 temperatuurikontrolleri poolt juhitava ajamiga 2- või 3-teeventiiliga.

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

5.6. VENTILAATORKONVEKTOR

Ventilaatorkonvektorite 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 35 dB(A). Tehnilisirume teenindavad splitid peavad töötama välisõhutemperatuuril $-15\text{ °C} \dots +35\text{ °C}$, kusjuures siseõhutemperatuuri ei tohi tõusta kõrgemaks kui $+24\text{ °C}$. Kriitilistel ruumidel näha ette ka jahutusvalmidus ka madalamatel välisõhutemperatuuridel (nt jahutamine välisõhuga vms.).

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 kondensaatorustike 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 pööreteregulaatoriga rõhu baasil (cut-off versioon), tuulekaitseplekid välisosale ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Samuti peab olema välisosa paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega $a \geq 400\text{ mm}$.

Jahutuse splitsüsteemist peab olema võimalik kätte saada olekuparameetrid ja üldhäire ning need tuleb liita hooneautomaatikasüsteemiga.

5.8. KÜLMAINE

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

Jahutussüsteemi külmaainetena tuleb kasutada loodusõbralikke ühendeid, näiteks CO₂ 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 elektrookeemilist 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 soojavarustustorustike 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 südami või spetsiaalse materjaliga täidetud mikromulle eemaldavat õhualdeid. Kõik väiksemad automaatõhualdajad peavad olema ühendatud sulgarmatuuriga, et tagada nende hilisem hooldatavus ja vahetatavus.

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

Pärast torustiku väljaehitamist, 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 keevitustööd 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.
- Keevitustööd tuleb teha tuule, lume, päikese ja vihma eest kaitstult.
- Talvistes oludes (õhutemperatuur $\leq +5$ °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 külmaõhu vältimiseks isoleerida. Isolatsiooniks tuleb kasutada veeauru difusiooni kindlat ($\mu \geq 7000$) ja tuleohutussõudeid täitvat poorkummisolatsiooni. Mittepõleva isolatsiooni vajaduse korral tuleb kasutada aurutõkkega mineraalvillkoorikuid (Bs. Külma- ja torustike isolatsioon peab konstruktsiooni läbiviikudes olema paigaldatud katkematu. Enne paigaldamist tuleb valitud materjal kooskõlastada päästeameti esindajaga.

Siseroomides isolatsioonikihi paksused peavad minimaalselt vastama tabelis 5.1. toodule (pealevoolu temperatuuril +7 °C). Välisõhuga kokkupuutuv jahutustorustiku isolatsioonikihi paksuste valikul lähtuda kaardis nr. 6 toodud nõuetest.

Torustik	Isolatsioonikihi paksus (mm)
$\varnothing \leq 32$ mm	9 mm
$\varnothing \leq 125$ mm	13 mm
$\varnothing > 125$ 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
- Ohutuskalutlustel
- Juhul kui külmajäätaja jääsoojust 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, garaažid jne. Tehnilistes ruumides põranda tasapinnast kuni 2m kõrguseni paiknevale torustiku isolatsioonile on vajalik mehaaniline kaitse ja sõlmed. Nähtvatele jääv torustik alates 2m ja kõrgemal katta PVC-kattega. Mitteenähtvatele jääv torustik jääb katta. Kattepleki paksus on minimaalselt 0,5mm. Tsingi paksus katteplekil peab olema vähemalt 275g/m². Katteplekkide ühendused peavad olema needitud: vähemalt 7tk/jm. Arhitektuursetest nõuetest 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 (kapilaatoruga) ning sellel peavad olema mõõtotsikud. Fan-coilide ja jahutuspalkide 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 mudapüüduri paigaldamisele, tuleb kasutada kõigis ringisüsteemides hõljumipüüdjaid (hõljumipüüdjatena tuleb kasutada peenfiltreid ning pidevas filtreerimises peab olema ≥ 10 % ringlevast veest).