OSA 6 – SOOJUSVARUSTUS JA KÜTE

SISUKORD

[6.1KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON 1](#_Toc221554311)

[6.2 PROJEKTEERIMINE 2](#_Toc1174236802)

[6.3 SOOJUSVARUSTUS 3](#_Toc745320829)

[6.2.1Kaugküte 3](#_Toc920591107)

[6.2.2Lokaalne soojusvarustus 3](#_Toc1384816064)

[6.2.3Soojuspumpsüsteemid 5](#_Toc1687898744)

[6.3 KÜTE 13](#_Toc1943189949)

[6.3.1. Küttesüsteemi üldnõuded 13](#_Toc1058718991)

[6.3.2 Küttetorustik 14](#_Toc1210060973)

[6.3.3 Isoleerimine 16](#_Toc618375642)

[6.3.4 Küttekehad 17](#_Toc2070886807)

[6.4 AUTOMAATIKA, JUHTIMINE JA ENERGIATÕHUSUS 17](#_Toc1981051411)

[6.4.1 Kaugküte 17](#_Toc435691990)

[6.4.2 Lokaalküte 17](#_Toc130343795)

[6.4.3 Hoone küttesüsteemi juhtimine 17](#_Toc1210600321)

## 6.1 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“
* Sotsiaalministri määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“

**Kvaliteedinõuded**

* EJKÜ soovitus / 2019 “Soojussõlmed, juhised ja eeskirjad”
* 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

**Standardid**

EVS 932 „Ehitusprojekt”

EVS 844 „Hoone kütte projekteerimine“

EVS-EN ISO 13790 „Ehitiste energiatõhusus. Energiatarbimise leidmine ruumide kütmiseks ja jahutamiseks“

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

EVS 215

EVS 812-3 „Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid”

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

EVS 860 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Torustikud, mahutid ja seadmed. Soojusisolatsiooni teostus.”

EVS-EN 13341:2005+A1:2011 “Kodumajapidamises kasutatava kütteõli, bensiini ja diiselkütuste maapealseks ladustamiseks kasutatavad termoplastsed statsionaarsed mahutid. Puhumisvormitud polüetüleen, rotovormitud polüetüleen ja polüamiid 6 anioonpolümeriseeritud mahutid.”

EVS-EN ISO 5817:2023 “Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections”

EVS-EN 215:2019 “Thermostatic radiator valves - Requirements and test methods”

EVS-EN 14511 ,,Õhu konditsioneerid, elektri-kompressoritega vedelikjahutusseadmed ja soojuspumbad ruumide kütteks ja jahutuseks.“

EVS-EN 378-1+A2 ,,Külmutussüsteemid ja soojuspumbad. Ohutus- ja keskkonnanõuded. Osa 1: Põhinõuded, määratlused, klassifikatsioon ja valiku kriteeriumid.“

EVS-EN ISO 5817 ,,Keevitus. Terase, nikli, titaani ja nende sulamite sulakeevitusliited (välja arvatud kiirguskeevituse meetodid). Kvaliteeditasemed keevitusdefektide järgi.“

RT 50-10755-et Maaküte

## PROJEKTEERIMINE

Põhiprojekti staadiumis tuleb projekteerijal täita ja esitada seadmete ning materjalide kooskõlastustabelid tellija poolt koostatud vormis (Lisa 10). Kui materjalide ja seadmete spetsifikatsioon kattub kooskõlastustabelis esitatavate andmetega, siis võib spetsifikatsiooni esitamisest põhiprojekti dokumentatsiooni mahus loobuda.

Tööprojekti staadiumis tuleb projekteerijal esitada asendusseadmete või materjalide kooskõlastustabelid tellija poolt esitatud vormis (Lisa 10).

## SOOJUSVARUSTUS

### 6.2.1 Kaugküte

Kaugkütte baasil hoonete soojusvarustus tuleb lahendada vastavalt võrguvaldaja väljastatud tehnilistele tingimustele. Kaugkütte soojussõlme projekteerimisel ja ehitamisel tuleb lähtuda Eesti Jõujaamade ja Kaugkütteühingu juhendmaterjalist „Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad“. Kaugkütte soojussõlme juhtautomaatika peab lähtuma punktis 6.4.1 esitatud täiendavatest nõuetest.

**Soojussõlm**

Soojussõlme ruumi ja soojussõlme projekteerimisel tuleb lähtuda Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu koostatud kehtivatest juhistest „Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad“.

Soojussõlmedes olevatele paisupaakide liinile tuleb paigaldada sulg- ja hooldusventiil, mille käepide eemaldatakse ja paigaldatakse paisupaagi vahetusse lähedusse. Soojussõlmes tuleb vastavalt vajadusele ja hoone kasutusotstarbele ette näha järgmised küttekontuurid: radiaatorküte, ventilatsiooniküte, õhkkardinad, põrandküte, basseinivee küte, tarbevesi. Eraldi kontuurid tuleb ette näha selgelt eristava mahuga ja funktsiooniga hoone osadele. Igale kontuurile tuleb paigaldada vooluhulga-, temperatuuri- ja rõhuandurid, mis peavad olema hooneautomaatika süsteemiga liidestatud.

Soojusvaheti peab tagama soojusülekanded (dimensioneeritud vähemalt 10% üle arvutusliku küttevõimsuse) nii kütteperioodi arvutusliku temperatuuri kui ka üleminekuperioodi (murdepunkti) temperatuuri juures (v.a. sooja tarbevee soojusvaheti mis tuleb dimensioneerida lähtuvalt murdepunkti parameetritest ning mille üledimensioneerimine ei ole parema reguleeritavuse mõttes mõistlik). Projekteerija peab esitama kaks soojusvaheti väljatrükki.

Arvutuslikud rõhulangud (kPa) soojusvahetite arvutamiseks:

* Tarbevee soojusvaheti kuni 20 kPa primaarpoolel ja kuni 30 kPa sekundaarpoolel
* Küttesoojusvaheti kuni 20 kPa primaarpoolel ja kuni 20 kPa sekundaarpoolel

Soojusvahetitena tuleb kasutada plaatsoojusvaheteid (vastavalt olukorrale kas joodetud või tihenditega): tarbevee soojusvaheti plaatidena AISI316 ja kütteveel AISI 304.

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

### 6.2.2 Lokaalne soojusvarustus

Kaugkütte puudumisel tuleb hoone või kinnistu soojusvarustus lahendada lokaalselt. Lokaalse soojusvarustuse valikul tuleb leida optimaalne lahendus, mis võtab arvesse lahenduse varustuskindlust, keskkonnamõju, maksumust (sh investeering ja muutuvkulu) ning hoolduskulu. Eelistatud valikuks on kohalikud taastuvenergiaallikad.

Erinevate soojuspumba süsteemide korral tuleb sobiva pinnase ja krundi suuruse korral eelistada maasoojus pump süsteeme (horisontaalkollektor, energiapuurkaev). Kui maasoojuspumpasid ei ole võimalik kasutada, võib põhiküttena kasutada ka õhk-vesi tüüpi soojuspumpasid. Sõltuvalt soojuspumba valikust, tuleb arvestada tippkoormuse katmisega. Soojuspumpade kasutamisel tuleb eelistada võimalikult madalate pealevoolu temperatuuridega küttesüsteeme.

**Vedel-, gaasi- ja tahkekütusel katlamaja**

Katlamaja projekteerimisel ja ehitamisel peab arvestama nii katelde, kütusemahutite kui ka pumbasõlmede kaaluga ning nendest tuleneva vibratsiooni ja müraga. Põranda konstruktsiooniks on nn ujuvpõrand (erijuhud kooskõlastada tellijaga). Vedelkütusel katlamaja puhul peab trapp olema ühendatud kanalisatsiooniga läbi õlipüüduri.

Suuremahuliste remonttööde teostamiseks peavad katlamaja välispiirdes paiknema soojustatud kahepoolsed väravad, minimaalsete mõõtmetega 2100 (h)x1400 mm. Põlemisõhu kompenseerimiseks peab katlamajal olema õhuvõtuava, mis koosneb pulbervärvitud või kuumtsingitud välisrestist, putukavõrgust ja filtrist PM10 40% (G4). Gaasikatlamajas peab olema paiskpind, juhul kui see on tootja või Päästeameti poolt nõutud. Katelt ümbritsev hooldusruum: katla kohal vähemalt 1200 mm, tagaseinast ja külgedelt vähemalt 800 mm ja katla põleti ees vähemalt 1500 mm.

Katlaruumis tuleb tagada vähemalt 0,5-kordne õhuvahetus tunnis. Gaasikatlamaja projekteerimisel tuleb lähtuda ja järgida Eesti Gaasiliidu juhendeid. Eraldi tuleb tagada põletile vajalik värske õhu vooluhulk. Liigse soojuse eemaldamiseks suvel peab katlaruumi ventileerima sundventilatsiooniga ruumiõhutemperatuuri järgi. Katlamaja õhuvahetus tuleb kavandada selliselt, et välisõhu temperatuuril +25 °C ei tõuseks ruumi temperatuur üle +40 °C. Katlaruumi ventilatsiooni ei tohi siduda hoone üldventilatsiooniga.

Välitingimustes paiknev kütuseõli mahuti peab olema UV-kiirguse ja muude välismõjude (sademed, madal välisõhu temperatuur jne) eest kaitstud. Kütusemahutid peavad olema topeltkestaga (kessoonis), vältimaks võimalikku keskkonnareostust ja vastama EVS-EN 13341 nõuetele.

Katlaruumis peab olema roostevaba valamu koos sooja ja külma vee varustusega. Katlamaja juhtautomaatika peab lähtuma punktis 6.4.1 esitatud täiendavatest nõuetest.

**Katla ja põleti valik**

Katla vähim projekteeritud eluiga peab olema vähemalt 20 aastat. Kui katlamaja võimsus on alates 100 kW, peab katlamajas olema vähemalt kaks katelt. Valitud katlal peab olema kolm suitsukäiku.

Maagaasi katlad peavad olema kondensatsiooni tüüpi, muude energiakandjatega katlad peavad olema varustatud ökonomaiseriga. Juhul kui on kaks või enam katelt, peavad need töötama kaskaadühendusega.

Katla põletid peavad olema moduleerivad ja hapniku reguleerimisevõimalusega. Põleti võimsus peab tagama katla nominaalvõimsuse. Hakkepuidukatel tuleb arvutuslikult arvestada vähemalt 55% niiskusega puiduhakkele, pelletikatel 10% niiskusega puidupelletitele ja halupuitkatel 25% niiskusega küttepuidule.

**Korsten**

Korsten peab vastama katla ja kütuse suitsugaasi parameetritele (temperatuur, niiskus, happelisus, tahmaosakesed, kogus jne).

Metallist korstna puhul peab nii lõõri- kui katteplekk olema happekindlast terasest AISI316. Katteplekk võib vastavalt arhitektuursele lahendusele olla pulbervärvitud.

Korstnate isolatsiooni valikul tuleb lähtuda õigusaktidest tulenevatest nõuetest ning tootjatehase ehitus- ja paigaldusjuhenditest.

Korstnast kondensaadi eraldamine peab olema lahendatud. Korstna kinnitus, toestus ja läbiviigud peavad olema korstna valmistajatehasest ja paigaldatud vastavalt tehase juhendile.

**Mõõteriistad**

Küttesõlme tuleb filtritele ja pumbasõlmedele paigaldada rõhulangude mõõtmiseks manomeetrid. Manomeetrid peavad olema varustatud manomeeterventiiliga (näidu „nullimiseks“), läbimõõduga *ca* 100 mm ja minimaalse täpsusklassiga 2,5. Kõik manomeetrid peavad enne paigaldust olema kalibreeritud. Termomeetritena tuleb kasutada kraadiklaase mõõtepiirkonnaga minimaalselt 0 °C - 120 °C.

Katlamaja kasuteguri hindamiseks tuleb kütusemahutisse paigaldada hooneautomaatikasse ühendatud energiakandja nivoo-kulumõõturid.

### 6.2.3 Soojuspumpsüsteemid

**Üldnõuded**

Soojuspumpsüsteemi on võimalik kasutada nii kütmiseks kui jahutamiseks. Käesolevas osas toodud nõuded ja dimensioneerimise põhimõtted puudutavaid vaid soojuspumba kasutamist hoone kütmiseks. Sõltuvalt süsteemist ja hoonest tuleb projekteerijal hinnata ja analüüsida võimalust kasutada süsteemi ka hoone jahutamiseks. Analüüs tuleb esitada tellijale enne lõpliku otsuse langetamist. Võimalusel tuleb soojusenergiaallikatena kasutada hoone/rajatise tarindeid (puurvaiad, settebasseinid, kogumismahutid, jne) ja jahutusperioodil kasutada neid energia tagasilaadimiseks.

Paigaldatavad soojuspumbad peavad omama kas Eurovent või EHPA (Euroopa Soojuspumba Liit) väljastatud sertifikaati. Tootelehe väljatrükil peab olema esitatud kinnitatud soojuspumba SCOP ja SEER vastavalt standardile EVS-EN 14511.

Tagamaks suuremat energiasäästu peab soojuspumpsüsteem olema lahendatud muutuva kondenseerumistemperatuuriga. Soojuspumpsüsteemi elektritarbe ja soojusenergia või jahutusenergia mõõtmiseks tuleb paigaldada eraldi elektri- (ideaalis kompressori ja minimaalselt soojuspumba üldtarbimine) ja soojusarvesti. Kogu soojuspumba poolt toodetav soojusenergia mõõtmiseks tuleb kõikidele harudele (soe tarbevesi, küte, ventilatsiooniküte, basseinivee küte vms) paigaldada soojusarvestid, sama nõue kehtib ka jahutusele.

**Keskkonna- ja ohutusnõuded**

Projekteerimisel tuleb arvestada standardis EVS-EN 378-1 sätestatud ohutusnõudeid ruumi suurusele, sõltuvalt külmaine tüübist ja kogusest. Seadmete ja külmutusaine valikul tuleb lähtuda Euroopa Liidu ja Eesti projekteerimise ja ehitamise nõuetest, et välistada välis- ja sisekeskkonna reostust kasvuhoonegaasidega. Projekteerimisel ja paigaldamisel tuleb eelistada võimalikult keskkonnasäästlikke seadmeid (madala GWP väärtusega külmaineid ja nende koguseid) ja mille puhul on külmainele nõutava jahutussõlme ruumi kubatuur võimalikult väike.

**Müra nõuded**

Müra nõuded peavad vastama standardile EVS-EN 842 ,,Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest“.

**Maaküte**

Maasoojuspumbad ammutavad hoone soojusvarustuseks vajaliku soojusenergia pinnasesse, veekogusse, puurvaia või puurkaevu paigaldatava torustiku abil, milles voolab soojuskandja (etanooli 30% või propüleenglükooli 35% vesilahus, muude segude korral tuleb need tellijaga kooskõlastada). Soojuskandja peab sisaldama korrosioonivastaseid inhibiitoreid.

Enne maasoojus pump süsteemi projekteerimist tuleb peaprojekteerijal tellida pinnaseuuringud. Uuringus tuleb kirjeldada pinnase tüübid, geoloogilised paiknemised, geoloogilised iseärasused, nende minimaalne soojusmahtuvus, soojusjuhtivus ja pinnasevee tase.

Tabel 6.1 Enam levinud pinnasetüüpide soojusjuhtivused ja varjatud soojused:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pinnase tüüp | Soojusjuhtivus λ, W/(m\*k) | Varjatud soojus MJ/m3 |
| Sinisavi | 2,6 | 170,0 |
| Saviliiv | 2,4 | 220,0 |
| Vesiliiv | 2,6 | 170,0 |
| Märg liiv | 2,0 | 85,0 |
| Kuiv liiv | 0,9 | 30,0 |
| Muda | 2,0 | 85,0 |
| Moreen | 3,0 | 170,0 |
| Huumus, muld | 2,0 | 320,0 |
| Paas | 3,0 | 200,0 |

Maasoojus pump süsteemiga võimsuse ja energia tagamine:

* Peab tagama minimaalselt 97% aastasest soojusenergiavajadusest
* Peab tagama minimaalselt 65% võimsusvajadusest
* Välisõhutemperatuurini -10°C peab soojuspump tagama küttevõimsuse (-10°C juures) ilma lisakütteta (v.a inverteriga soojuspump, mille võib dimensioneerida võimsama)
* Soojuspumba võimsuse piisavuse hindamisel tuleb kasutada kõrgeima sekundaarpoole temperatuuriga standardiseeritud võimsusi (vastavalt standardile EN 14511 põrandakütte puhul vastavalt 0/35 °C võimsust ja radiaatorkütte puhul 0/45 °C võimsust)
* Soojuspump peab olema võimeline tootma lisakütteta minimaalselt +60 °C küttevett. Juhul kui soojuspumbaga toodetakse sooja tarbevett, siis peab soojuspump olema võimeline tootma lisakütteta +65 °C küttevett (kompenseerimaks soojuskadusid soojusülekandel soojusvahetist soojale tarbeveele). Kui tegemist on olemasoleva hoonega, kus küttevee parameetrid on kõrgemad kui +60 °C, peab soojuspump olema samuti võimeline tootma lisakütteta minimaalselt +65 °C küttevett.
* Soojuspump peab koos lisaküttega tagama arvutuslikul välisõhutemperatuuril 100% hoone soojusenergia vajadusest ja võimsusest.

Maakollektori (pinnasekollektori) dimensioneerimine hoone kütmisel:

* Arvutuslik sisenev külmakandja keskmine minimaalne temperatuur 0 °C
* Energia ammutamine 35-55 kWh/m/aastas
* Maakollektori torustiku erivõimsuse keskmine väärtus on 15 W/m (kuivas pinnases väiksem). Arvestades liigkuivaperioodiga, võiks erivõimsust arvestada 12 W/m. Aktiivjahutuse korral kontrollida erivõimsuse ammutamist koos projekteerijaga.

Kui objektil kollektorkaeve ei ole ja maakontuuri torud tuuakse otse soojussõlme, siis peavad kõikidel maakontuuri torustikel olema täisavaga kuulkraan ja rotomeeter või mõõteniplitega seadeventiil.

Maasoojuspumba töötamisel ainult kütteks peab COP vastavalt standardile EVS-EN 14511 temperatuuridel 0/35 °C olema minimaalselt 4,3 ja temperatuuridel 0/45 °C minimaalselt 3,5 (efektiivsuse tõendamiseks tuleb esitada Eurovent või EHPA sertifikaat). Maasoojuspumba töötamisel samaaegselt kütteks ja jahutuseks maksimaalse summeeritud ITEE (Index of Total Energy Efficency) saavutamiseks peab soojuspumba COP vastavalt standardile EVS-EN 14511 temperatuuridel 10/45 °C olema minimaalselt 4,0.

Maasoojuspumba kütte sekundaarpoolel tuleb kasutada tehases isoleeritud (Si ≥ 100 mm+PVC/plekk) akumulatsioonipaaki. Akumulatsioonipaagi suurus liitrites peab olema soojuspumba minimaalne võimsusaste korda 24. Lisaks tuleb akumulatsioonipaagi dimensioneerimisel arvesse võtta ventilatsioonisüsteemi soojusvarustuse hetkevõimsust. Akumulatsioonipaagi suurus tuleb valida suurema väärtuse järgi.

Sooja tarbevee tootmiseks tuleb kasutada mahtboilerit. Mahtboileri soojusvaheti pind peab olema nii suur, et see oleks võimeline soojuspumbaga toodetud soojust vastu võtma ning kuumutama sooja tarbevett temperatuurini +55 °C. Mahtboileri alumises osas või eraldiseisva kütteallikana peab olema elektriline lisaküttekeha (sooja tarbevee ülekuumutamiseks +65 °C-ni). Mahtboiler peab olema tehases isoleeritud (näiteks Si≥100 mm+PVC/plekk). Maasoojus pump süsteemi sekundaarpoole täitmiseks tuleb paigaldada soojussõlme mehaaniline veepehmendusseade ja elektrokeemilise korrosiooni vältimiseks tuleb kasutada inhibiitoreid.

**Nõuded maakollektori** **torustiku kohta**

Maakontuuri torustik peab vastama standardile EVS EN 12201 ja omama sõltumatu kolmanda osapoole sertifikaati. Pinnasekollektori toru peab olema sertifitseeritud 40x2,4 mm PE80 SDR17 PN8 polüetüleentoru.

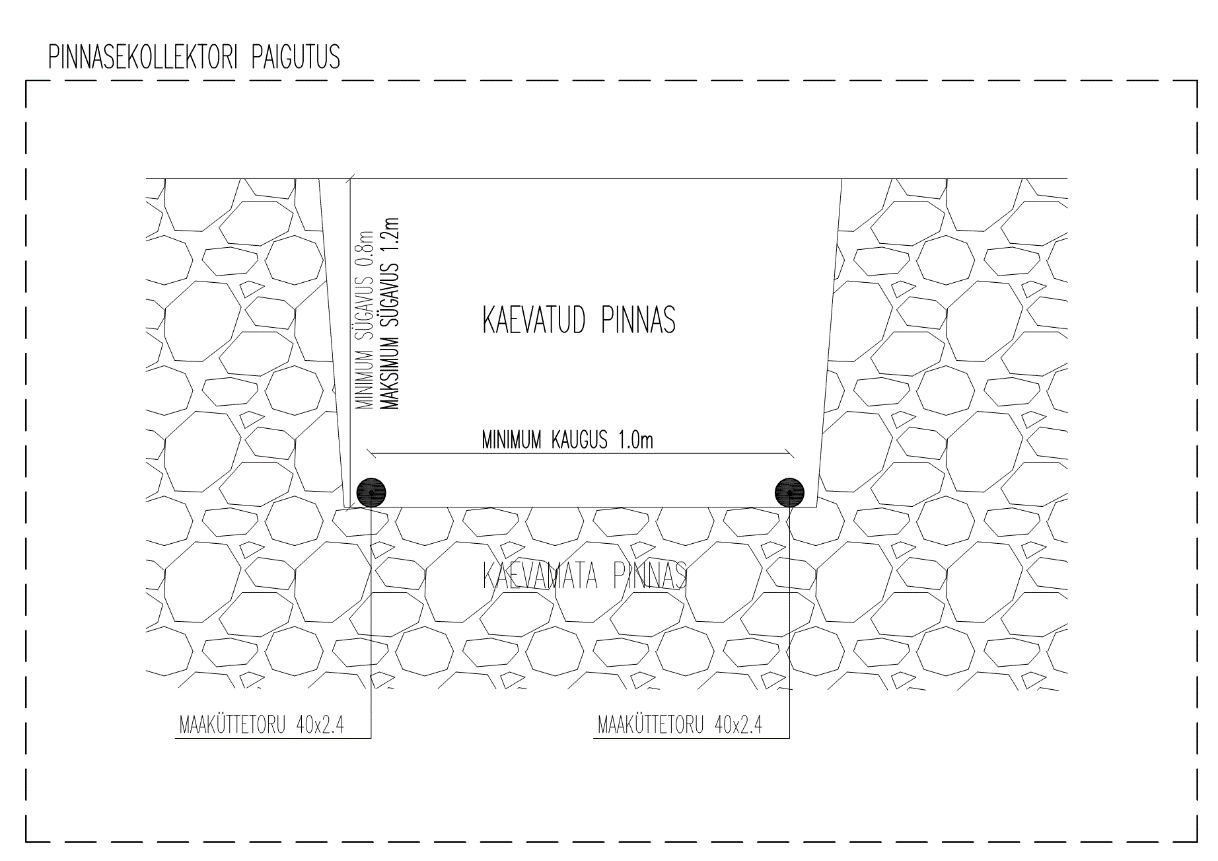
Ühe maakollektori ringi pikkus ei tohi ületada 500 m. Maakollektori ringi pikkuste kohta tuleb koostada hüdraulilised arvutused ja esitada vastav tabel koos Kv-arvudega. Hüdraulilise arvutusega tuleb kontrollida kogu maakollektorsüsteemi takistust ja valida selle järgi sobiv tsirkulatsioonipump.

Kogu maakollektori primaarpoole (magistraaltorustik, kollektorkaev, maaküttekontuur, majasisene sõlm) rõhukadu ei tohi ületada 100 kPa. Kui soojuspump omab integreeritud tsirkulatsioonipumpa, tuleb lähtuda antud pumba karakteristikutest. Väliste tsirkulatsioonipumpade kasutamisel tuleb kasutada A-energiaklassi tsirkulatsioonipumpa.

Maakontuuri torustiku täitmiseks tuleb ette näha käsi- või automaatpump koos vajalike pais- ja ülerõhuklappide ning täitemahutitega. Paigaldatud süsteem peab olema häälestatud nii, et väliskontuuri energiakandevedeliku rõhulanguse korral süsteem seiskub.

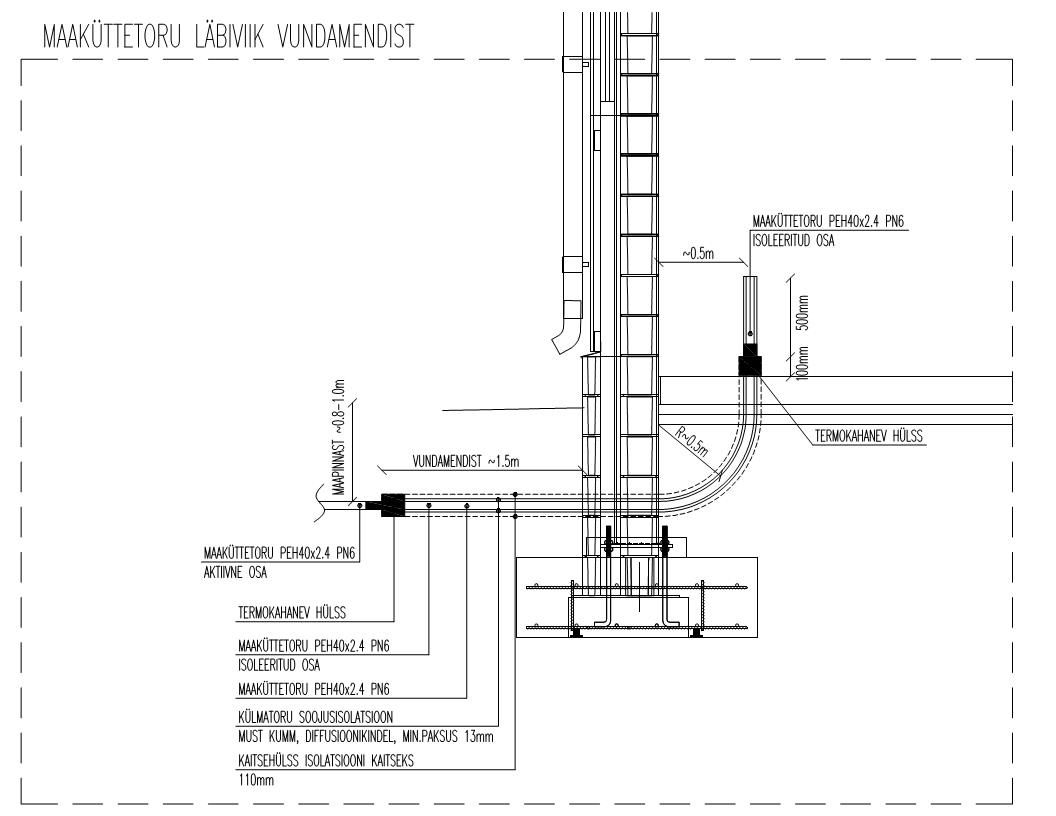
Maakontuuri paigaldussügavus: 1m ±20 cm;

Maaküttetorude minimaalne vahekaugus: 1m ±10 cm.



Joonis 6.1 Pinnasekollektori paigutus

Pinnasekollektori läbiviigud ja ristumised teiste kommunikatsioonidega (teedel, platsidel, lumest koristatavatel pindadel) peavad olema isoleeritud ja paigaldatud kaitsehülssi.



Joonis 6.2 Maaküttekontuuri läbiviik vundamendist

Nõuded pinnasekollektori kaugustele:

* vähemalt 1 m kinnistu piirist, soovitatavalt 5 m, kui kinnistu suurus seda võimaldab
* vähemalt 1,5 m ehitistest ja hoonetest
* vähemalt 1,5 m enamikest maa-alustest torustikest (või vastavalt tehnosüsteemi kaitsevööndile)
* vähemalt 1 m kaugusel rajatistest
* 2 m väärtusliku või kaitsealuse puu, põõsa, taime võrast

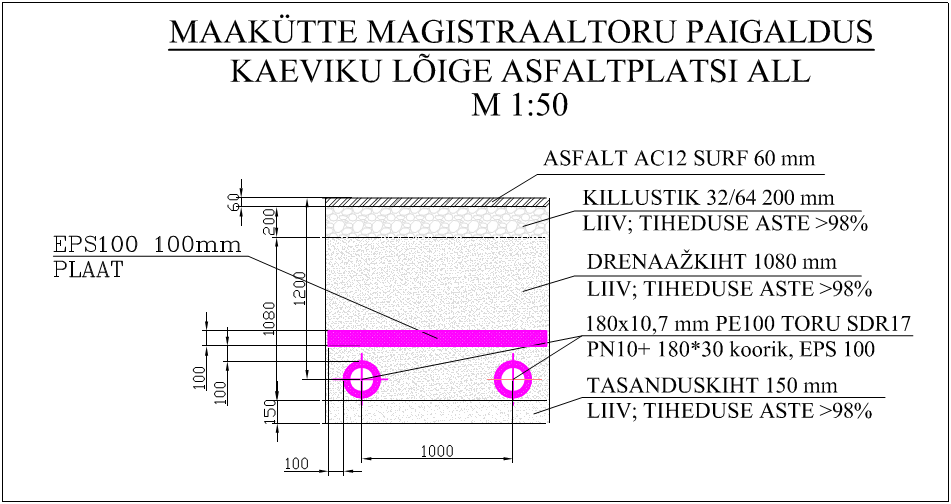
Maakütte kollektorkaevu ümbruses tuleb kõik maakontuuride torud isoleerida 1,5 m ulatuses 30 mm paksuse koorikuga, EPS100 või 13 mm poorkummisolatsiooniga (veeauru difusioonikindlus µ ≥ 7000) ja katta kaitsehülsiga. 1,5 m kaugusel kaevust tuleb edasised maakütte torud isoleerida sellise kauguseni, kus maakontuuride horisontaalne vahekaugus on 1,0 m. Pinnases peab kasutama keevisliiteid, keermesliitmikke on lubatud kasutada ainult kollektorkaevudes ja hoone sisestes ühendustes. Pinnasekollektori kontuuride vooluhulgad peavad olema mõõdistatud ja passistatud.

Maaküttetorud tuleb varustada vajaliku toru- ja kaitsearmatuuriga (sh nivoo- või paisupaagiga). Tööde üleandmisel peab olema esitatud maa-ala piiride paigalduse teostusjoonis. Kõik maaküttetorud tehnoruumis tuleb isoleerida aurutõkke µ≥7000 poorkummi-isolatsiooniga ja käiguteedel, kus esineb isolatsioonikihi vigastusoht, kaitsta need täiendavalt pleki või PVC-ga.

Isoleerimata magistraaltorustiku vahekaugus pinnases:

* kuni DE 50 – 1000 mm
* DE 50 kuni DE 90 – 1500 mm
* üle DE 90 – 2000 mm

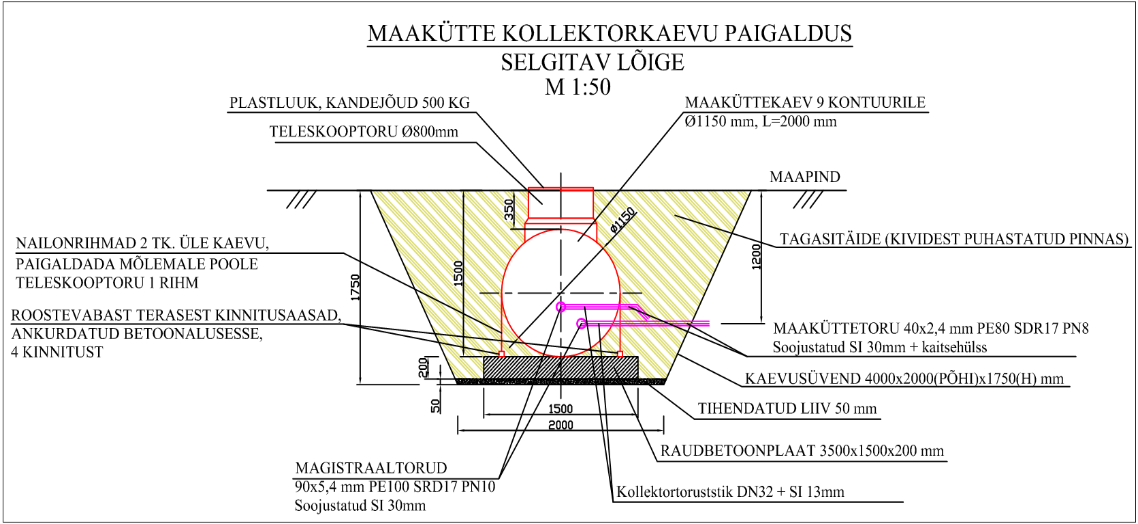
Isoleeritud magistraaltorustiku vahekaugus üksteisest kaevikus ≥ 0,5 m.



Joonis 6.3 Maakütte magistraaltoru paigaldus

**Kollektorkaevud**

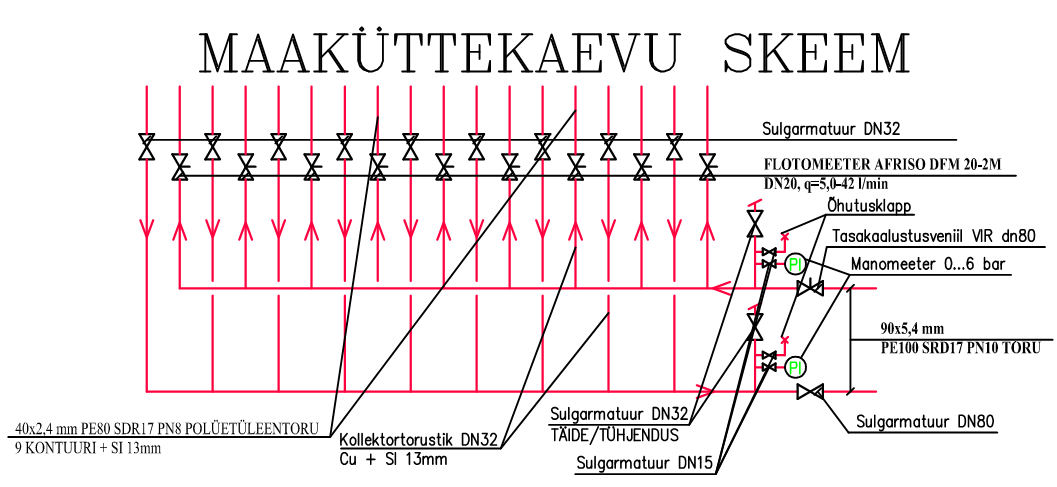
Kollektorkaev peab olema valmistatud tehases, veekindel ja suletava kaanega varustatud. Kollektorkaevu luuk peab olema soojustatud ja läbimõõduga vähemalt 600 mm (sõltub kollektorite arvust). Tehases peab kollektorkaevu korpusele olema tehtud veelekketest 0,5 baari juures ja kollektorkaevus asuvatele torustikele ülerõhutest 3 bari (vähemalt 2 kordne töörõhk) juures (katsetuse kestvus 2 tundi ja lubatud rõhulang 0,2 bari). Kõik kollektorkaevud tuleb ülestõusmise vältimiseks ankurdada roostevabade ankrutega (keskkonnaklass A2) ja roostevabast vitsadega (ASI 316) RB plaadi külge. RB plaadid tuleb kas tarnida koos mahutiga või kohapeal valada (RB keskkonnaklass XC2), RB kaal peab kahekordselt ületama pinnasevee üleslükkejõu.



Joonis 6.4 Maakütte kollektorkaevu paigaldus

Lisaks tuleb kollektortorustikele ette näha täite- ja tühjendusotsikud ning peab olema võimalik kontrollida torustikus olevat rõhku manomeetri pealt (peab olema kergesti nähtavas asukohas).

Kollektorkaevudes tuleb kõik maakontuurid varustada täisavaga kuulventiili ja rotomeetritega. Pärast kollektorkaevu paigaldamist tuleb teostada torustiku katsetus. 3 bari ja 2 tunni jooksul võib olla lubatud rõhulang 0,2 bari. Tuleb arvestada komponentide maksimaalse lubatud rõhkudega.



Joonis 6.5 Maaküttekaevu skeem

**Energiapuurkaev**

Projekteerida ja ehitada on lubatud ainult kinniseid (suletud kontuuriga) energiapuurkaevu soojuspumpsüsteeme. Puurkaevude rajamiseks tuleb projekteerijal hankida kõik vajalikud kooskõlastused ning keskkonnaload.

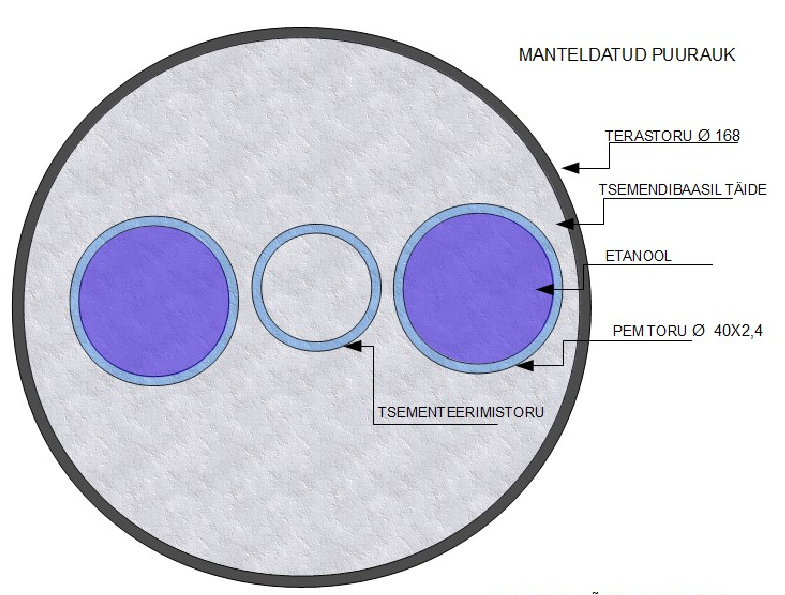
Soojuspumba dimensioneerimiseks vajalikud parameetrid hoone soojusvarustuse lahendamiseks:

* Sisenev külmakandja temperatuur 0 °C
* Energia ammutamine 140-170 kWh/m/aastas
* Erivõimsuse ammutamine liiva ja kruusa (kuiv) puhul kuni 20 W/m
* Erivõimsuse ammutamine veega küllastunud kivimite puhul 35-45 W/m
* Torustiku pikkuse arvutamisel ei tohi soojuspumba SPF-i võtta väiksemaks kui 3,5

Kui puuraugud paiknevad teineteisest 10-15 m kaugusel, tuleb arvestada 20% väiksema erivõimsuse ja energia ammutamisega. Kui puuraugud paiknevad teineteisest 6-9 m kaugusel, tuleb arvestada 30% väiksema erivõimsuse ja energia ammutamisega. Puurauke ei tohi rajada lähemale kui 6 m.

Puuraugu konstruktsioonis tohib kasutada vaid vastavussertifikaadi, vastavusdeklaratsiooni või vastavusmärgiga tooteid. Energiapuurkaevudel tuleb kasutada sõltuvalt puurkaevu sügavusest kas PE100 SDR 17 PN10 ringjäikusega SN17 kN/m2 musta toru 40x2,4 (kuni sügavuseni 100 jm) või PE 100 survetoru, SDR 11, PN16 ringjäikusega SN 63 kN/m2 musta toru sinise triibuga 40x3,7 (puurkaevu sügavus üle 100 jm). Torud peavad vastama standardile EN 12201 ning omama kolmanda osapoole vastavat sertifikaati. U-kontuuri plasttorud peavad olema komplekteeritud ja ühendatud keevisliitmike teel tehases ja nendele peab olema lisatud vähemalt 15 kg uputusraskus.

Puuraugust välja tulevatele torudele peavad olema otsa keevitatud põlved, mis annavad õige suuna ja kõrguse torustiku ohutuks edasi paigaldamiseks soojuspumba suunas.



Joonis 6.6 Manteldatud puurauk

Soojust kandva ainena tuleb kasutada raskesti külmuvat soojuskande vedelikku (nt etanooli 30% või propüleenglükooli 35% vesilahus, muude segude korral tuleb need tellijaga kooskõlastada), mille omadused peavad vastama keskkonna nõuetele. Soojuskontuuris on keelatud kasutada etüleenglükooli ja metanooli lahuseid.

Peale soojuskandja väliskontuuri paigaldamist tuleb teha süsteemi survetest (6 bar ja 2 h). Primaarpoole rõhu languse korral seiskub soojuspump.

Nõuded energiapuurkaevude kaugustele:

* 5 m kinnistu piirist, soovitatavalt 10 m, kui kinnistu suurus seda võimaldab
* 3 m hoone välispiirist
* 5 m enamikest maa-alustest torustikest (või vastavalt tehnosüsteemi kaitsevööndile)
* 20 m naaberkinnistu soojuspuuraugust
* 10 m järgmise horisontaalkontuuriga maasoojussüsteemini, soovitatavalt 20 m, kui kinnistu seda võimaldab
* 10 m hooldusalaga puurkaevuni või salvkaevuni
* 20 m naaberkinnistu puurkaevuni või salvkaevuni
* 2 m väärtusliku või kaitsealuse puu, põõsa, taime võrast
* 3 m kinnise süsteemiga soojuspuuraugu hooldusalana, mida võib käsitleda ka maasoojussüsteemi kaitsealana (peab võimaldama tehnikavahendite juurdepääsu).

**Õhk-vesi soojuspumpsüsteem**

Õhk-vesi soojuspumpsüsteemiga võimsuse ja energia tagamine:

* Peab tagama minimaalselt 90% aastasest soojusenergiavajadusest
* Välisõhutemperatuurini -5 °C peab soojuspump tagama küttevõimsuse (-5 °C juures) ilma lisakütteta.
* Soojuspumba võimsuse piisavuse hindamisel tuleb kasutada kõrgeima sekundaarpoole temperatuuriga standardiseeritud võimsusi vastavalt standardile EN 14511(põrandkütte puhul vastavalt 7/35 °C; 2/35 °C; -7/35 °C; -15/35 °C võimsust ja radiaatorkütte puhul 7/45 °C; 2/45 °C; -7/45 °C; -15/45 °C võimsust)
* Soojuspump peab olema võimeline tootma lisakütteta vähemalt +58 °C küttevett välisõhu temperatuuril -15 °C (kompenseerimaks soojusülekande kadusid).
* Lisakütteallikas peab tagama 100% kogu küttevõimsusest.

Kui tegemist on õhk-vesi monoplokk soojuspumpaga, siis peab välisosa ja soojusvaheti vahel olema külmakandjavedelik (kui on ainult küttesüsteem, siis tohib kasutada etüleenglükooli 40% vesilahust, kui tegemist on ka tarbevee tootmisega, siis tuleb tervishoiu ohutuse tõttu kasutada propüleenglükool 40% või 40% etanooli vesilahust, lahused peavad olema koos inhibiitoritega) – külmumisohtlik küttekontuuri vesi ei tohi olla välisõhus. Soojuspumba ja küttesüsteemi peab eraldama soojusvahetiga. Soojusvaheti valikul tuleb lähtuda sellest, et temperatuuri langus ei ületaks 2 °C.

Õhk-vesi soojuspumba töötamisel ainult kütte eesmärgil peab soojuspumba sesoonne soojustegur (SCOP) olema vastavuses Ecodesign regulatsiooniga nr. 813/2013 (nõuded alates 01.2021). Projekteeritud ja paigaldatud soojuspump peab omama kehtivat EUROVENT sertifikaati ja olema vähemalt A++ klassi energiatõhususega (erisused tuleb tellijaga kooskõlastada sh. EUROVENT sertifikaadi puudumine, mille korral peab projekteerija tõendama tellijale, seadmeväljatrükil oleva informatsiooni usaldusväärsust). SCOP arvutatud vastavalt standardile EN 14825. SCOP väärtus tuleb valida lähtuvalt „külma kliima“ parameetritest.

|  |  |
| --- | --- |
| Küttesüsteem | SCOP (külm kliima) ≥ |
| Põrandküte (35/28) | 3,2 |
| Radiaatorküte (55/40) | 2,82 |
| Soe tarbevesi | 2 |

Õhk-vesi soojuspumba sekundaarpoole täitmiseks tuleb paigaldada soojussõlme veepehmendusseade ja elektrokeemilise korrosiooni vältimiseks tuleb kasutada inhibiitoreid.

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

Õhk-vesi soojuspumba sulatustsüklist tulenev vesi tuleb kanaliseerida hoonesse, selle võimaluse puudumisel juhtida pinnasesse ja kanaliseeritava veetorustik varustada küttekaabliga. Süsteemi sekundaarpoole soojuskandja vedeliku maht peab olema piisav ja tagama sulatustsüklile piisava energiavaru, väikse süsteemi korral on süsteemi mahu suurendamiseks vajalik täiendav akumulatsioonimahuti. (Lähtuda valitud soojuspumba tootja nõuetest)

**Õhk-õhk**

Õhk-õhk tüüpi soojuspumbasüsteemi tohib kasutada ruumide kütmiseks/jahutamiseks ainult siis, kui see on tehniliselt ja majanduslikult põhjendatud (nt väikesemahulised ebaregulaarse kasutuse ja madalate sisekliimanõudmistega hooned).

Õhk-õhk tüüpi soojuspumpade korral tuleb arvestada sellega, et siseosa nimivõimsus oleks tagatud keskmisel kiirusel ja tehnosüsteemide üheaegsel töötamisel ei tohi müra ületada standardis EVS 842 toodud väärtusi. Nimetatud nõue on oluline võimsusreservi tagamiseks ja müra vältimiseks. Seade peab olema A-klassi energiatõhususega.

Kui õhk-õhk soojuspumpa kasutatakse põhikütteallikana, peab köetavates ruumides olema reservküte (nt elektriradiaatorid). Soojuspumpsüsteem peab olema võimeline tagama kütmise vähemalt minimaalse arvutusliku välisõhu temperatuurini, kusjuures välisõhu temperatuurini -7°C peab tagama COP≥2,5.

Kui õhk-õhk soojuspumbasüsteemi kasutatakse üksnes jahutamiseks (nt serveriruumid), tuleb lähtuda osades „Osa 5, Külmavarustus ja jahutus“ ja „Osa 13, Nõrkvoolu- ja serveriruumid“ toodud nõuetest. Soojuspump tuleb tarnida koos võrgukaardiga ning tuleb siduda hooneautomaatikaga.

**Päikesekollektorid**

Päikese soojusenergiat tuleb kasutada eelkõige sooja tarbevee tootmiseks ja basseinivee kütteks. Planeerimisel ja projekteerimisel tuleb arvestada päikeseenergia sesoonse iseloomuga. Päikesepaneelide asend tuleb valida sõltuvalt toodetava energia kasutuse iseärasustest dünaamilise simulatsiooni teel ja leida seeläbi võimalikult optimaalne kaldenurk ning asend ilmakaarte ja ümbritseva keskkonna suhtes. Projektis peab olema ära lahendatud võimaliku liigenergia utiliseerimine, välistamaks süsteemi ülekuumenemist.

## 6.3 KÜTE

### 6.3.1. Küttesüsteemi üldnõuded

Hoone küttesüsteem peab kütteperioodi jooksul tagama ruumide õhutemperatuuri vastavalt EVS 16798 „Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon.“

Küttesüsteemi reguleerimistäpsus (nn surnud tsoon) peab olema ±1 °C.

Soojuskandja temperatuurigraafik tuleb valida vastavalt soojusallika tüübile ja hoone eripärale, kuid see peab olema süsteemi efektiivse toimimise tagamiseks võimalikult madal. Hoones või ruumides, kus vabasoojuste kõikumised päeva jooksul on suured, tuleb kasutada madala soojussalvestusvõimega soojusjaotussüsteeme. Pideva viibimisega ruumis tuleb küttesüsteemi soojusväljastust piirata +21 °C ± 2 °C. Kui tegelik välisõhu temperatuur saavutab arvutusliku välisõhu temperatuuri, peab küttesüsteem tagama siseõhutemperatuuri +22 °C. Küttesüsteemide soojuskandjaks on töödeldud vesi.

Veekvaliteedi nõuded on süsteemi- ja seadmepõhised. Nõuded peab määrama projekteerija, tuginedes tootja poolsetele juhistele.

Soojuskandja soovituslikud parameetrid on:

* Ph arv 9,0/10,0
* Karedus mitte üle 0,15 mg ekv/dm3
* Elektrijuhtivus mitte üle 300 µS/cm
* Hapniku sisaldus mitte üle 150 µg/dm³

Otse elektrikütet võib kasutada väikestes riietus- ja pesuruumides, serveri- ja nõrkvooluruumides ning õhkkardinates soojusvõimsusega kuni 5 kW.

Hoone kütteks tuleb eelistada vee baasil kiirguskütet või radiaatorküttesüsteemi. Basseiniruumide, suuremahuliste väliküttealade (alates võimusest 10 kW) ning riietus- ja pesuruumide kütteks tuleb kasutada põrandkütet. Arhiivides ja dokumendihoidlates ei tohi olla läbivaid vedelikega torusid ega vee baasil küttekehi. Kasutada tuleb põrand- või õhkkütet. Hoone peaustele või välisuste tamburitesse tuleb paigaldada küttevõimekusega õhkkardinad, kui sisenev külma õhu vool mõjutab inimeste töökohti.

Pärast torustiku väljaehitamist, kuid enne süsteemi ekspluatatsiooni võtmist ja mõõdistamist, tuleb teostada küttesüsteemi ja soojusvahetite läbipesu.

Küttesüsteemi temperatuurigraafiku valik peab eelkõige lähtuma soojusvarustusest ning arvestama EVS 844 esitatud soovitustega. Üldjuhul tuleb eelistada madala temperatuuriga küttegraafikuid, mis võimaldavad heitsoojust paremini utiliseerida, on ohutumad ja sobilikud ka erinevate soojuspumba lahendustega. Erinevate soojuspumba lahenduste projekteerimisel tuleb lähtuda allolevatest küttegraafikutest:

Küttevee parameetrid:

Radiaatorkütte süsteem 45/35 °C (uus hoone)

Radiaatorkütte süsteem 55/45 °C (rekonstrueeritavatel hoonetel)

Põrandaküttesüsteem 35/28 °C

Ventilatsiooni soojusvarustus 45/35 °C

Basseinivee küte 40/30 °C

Soe tarbevesi 55/5 °C

### 6.3.2 Küttetorustik

Nii projekteerimisel kui ka torustike paigaldamisel tuleb joonpaisumise kompenseerimisel juhinduda toru valmistajatehase soovitustest. Küttesüsteemide projekteerimisel ja ehitamisel tuleb välistada erinevate materjalide kasutamisel tekkida võiv toru sisepindade elektrokeemiline korrosioon.

Küttesüsteemi nähtavale jääv jaotus- ja magistraaltorustik tuleb teha terastorust, pressterastorust või sirgetest latt-komposiittorudest. Paindtorusid võib kasutada üksnes põrandküttes. Torustik tuleb paigaldada nii, et selle tehniline seisukord oleks kontrollitav.

Torustiku paigaldus peab olema korrapärane ja ehituskonstruktsioonidega paralleelne. Torustiku üleminekud, jagunemised jms peavad olema maksimaalselt peidetud (nt ripplae taha). Ruumis nähtav torustik peab olema esteetiline, tähelepanu tuleb pöörata ühenduskohtade puhtusele, sümmeetriale jms).

Kui jaotustorustik paigaldatakse konstruktsiooni sisse, võib kasutada ka 3- või 5-kihilisi komposiittorusid. Konstruktsioonis paiknev torustik tuleb kaitsta hülsstoruga. Komposiit- ja pressterastorude press- või laiendusliitmikud peavad olema lekke indikatsiooniga 3 bar 15 min rõhutesti korral, vastavalt DVGW W534. Põrandküttetorustik rajada vastavat deklaratsiooni omavast torust.

Küttetorustiku suuremad kui DN40 liited peavad olema teostatud terastoruga ning ühendused tuleb teostada keevisühendustega. Keermesliitmikke lubatakse kasutada sulg- ja reguleerarmatuuride ühendamiseks, segamissõlmedes ning tehnilistes ruumides. Kõik keevised peavad olema tehtud vastavalt standardile EVS-EN ISO 5817 (klass D).

Mistahes pinnakattega terastorustik tuleb puhastada ja katta korrosioonivastase värviga vähemalt kahes kihis. Siseruumides paikneva torustiku värvikihi paksus on minimaalselt 80 μm, välistingimustes vähemalt 200 μm.

**Reguleer- ja sulgarmatuur**

Torustik peab olema varustatud vajaliku arvu reguleer- ja sulgarmatuuridega selliselt, et süsteemi saab häälestada projektijärgsetele veevooluhulkadele ning sulgeda süsteemi osi selliselt, et kõigi seadmete vahetused on võimalik teostada võimalikult väikese veekaoga.

Reguleer- ja sulgarmatuur tuleb paigaldada minimaalselt:

* kõikidele küttekehadele,
* küttekehade gruppidele,
* püstikutele ja teistele püstikute väljavõtetele

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

Radiaatorite ja vajadusel ka teiste küttekehade reguleerventiili täiturmehhanism (termostaat- või mootorventiil) peab vastama standardile EVS-EN 215.

Koolide ja büroohoonete üldruumides (koridorid, kliendisaalid, trepikojad, WC-d jne) tuleb kasutada vandaalikindlaid lahendusi, mille paindetugevus on vähemalt 1000N ja mis vastavad EnEV ning DIN V 4701-10 nõuetele.

Kõik sulgarmatuurid DN≤200 peavad olema täisavaga kuulkraanid. Kõiki paigaldatud reguleer- ja sulgarmatuurelemente peab olema mugav kasutada ja hooldada.

Kõik küttekontuurid peavad olema varustatud sulgarmatuuri ja rotomeetriga. Küttekollektorite ette tuleb paigaldada tasakaalustusarmatuur. Mudapüüduri hooldamiseks, tuleb paigaldada selle ette ja järele sulgventiilid.

**Torustiku kinnitamine ja läbiminek piirdest**

Torustiku kinnitamisel tuleb juhinduda torude valmistajatehaste soovitustest, kuid kinnituste vahekaugus ei tohi olla suurem kui toodud tabelis 6.2. „Veetorude kinnitusvahemikud“ . Koolides peavad põrandast 2,5 m kõrgusele jäävate torustike puhul kinnitusvahemikud olema 40% väiksemad kui tabelis 6.2. toodud vahemikud.

Tabel 6.2 Torude kinnitusvahemikud

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Toru Ø (mm) | Kinnitusvahemikud (m) | | | | | | | | | |
| Horisontaalsed torud | | | | | Vertikaalsed torud | | | | |
| Fe | Cu | PEX | PP | komposiit | Fe | Cu | PEX | PP | komposiit |
| 10-16 | 2,5 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 2,5 | 0,6 | 0,3 | 1,1 | 1,2 |
| 20 | 2,5 | 1,2 | 0,3 | 0,6 | 1,3 | 2,5 | 1,2 | 0,3 | 1,1 | 1,3 |
| 25 | 2,5 | 2,5 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 2,5 | 2,5 | 0,4 | 1,3 | 1,3 |
| 32 | 2,5 | 2,5 | 0,4 | 0,8 | 1,4 | 2,5 | 2,5 | 0,4 | 1,4 | 1,4 |
| 40 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 1,6 | 1,4 |
| 50 | 3,0 | 2,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 3,0 | 2,5 | 0,5 | 1,8 | 1,5 |
| 63 | - | 2,5 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | - | 2,5 | 0,6 | 2,0 | 1,5 |
| 75, 65 | 4,0 | - | 0,6 | 1,3 | 1,5 | 4,0 | - | 0,6 | 2,0 | 1,5 |
| 90, 80 | 4,0 | 3,0 | 0,7 | 1,5 | 2,4 | 4,0 | 3,0 | 0,7 | 2,3 | 2,4 |
| 110, 110 | 5,0 | 3,0 | 0,7 | 1,7 | 2,4 | 5,0 | 3,0 | 0,7 | 2,4 | 2,4 |
| Märkused:  1. Tabelis esitatud pikkused kehtivad ka isoleeritud torustikele.  2. Vasktorude seinapealsel paigaldusel kinnitatakse need 0,6 m vahedega.  3. Komposiittorud kinnitatakse seinapealsel paigaldusel  D 16 – 0,5 m,  D 20 – 0,8 m  4. PEX-plasttorud ehituskonstruktsioonides paigaldatakse hülsstorus.  5. Komposiittorud paigaldatakse süvistatult analoogiliselt PEX-torudega hülsstorus või suletud pooridega koorikisolatsioonis D 9 mm. | | | | | | | | | | |

Piiretest läbiminekul ei tohi torude vaba liikumine piirdes olla takistatud. Betoonpiirdest läbiminekul tuleb küttetoru paigaldada kaitsehülsi või koorikisolatsiooni sisse. Isoleeritud toru läbiminekul konstruktsioonidest viiakse isolatsioon katkestamata ka läbiviigukohal. Kui seinade järelpaigaldus tehakse enne torude isoleerimistööd, tuleb läbiviigukohad eraldi isoleerida. Kui toru isolatsioonile on ette nähtud aurutõke, tuleb isolatsioon vastavalt kaitsta. Torude läbiminekul sektsiooni seinast või vahelaest tuleb põlev isolatsioon asendada mittepõleva isolatsiooniga.

### 6.3.3 Isoleerimine

Isoleerimine peab vastama LVI kaartidele 50-10344 ja 50-10345 või standardile EVS 844.

Magistraaltorustik ja ruume läbiv harutorustik tuleb isoleerida fooliumkattega mineraalvillkoorikutega, mille paksus on järgmine:

* DN>100 – 60 mm
* DN<100 – 50 mm
* DN<50 – 40 mm

Torukoorik välisläbimõõduga kuni 400 mm kinnitatakse ø 0,9 mm tsingitud terastraadiga, sidumistihedusega 300 mm ja vähemalt ühe sidumisosa/kinnitusega. Mineraalvillkooriku asemel võib kasutada samaväärse soojustakistuse, tulepüsivuse ja muude füüsikaliste omadustega isolatsioonilahendusi.

Siseruumides nähtavale jääv isolatsioon tuleb katta PVC-kattega kohtades, kus esineb vigastusoht. Isolatsiooni tuleb kaitsta plekiga välistingimuste või mehaaniliste vigastuste eest. Välisõhu käes (katusel, fassaadidel jne) paiknevad torustikud tuleb katta veetihedalt (valtsimise/sikete teel) tsinkplekiga. Kütmata kuivades ruumides olevad torud ei pruugi vajada ilmastikukindlat katet, kuid nad võivad vajada mehaanilist kaitset – nt kütmata pööningud. Kohtades, kus esineb isolatsiooniga kaetud torustiku vigastusoht, tuleb vigastuse vältimiseks tagada mehaaniline kaitse. Kattepleki paksus on minimaalselt 0,5 mm. Tsingi kogus kattplekil peab olema vähemalt 275 g/m². 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.

Isoleeritud küttetorustik tuleb kavandada nii, et see ei asuks inimeste viibimise tsoonis (laealune, ripplaetagune või šahtides).

Järgnevat ei isoleerita:

* kaitseventiili suunamistorud;
* tühjendus-, õhutus-, manomeetrite ühendustorud ning paisumispaagi torud;
* reservuaaride ja seadmete tehnilist informatsiooni sisaldavad sildid;
* pumbad;
* kalorifeersõlmed;
* soojus- või segamisssõlm kuni esimese sulg- või reguleerarmatuurini.

### 6.3.4 Küttekehad

Küttekehadena tuleb kasutada arhitektuurselt sobivaid tehasetooteid, mille soojusväljastust on võimalik kas ühe- või ruumi kaupa reguleerida. Küttekehad tuleb paigaldada selliselt, et nende mehaaniline vigastusoht oleks võimalikult väike. Termostaadi ja sulgliideste voolutakistus peab olema reguleeritav ja lukustatav. Küttekeha peab ruumi sisekliima kvaliteedi tõstmiseks üldjuhul paiknema madalama soojusjuhtivusega välispiirde või välispiirde osa (nt aken) ees.

## AUTOMAATIKA, JUHTIMINE JA ENERGIATÕHUSUS

### Kaugküte

Hoone kaugkütte soojussõlme juhtautomaatika peab olema valmistatud vabalt programmeeritavate kontrollerite baasil. Lubatud on kasutada tehases valmistatud automaatikat, mis peab omama lokaalse hooneautomaatika süsteemiga liitmiseks eelistatavalt Bacnet või Modbus võrguliidest. Süsteemi hilisem jälgimine ja juhtimine peab olema lahendatud läbi hooneautomaatika süsteemi. Tehases seadistatud automaatika peab olema vabalt muudetav ja seadistatav erinevate energia- ning keskkonnasäästu- ja sisekliimaparendusmeetmete võimalikuks arvesse võtmiseks.

Projekteerija on kohustatud koostama hoonele mõõtearvestite plaani. Oluline on mõõta iga küttekontuuri soojusenergia kasutust. Kõik arvestid peavad olema seotud hooneautomaatikaga näiteks M-Bus protokolli kaudu. Kõik soojusarvestid peavad paiknema soojusvarustussüsteemi sekundaarpoolel, v.a soojatarbeveekontuuri arvesti. Impulssarvestite kasutamine ei ole lubatud. Alternatiivina võib kasutada muudest allikatest soojuskulu, vooluhulk, temperatuurid andmeid (nt vastava võimekusega tsirkulatsioonipumpadest, reguleerventiilidest)

### Lokaalküte

Lokaalküttel oleva katlamaja juhtautomaatika tuleb liidestada lokaalse hooneautomaatika süsteemiga eelistatavalt Bacnet või Modbus protokolli kaudu.

Projekteerija on kohustatud koostama hoonele mõõtearvestite plaani. Oluline on mõõta iga küttekontuuri soojusenergiakasutust. Kõik arvestid peavad olema seotud hooneautomaatikaga näiteks M-Bus protokolli kaudu. Impulssarvestite kasutamine ei ole lubatud. Alternatiivina võib kasutada muudest allikatest soojuskulu, vooluhulk, temperatuurid andmeid (nt vastava võimekusega tsirkulatsioonipumpadest, reguleerventiilidest)

### Hoone küttesüsteemi juhtimine

Hoone küttesüsteemi juhtimine peab olema kaheastmeline:

* hoone soojusvarustuse abil tuleb juhtida välistemperatuurist ja soojusvarustuse primaarpoole tagastuva temperatuuri alusel küttesüsteemi sekundaarpoole pealevoolutemperatuuri, mis peab olema teostatud läbi küttegraafiku;
* ruumi või hoone osa ruumiõhutemperatuuri juhtimine küttekeha juhtimise kaudu.

Ruumikütte soojusväljastuse reguleerimise täpsus on kirjeldatud ruumikaartides ja see toimub nii tsentraalselt hooneautomaatika kaudu kui ka sõltuvalt ruumi kasutusotstarbest, vajadusel ka läbi kohapealse termostaadi paneeli. Hoone energiatõhususe suurendamiseks tuleb kasutada kasutusaja välist temperatuuri alandamist (v.a eriruumid, kus on esitatud spetsiifilised sisekliimanõuded). Ohutuse tagamiseks tuleb termostaatidel ja mootorajamiga ventiilidel kasutada kuni 24V pinget.

Kõik kohapealse kontrolleri ekraanilt teostatavad parameetrite muudatused peavad kajastuma ja olema ülekirjutatavad hooneautomaatika süsteemis.