

OLEMASOLEVATE HOONETE SISEKLIIMA HINDAMISE JUHEND



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

2016

OLEMASOLEVATE HOONETE SISEKLIIMA HINDAMISE JUHEND



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

2016

Autoriõigused: Tallinna Tehnikaülikool, 2016

Sisukord

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Sissejuhatus | 8 |
| 2 | Hoone sisekliima klassifitseermise protsess | 9 |
| 2.1 | Iseloomulike ja kriitiliste ruumide valik | 10 |
| 3 | III ja IV sisekliimaklassi tõendamine | 11 |
| 4 | I ja II sisekliimaklassi tõendamine | 14 |
| 5 | Suvised ülekuumenemise hindamine | 18 |
| 6 | Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemide näited | 20 |
| 6.1 | Küttesüsteem | 20 |
| 6.2 | Ventilatsioonisüsteem | 20 |
| 6.3 | Jahutussüsteem | 22 |
| | Lisa A - III sisekliimaklassi tõendamise näide | 25 |
| | Lisa B - II sisekliimaklassi tõendamise näide | 32 |
| | Lisa C Nõuded sisekliimale | 37 |
| | Eluruumide sisekliima nõuded | 37 |
| | Mitteelamute sisekliima nõuded | 39 |

Eessõna

Käesolev juhend on ette valmistatud Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuete määruse meetodiliseks juhendiks. Juhend on ette valmistatud koos määruse eelnõu sisendi väljatöötamise tehnilise tööga TTÜ-s ning selle tõttu valmis meetodiline juhend enne määrust, mille eeldatav kehtestamine toimub 2016. aastal.

Juhendi põhieesmärgiks oli luua meetodika hoonete renoveerimisvajaduse hindamiseks sisekliima seisukohast. Põhirõhk on pandud puuduliku ja rahuldava sisekliima eristamisele olemasolevates hoonetes, aga samuti on käsitletud hea ja parima võimaliku sisekliima tõendamist. Puuduliku sisekliimaga, ehk sisekliimaklassi IV kuuluvad hooned on sobimatud pidevalt kasutatavateks töö-, õppe või eluruumideks ning sellised hooned vajavad renoveerimist tervisele ohutute sisekliimatingimuste loomiseks.

Hästi tuntud energiatõhususe aspektide kõrval on oluline teadvustada tervisliku ja mugava sisekliima tagamise vajadust, mis on paika pandud Ehitusseadustikuga. On oluline, et energiat ei hoitaks kokku sisekliima arvelt, sest meie kliimas inimesed veedavad 90% oma elust siseruumides ja seetõttu osutub sisekliima arvelt saavutatud „sääst“ hoopis väljaminekuks läbi tervishoiukulude või langenud tööviljakuse. Suurenevad kulud tervishoiule, õpitulemuse langus koolides, töötajate suutlikkuse langus büroodes ja haiguspäevade lisandumine on evidentsipõhised puuduliku sisekliimaga kaasnevad faktid. Nende kulude tõttu on sisekliima parandamise meetmete tasuvusaeg reeglina alla kahe aasta. Seega on äärmiselt oluline ehitada uued hooned mugava sisekliimaga ning tegeleda olemasolevates hoonetes elu-, töö- ja õppimistingimuste parandamisega. Energiatõhusate ja hea sisekliimaga lahenduste kasutuselevõtu kiirendamiseks on vastu võetud energiatõhususe miinimumnõuete määrus, mida ettevalmistatav sisekliimamäärus hakkab edaspidi täiendama.

Sisekliima nõuded hakkavad kehtima nii kõigile uutele hoonetele kui ka pärast mõistlikku üleminekuperioodi olemasolevale töö- ja õpikeskkonnale. Meil on suur hulk hooneid, kus tingimused töötamiseks ja õppimiseks ei ole rahuldavad ning tuleb ette näha meetmed olukorra parandamiseks. Alustuseks tuleb kaardistada olukord meie hoonetes ja seegi on suur väljakutse. Käesolev juhend loob meetodika olemasolevate hoonete sisekliima hindamiseks võimaldades probleemide ja vajalike tegevuste välja selgitamist.

Täname Riigi Kinnisvara AS-i nii rahalise kui ka sisulise abi eest, samuti juhendis näidetenäidetena kasutatud hoonete haldajaid ning sisekliimamääruse töörühma liikmeid. Soovime kõigile juhendi lugejatele jõudu, tarmukust, korrektsust ja nutikust meie elukeskkonna parandamisel. Ka sisekliimaprobleemid on loodud lahendamiseks!

Martin Thalfeldt ja Jarek Kurnitski

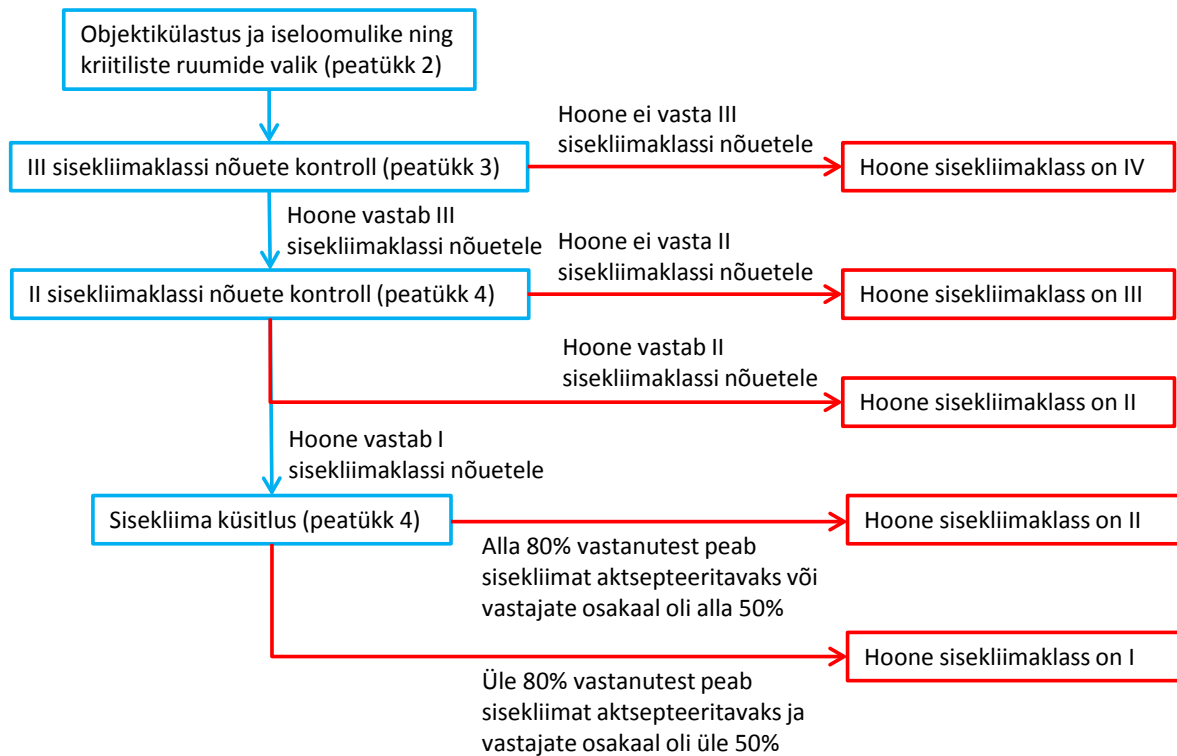
1 Sissejuhatus

Ruumide sisekliima mõjutab otseselt inimeste tervist ja töövõimet, mistõttu on äärmiselt oluline töökohtadel ja eluruumides tagada tervislik ning mugav sisekliima. Sisekliima parameetrite hulka kuuluvad õhu temperatuur, operatiivne temperatuur, suhteline niiskus, õhu liikumiskiirus, õhu puhtus, müra, valgustus jne. Nimetatud parameetrite tagamiseks on olulised nii head arhitektuursed lahendused kui ka asjatundlikult projekteeritud tehnosüsteemid s.h. ka valgustus. Selleks, et uued ehitatavad hooned oleks hea sisekliimaga ja olemasolevates olukord muutuks paremaks on käesoleval hetkel koostamisel määrus „Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded“. Juhend on koostatud lähtudes selle määruse eelnõu tööversioonist 31. mai 2015 seisuga.

Sisekliima hindamise meetodika jagab selle nelja klassi: I - parim, II - hea, III – rahuldav, IV – puudulik. Kõik uued hooned, kus viibitakse pikaajaliselt seoses elamise, töötamise, puhkamise, meelelahutuse või sportimise tegevustega, tuleb projekteerida vastavalt sisekliimaklassi II nõuetele. Olemasolevate hoonete töö- ja õpikeskkonnas peavad olema tagatud peale üleminekuaga vähemalt III klassi nõuded. Lisaks peab lasteaedades ja vanadekodudes ruumitemperatuur kütteperioodil ja põranda temperatuur vastama sisekliimaklassi II nõuetele. Uute hoonete sisekliimaklassi hindamine on projekteerija kui eriala spetsialisti ülesanne. Samas olemasolevate hoonete suure hulga tõttu jääb nende sisekliima hindamine suures osas ka hoone haldajate ja hooldajate õlule. Nende tavatöö ei eelda põhjalikke teadmisi õhustamisest, ehitusfüüsikast, sisekliimast ja tehnosüsteemidest ning seetõttu võib olemasolevate hoonete sisekliima hindamine osutada väljakutseks, mida käesolev juhend püüab hõlbustada.

Käesoleva juhendi eesmärgiks anda juhised sisekliima hindamiseks olemasolevates hoonetes vastavalt eelpool mainitud sisekliima miinimumnõuete määrusele. Nõuded sisekliima kvaliteediklasside saavutamiseks on üles ehitatud nii, et kehvemate klasside puhul on tõendamise protsess lihtsam. III ja IV sisekliimaklassi saavutamiseks piisab valdavalt hoone paikvaatlusest ja põgusast ehitusdokumentatsiooni uurimisest ning käesoleva juhendi abil on selleks võimeline igapäevaselt hoonete haldamise, hooldamise, projekteerimise või ehitamisega tegelev inimene. I ja II teise sisekliimaklassi saavutamiseks tuleb detailsemalt süveneda hoone projekti ja vajadusel läbi viia mõõtmisi ning teostada sisekliimasimulatsioone ning I klassi puhul läbi viia ka küsitlus. Seega I ja II sisekliimaklassi korrektseks tõendamiseks on vajalikud erialased teadmised hoonete tehnosüsteemidest, sisekliimast, ehitusfüüsikast ja mõõtmistehnikast.

Üldiselt alustatakse hoone sisekliima klassifitseerimisel kontrollist, kas hoone vastab III klassile, seejärel klassile II ja nii edasi kuni selgub saavutatav sisekliimaklass. Kui hoone ei vasta sisekliimaklassi III nõuetele, on sisekliimaklassiks IV. Sisekliima klassifitseerimise protsess on kujundatud Juhend on üles ehitatud sama loogika kohaselt nii, et alustatud on juhistega erinevate sisekliimaklasside tõendamiseks alustades klassist III. III sisekliimaklassi tõendamisel eeldasime, et töö tegijaks on hoone haldaja või hooldaja, kel puuduvad erialased teadmised ja III sisekliimaklassi puudutav tekst on ka vastavalt koostatud (peatükid 2 ja 3). Lisaks kirjeldatakse tegevusi, mis peavad eelnema hoone paikvaatlusele ja sisekliima mõõtmistele. I ja II sisekliimaklassi tõendajal on eeldatavasti olemas erialased teadmised ja vastavate sisekliimaklasside tõendamist käsitlev tekst on koostatud seda arvestades (peatükid 3 ja 4 ning lisa C). Juhendis on näidetena on toodud tabelid, mida hoone sisekliima hindaja saab oma töös kasutada ning fotod erinevatele sisekliimaklassidele vastavatest sisekliima tagamise lahendustest. Täiendavalt on kirjeldatud kahe hoone sisekliima klassifitseerimise protsessi, milledest üks eeldatavalt täidab III ja teine II sisekliimaklassi nõudeid.



Joonis 1.1 Hoone sisekliimaklassi määramise protsess.

2 Hoone sisekliima klassifitseermise protsess

Sisekliima klassifitseerimiseks tuleb teostada objektikülastus, millele eelnevalt tuleks ühendust võtta hoone haldajaga, hooldajaga või omanikuga, et koguda puuduvat/täiendavat informatsiooni, mis hõlbustab sisekliima klassifitseerimist. Eelkõige on vaja ventilatsioonisüsteemi mõõdistusprotokoll, et kontrollida normikohaseid õhuvooluhulkasid ning müratasemeid ja kasulikuks osutuvad tehnosüsteemide teostusprojektid, et võrrelda olemasolevat lahendust väljaehitatuga. Dokumentide nimekiri on toodud tabelis 2.1. Sisekliimaklassi III tõendamiseks pole vaja tehnosüsteemide teostusprojekti, kuid ventilatsioonisüsteemi passi puudumisel tuleb õhuvooluhulkasid kontrollida mõõtmiste abil.

Lisaks tuleks enne objektikülastust selgitada plaanidel välja hoonele iseloomulikud ja kriitilised ruumid, uurida haldajalt/hooldajalt probleemsete ruumide kohta ning saadud info põhjal välja valida 3-10 hoonele iseloomulikku ja kriitilist ruumi, kuhu paigaldatakse vajadusel mõteseadmed. III sisekliimaklassi tõendamine ei eelda tingimata nii põhjalikku tööd, kuid see on vajalik võimaliku renoveerimisvajaduse hindamiseks.

Küsimused hoone haldajale/hooldajale:

- 1) Kas hoones kurdetakse madala ruumitemperatuuri üle? Kui jah, siis millistes ruumides?
- 2) Kas hoones kurdetakse kõrge ruumitemperatuuri üle? Kui jah, siis millistes ruumides?
- 3) Kas hoones kurdetakse tõmbetuule üle? Kui jah, siis millistes ruumides?
- 4) Kas hoones kurdetakse umbse ruumiõhu või ebameeldivate lõhnade üle? Kui jah, siis millistes ruumides?
- 5) Kas hoones kurdetakse liigse müra üle? Kui jah, siis millistes ruumides ja mille puhul?
- 6) Kas hoones kurdetakse liiga ebamugava valgustusega töökohtade üle? Kui jah, siis millistes ruumides?

Tabel 2.1 Info sisekliima tõendamiseks lihtsustava dokumentatsiooni olemasolu kohta.

Objekt:

Aadress:

Ehitusaasta: Renoveerimisaasta:

| Vajalik dokumentatsioon | Olemas | Puudub |
|--|--------|--------|
| Küttesüsteemi teostusprojekt | | |
| Ventilatsioonisüsteemi teostusprojekt | | |
| Jahutussüsteemi teostusprojekt | | |
| Ventilatsioonisüsteemide mõõdistusprotokoll | | |
| Suvised ruumitemperatuuri simulatsiooni või mõõtmisprotokoll | | |
| Märkused: | | |

2.1 Iseloomulike ja kriitiliste ruumide valik

Hoone sisekliimat hinnates tehakse seda iseloomulike ja kriitiliste ruumide põhjal, mille definitsioon vastavalt määrusele „Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded“ on:

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 2.)

Iseloomulikud ruumid – hoones kõige tavapärasemalt esinevad pidevalt viibitavad töö- või eluruumid, näiteks keskmise suurusega töötoad, magamistoad või klassiruumid, avatud kontori töökohad jne. Iseloomulike ruumide tavapärase valim tõendamisel on 3-10 ruumi.

Kriitilised ruumid – soojusliku mugavuse tagamise seisukohalt kõige keerulisemad ruumid, kus on näiteks suured klaaspinnad ja vabasoojused. Kriitiliste ruumide tavapärase valim tõendamisel on 3-10 ruumi.

Kriitilised ruumid määravad, milline on hoone sisekliimaklass soojusliku mugavuse osas ja iseloomulike ruumide põhjal hinnatakse sisekliimaklassi muude parameetrite osas. Sealjuures võivad iseloomulikud ruumid esindada ka kriitilisi ruume. Mõlemat tüüpi ruumide sisekliima hindamine on vajalik eeldatava renoveerimisvajaduse määramiseks.

Iseloomulike ruumide valimisel tuleb lähtuda:

- ruumide kasutusotstarbest näiteks kabinet, avatud kontor, klassiruum, elutuba jne.
- ruumid välisseina orientatsioonist ilmakaarte suhtes
- ruumi teenindavate tehnosüsteemide iseloomust, näiteks jahutusega ja jahutuseta ruumid

Kriitilised on ruumid:

- kust puuduvad asjakohaselt projekteeritud jahutusseadmed
- millel on suured klaaspinnad välisseina ja põrandapinna suhtes
- mille aknad on lõuna- ja läänefassaadil; ida- ja põhjasuunaliste akendega ruumides on ülekuumenemise oht väiksem
- millel on aknaid erinevates ilmakaartes
- mille klaaspinnad on kas arhitektuursete lahenduste või ümbritsevate objektide poolt varjestamata
- milles on suured sisemised soojuskoormused
- milles on suhteliselt väike õhuvahetus ja sissepuhkeõhk on jahutamata
- millel akende avamise võimalus puudub või on tagasihoidlik

3 III ja IV sisekliimaklassi tõendamine

III sisekliima klass tähendab, et tingimused elu-, õpi- ja töökeskkonnas on rahuldavad ja kui vastavad nõuded ei ole täidetud, siis vastab sisekliima klassile IV ehk on puudulik.

Sisekliimaklassile III vastab hoone, kus:

1. On olemas küttesüsteem ja kõigis pidevalt viibitavates ruumides on kütteperioodil võimalik temperatuuri ruumipõhiselt kontrollida
2. Pidevalt viibitavates ruumides on mehaaniline ventilatsioon, mis tagab lisas C tabelites C.1 ja C.3 toodud õhuvooluhulgad või süsihappegaasi tasemed.
3. Pidevalt viibitavaid ruume, millel on aknad kagu, lõuna, edela ja lääne ilmakaarde, teenindab jahutussüsteem ja jahutusperioodil on võimalik temperatuuri ruumipõhiselt kontrollida või on tõendatud nende vastavus suvise ruumi temperatuuri nõuetele

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 12.)

Sisekliimaklassile III vastavuse tõendamiseks teostatakse hoone teostusdokumentatsiooni (sh ventilatsiooni õhuvooluhulkade ja müra mõõtmisprotokollid), hoone tehnosüsteemide ja ruumide tehniline ülevaatus. Sisekliimaklass III loetakse tagatuks kui tabelites 12-16 toodud parameetrite väärtused on tõendatud järgmiselt:

- 1) hoones on töökorras ruumipõhise reguleerimisega küttesüsteem kütteperioodi temperatuuride tagamiseks;
- 2) hoones on asjakohaselt projekteeritud ja töökorras jahutussüsteem jahutusperioodi temperatuurid tagamiseks;
- 3) hoones on töökorras ventilatsioonisüsteem, mille projekteerimisel on arvestatud nõutud õhuvooluhulkadega ning õhuvooluhulgad ja müratasemed on tõendatud mõõtmisprotokolliga.

Kui hoones ei ole asjakohast jahutussüsteemi, siis tõendatakse vastavust jahutus- või suveperioodi temperatuurile kriitiliste tüüpruumide simulatsioonarvutusega vastavalt määruse VVm nr. 68 suvise ruumitemperatuuri meetodikale või iseloomulikes ja kriitilistes ruumides sooritatud temperatuuri mõõtmistega perioodil 1. juunist kuni 31. augustini. Simulatsioonarvutusega tõendamine teostatakse tegelike õhuvooluhulkadega ja kõikides hoonetes võidakse arvesse võtta akende kaudu tuulutamine vastavalt määruses MKM nr. 63 toodud elamute akende kaudu tuulutamise reeglitele. Mõõtmistega tõendamisel on maksimaalne lubatud piirtemperatuuri ületav kraadtundide summa töö- ja õpikeskkonnas 100 °Ch ning eluruumides 200 °Ch eeldusel, et ruumide vabasoojus ei ole suuremad määruses MKM nr. 63 toodud väärtustest. Kui välistemperatuur on kõrgem kui suveperioodi piirtemperatuur, siis võetakse see arvesse arvutades kraadtunnid nendele tundidele ruumitemperatuuri ja välistemperatuuri vahest. Muude piirtemperatuuri ületavate tundide kraadtunnid arvutatakse ruumitemperatuuri ja piirtemperatuuri vahest.

Tihti peale puudub olemasolevates hoonetes mehaanilise ventilatsiooni mõõdistuspass ja sel juhul tuleb ventilatsiooni toimivus tõendada mõõtmiste teel. Seda saab teha, kui pidevalt viibitavaid ruume teenindab mehaaniline ventilatsioon ja iseloomulikes ruumides mõõdetakse:

1. Õhuvooluhulgad vastavad lisas C tabelites C.1 ja C.3 toodud nõuetele **või**
2. Mõõdetud süsihappegaasi kontsentratsioonid vähemalt nelja tunni jooksul ühe tööpäeva kestel ei ületa lisas C tabelites C.1 ja C.3 toodud piirmäärasid.

Mõõtmisperiood mittelelamutes peab kestma vähemalt 4 tundi olukorras, kus ruumis viibivate inimeste hulk vastab tavapärasele tööpäevale. Õhuvooluhulkasid võib hinnata ka ventilatsiooniseadmete kaupa mõõtes või seadmele kinnitatud info ja visuaalse vaatluse põhjal. Näiteks, kui ventilatsiooniseadme kestel on toodud info õhuvooluhulkade kohta, see vastab teenindatavate ruumide tõendatava sisekliimaklassi järgi nõutavale

summarsele õhuvooluhulgale, seade töötab täiskiirusel ning filtrid on puhtad, siis vastab ventilatsioon tõendatava sisekliima klassi nõuetele.

Sisekliimaklassi III tõendamiseks tuleb vastata küsimustele tabelis 3.1 ja kui mõnele küsimusele on vastuseks „Ei“, siis on hoone sisekliimaklass IV. Peamised eeldused III sisekliimaklassi nõuete täitmiseks on võimalus ruumipõhiselt temperatuuri reguleerida ning mehaaniline ventilatsioon ja arhitektuursed meetmed või jahutussüsteem suvise ülekuumenemise vältimiseks.

Sisekliimaklassi III tõendamiseks ei ole vaja tehnosüsteemide teostusdokumentatsiooni ja ei ole vaja teostada temperatuuri, suhtelise niiskuse ja valgustiheduse mõõtmisi. Ilma jahutussüsteemita hoones võib ruumi temperatuuri mõõtmisi kasutada suvise temperatuuri kontrolliks, kui seda ei tõendata simulatsioonide abil (vt peatükk 5).

Tabel 3.1 Hoone vaatlustulemused. Iga tehnosüsteemi liigi puhul põhjendada märkustes esimese eítavalt vastatud küsimuse vastust.

| | | | |
|---|--|---------------------|----|
| Objekt: | | Sisekliimaklass | |
| Aadress: | | | |
| Ehitusaasta: | Renoveerimisaasta: | III | IV |
| Küte | Kas hoones on töökorras küttesüsteem? | Jah | Ei |
| | Kas kütteperioodil on võimalus temperatuure ruumipõhiselt juhtida? | Jah | Ei |
| | Märkused: | | |
| Jahutus | Kas hoones on töökorras jahutussüsteem, mis teenindab ruume, mille aknad on kagu, lõuna, edela või lääne ilmakaarde? | Jah | Ei |
| | Kas nimetatud ruumides on jahutusperioodil võimalus temperatuure ruumipõhiselt juhtida? | Jah | Ei |
| | Juhul kui hoones pole töökorras jahutussüsteemi, kas on tõendatud vastavus suvise temperatuuri nõuetele? | Jah | Ei |
| | Märkused: | | |
| Ventilatsioon | Kas hoones on töökorras mehaaniline ventilatsioonisüsteem? | Jah | Ei |
| | Kas on olemas süsteemi mõõdistuspass mõõdetud normikohaste õhuvooluhulkadega ja müratasemetega või on ventilatsiooni toimivus mõõtmistega tõendatud? | Jah | Ei |
| | Märkused: | | |
| Vaatlustulemuste põhjal saavutatud sisekliimaklass: | | III | IV |
| Tegevused, mis on eeldatavasti vajalikud parema sisekliimaklassi saavutamiseks: | | | |
| Vaatluse teostaja: | | Kuupäev ja allkiri: | |

4 I ja II sisekliimaklassi tõendamine

I ja II sisekliima klassi tõendamine olemasolevate hoonele eeldab sisekliima simulatsioone või mõõtmisi ning tehnosüsteemide ja teostusdokumentatsiooni põhjalikku analüüsi. Selleks on vajalikud teadmised ja kogemused antud valdkonnas. Antud juhend on eelkõige koostatud III ja IV sisekliima klassi määramiseks ning I ja II sisekliimaklassi tõendamist on kirjeldatud üldsõnaliselt. I ja II sisekliimaklassile vastavust võib tõendada kõigi süsteemide puhul nii arvutuslikult kui ka mõõtmistega. Näiteks ühes hoones võib kütte- ja jahutusüsteemide vastavust tõendada mõõtmistega ning ülejäänud osas arvutuslikult. Kontroll tuleb teostada valitud tüüpilistes ja kriitilistes ruumides.

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 12.)

Olemasoleva hoone vastavust sisekliima klassile I või II tõendatakse hoone teostusdokumentatsiooni, hoone tehnosüsteemide ja ruumide tehnilise ülevaatusena ning arvutuslikult või mõõtmistega. Teostusdokumentatsiooni ja tehnilise ülevaatusena kontrollitakse, et:

- 1) on kasutatud tehnilisi lahendusi mis võimaldavad täita sisekliimaparameetrite nõudeid kõikides pidevalt viibitavates ruumides;
- 2) hoones on töökorras tehnosüsteemid, mis vastavad teostusdokumentatsioonile;
- 3) projekteerimisel on arvestatud nõutud õhuvooluhulkadega ning õhuvooluhulgad ja müratasemed on tõendatud mõõtmisprotokolliga.

Helirõhutasemete ja heliisolatsiooni tõendamine tehakse akustiliste mõõtmistega nii arvutusliku kui mõõtmistega tõendamise puhul.

Kui kasutatakse arvutuslikku tõendamist, siis teostatakse:

- 1) jahutuskooormuse simulatsioonarvutused (ruumitemperatuuri tagamine) iseloomulikele ja kriitilistele ruumidele;
- 2) kasutatavate lõppelementide või ruumiseadmete õhujugade arvutuslik hindamine või simulatsioonid vastavate toodete omadustega arvestava tarkvaraga iseloomulikele ja kriitilistele ruumidele;

Kui kasutatakse tõendamist mõõtmistega, siis teostatakse järgmised tegevused iseloomulikes ja kriitilistes ruumides:

- 1) mõõdetakse ruumitemperatuuri kütteperioodil ja jahutusperioodil iseloomulikes ja kriitilistes ruumides. Mõlemad temperatuurimõõtmised peavad toimuma vähemalt ühe kuu jooksul sellisel ajavahemikul, et kütteperioodil langeb ööpäeva keskmine temperatuur $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ni ja jahutusperioodil saavutab välistemperatuur $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mõõdetud ruumitemperatuurid on kõlblikud tõendamiseks juhul kui vabasoojused ei ületa määruuses MKM nr. 63 toodud väärtusi, jahutusega hoonete puhul mõõdetud välisõhu parameetrid ei ületa arvutuslikke välisõhu parameetrite väärtusi vastavalt standardile EVS 906 ning jahutuseta hoonete puhul mõõdetud jahutusperioodi välistemperatuur ei ületa rohkem kui 3% jooksul mõõtmisperioodi ajast $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Muudel juhtudel võib mõõtmistulemusi kasutada temperatuurisimulatsioonimudelite kalibreerimiseks, et läbi viia arvutuslik tõendamine kalibreeritud mudeliga;
- 2) mõõdetakse õhu liikumise kiirust jahutusolukorras ning ilma jahutuskooormuseta või tõendatakse arvutuslikult vastaval eelmise lõigu punktile 2);
- 3) kui ventilatsiooni õhuvooluhulgad ja müratasemed ei ole tõendatud mõõtmisprotokolliga, siis teostatakse ventilatsiooni mõõdistamine ja mürataseme mõõtmine ventilatsiooni arvutuslikul õhuvooluhulgal.

Sisekliimaklassile I vastavuse tõendamisel teostatakse eelnevale lisaks sisekliimaküsitlus standardis EVS-EN 15251 toodud küsimustikuga. Sisekliimaklassile I vastavaks loetakse küsimustiku tulemused:

- 1) vähemalt 80% vastajatest peab temperatuuri ja õhu kvaliteeti aktsepteeritavaks;
- 2) vastajate protsent on vähemalt 50.

Sisekliimaküsitluse kohustuslikud küsimused ja vastusevariandid on:

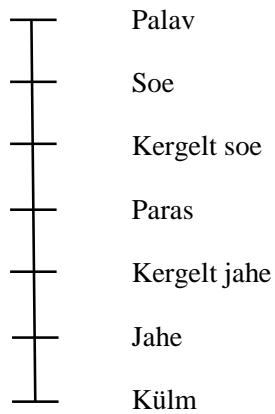
- 1) ruumitemperatuur, mille vastusevariandid on palav, soe, kergelt soe, paras, kergelt jahe, jahe ja külm, millest kergelt soe, paras ja kergelt jahe loetakse aktsepteeritavaks;
- 2) õhu kvaliteet, mille vastusevariandid on väga hea, aktsepteeritav, umbne ja tugevalt häirivad lõhnad, millest kaks esimest loetakse aktsepteeritavaks.

Tabelis 4.1 on toodud näiteks, kuidas esitleda kokkuvõtlikult sisekliima mõõtmistulemusi ruumide kaupa nii kütte- kui ka jahutusperioodil nii, et on võimalik kontrollida kõigi eelpool loetletud tingimuste täitmist. I sisekliimaklassi tõendamiseks vajaliku küsitluse näide on toodud joonisel 4.1 ja tulemuste esitamise näide tabelis 4.2.

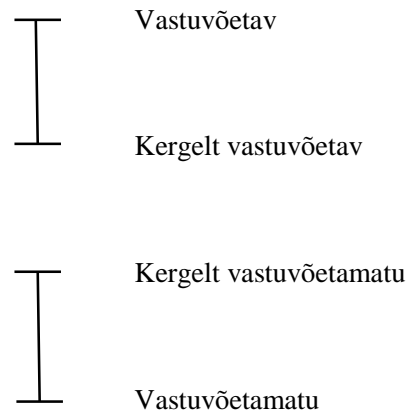
Tabel 4.1 Pikajaliste hoone sisekliima mõõtmiste tulemused.

| Objekt: | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|-------|-------|----|
| Aadress: | | | | | | | | |
| Ruumi nr.: | | | | | | | | |
| Mõõtmiste aeg kütteperioodil: | | | | | | | | |
| Ööpäeva keskmiste välisõhu temperatuuride vahemik kütteperioodil, °C | | | | | | | | |
| Mõõtmiste aeg jahutusperioodil: | | | | | | | | |
| Välisõhu temperatuuride vahemik jahutusperioodil, °C | | | | | | | | |
| Jahutusperioodi välistemperatuuri aeg üle 25 °C, % | | | | | | | | |
| Süsihappegaasi sisalduse mõõtmise aeg: | | | | | | | | |
| Välisõhu arvestuslik süsihappegaasi tase, ppm | | | | | | | | |
| Mõõdetud ruumiõhu parameeter | Mõõdetud vahemik | Aeg väljaspool I klassi, % | Aeg väljaspool II klassi, % | Aeg väljaspool III klassi, % | Sisekliima klass | | | |
| | | | | | I | II | III | IV |
| Kütteperioodi temperatuur, °C | | | | | 21-23 | 20-24 | 19-25 | |
| Jahutusperioodi temperatuur, °C | | | | | 23,5-25,5 | 23-26 | 22-27 | |
| Süsihappegaasi sisaldus, ppm | | | | | ≤750 | ≤900 | ≤1200 | |
| Mõõtmiste teostaja: | | | | Kuupäev ja allkiri: | | | | |

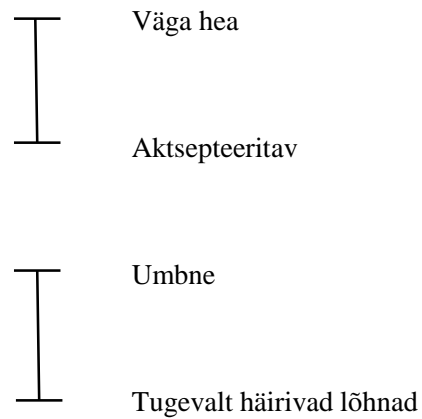
Kuidas hindad soojuslikku keskkonda?



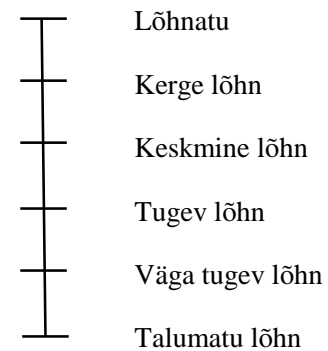
Kuidas tajud temperatuuri?



Kuidas hindad õhu kvaliteeti?



Kuidas hindad lõhna tugevust?



Kas sooviksid, et ruumi temperatuur oleks?

- a) Kõrgem
- b) Muutusteta
- c) Madalam

Joonis 4.1 Küsitlus elanike rahulolu kohta sisekliimaga

Tabel 4.2 Sisekliima küsitluse tulemused.

| Objekt: | | | |
|---|--------------------------|--------------------|---------------------|
| Aadress: | | | |
| Küsitluse läbiviimise aeg: | | | |
| Töötajate, õpilaste, elanike arv hoones: | | | |
| Küsimus | Vastusevariandid | Vastuste arv, - | Vastuste osakaal, % |
| Milline on ruumitemperatuur töökohal? | Palav | | |
| | Soe | | |
| | Kergelt soe | | |
| | Paras | | |
| | Kergelt jahe | | |
| | Jahe | | |
| | Külm | | |
| Milline on õhukvaliteet töökohal? | Väga hea | | |
| | Aktsepteeritav | | |
| | Umbne | | |
| | Tugevalt häirivad lõhnad | | |
| Vastanute arv ja osakaal: | | | |
| Temperatuuri aktsepteerivaks pidavate vastanute osakaal: | | | |
| Õhukvaliteeti aktsepteerivaks pidavate vastanute osakaal: | | | |
| Küsitluse läbiviija: | | Kuupäev ja allkiri | |

5 Suvise ülekuumenemise hindamine

Suvise ülekuumenemise hindamiseks tuleb teostada kas sisekliima simulatsioonid vastavalt majandus- ja taristuministri 05. juuni 2015 a. määrusele nr. 58 „Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika“ või temperatuuri mõõtmised vähemalt ühe kuu jooksul sobivate mõõtmiseks välisõhu temperatuuride korral. Käesolev peatükk kirjeldab, kuidas saadud tulemusi analüüsida, et välja selgitada, millisele sisekliimaklassile ruumitemperatuur vastab.

Ilma jahutuseta ruumide puhul on vaja tõendada, et ruumid ei kuumene üle ja sisekliimaklassi III puhul on kriteeriumiks suvist piirtemperatuuri ületavate kraadtundide arv ruumide kasutusajal. Kraadtundide määramiseks tuleb arvutatud või mõõdetud tunni keskmistest temperatuuridest, mis ületavad piirtemperatuuri, maha lahutada piirtemperatuur ning saadud tulemused kokku liita. Kui mõõtesamm on väiksem ühest tunnist, siis omandab iga mõõtetulemus selle võrra väiksema kaalu. Tabelis 5.1 on toodud näiteks, kuidas arvutada mõõteperioodil temperatuuri 25 °C ületava kraadtundide arv.

Tabel 5.1. Piirtemperatuuri 25 °C ületavate kraadtundide arvutamise näide. Mõõtesamm on 30 minutit ja iga mõõtetulemuse puhul tuleb kasutada korrigeerimiseks tegurit 30/60.

| Aeg | Tunni keskmine ruumitemperatuur, °C | Piirtemperatuuri ületamine, °C |
|------------------|---------------------------------------|--|
| 01.06.2014 10:00 | 24,7 | $24,7 \leq 25,0$, seega ületamine on 0 |
| 01.06.2014 10:30 | 25,0 | $25,0 \leq 25,0$, seega ületamine on 0 |
| 01.06.2014 11:00 | 25,2 | $(25,2 - 25) \cdot 30/60 = 0,1$ |
| 01.06.2014 11:30 | 25,5 | $(25,5 - 25) \cdot 30/60 = 0,25$ |
| 01.06.2014 12:00 | 25,6 | $(25,6 - 25) \cdot 30/60 = 0,3$ |
| 01.06.2014 12:30 | 25,7 | $(25,7 - 25) \cdot 30/60 = 0,35$ |
| 01.06.2014 13:00 | 25,7 | $(25,7 - 25) \cdot 30/60 = 0,35$ |
| 01.06.2014 13:30 | 25,8 | $(25,8 - 25) \cdot 30/60 = 0,4$ |
| 01.06.2014 14:00 | 25,5 | $(25,5 - 25) \cdot 30/60 = 0,25$ |
| 01.06.2014 14:30 | 25,3 | $(25,3 - 25) \cdot 30/60 = 0,15$ |
| | Kraadtunde mõõteperioodil, °Ch | 0,1+0,25+0,3+0,35+0,35+0,4+0,25+0,15=2,15 |

Sisekliimaklassi I ja II tõendamisel on ruumitemperatuuri puhul määravaks aeg, mil mõõdetud või arvutatud temperatuur on väljaspool vastava klassi lubatud temperatuurivahemikku. I ja II sisekliimaklassi puhul võivad kütte- ja jahutusperioodi temperatuurid vastavalt 3% ja 6% kasutusajast olla ühe sisekliimaklassi võrra kehvemad. III sisekliimaklassi puhul võib kõrvalekalle olla 12% ruumide kasutusajast. Joonisel 5.1 on toodud näiteks, kuidas tabelarvutusprogrammis (näiteks Excel) arvutada nii ruumi kasutusajal piirtemperatuuri ületavate kraadtundide arvu kui ka suhtelist aega, mil ruumitemperatuur vastab erinevate sisekliimaklassi nõuetele. Lahtris „Tööaeg“ tähistab „1“ kasutusaega ning „0“ kasutusvälist aega ja korrutades ruumitemperatuurid läbi vastava arvuga, saab edasiseks analüüsiks lihtsasti eraldada kasutusaja temperatuurid kasutusaja välisest perioodist.

| SUM | | | | |
|-----|---|---|----------------------|------------------------------|
| | A | B | C | D |
| 1 | Kraadtunnid kogu määteperioodil, °Ch | | | 4,9 |
| 2 | Kraadtunnid tööajal, °Ch | | | 2,5 |
| 3 | Temperatuur tööajal I sisekliimaklassis (21-23 °C), % | | | 0,0 |
| 4 | Temperatuur tööajal II sisekliimaklassis (20-24 °C), % | | | 41,7 |
| 5 | Temperatuur tööajal III sisekliimaklassis (19-25 °C), % | | | 75,0 |
| 6 | Temperatuur tööajal IV sisekliimaklassis (<19 ja >25 °C), % | | | 25,0 |
| 7 | | | | |
| 8 | Kuupäev ja kellaaeg | Tööaeg | Ruumitemperatuur, °C | Ruumitemperatuur tööajal, °C |
| 9 | 1.06.2014 0:00 | 0 | 23,89 | =C9*B9 |
| 10 | 1.06.2014 1:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 11 | 1.06.2014 2:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 12 | 1.06.2014 3:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 13 | 1.06.2014 4:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 14 | 1.06.2014 5:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 15 | 1.06.2014 6:00 | 0 | 23,90 | 0 |
| 16 | 1.06.2014 7:00 | 1 | 23,90 | 23,90 |
| 17 | 1.06.2014 8:00 | 1 | 23,91 | 23,91 |
| 18 | 1.06.2014 9:00 | 1 | 23,91 | 23,91 |
| 19 | 1.06.2014 10:00 | 1 | 23,92 | 23,92 |
| 20 | 1.06.2014 11:00 | 1 | 23,95 | 23,95 |
| 21 | 1.06.2014 12:00 | 1 | 24,03 | 24,03 |
| 22 | 1.06.2014 13:00 | 1 | 24,30 | 24,30 |
| 23 | 1.06.2014 14:00 | 1 | 24,66 | 24,66 |
| 24 | 1.06.2014 15:00 | 1 | 24,94 | 24,94 |
| 25 | 1.06.2014 16:00 | 1 | 25,49 | 25,49 |
| 26 | 1.06.2014 17:00 | 1 | 25,89 | 25,89 |
| 27 | 1.06.2014 18:00 | 1 | 26,12 | 26,12 |
| 28 | 1.06.2014 19:00 | 0 | 26,22 | 0 |
| 29 | 1.06.2014 20:00 | 0 | 25,86 | 0 |
| 30 | 1.06.2014 21:00 | 0 | 25,31 | 0 |
| 31 | 1.06.2014 22:00 | 0 | 24,56 | 0 |
| 32 | 1.06.2014 23:00 | 0 | 23,68 | 0 |
| 33 | | | | |
| 34 | Tekst lahtris E1 | =SUMIF(C9:C32;">25")-COUNTIF(C9:C32;">25")*25 | | |
| 35 | Tekst lahtris E2 | =SUMIF(D9:D32;">25")-COUNTIF(D9:D32;">25")*25 | | |
| 36 | Tekst lahtrites E3 kuni E5, temperatuurid COUNTIF funktsioonides muutuvad | =(COUNT(D9:D32)-COUNTIF(D9:D32;"<19")-COUNTIF(D9:D32;">25"))/(COUNT(D9:D32)-COUNTIF(D9:D32;"=0"))*100 | | |
| 37 | Tekst lahtris E6 | =100-E5 | | |

Joonis 5.1. Piirtemperatuuri 25 °C ületavate kraadtundide ja ruumitemperatuuri erinevatest sisekliimaklassidest kõrvalekaldumise perioodi tabelarvutuse näide.

6 Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemide näited

Selles peatükis tuuakse piltidena näiteid erinevatest kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemide lahendustest ning märgitakse, millist sisekliimaklassi on eeldatavalt võimalik saavutada kasutades vastavat lahendust.

6.1 Küttesüsteem



Joonis 6.1. Radiaatorid, millel puudub ruumipõhine temperatuuri reguleerimise võimalus. Vasakpoolse radiaatori ühendustorul on seadeventiil, aga see ei reguleeri radiaatori soojusväljastust vastavalt ruumitemperatuurile. Saavutatav sisekliimaklass on IV.



Joonis 6.2. Radiaatorid, millel on olemas ruumipõhise temperatuuri reguleerimise võimalus. Vasakpoolsel pildil on omajõuline termostaatventiil, parempoolsel elektrilise ajamiga reguleeriventiil. Puuduvad takistused I või II sisekliimaklassi saavutamiseks.

6.2 Ventilatsioonisüsteem



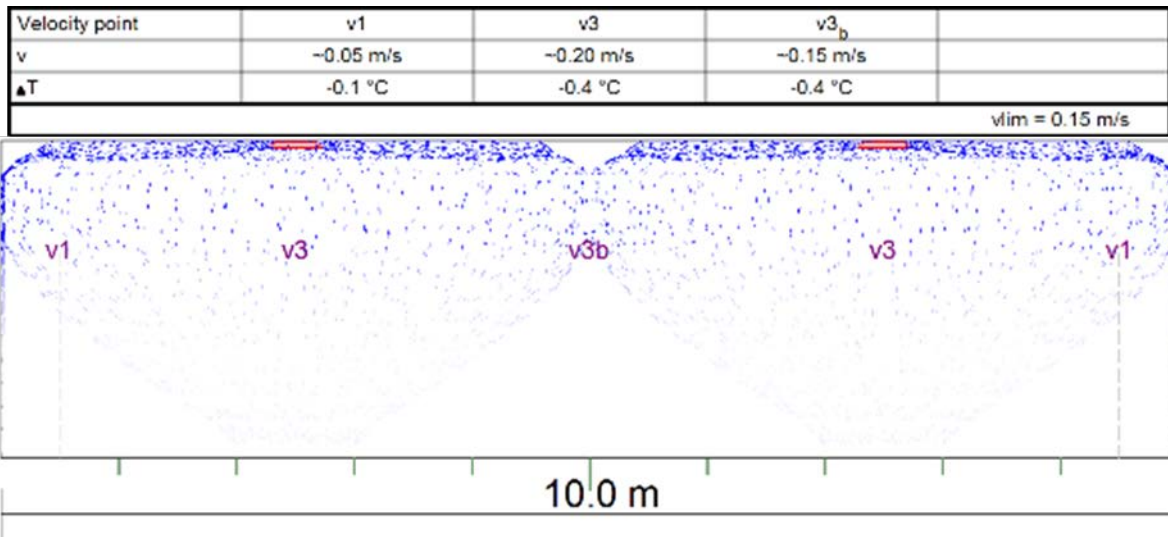
Joonis 6.3. Loomulik ventilatsioon läbi restide või akende avamise abil, mis tagab ainult IV sisekliimaklassi nõuded.



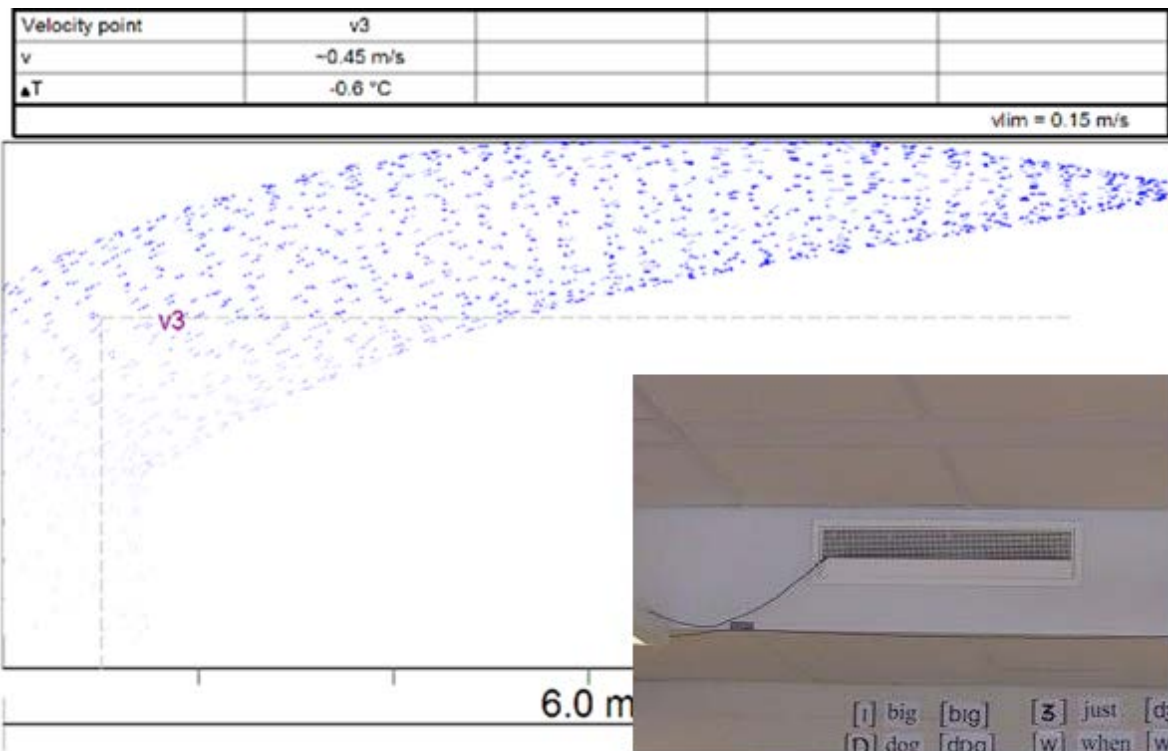
Joonis 6.4. Mehaanilise ventilatsiooni korral, mille lõppelemente on omavoliliselt reguleeritud või kahjustatud, ei ole õhuvooluhulgad ja müratasemed tõendatud. Pildil kujutatud juhul ületab õhu liikumiskiirus ruumis rohkem kui 10-kordselt tavapäraseid piirväärtusi. Tagatakse sisekliimaklass IV.



Joonis 6.5. Mehaanilise ventilatsiooni lõppelemendid, kaks vasakpoolset on sissepuhkeks ja parempoolne väljatõmbeks. On loodud eeldused I või II sisekliimaklassi saavutamiseks.



Joonis 6.6. Näide õhujagade õhu liikumiskiiruste analüüsist ventilatsiooni lõppelementide valikuprogrammis. Ruumitemperatuur on 25 °C ja sissepuhkeõhu temperatuur 16 °C. Kahe sissepuhke õhujagaja all 1,8 meetri kõrgusel on õhu kiirus 0,20 m/s, nende jagade põrkumiskoha all on kiirus 0,15 m/s ja seintest 0,5 meetri kaugusel on kiirus 0,05m/s. Loodud on eeldused II sisekliimaklassi saavutamiseks.



Joonis 6.7. Näide seinapealse sissepuhkeresti õhu liikumiskiiruste analüüsist ventilatsiooni lõppelementide valikuprogrammis. Ruumitemperatuur on 25 °C ja sissepuhkeõhu temperatuur 16 °C. 0,5 meetri kaugusel seinast 1,8 meetri kõrgusel on õhukiirus 0,45 m/s, mistõttu tagatakse IV sisekliimaklass. Seinapealsete õhujagajate kasutamine nõuab põhjalikku õhukiiruste analüüsi. Resti pilt on toodud näiteks.

6.3 Jahutussüsteem



Joonis 6.8. Kui ruume tuulutatakse jahutuse eesmärgil, tuleb tõendada, et sellest piisab liigse suvise ülekuumenemise vältimiseks. Võib-olla saavutatakse sisekliimaklass III, mille eelduseks on lisaks mehaaniline ventilatsioon õhu kvaliteedi tagamiseks aastaringselt.

Temperatuurisimulatsioonides tuleb arvestada akna avatuse osakaaluga kogu akna pinnast. Selleks tuleb määrata tuulutusasendis akna üleval asuva avatud ristküliku ja külgedel asuvate avatud kolmnurkade pindalad.

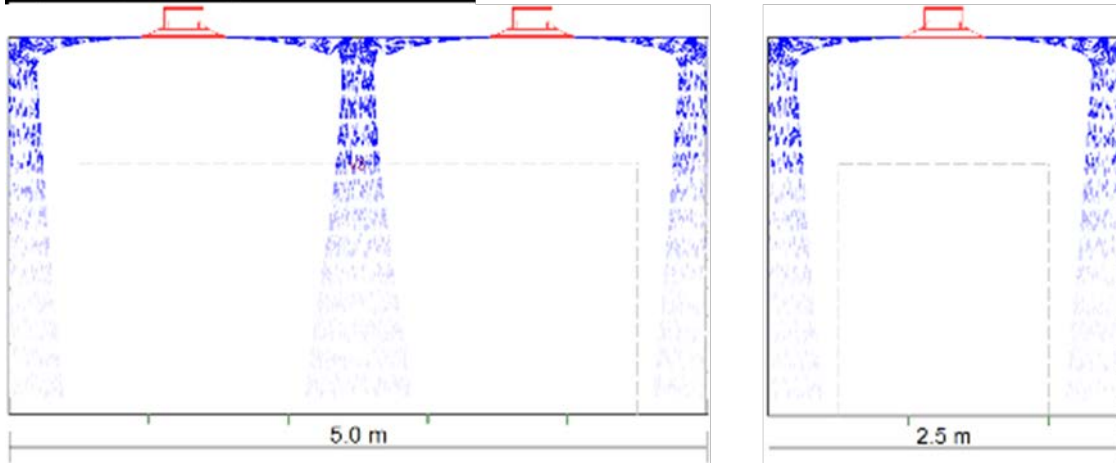


Joonis 6.9. Kontoriruumi lakke on paigaldatud ventilaatorkonvektorid, mis puhuvad madala temperatuuri ja suure õhuvooluhulgaga joa piki lage välisseina suunas. Ruumis on olemas töökorras jahutussüsteem, kuid suure tõenäosusega on välisseina ääres asuvatel töökohtadel õhu liikumise kiirus liiga suur ja tagatakse eeldatavasti III sisekliimaklass.



Joonis 6.10. Kontoriruumi lakke on paigaldatud aktiivsed jahutustalad, mille kaudu toimub ka mehaaniline sissepuhe. Eeldused II sisekliimaklassi tagamiseks, kuid projekteerimine nõuab õhukiiruste analüüsi.

| | |
|--------------------------|-----------|
| Velocity point | v3 |
| Nozzle jet | -0.25 m/s |
| Nozzle jet, isothermal | <0.05 m/s |
| dt (nozzle jet-room air) | -0.8 °C |



Joonis 6.11. Näide aktiivsete jahutustalade õhu liikumiskiiruste analüüsist ventilatsiooni lõppelementide valikuprogrammis. Ruumitemperatuur on 25 °C ja sissepuhkeõhu temperatuur 17 °C. Kui jahutustalade õhujugade pörkumisel tekib tõmbuse oht. Vasakpoolse lahenduse puhul on õhukiirus 1,8 meetri kõrgusel 0,25 m/s, mis tagab napilt sisekliimaklassi II nõuded jahutusolukorras. Soovituslik oleks kas valida teistsuguse pikkusega jahutustalad või paigutada need ruumis nii, et tõmbuse risk oleks väiksem. Parempoolse lahenduse puhul pörkavad õhujoad vastu seina ning viibimistsoonis pole probleeme liigse õhukiirusega ning tagatakse I või II sisekliimaklass.



Joonis 6.12. Kontoriruumi lakke on paigaldatud kiirgurid nii kütmiseks kui ka jahutamiseks. Nii kütmine kui ka jahutamine toimub kiirguslikul teel suuri õhukiirusi põhjustamata ja on loodud eeldused I sisekliimaklassi saavutamiseks.

Lisa A - III sisekliimaklassi tõendamise näide

Lisas A tuakse näide esmapilgul eeldatavalt III sisekliimaklassi kuuluva hoone klassifitseerimise kohta. Antud on hoone on haridus- ja teadushoone, kus umbes poole ruumidest moodustavad auditooriumid ja poole kontorid. Hoone põhiplaan on risküliku kujuline ja aknad asuvad ida- ja läänefassaadil ning moodustavad välisseinast umbes 45%. Hoone on ehitatud 1966. aastal, 2006. aastal rekonstrueeriti välispiirded ja küttening ventilatsioonissüsteem. 2013. aastal ehitati jahutussüsteem, mis teenindab ventilatsiooni jahutuskalorifeere ja osade auditooriumide ventilaatorkonvektoreid.

Kogu hoones on malmradiaatoritega vesiküttesüsteem ja radiaatoritele on paigaldatud jahutusega ruumides termoajamiga ventiilid ja ülejäänud ruumides omajõulised termostaatventiilid (joonis A.1), seega küttesüsteem vastab III sisekliimaklassinõuetele ja ei oleks takistuseks ka parema sisekliimaklassi saavutamisel. Ruumides on sissepuhkeväljatõmbeventilatsioon (joonis A.2), mille õhuvooluhulgad on mõõdistuspassis dokumenteeritud, aga müratasemed jäid dokumenteerimata. Kõigi ruumide sissepuhkeõhk on jahutatud (joonis A.3). Auditooriumites on mehaaniline jahutus ventilaatorkonvektoritega (joonis A.4) ja kontoriruumides mehaaniline jahutus ruumiseadmetega puudub.



Joonis A.1. Jahutusega ruumides on radiaatoritel termoajamiga ventiilid (vasakul) ja ülejäänud ruumides omajõulised termostaatventiilid (paremal).



Joonis A.2. Mehaanilise ventilatsiooni lõppelemendid, kaks vasakpoolset on sissepuhkeks ja parempoolne väljatõmbeks.



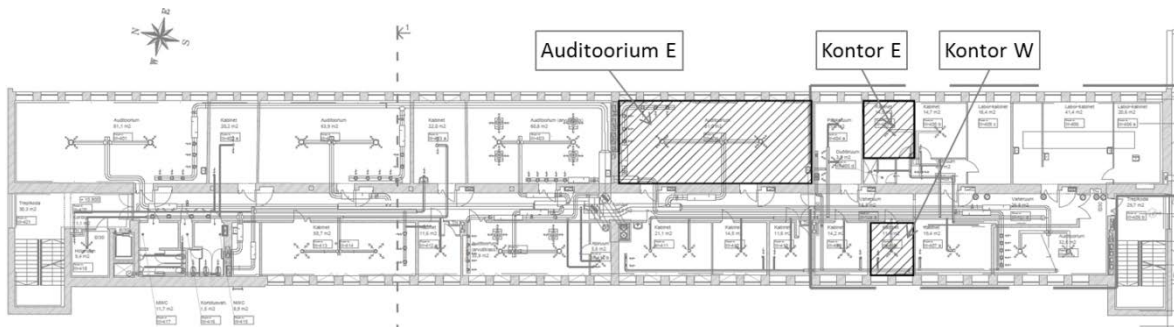
Joonis A.3. Sissepuhke-väljatõmbe ventilatsiooniseade ja sellele hiljem paigaldatud jahutuskalorifeer



Joonis A.4. Auditooriumi ripplaes paiknev sissepuhke õhujagaja ja (vasakul), ventilaatorkonvektor (paremal). Nende vahel asub kõlar.

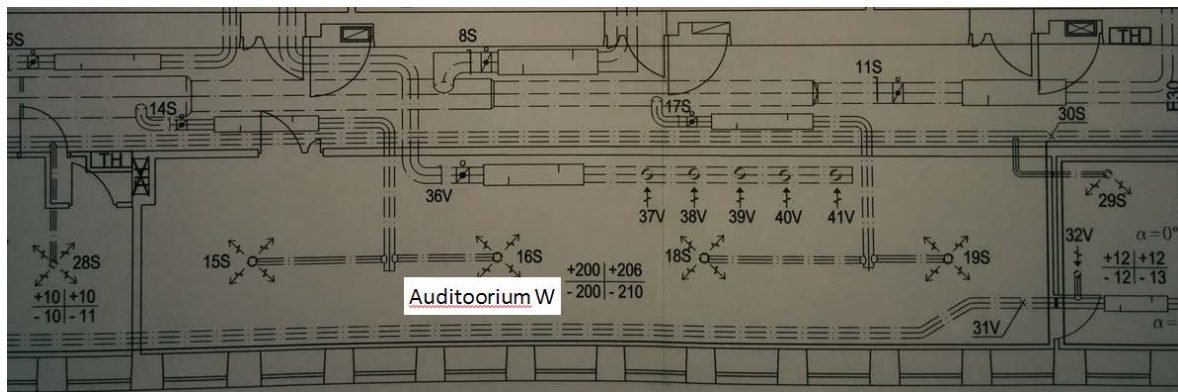
Antud hoone puhul puuduvad kõikides kontorites ja osades auditooriumites jahutusseadmed ning ruumidesse puhutakse ainult jahutatud sissepuhkeõhku. Seetõttu pole kindel, kas jahutussüsteem on asjakohaselt projekteeritud ja tuli teha temperatuurisimulatsioonid selle kontrollimiseks. Selleks valiti välja kriitilised ruumid.

Nagu eelpool mainitud on hoones peamiselt kontorid ja auditooriumid ning aknad asuvad kas ida- või läänefassaadil, seega tuli valida kummaltki fassaadilt üks kontor ja auditoorium. Antud juhul on akende osakaal ja ruumide sügavus fassaadide kaupa ühtlane ja selle põhjal ruume eristada ei saanud. Vähim varjestatud on 4. korruse ruumid ja seetõttu valisime kriitilised ruumid üldiselt sellelt korruselt. Joonisel A.5 on tähistatud temperatuurisimulatsioonideks välja valitud kriitilised ruumid 4. korrusel. 4. korruse läänefassaadil puudub jahutuseta auditoorium ja seetõttu valiti temperatuurisimulatsioonideks 3. korrusel asuv auditoorium, mis on kujutatud joonisel A.6. Välja valitud kriitilised ruumid esindavad ka suhteliselt hästi hoonele iseloomulikke ruume. Iseloomulike ruumide loetellu võiks lisada ka jahutusega auditooriumid, aga nendes on kõik III sisekliimaklassi nõuded peale mõõdetud müratasemete täidetud ja neid pole vaja rohkem III sisekliimaklassi tõendamisel käsitleda.

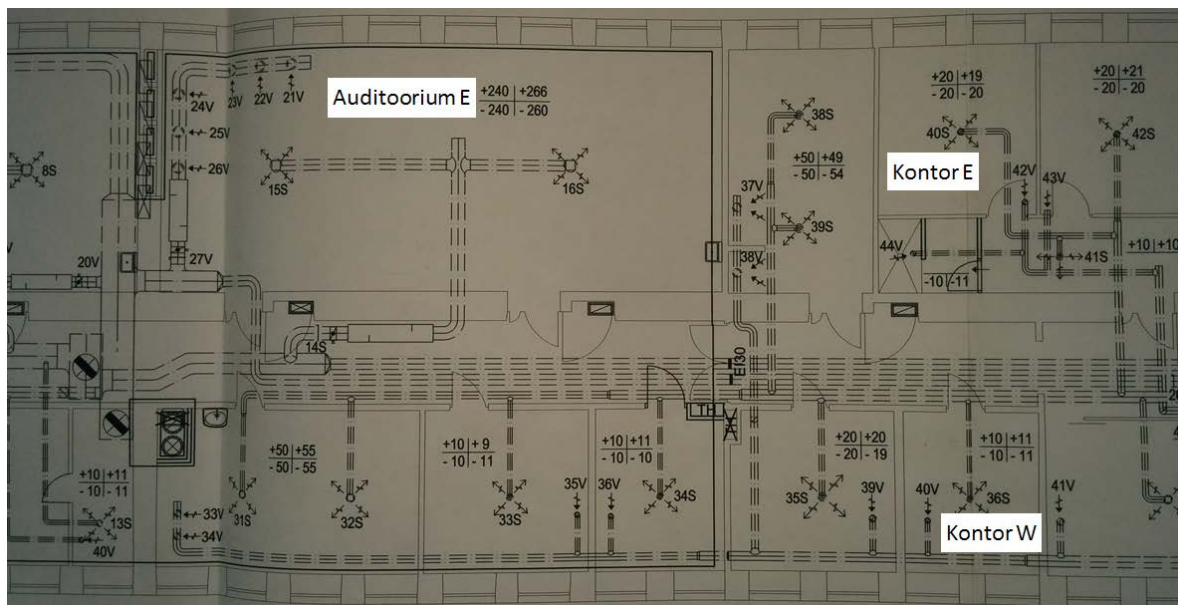


Joonis A.5. Hoone 4. korruse plaan, kus on tähistatud temperatuurisimulatsioonideks välja valitud kriitilised ruumid. Antud korrusel puudub läänefassaadil jahutusseadmeteta auditoorium ja temperatuuri simulatsioonideks valiti välja auditoorium 3. korruse läänefassaadil. Ruumi nimetuses tähistab „E“ paiknemist idafassaadile ja „W“ läänefassaadil.

Lisaks eelpoole nimetatule tuleb suvise ülekuumenemise arvutuseks välja valitavate ruumide puhul kontrollida ka tegelikku õhuvahetust. Välja valitud ruumide projekteeritud ja mõõdistatud õhuvahetus on näha joonistel A.6 ja A.7, kus on kujutatud fotod ventilatsioonisüsteemi mõõdistuspassis. Lisaks oli passis toodud õhuvooluhulgad ka tabeli kujul (joonis A.8) ning reeglina asuvad tabelis ka mõõdetud müratasemed, kuid antud juhul tehnosüsteemide müra kohta info puudub.



Joonis A.6. 3. korruse läänefassaadil asuva jahutuseta auditooriumi (Auditoorium W) ventilatsioonitorustik ja mõõdistatud õhuvooluhulgad. Projekteeritud õhuvahetus on +200/-200 l/s, mõõdetud õhuvooluhulgad on +206/-210 l/s.



Joonis A.7. 4. korruse asuvate kriitiliste ruumide ventilatsioonitorustik ja mõõdistatud õhuvooluhulgad. Näiteks ruumi „Auditoorium E“ projekteeritud õhuvahetus on +240/-240 l/s, mõõdetud õhuvooluhulgad on +266/-260 l/s.

| MÕÕTEPUNKT | | | ASEND A; RISTLÕIKE- PIND [m ²] | KESKMINE RÕHK | | ÕHU KIRUS [m/s] | ÕHUHULK [l/s] | |
|------------|-------------------------------|------|---|---------------|-------------|-----------------------|------------------|---------|
| Nr. | TÜÜP, ÕHUTORU MÕÖT [mm] | | | Hd [Pa] | Hst [Pa] | | PROJEKT | TEGELIK |
| 21S | KTS 100 | 180° | A +6 | | Δp=31 | | 10 | 11 |
| 22S | KTS 100 | 180° | A +6 | | Δp=31 | | 10 | 11 |
| 23S | Ø 315 | | 0,078 | 6 | 34 | 3,1 | 230 | 242 |
| III KORRUS | | | | | | | | |
| 24S | ATTA 160 | | k=15,9 | | Δp=7 | | 40 | 42 |
| 25S | KTS 100 | 360° | A +12 | | Δp=14 | | 20 | 19 |
| 26S | KTS 125 | 360° | A +12 | | Δp=15 | | 20 | 21 |
| 27S | KTS 100 | 180° | A +6 | | Δp=28 | | 10 | 10 |
| 28S | KTS 100 | 180° | A +6 | | Δp=28 | | 10 | 10 |
| 29S | KTS 100 | 180° | A +6 | | Δp=40 | | 12 | 12 |
| 30S | Ø 200 | | 0,0314 | 9 | 53 | 3,8 | 112 | 119 |

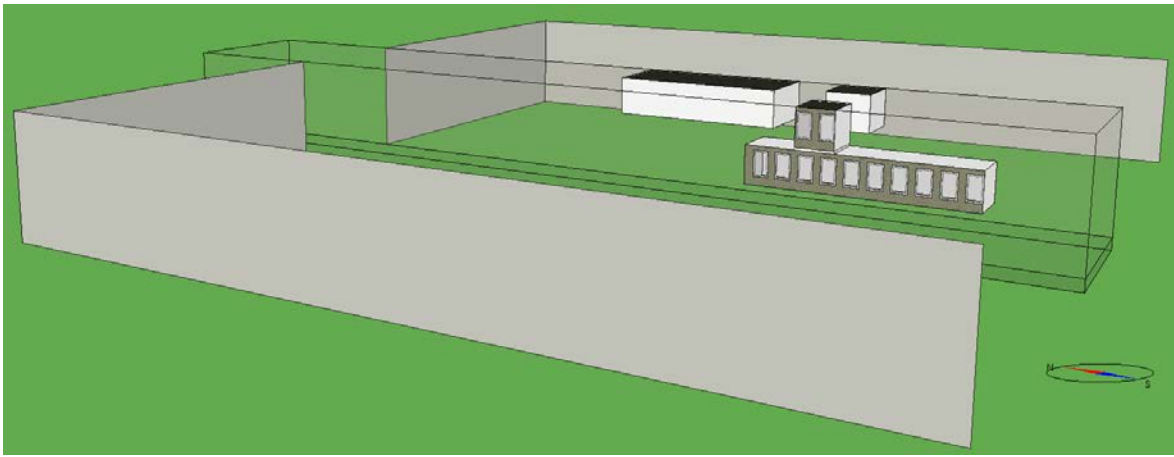
Joonis A.8. Ventilatsioonisüsteemide mõõdistusdokumentatsioonis tabeli kujul toodud info näide. Tavaliselt on tabelis ka mõõdetud müratasemed, kuid antud hoone puhul need puuduvad.

Tabelis A.1 on toodud uuritavate ruumide mõõdetud õhuvooluhulgad ja võrdluseks ka erinevate sisekliimaklasside normvooluhulgad, mis arvutati vastavalt Sisekliima miinimumnõuete määruuses toodud oletuspõrandapindade ja ventilatsiooni inimeste ning materjalide komponentide põhjal. Kõikide ruumide õhuvahetus vastab III sisekliimaklassi nõuetele, kuid II sisekliimaklassi saavutamiseks peaks õhuvahetust suurendama ja õhu kiiruse ning müranõuete täitmiseks, oleks eeldatavasti vaja ventilatsioonisüsteem ümber ehitada. Õhuvooluhulkade vastavust sisekliima nõuetele kontrolliti ka teiste ruumide puhul ja kõigil juhtudel tagati III sisekliimaklassi õhuvahetus.

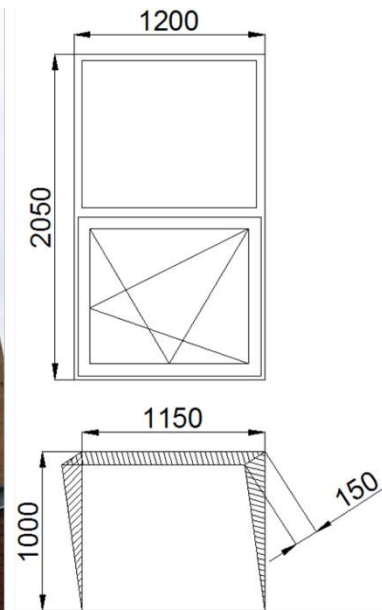
Tabel A.1 Kriitiliste ruumide mõõdetud sissepuhkeõhu vooluhulgad ja vastavate ruumide normvooluhulgad erinevate sisekliimaklasside korral.

| Ruum | Pindala, m ² | Mõõdetud sissepuhkeõhu vooluhulk | | Nõutud sissepuhkeõhu vooluhulk vastavalt sisekliimaklassile, l/(s·m ²) | | |
|---------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|----------|-----------|
| | | l/s | l/(s·m ²) | I klass | II klass | III klass |
| Kabinet E | 14,5 | 19 | 1,31 | 2,25 | 1,575 | 0,9 |
| Kabinet W | 11,4 | 11 | 0,96 | | | |
| Auditoorium E | 81,0 | 266 | 3,28 | 6,0 | 4,2 | 2,4 |
| Auditoorium W | 66,7 | 206 | 3,09 | | | |

Pärast temperatuuri simulatsioonideks kriitiliste ruumide välja valimist koostati simulatsioonimudel, et hinnata nende suvist ülekuumenemist (joonis A.9). Arhitektuurne lahendus ja info välispiirete kohta hangiti teostusdokumentatsioonist. Suvisel ülekuumenemise analüüsil on olulisim, et välispiirete massiivsus ja akende andmed oleks kirjeldatud õigesti. Antud juhul on kõik tarindid kivist. Akende kohta hankisime paketi vaheliistul toodud info põhjal akna tootjalt, kes andis info klaaspaketi soojuslähivuse ja g-arvu kohta, mis on vastavalt 1,1 W/(m²K) ja 40%. Lisaks arvasime välja raami osakaalu kogu avatäite pindalast, mis on 25%. Suvisel perioodil avatakse tuulutamiseks aknaid ja ülekuumenemise korrektseks arvutamiseks tuli välja arvutada tuulutusasendis akna avatud osa pindala. Joonisel A.10 on näha, et ainult osade akende alumine osa on avatav ja tuulutusasendi korral on ühe akna pinnast avatud 6,6%. Tabelis A.2 on toodud kriitiliste ruumide akende avatuse osakaalud tuulutusasendis ja vastavaid andmeid kasutasime temperatuurisimulatsioonides.



Joonis A.9. Kriitiliste ruumide simulatsioonimudel.



$$\frac{1,15 \cdot 0,15 + 2 \cdot 1 \cdot 0,15/2}{1,2 \cdot 2,05} \cdot 100\% = 6,6\%$$

Joonis A.10. Õppehoone läänefassaad, detailselt on näidatud „Kabinet W“ aknaid, millest ainult vasakpoolse alumine osa on avatav. Kui aken on tuulutusasendis, siis avatud osa ülemine äär 150 mm kaugusel aknast ja vastavalt toodud arvutusele on avatud osa pindala 6,6% kogu akna pindalast.

Tabel A.2 Kriitiliste ruumide avatavate akende arv kõigist akendest ja akende avatuse osakaal kogu ruumi akende pinnast, kui kõik avatavad aknad on tuulutusasendis.

| Ruum | Akende arv, - | Avatavate akende arv, - | Avatuse osakaal tuulutus-asendis kogu akende pinnast, % |
|---------------|---------------|-------------------------|---|
| Kontor E | 2 | 1 | 6,6%·1/2=3,3% |
| Kontor W | 2 | 1 | 6,6%·1/2=3,3% |
| Auditoorium E | 8 | 8 | 6,6%·8/8=6,6% |
| Auditoorium W | 10 | 2 | 6,6%·2/10=1,2% |

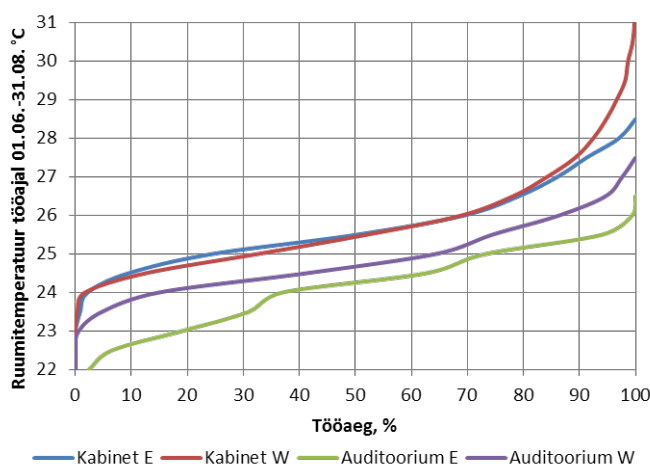
Lisaks eelpool mainitud lähteandmetele kasutasime simulatsioonides tegelikke ventilatsiooni õhuvooluhulkasid ruumi jõudva sissepuhkeõhu temperatuuriga 18 °C. Ruumide vabasoojused ja ventilatsiooni kasutusaeg vastasid VVm nr. 63 „Hoonete

energiatõhususe arvutamise meetodika“ toodud väärtustele ja kasutusprofiilile. Ruumide kasutusaeg suvise ruumitemperatuuri arvutustes kontorite puhul on 01.06.-31.08. tööpäeviti 08:00-17:00 ja koolide puhul 01.06.-15.06. ja 15.08.-31.08. tööpäeviti 08:00-16:00.

Tabelis A.3 on toodud suvise ruumitemperatuuri analüüsi tulemused ja ida- ja läänefassaadi kontorites ületatakse piirtemperatuuri vastavalt 14,2% ja 16,1% ajast, mis ületab piirmäära 10%. Sealjuures ületatakse kontorites tööajal sisetemperatuuri 27 °C vastavalt 53 ja 113 °Ch jooksul. Auditooriumites ülekuumenemisega probleeme ei ole. Seega tuleks kontoritesse ette näha meetmed suvise ülekuumenemise vältimiseks, milleks võib näiteks olla õhuvahetuse suurendamine, päikesekaitsekiilede kasutamine või jahutussüsteemi ehitamine. Konkreetsete meetmete välja valimine nõuab täiendavat analüüsi.

Tabel A.3 Kriitiliste ruumide temperatuurisimulatsioonide tulemused. Tabelis on toodud 27 °C ületamine kasutusajal kraadtundides ning protsendina kasutusajast.

| Ruum | 27 °C ületamine kasutusajal | |
|---------------|-----------------------------|------|
| | °Ch | % |
| Kabinet E | 53 | 14,2 |
| Kabinet W | 113 | 16,1 |
| Auditoorium E | 0 | 0,0 |
| Auditoorium W | 1 | 2,5 |



Hoone sisekliima hindamise käigus selgus, et:

- küttesüsteem vastab põhimõtteliselt I sisekliimaklassi nõuetele
- auditooriumites ja õppeklassides piisab suvise ülekuumenemise vältimiseks sissepuhkeõhu jahutamisest ja akende avamisest ning täidetakse III sisekliimaklassi nõudeid
- kontorites on probleeme suvise ülekuumenemisega ja ei täideta III sisekliimaklassi nõudeid
- ruumides on piisav õhuvahetus täitmaks III sisekliimaklassi ja osades isegi II sisekliimaklassi nõudeid
- II sisekliimaklassi saavutamiseks peab mõõdistama tehnosüsteemide müra iseloomulikes ja kriitilistes ruumides

Praeguse seisuga tagatakse hoones IV sisekliimaklassi nõudeid ja III sisekliimaklassi saavutamiseks on vaja:

- näha ette meetmed vältimaks suvist ülekuumenemist kontorites

II sisekliimaklassi saavutamiseks on vaja:

- suure tõenäosusega ehitada jahutussüsteem kõikidesse kontoritesse ja auditooriumitesse
- teha olemasolevate ventilaatorkonvektorite õhujugade arvutus, et kontrollida õhu kiiruste vastavust II sisekliimaklassi nõuetele; tõenäoliselt tuleb ka olemasolev jahutussüsteemi ümber ehitada, et tagada II sisekliimaklassile sobivad õhukiirused
- suurendada ventilatsiooni õhuvooluhulkasid nii, et oleks tagatud vastava sisekliimaklassi õhuvooluhulgad, õhukiirused ja müratasemed; see tähendab ventilatsioonisüsteemi põhjalikku ümberehitamist

Analüüsi tulemused on koondatud tabelisse A.4.

Tabel A.4 Näidishoone vaatluse ja sisekliima analüüsi tulemused

| Objekt: | | Sisekliimaklass | |
|--|---|---------------------|----|
| Aadress: | | III | IV |
| Ehitusaasta: | | Renoveerimisaasta: | |
| Küte | Kas hoones on töökorras küttesüsteem? | Jah | Ei |
| | Kas kütteperioodil on võimalus temperatuure ruumipõhiselt juhtida? | Jah | Ei |
| | Märkused: Puuduvad | | |
| Jahutus | Kas hoones on töökorras jahutussüsteem, mis teenindab ruume, mille aknad on kagu, lõuna, edela või lääne ilmakaarde? | Jah | Ei |
| | Kas nimetatud ruumides on jahutusperioodil võimalus temperatuure ruumipõhiselt juhtida? | Jah | Ei |
| | Juhul kui hoones pole töökorras jahutussüsteemi, kas on tõendatud vastavus suvise temperatuuri nõuetele? | Jah | Ei |
| | Märkused: Ventilatsiooni sissepuhkeõhk on jahutatud ja auditooriumites on ventilaatorkonvektoritega jahutussüsteem. Kontoriruumides jahutus puudub ja vastavalt temperatuurisimulatsioonidele kuumeneb ruumiõhk liigselt üle. | | |
| Ventilatsioon | Kas hoones on töökorras mehaaniline ventilatsioonisüsteem? | Jah | Ei |
| | Kas on olemas süsteemi mõõdistuspass mõõdetud normikohaste õhuvooluhulkadega ja müratasemetega või on ventilatsiooni toimivus mõõtmistega tõendatud? | Jah | Ei |
| | Märkused: Puuduvad | | |
| Vaatlustulemuste põhjal saavutatud sisekliimaklass: | | III | IV |
| <p>Tegevused, mis on eeldatavasti vajalikud parema sisekliimaklassi saavutamiseks:</p> <p>II sisekliimaklassi saavutamiseks oleks vaja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. suure tõenäosusega ehitada jahutussüsteem kõikidesse kontoritesse ja auditooriumitesse 2. teha olemasolevate ventilaatorkonvektorite õhujugade arvutus, et kontrollida õhu kiiruste vastavust II sisekliimaklassi nõuetele; tõenäoliselt tuleb ka olemasolevat jahutussüsteemi ümber ehitada 3. suurendada ventilatsiooni õhuvooluhulkasid nii, et oleks tagatud vastava sisekliimaklassi õhuvooluhulgad, õhukiirused ja müratasemed; see tähendab ventilatsioonisüsteemi põhjalikku ümberehitamist | | | |
| Vaatluse teostaja: | | Kuupäev ja allkiri: | |

Lisa B - II sisekliimaklassi tõendamise näide

Lisas B tuuakse näide esmapilgul sisekliimaklassi II kuuluva büroohoone sisekliima klassifitseerimise kohta. Hoone on 16-korruseline, millest 2. kuni 9. korrusel asuvad büroopinnad. Antud näites käsitleme ainult büroopindade sisekliimat. Hoone põhiplaan on ristküliku kujuline ja aknad moodustavad büroodes välisseinast umbes 50%. Aknaid asuv kõigil fassaadidel, mis on orienteeritud kirdesse, kagusse, loodesse ja edelasse. Hoone on ehitatud 2015. aastal.

Kogu büroopindadel on teraspaneelradiaatoritega vesiküttesüsteem ja radiaatoritele on termoajamiga ventiilid (joonis B.1), seega küttesüsteem vastab II sisekliimaklassinõuetele ja ei oleks takistuseks ka I sisekliimaklassi saavutamisel. Ruumides on sissepuhkeväljatõmbeventilatsioon aktiivjahutustaladega (joonis B.2), mille õhuvooluhulgad ja müratasemed on mõõdistuspassis dokumenteeritud. Lisaks on jahutatud ventilatsiooni sissepuhkeõhk.

Olemasoleva hoone I või II klassi tõendamiseks on vaja teha järgnevat:

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 12.)

Olemasoleva hoone vastavust sisekliima klassile I või II tõendatakse hoone teostusdokumentatsiooni, hoone tehnosüsteemide ja ruumide tehnilise ülevaate ning arvutuslikult või mõõtmistega. Teostusdokumentatsiooni ja tehnilise ülevaate kontrollitakse, et:

- 1) on kasutatud tehnilisi lahendusi mis võimaldavad täita sisekliimaparameetrite nõudeid kõikides pidevalt viibitavates ruumides;
- 2) hoones on töökorras tehnosüsteemid, mis vastavad teostusdokumentatsioonile;
- 3) projekteerimisel on arvestatud nõutud õhuvooluhulkadega ning õhuvooluhulgad ja müratasemed on tõendatud mõõtmisprotokolliga.

Helirõhutasemete ja heliisolatsiooni tõendamine tehakse akustiliste mõõtmistega nii arvutusliku kui mõõtmistega tõendamise puhul.

Kui kasutatakse arvutuslikku tõendamist, siis teostatakse:

- 1) jahutuskooormuse simulatsioonarvutused (ruumitemperatuuri tagamine) iseloomulikele ja kriitilistele ruumidele;
- 2) kasutatavate lõppelementide või ruumiseadmete õhujugade arvutuslik hindamine või simulatsioonid vastavate toodete omadustega arvestava tarkvaraga iseloomulikele ja kriitilistele ruumidele;

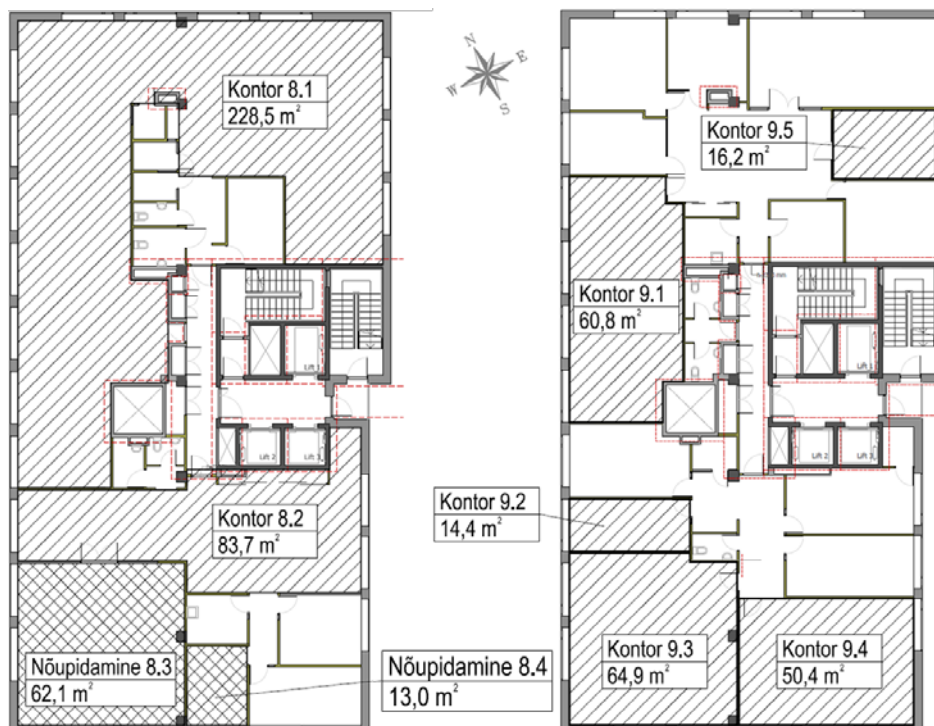


Joonis B.1. Ruumide kütmiseks kasutatakse teraspaneelradiaatoreid, mis on varustatud termoajamiga reguleerventiilidega.



Joonis B.2. Ruumide sissepuhkeks ja jahutamiseks kasutatakse aktiivjahutustalasisid.

Hoone ülevaatusel veenduti, et kasutatud tehnosüsteemide lahendused on üldiselt sobivad sisekliimaparameetrite nõudeid pidevalt viibitavates ruumides ja lahendused vastavad teostusdokumentatsioonile. Kontrolliti üle tegelike õhuvooluhulkade ja müratasemete vastavus projekteeritule ja II sisekliimaklassi nõuetele. Õhuvooluhulkade kontrolliks valiti välja tüüpilised ja kriitilised ruumid, mis asuvad 8. ja 9. ehk kahel ülemisel bürookorrusel, mis on kujutatud joonisel B.3. Peamiselt on pidevalt viibitavateks ruumideks kontorid ja nõupidamised. Kontoritest valiti välja suurimad, keskmise suurusega ja väikseimad ruumid, mille hulgas on nii keset fassaadi paiknevaid kui ka nurgaruume. Kriitilised ruumid on üldiselt väikseimad ja nurga peal paiknevad ruumid. Iseloomulikeks loeti kõik tähistatud s.h. ka kriitilised ruumid.



Joonis B.3. Hoone 8. ja korruse plaan, kus on tähistatud välja valitud kriitilised ja iseloomulikud ruumid.

Kriitilistes ja iseloomulikes ruumides tehtud õhuvooluhulkade kontroll näitas, et õhuvooluhulgad ja müratasemed vastavad kõigis ruumides sisekliimaklassi II nõuetele. Mõõdetud õhuvooluhulgad ja nõuded erinevate sisekliimaklasside puhul on toodud tabelis B.1.

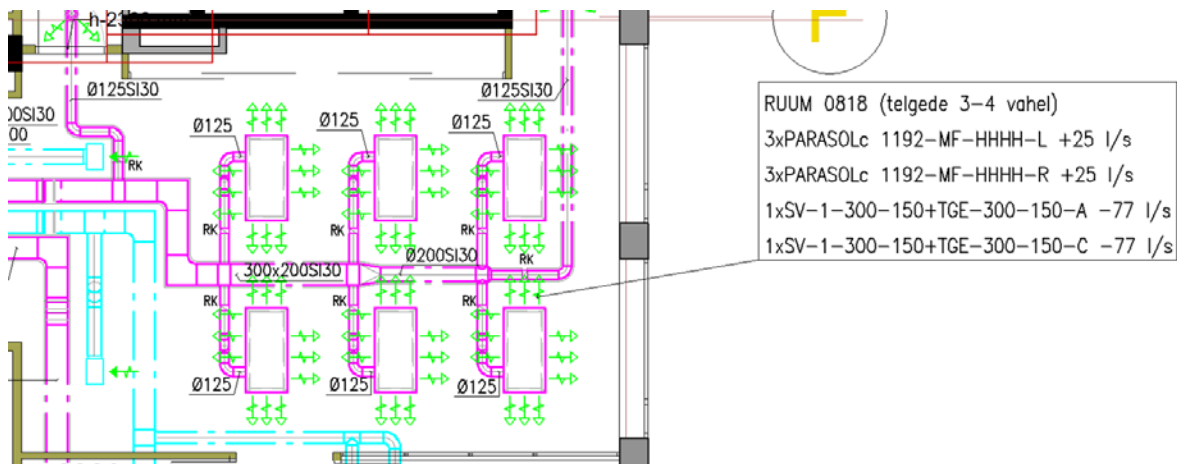
Tabel B.1 Kriitiliste ja iseloomulike ruumide mõõdetud sissepuhkeõhu vooluhulgad ja vastavate ruumide normvooluhulgad erinevate sisekliimaklasside korral.

| Ruum | Pindala, m ² | Mõõdetud sissepuhkeõhu vooluhulk | | Nõutud sissepuhkeõhu vooluhulk vastavalt sisekliimaklassile, l/(s·m ²) | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|----------|-----------|
| | | l/s | l/(s·m ²) | I klass | II klass | III klass |
| Nõupidamine 8.3 | 62,1 | 280 | 4,5 | 6,0 | 4,2 | 2,4 |
| Nõupidamine 8.4 | 13,0 | 60 | 4,6 | | | |
| Kontor 8.1 | 228,5 | 489 | 2,1 | | | |
| Kontor 8.2 | 83,7 | 210 | 2,5 | | | |
| Kontor 9.1 | 60,8 | 132 | 2,2 | | | |
| Kontor 9.2 | 14,4 | 29 | 2,0 | 2,25 | 1,575 | 0,9 |
| Kontor 9.3 | 64,9 | 122 | 1,9 | | | |
| Kontor 9.4 | 50,4 | 105 | 2,1 | | | |
| Kontor 9.5 | 16,2 | 50 | 3,1 | | | |

Kuna projektis olid jahutuskoormused esitatud korrektset, siis eeldati, et jahutussüsteem on asjakohane ning jahutuskoormuste simulatsioonarvutusi teostama ei pea. Jahutussüsteemi projektis oli toodud, et tehnosüsteemidega tuleb tagada õhu liikumiskiirus kabinettides ja viibimistsoonides alla 0,2 m/s. Õhu liikumise maksimaalne kiirus jahutusolukorras on II sisekliimaklassis 0,25 m/s ja projekteerimisel on arvestatud karmima nõudega. Õhu liikumise maksimaalne kiirus ilma jahutuskoormuseta II sisekliimaklassis on 0,19 m/s, mis on projekteerimisel arvestatud väärtusest pisut suurem. Samas kasutatakse sissepuhkeks jahutustalaseid, mis vastavalt projektile tagavad 0,2 m/s ka jahutusolukorras ja seega peaks ilma jahutuseta jääma õhukiirused alla 0,2 m/s ehk II sisekliimaklassi nõuded on täidetud.

Sellest hoolimata esitame siinkohale näite ventilatsiooni ja jahutuse õhujugade analüüsi, et kontrollida õhu liikumiskiiruste vastavust II sisekliimaklassi nõuetele. Analüüsiks valisime ruumi „Kontor 8.2“, kus on jahutustalad paigutatud üksteisest kahe ripplae mooduli ehk 1,2 m kaugusele (joonis B.4). Lisaks on ruumis suhteliselt suur sissepuhkeõhu vooluhulk 25 l/s jahutustala kohta. Jahutusseadmete kirjelduses tähendab tähtede kombinatsioon „HHHH“ seda, et igas suunas on sissepuhkedüüsid maksimaalselt avatud. Õhujugade analüüsiks kasutame jahutustalade valikuprogrammi, kuhu sisestasime sissepuhkeõhu ja jahutuse külmakandja vooluhulgad ning temperatuurid ja valisime projektis ette nähtud seadistuse. Antud seadmete puhul on võimalik programmist näha, millised on jahutustala minimaalne kaugus ruumi seinast ja teisest jahutustalast. Joonis B.5 on näha, et iga jahutustala külg peab olema seintest vähemalt kaugusel 0,82 m ning teisest jahutustalast 1,25 m, et viibimistsoonis tagada kiirus alla 0,20 m/s. Lubatud vahekaugus teisest jahutustalast on pisut suurem lubatud 1,2 m. Arvestades, et II sisekliimaklassis on on lubatud viibimistsoonis õhu liikumiskiirus 0,25 m/s, siis võib eeldada, et see kriteerium on täidetud nagu on näha ka joonisel B.6.

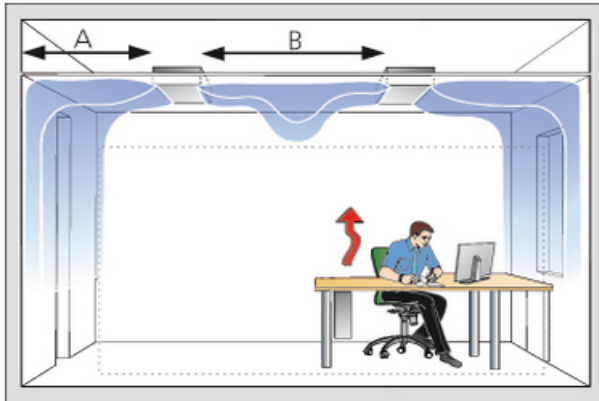
Kokkuvõtteks antud näites kirjeldatud hoone tagab II sisekliimaklassi nõuded.



Joonis B.4. Ruumi „Kontor 8.2“ jahutustalade paigutus, seadistus ja õhuvooluhulgad.

Room height m Mean air velocity in occupied zone

| | Side 1 | Side 2 | Side 3 | Side 4 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| A=Distance to wall with occupied zone (0.20 m/s) | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82 |
| B=Distance between units with occupied zone (0.20 m/s) | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |

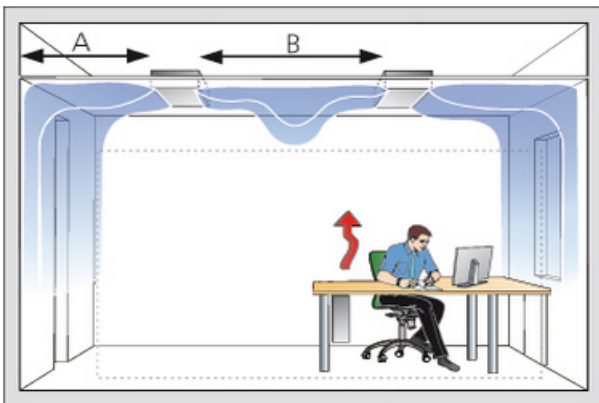


Placement: Recessed (1)

Joonis B.5. Ruumi „Kontor 8.2“ jahutustalade minimaalne kaugus seintest ja teistest jahutustalades, kui tagatakse viibimistsoonis õhu liikumiskiirus alla 0,20 m/s.

Room height m Mean air velocity in occupied zone

| | Side 1 | Side 2 | Side 3 | Side 4 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| A=Distance to wall with occupied zone (0.25 m/s) | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| B=Distance between units with occupied zone (0.25 m/s) | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |



Placement: Recessed (1)

Joonis B.6. Ruumi „Kontor 8.2“ jahutustalade minimaalne kaugus seintest ja teistest jahutustalades, kui tagatakse viibimistsoonis õhu liikumiskiirus alla 0,25 m/s.

Lisa C Nõuded sisekliimale

Hoonete sisekliima jagatakse nelja klassi:

I – Parim

II – Hea

III – Rahuldav, esineb sisekliima parandamise vajadus olulisel rekonstrueerimisel

IV – Puudulik, sobimatu pidevalt kasutatavaks töö-, õppe või eluruumiks

Sõltuvalt hoone tüübist ja ehitusajast kehtivad erinevad sisekliima nõuded, kuid üldiselt peavad uued hooned vastama II sisekliimaklassi nõuetele ja olemasolevad hooned III sisekliimaklassi nõuetele. Täpsemalt on nõudeid hoonete sisekliimale kirjeldatud määruses „Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded“:

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 13.)

Hoonetes, mille ehitusluba on väljastatud alates XX.YY.2016 uue hoone ehitamise või olulise rekonstrueerimise jaoks, peavad olema pidevalt viibitavates siseruumides tagatud 2. ja 3. peatükis toodud nõuded ja 4. peatükis toodud II sisekliimaklassi nõuded va tabelis 12 toodud ventilatsiooni õhuvooluhulgad, mille asemel järgitakse 2. peatükis § 4 toodud ventilatsiooni õhuvooluhulkade nõudeid.

Müra ja heliisolatsiooni osas peavad olema täidetud sisekliimaklassi II nõuded hoonetes, mille ehitusluba on väljastatud alates 4.3.2002.

Muude hoonete pidevalt viibitavad siseruumid peavad vastama nõuetele alates XX.YY.20XX järgnevalt:

- 1) töö- ja õpikeskkonnas peavad olema tagatud sisekliimaklassi III nõuded;
- 2) koolieelsetes lasteasutustes ja hoolekandeaasutustes peab ruumitemperatuur kütteperioodil ja põranda temperatuur vastama sisekliimaklassi II nõuetele.

Igale sisekliimaklassile vastavad teatud sisekliima parameetrid, milles käesolevas juhendis toome peamiselt välja need, mida tuleks olemasoleva hoone puhul jälgida, kui sisekliimaklass määratakse olemasolevale hoonele, kas arvutuslikult või mõõtmiste abil. Peamiselt võib käesolevas peatükis toodud vaja minna I ja II sisekliimaklassi tõendamisel, järgnevat infot võib vaja minna ka III klassi puhul, kui ei ole tõendatud suviste ruumitemperatuuride või ventilatsiooni õhuvooluhulkade vastavus nõuetele.

Eluruumide sisekliima nõuded

Eluruumide puhul on kõige olulisem tagada aastaringselt sobilik ruumitemperatuur ning piisav õhuvahetus tekitamata tehnosüsteemidega liigset müra. Tabelis C.1 on toodud eluruumide sisekliima klassifitseerimisel kasutatavate ruumitemperatuuri ja õhukvaliteeti iseloomustavate parameetrite väärtused. Tabel C.2 esitab nõuded tehnosüsteemide mürale eluruumides.

Tabel C.1. Eluruumide sisekliima klassifitseerimisel kasutatavate ja olemasoleva hoone puhul mõistlikult mõõdetavate parameetrite väärtused viibimistsoonis kolmele sisekliimaklassile.

| | I | II | III |
|---|------------------|-------|-------|
| Ruumitemperatuur kütteperioodil, °C | 21-25 | 20-25 | 19-25 |
| Suveperioodi piirtemperatuur, °C | 25 | 27 | 28 |
| Piirtemperatuuri lubatud ületamine, °Ch | 100 | 150 | 200 |
| Suhteline niiskus kütteperioodil, % | >20 ¹ | - | - |
| Süsihappegaasi maks. kontsentratsioon, ppm | 1000 | 1250 | 1500 |
| Minimaalne eluruumi keskmine välisõhu vooluhulk l/(s m ²) | 0.49 | 0.42 | 0.35 |
| Minimaalne sissepuhe või sissevõetav välisõhu vooluhulk, l/s | | | |
| elu- ja magamistubades | 18 | 12 | 10 |
| alla 11 m ² magamistubades | 12 | 8 | 6 |
| Väljatõmbed niisketest ruumidest, l/s | | | |
| WC ² | 14 | 10 | 7 |
| pesuruum ² | 20 | 15 | 10 |
| 1-toalise korteri pesuruum | 14 | 10 | 8 |
| köögi üldventilatsioon ² | 12 | 8 | 8 |
| 1-toalise korteri köögi üldventilatsioon | 8 | 6 | 6 |
| ajutine kohtaratõmme pliidikubust | 30 | 25 | - |

¹ suhteline niiskus võib olla külmade talveilmade puhul lühiajaliselt madalam kui 20%

² väljatõmme võib olla väiksem juhul kui minimaalne välisõhu vooluhulk on tagatud

Lubatud kõrvalekalded tabeli C.1 väärtustest vastavalt määrusele „Hoonete sisekliima ja õhustuse miinimumnõuded“ on järgmised:

| Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 11.) | |
|--|--|
| 1) | 5% ja 10% kasutusajast ühe sisekliimaklassi võrra vastavalt sisekliimaklassis I ja II kütteperioodi ruumitemperatuurile; |
| 2) | süsihappegaasi maksimaalset kontsentratsiooni ei tohi ületada kui inimtihedus ruumides ei ületa projekteeritud väärtust; |
| 3) | 20% ruumide ventilatsiooni õhuvooluhulkadele kõikides sisekliimaklassides, kuid 5%, 10% ja 10% summaarsele õhuvooluhulgale vastavalt sisekliimaklassis I, II ja III. |

Tabel C.2. Eluruumide sisekliima klassifitseerimisel kasutatavad tehnosüsteemide A-korrigeeritud ekvivalentsed ($L_{pA,eq,T}$) helirõhu maksimaalsed normtasemed.

| Tehnosüsteemide müra $L_{pA,eq,T}$ arvutuslikul õhuvooluhulgal, dB(A) | I | II | III |
|---|----|----|-----|
| Magamistubades kütteperioodil | 24 | 25 | 30 |
| Elutubades kütteperioodil | 26 | 28 | 33 |
| Elu- ja magamistubades jahutusperioodil, dB(A) | 28 | 30 | 35 |
| Niisketes ruumides ¹ | 32 | 35 | 40 |

¹ nõue ei kehti ventilatsiooniseadme korpuse läbi tulevale mürale, mille maksimaalne tase võib olla 45 dB(A)

Mitteelamute sisekliima nõuded

Sarnaselt elamutele on ka mitteelamutes oluline tagada ruumides mugav temperatuur ja piisav õhuvahetus ettenähtud müra tasemeid ületamata. Võrreldes elamutega eristatakse töö- ja õpikeskkonnas kütte- ja jahutusperioodi temperatuure, sest inimestel on vähem võimalusi enda soojuslikku mugavust riietusega reguleerida. Lisaks tuleb ka tähelepanu pöörata õhu liikumiskiirustele ja valgustusele ning õhuvahetuse nõuded sõltuvad ruumitüüpidest ja kasutajate arvust. Tabelites C.3 ja C.4 on toodud töö- ja õpikeskkonna sisekliima klassifitseerimisel kasutatavate ruumitemperatuuri, valgustust ja õhukvaliteeti iseloomustavate parameetrite väärtused.

Tabel C.3. Töö- ja õpikeskkonna klassifitseerimisel kasutatavad sisekliimaparameetrite väärtused viibimistsoonis kolmele sisekliimaklassile ruumide kasutusajal.

| | I | II | III |
|---|-------------------|-------|-------|
| Ruumitemperatuur ¹ kütteperioodil ² , °C | 21-23 | 20-24 | 19-25 |
| Ruumitemperatuur jahutusperioodil, °C | 23,5-25,5 | 23-26 | 22-27 |
| Suhteline niiskus kütteperioodil, % | >20 ³ | - | - |
| Õhu liikumise maks. kiirus ³ kütteperioodil, m/s | 0,14 ⁴ | 0,16 | 0,21 |
| Õhu liikumise maks. kiirus jahutusolukorras, m/s | 0,19 | 0,25 | 0,35 |
| Õhu liikumise maks. kiirus ilma jahutuskooormuseta, m/s | 0,16 ⁵ | 0,19 | 0,24 |
| Süsihappegaasi maks. kontsentratsioon, ppm | 750 | 900 | 1200 |
| Süsihappegaasi maks. kontsentratsioon suure inimtihedusega ruumides ⁴ , ppm, | 950 | 1200 | 1500 |
| Ventilatsioon, inimeste komponent, l/(s in) | 10 | 7 | 4 |
| Ventilatsioon, materjalide komponent, l/(s m ²) (väga madala emissiooniga materjalid) | 0,5 | 0,35 | 0,3 |
| Ventilatsioon, materjalide komponent, l/(s m ²) (madala emissiooniga materjalid) | 1,0 | 0,7 | 0,4 |
| Valgustihedus, tööpiirkond, lx | 500 | 500 | - |
| Valgustihedus, lähiümbrus, lx | 300 | 300 | - |

¹temperatuurivahemik ruumidele, mille arvutuslik temperatuur on 21°C.

²kütteperioodiks loetakse temperatuurisimulatsioonides aeg, mil välistemperatuur on < 12 °C

³suhteline niiskus võib olla külmade talveilmade puhul lühiajaliselt madalam kui 20%

⁴suure inimtihedusega ruumideks loetakse ruumid, milles põrandapind inimese kohta on <3 m²

Eelpool tabelis C.3 toodud parameetritest on lubatud järgnevad kõrvalekalded:

Hoonete sisekliima ja õhustuse nõuded (§ 11.)

- 1) 3% ja 6% kasutusajast ühe sisekliimaklassi võrra vastavalt sisekliimaklassis I ja II kütte- ja jahutusperioodil ruumitemperatuurile;
- 2) 12% kasutusajast sisekliimaklassis III kütte- ja jahutusperioodil ruumitemperatuurile
- 3) süsihappegaasi maksimaalset kontsentratsiooni ei tohi ületada kui inimtihedus ruumides ei ületa projekteeritud väärtust;
- 4) 20% ruumide ventilatsiooni õhuvooluhulkadele sisekliimaklassides I ja II ning 30% sisekliimaklassis III;
- 5) 5%, 10% ja 15% summaarsele õhuvooluhulgale vastavalt sisekliimaklassis I ja II ning III.

Lubatud kõrvalekallete määramisel temperatuurisimulatsioonidega loetakse kütteperioodiks aeg, mil välistemperatuur on $< 12\text{ °C}$ ning ülejäänud aeg loetakse jahutusperioodiks. Sisekliimaklassidele vastavad tehnosüsteemide müratasemed on toodud tabelis 13.

Tabel C.4. Töö- ja õpikeskkonna sisekliima klassifitseerimisel kasutatavad tehnosüsteemide A-korrigeeritud ekvivalentsed ($L_{pA,eq,T}$) helirõhu maksimaalsed normtasemed kolmele sisekliimaklassile, dB(A).

| Ruumi tüüp | I | II | III |
|--|----|----|-----|
| Majutusasutuse hotellitubades | 25 | 30 | 35 |
| Tervishoiuasutuse palatites ja operatsioonisaalides | 25 | 25 | 30 |
| Arstikabinettides ja uuringuruumides | 30 | 30 | 35 |
| Kooli ja muu õppeasutuse klassides, õppekabinettides, lugemissaalides ja muudes õpperuumides | 28 | 33 | 40 |
| Koolieelse lasteasutuse rühma- ja magamisruumides | 25 | 30 | 35 |
| Büroo- ja haldushoone nõupidamisruumides, töökabinettides ja nendega võrdsustatud ruumides | 35 | 35 | 40 |
| Avatud plaanilahendusega tööruumides | 40 | 40 | 40 |

