

OSA 6 – SOOJUSVARUSTUS JA KÜTE

Välja töötatud koostöös MTÜga Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus ning
MTÜga Eesti Soojuspumba Liit

SISUKORD

6.1	KASUTATAV ALUSDOKUMENTATSIOON	50
6.2	SOOJUSVARUSTUS.....	51
6.2.1.	Kaugküte.....	51
6.2.2.	Lokaalne soojusvarustus	51
6.2.3	Soojuspumbasüsteemid.....	53
6.3	KÜTE.....	60
6.3.1.	Küttesüsteemi üldnõuded.....	60
6.3.2	Küttetorustik	61
6.3.3	Isoleerimine.....	63
6.3.4	Küttekehad	64
6.4	AUTOMAATIKA, JUHTIMINE JA ENERGIATÕHUSUS	64
6.4.1	Kaugküte.....	64
6.4.2	Lokaalküte.....	65
6.4.3	Hoone küttesüsteemi juhtimine.....	65

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 ja nõuded tuletõrje veevarustusele“
- 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 15251	„Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast“
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 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 860	„Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Torustikud, mahutid ja seadmed. Soojusisolatsiooni teostus.”
EVS-EN14511	„Õhu konditsioneerid, elektri-kompressoritega vedelikjahutusseadmed ja soojuspumbad ruumide kütteks ja jahutuseks.“
EVS-EN 378-1+A2	„Külmutsüsteemid ja soojuspumbad. Ohutus- ja keskkonnanõuded. Osa 1: Põhinõuded, määratlused, klassifikatsioon ja valiku kriteeriumid.“
EVS-EN ISO 5817	„Keevitus. Teras, nikli, titaani ja nende sulamite sulakeevitusliited (välja arvatud kiirguskeevituse meetodid). Kvaliteeditasemed keevitusdefektide järgi.“
RT 50-10755-et	Maaküte

6.2 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 juhised „Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad“.

Soojussõlmedes olevatele paisupaakide liinile tuleb paigaldada sulgventiil, mille käepide eemaldatakse ja paigaldatakse paisupaagi vahetusse lähedusse. Soojussõlmes tuleb vastavalt vajadusele ja hoone kasutusotstarbele ette näha järgmised küttekontuurid: radiaatorküte, ventilatsiooniküte, õhkkardinad, põrandaküte, basseiniküte, tarbevesi. Täiendavalt tuleb arvestada selgelt eristava mahuga ja funktsiooniga hoone osi. Igale kontuurile tuleb paigaldada temperatuuri- ja rõhuandurid, mis peavad olema hooneautomaatika süsteemiga liidestatud.

Soojusvahetid tuleb üledimensioneerida (mõõtmestada) selliselt, et soojusvaheti kütteülepinnaga väärtus oleks minimaalselt 20%. Dimensioneerimisel (mõõtmestamisel) kasutatavad arvutustemperatuurid peavad vastama tehnilistes tingimustes ja/või projektis ette antud temperatuuridele. Soojusvahetitele lubatud rõhukaod (primaar-/sekundaarpool) peavad jääma projektiga lubatud piiridesse.

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

Kütte ja ventilatsiooni soojusvahetite primaarpoole tagastuv temperatuur võib olla maksimaalselt 5°C kõrgem kui sekundaarpoole tagastuv temperatuur.

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

Tsirkulatsioonipumpadena tuleb üldjuhul kasutada energiatõhusaid IE4 klassi kuuluvaid pumpe. Kuiva rootoriga pumpade (*inline* pumpad) ja torustike vahel peavad olema vibratsiooni ja müra leevendavad lödvikud.

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. Välistada tuleb kivisöe, põlevkivi või turba kasutamine energiaallikana.

Erinevate soojuspumba süsteemide korral tuleb sobiva pinnase ja krundi suuruse korral eelistada maasoojuspumbasüsteeme (horisontaalkollektor, energiapuurkaev). Kui maasoojuspumpasid ei ole võimalik kasutada, võib põhiküttena kasutada ka õhk-vee tüüpi soojuspumpasid. Sõltuvalt soojuspumba valikust, tuleb arvestada täiendava tipukatla või kaugküttega. 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. Katlamaja siseviimistlus peab vastama „Lisa 7, Ruumikaardid“ nõuetele. Põranda konstruktsiooniks on nn ujupõrand (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). Gaasikatlamaja korral peab olema paiskpind. Katelt ümbritseb 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 kekskkonnareostust ja vastama EVS-EN 13341 nõuetele.

Katlaruumis peab olema roostevaba valamü 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 ökonomaisemiga. Juhul kui on kaks või enam katelt, peavad need töötama kaskaadühendusega.

Katla põletid peavad olema moduleerivad ja hapniku reguleerimisvõimalusega. Põleti võimsus peab tagama katla nominaalvõimsuse. Hakkepuidukatel tuleb arvutuslikult arvestada vähemalt 55% niiskusega puiduhakkele, pelletikatel 10 %-lise niiskusega puidupelletitele ja halupuukatel 25 %-lise niiskusega küttepuudele.

Korsten

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

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

Korstnate isolatsiooni valikul tuleb lähtuda tootjatehase ehitus- ja paigaldusjuhenditest.

Korstnast kondensaadi eraldamine peab olema lahendatud. Korstna kinnitus, toetus ja läbiviigid peavad olema korstna valmistajatehase omad 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. Termomeetritena tuleb kasutada kraadiklaase mõõtepiirkonnaga minimaalselt 0 °C - 120 °C. Kõik manomeetrid peavad enne paigaldust olema kalibreeritud.

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

6.2.3 Soojuspumbasüsteemid

Üldnõuded

Soojuspumbasüsteemi on võimalik kasutada nii kütmiseks kui ka jahutamiseks. Käesolevas osas toodud nõuded ja dimensioneerimise põhimõtted puudutavad 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 soojusenergiaallikana 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-EN14511.

Suurema energiasäästu saamiseks, peab soojuspumbasüsteem olema lahendatud muutuva kondenseerumistemperatuuriga. Soojuspumbasüsteemi elektritarbe ja soojusenergia või jahutusenergia mõõtmiseks tuleb paigaldada eraldi elektriarvest. Kogu soojuspumba poolt toodetav soojusenergia mõõtmiseks tuleb kõikidele harudele (soe tarbevesi, kütte, ventilatsiooniküte, basseiniküte vms) paigaldada soojusarvestid, sama nõue kehtib ka jahutuse tootmise puhul.

Keskkonna- ja ohutusnõuded

Projekteerimisel tuleb arvestada standardis EVS-EN 378-1 sätestatud ohutusnõudeid ruumi suurusele, sõltuvalt külmaine tüübist ja kogusest. Seadmete ja külmutusagensi valikul tuleb lähtuda Euroopa Liidu ja Eesti projekteerimise ja ehitamise nõuetest, et välistada välis- ja sisekeskkonna reostus kasvahoonegaasidega. Projekteerimisel ja paigaldamisel tuleb eelistada võimalikult keskkonnasäästlikke seadmeid 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 spetsiaalselt pinnasesse, veekogusse, puurvaia või puurkaevu paigaldatava torustiku abil, milles voolab soojuskandja (etanooli v 30% või propüleenglükooli 35% vesilahus, muude segude korral tuleb need tellijaga kooskõlastada). Soojuskandja peab sisaldama korrosioonivastaseid inhibiitoreid.

Enne maasoojuspumbasüsteemi 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/m ³
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

Maasoojuspumbasüsteemiga võimsuse ja energia tagamine:

- Peab tagama minimaalsest soojusenergiavajadusest 97%
- Peab tagama minimaalselt võimsusvajaduse 65%
- Välisõhutemperatuurini -10°C peab soojuspump tagama küttevõimsuse ilma lisakütteta (v.a inverteriga, mille võib dimensioneerida võimsama)
- Soojuspumba võimsusvajaduse hindamisel tuleb kasutada kõrgeima sekundaarpoole temperatuuriga standardiseeritud võimsusi (vastavalt standardile EN14511 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 soojusülekanal soojusvahetist soojale tarbeveele). Kui tegemist on olemasoleva hoonega, kus küttevete parameetrid on kõrgemad kui 60°C, peab soojuspump olema samuti võimeline tootma lisakütteta minimaalselt 65°C küttevett.
- Soojuspump peab koos lisaküttetega 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 erivõimsus on 10-20 W/m (kuivas pinnas väiksem). Arvestades liig kuiva perioodiga, ei tohi erivõimsust võtta suuremaks kui 15 W/m.

Kui objektidel kollektorkaev ei ole ja maakontuuri torud tuuakse otse sojussõlme, siis peavad kõikidel maakontuuri torustikel olema täisavaga kuulkraan ja rotomeeter või mõõteniplitega seadeventiil.

Maasoojuspumba töötamisel ainult küttesse peab COP vastavalt standardile EVS-EN14511 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 küttesse ja jahutusse maksimaalse summeeritud ITEE saavutamiseks peab soojuspumba COP vastavalt standardile EVS-EN14511 temperatuuridel 10/45°C olema minimaalselt 4,0.

Maasoojuspumba kütte sekundaar poolel tuleb kasutada tehases isoleeritud ($Si \geq 100$ mm+PVC/plekk) akumulatsioonipaaki. Akumulatsioonipaagi suurus peab olema soojuspumba minimaalne võimsusaste korda 24. Lisaks tuleb akumulatsiooni paagi dimensioneerimisel arvesse võtta ventilatsioonisüsteemi soojusvarustuse hetkevõimsust. Akumulatsioonipaagi suurus tuleb valida raskema olukorra 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 soojatarbevett 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 $Si \geq 100$ mm+PVC/plekk). Maasoojuspumbasüsteemi sekundaarpoole täitmiseks tuleb paigaldada soojussõlme mehaaniline veepehmenduseseade ja elektrokeemilise korrosiooni vältimiseks tuleb kasutada inhibiitoreid.

Nõuded maakollektori torustiku kohta

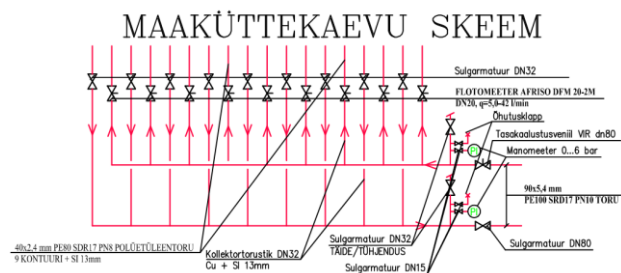
Maakontuuri torustik peab vastama standardile EVS EN 12201 ja omama sõltumatu kolmanda osapoole sertifikaati. Pinnasekollektori toru peab olema sertifitseeritud 40x2,4 mm PE80 SDR17 PN8 polüetüleenitoru.

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

Maakontuuri torustiku täitmiseks tuleb ette näha käsi- või automaatpump koos vajalike pais- ja ülerõhuklappide ning täitemahutitega. Maakontuuri torustik peab olema varustatud rõhuanduriga, mis annab häiret hoone üldisesse hooneautomaatikasse, kui maakontuuris toimub ettenähtust suurem rõhulangemine (leke maakontuuri süsteemis).

Maakontuuri pigaldussügavus: 1m ±20 cm;

Maaküttetorude minimaalne vahekaugus: 1m ±10 cm.



Joonis 6.5 Maaküttegaevu skeem

Energiapuurgaev

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

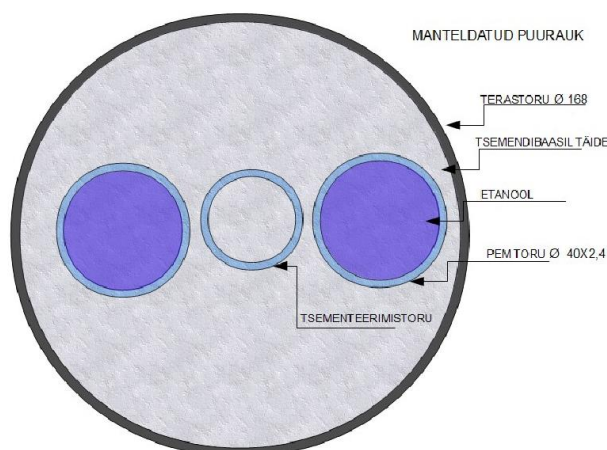
Soojuspumba dimensioneerimiseks vajalikud parameetrid hoone soojusvarustuse lahendamiseks:

- 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. Energiapuurgaevudel 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 EN12201 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 ainaena tuleb kasutada raskesti külmutavat 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). Paigaldatava maasoojussüsteemi ringlussüsteem peab olema häälestatud nii, et väliskontuuri soojuskandvedeliku survesüsteemi rõhulanguse korral süsteem seiskub.

Nõuded energiapuurgaevude 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

Õhk-vesi soojuspumbasüsteem

Õhk-vesi soojuspumbasüsteemiga võimsuse ja energia tagamine:

- Peab tagama soojusenergiavajadusest minimaalselt 90%
- Välisõhutemperatuurini -5°C peab soojuspump tagama küttevõimsuse ilma lisakütteta.
- Soojuspumba võimsusvajaduse hindamisel tuleb kasutada kõrgeima sekundaarpoole temperatuuriga standardiseeritud võimsusi vastavalt standardile EN 14511 (põrandakütte puhul vastavalt $7/35^{\circ}\text{C}$; $2/35^{\circ}\text{C}$; $-7/35^{\circ}\text{C}$; $-15/35^{\circ}\text{C}$ võimsust ja radiaatorkütte puhul $7/45^{\circ}\text{C}$; $2/45^{\circ}\text{C}$; $-7/45^{\circ}\text{C}$; $-15/45^{\circ}\text{C}$ 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 siseosa 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) – külmumisohulik 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 küttesse peab COP vastavalt standardile EVS-EN14511 temperatuuridel $-7/35^{\circ}\text{C}$ olema minimaalselt 3,2 ja temperatuuridel $-7/45^{\circ}\text{C}$ minimaalselt 2,8

(efektiivsuse tõendamiseks tuleb esitada EUROVENT või EHPA poolt kinnitatud sertifikaat). Projektis peavad õhk-vesi soojuspumba kohta olema antud järgmised graafikud või tabelid:

- väljundvõimsus/välisõhutemperatuur
- COP/välisõhutemperatuur.

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

Õhk-vesi soojuspumba sulatustsüklist tulenev vesi tuleb kanaliseerida hoonesse, selle võimaluse puudumisel tuleb kanaliseeritava vee eemale juhtimiseks lisada küttekaabel. Süsteemi sekundaarpoole soojuskandja vedeliku maht peab olema piisav ja tagama sulatustsüklile piisava energiavaru, väikse süsteemi korral on süsteemi mahu suurendamiseks vajalik täiendav akumulatsioonimahuti.

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). Soojuspumbasüsteem peab olema võimeline tagama kütmise vähemalt minimaalse arvutusliku välisõhu temperatuurini, kusjuures välisõhu temperatuurini -7°C peab tagama $\text{COP} \geq 2,5$.

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

Päikesekollektorid

Päikesesoojusenergiat tuleb kasutada eelkõige sooja tarbevee tootmiseks ja basseinikütteks. Planeerimisel ja projekteerimisel tuleb arvestada päikeseenergia sestoorse 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-EN 15251-le „Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast“.

Küttesüsteemi reguleerimistäpsus (nn surnud tsoon) peab olema $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Soojuskanaja temperatuurigraafik tuleb valida vastavalt soojusallika tüübile ja hoone eripärale, kuid see peab olema süsteemi efektiivse toimimise tagamiseks võimalikult madal. Hoonetes või ruumides, kus vabasoojuste kõikumised päeva jooksul on suured, tuleb kasutada madala soojussalvestusvõimega soojusjaotussüsteeme. Pideva viibimisega ruumis tuleb küttesüsteemi soojusväljastust piirata $+21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Kui tegelik välisõhu temperatuur saavutab arvutusliku välisõhu temperatuuri, peab küttesüsteem tagama siseõhutemperatuuri $+22^{\circ}\text{C}$. Küttesüsteemide soojuskanajaks on pehmendatud või töödeldud vesi.

Soojuskanaja soovituslikud parameetrid on:

- Ph arv 9,0/10,0
- Karedus mitte üle 0,15 mg ekv/dm³
- Elektri juhtivus mitte üle 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Hapniku sisaldus mitte üle 150 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Otse elektrikütet võib kasutada väikestes riietus- ja pesuruumides, serveri- ja nõrkvooluruumides ning õhkkardinaates soojusliku võimsusega kuni 5 kW.

Hoone kütteks tuleb eelistada vee baasil kiirguskütet või radiaatorküttesüsteemi. Basseiniruumide, suuremahuliste välikuttealade (alates võimusest 10 kW) ning riietus- ja pesuruumide kütteks tuleb kasutada põrandakütet. Arhiivides ja dokumendihoidlates ei tohi olla läbivaid vedelikega torusid ega vee baasil küttekihi. Kasutada tuleb põrand- või õhkkütet. Hoone peaustele või välisuste tamburitesse tuleb paigaldada soojendusega 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 küttegaafikuid, mis võimaldavad heitsoojust paremini utiliseerida, on ohutumad ja sobilikud ka erinevate soojuspumba lahendustega. Erinevate soojuspumba lahenduste projekteerimisel tuleb lähtuda allolevatest küttegaafikutest:

Kütteevee parameetrid:

Radiaatorkütte süsteem	45/35°C (uus hoone)
Radiaatorkütte süsteem	55/45°C (rekonstrueeritavatel hoonetel)
Põrandaküttesüsteem	35/28°C
Ventilatsiooni soojusvarustus	45/35°C
Basseiniküte	40/30°C
Soe tarbevesi	55/5°C

Jahutusvee parameetrid:

Aktiivjahutus (märg jahutus)	7/12°C
Aktiivjahutus (kuiv jahutus)	14/17°C

6.3.2 Kütetorustik

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 avatud (nähtavale jääv) jaotus- ja magistraalitorustik tuleb teha mustast terastorust, pressterastorust või sirgetest latt-komposiittorudest. Paintorustid võib kasutada üksnes põrandküttes. Torustik tuleb paigaldada nii, et selle tehniline seisukord oleks kontrollitav.

Torustiku paigaldus peab olema korrapärane ja ehituskonstruksioonidega 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 komposiittorustid. Konstruktsioonis paiknev torustik tuleb kaitsta hülsstoruga. Komposiittorude press- või laiendusliitmikud peavad olema lekke indikatsiooniga 3 bar 15 min rõhutesti korral, vastavalt DVGW W534. Põrandküttetorustik tuleb teha hapnikutõkkega PEX-A plastitorudest või 3-kihilisest komposiittorust kasutades press- või laiendusliitmikke.

Küttetorustiku suuremad kui DN40 liited peavad olema teostatud musta 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 püstikust väljatulekutele.

Reguleerarmatuur peab olema rõhust sõltumatu tasakaalustus-reguleerventiil koos omavahelise peale- ja tagasivoolu sidestusega (kapillaartoruga) ning sellel peavad olema mõõtotsikud.

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

Torustiku kinnitamine ja läbimine piirdest

Torustiku kinnitamisel tuleb juhendada torude valmistajatehaste soovistest, 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)									
	Horizontaalsed torud					Vertikaalsed torud				
	Fe	Cu	PE X	PP	komp osiit	Fe	Cu	PE X	PP	komp osiit
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 ehituskonstruksioonides paigaldatakse hülstorus.
5. Komposiittorud paigaldatakse süvitatult analoogiliselt PEX-torudega hülstorus või suletud pooridega koorikisolatsioonis D 9 mm.

Piiretest läbiminekul ei tohi torude vaba liikumine piirdes olla takistatud. Betoonpiirdest läbiminekul tuleb küttetoru paigaldada kaitsehülssi või koorikisolatsiooni sisse.

Isoleeritud toru läbiminekul konstruktsioonidest viiakse isolatsioon katkestamata ka läbiviigukohal. Kui seinade järetpaigaldus 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.

Magistraalorustik 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 \varnothing 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 ka 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 paksus 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 küttestorustik tuleb kavandada nii, et see ei asuks inimeste viibimise tsoonis (laelune, ripplaetagune või šahtides).

Järgnevat ei isoleerita:

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

6.3.4 Küttekehad

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

6.4 AUTOMAATIKA, JUHTIMINE JA ENERGIATÕHUSUS

6.4.1 Kaugküte

Hoone kaugküte soojussõlme juhtautomaatika peab olema valmistatud vabalt programmeeritavate kontrollrite 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 protokolliga kaudu. Kõik soojusarvestid peavad paiknema soojusvarustussüsteemi sekundaarpoolel. Impulssarvestite kasutamine ei ole lubatud.

6.4.2 Lokaalküte

Lokaalkütet oleva katlamaja juhtautomaatika tuleb liidestada lokaalse hooneautomaatika süsteemiga eelistatavalt Bacnet või Modbus protokolliga kaudu.

Projekteerija on kohustatud koostama hoonele mõõtearvestite plaani. Oluline on mõõta iga küttekontuuri soojusenergiakasutust. Kõik arvestid peavad olema seotud hooneautomaatikaga näiteks M-Bus protokolliga kaudu. Impulssarvestite kasutamine ei ole lubatud.

6.4.3 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 küttegaafiku;
- Ruumi või hoone osa ruumiõhutemperatuuri juhtimine kütteelemendi 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.