

PIIRETE OMADUSTE MÕJU HOONELE JA SISEKLIIMALE

Targo Kalamees

Valides hoonele piirdekonstruktsioone, võib tekkida küsimus piirete omaduste mõjust hoonele ja sisekliimale.

Piirde soojajuhtivus

Seinad peavad olema soojapidavad, kuid samas pole Eestis ühegi õigusaktiga sätestatud nõudeid piirete soojajuhtivuse kohta. Eesti projekteerimismisnormi eelnõus EPN 11.1 "Piirdetarindid. Üldnõuded" on antud soovituslikuna hoone kõetava osa välispiirete soojajuhtivuse maksimaalsed piirväärtused sisetemperatuuril +18 °C. Eesti Ehitusreeglite Nõukogu on 1999. aastal andnud soovituslikud juhised piirdetarindite soojajuhtivusele ruumi arvutuslikul temperatuuril +22 °C (vt ka tabelit).

Kui aga ruumi arvutuslik temperatuur ei ole +18 või +22 °C, siis tuleb piirete maksimaalselt lubatud soojajuhtivust suurendada või vähendada, arvestades kütteperioodi keskmise arvutusliku sise- ja välisõhutemperatuuri vahet.

Piirde soojajuhtivus ei sõltu tarindi materjalidest, vaid eeskätt nende soojajuhtivustegurist ja geomeetriast (paksus, külmasillad). Majanduslikult optimaalse soojajuhtivuse arvutamiseks on koostatud ka vastav arvutusjuhised.

Piirde soojajuhtivus on ainult üks osa ehitise energiakulus. Ehitise energiatõhususe hindamisel tuleb lisaks soojusisolatsioonile arvestada ka teisi tegureid, mille roll on järjest tähtsam, näiteks kütte- ja jahutusseadmed, passiivsete ja taastuvate energiaallikate kasutamine, ehitise konstruktsioon ning arhitektuur. Kuigi majanduslik kokkuvõtte on hoone soojapidavuse küsimuse otsustamisel esimesi ja peamisi tegureid, tuleks tähelepanu pöörata ka muudele aspektidele, nagu tervislikkus, mugavus, keskkonnasõbralikkus ja kasutusiga.

Vaadeldes hoone kogu energiabilansi, võime piirded kujundada nn kompensatsioonimeetodil. Sellisel puhul jääb mõnede piirete soojajuhtivus soovituslikust suuremaks, kui võrd teised piirded tehakse soojapidavamad. Seda meetodit on otstarbekas kasutada näiteks hoone renoveerimisel, kui kaalumise alla tuleb lisasoostamise vajadus. Kui see tugineb

vaid energia kokkuhoiul, jäetakse need piirded, mis on ehitus- ja niiskustehniliselt probleemsed, lisasoostamata ning suurem soojakadu korvatakse teiste piirete suurema soojapidavusega.

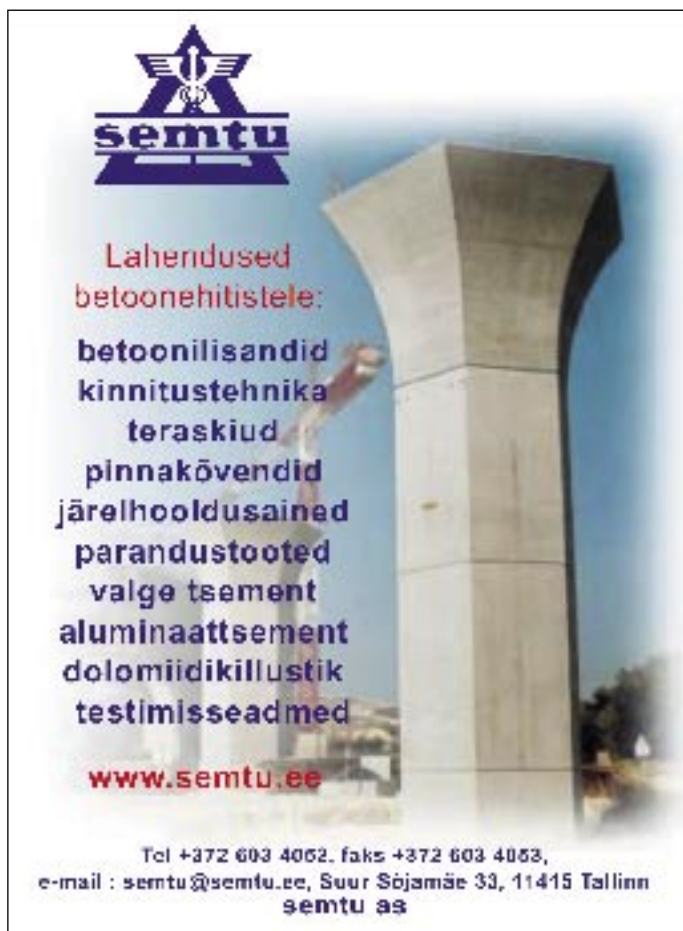
Eestis on ka mitmeid traditsioonilisi piirdelahendusi, mis aga uute soojusjuhtivuse nõuete korral oleksid kasutusest välistatud. Näiteks palkmaja seinad peaks nende järgi ehitama 65...70 cm läbimõõduga palgist.

Soovituslikest suurema soojajuhtivuse korral tuleb jälgida, et hoones oleks tagatud normaalne ja tervislik elukeskkond ja majanduslikult otstarbekas küttekulu.

Hoone välispiirete sisepind on talvel stationsaerolukorras alati külmem kui sisetemperatuur. Mida külmem on aga piirdetarindi pind, seda enam neelab ta inimestest õhkuvat soojuskiirgust ja seda vähem edastab ise soojuskiirgust. Eriti ebamugavaks muutub keskkond siis, kui ka õhu temperatuur on normaalsest madalam: lisaks külmakiirgusele suurendab külm piirdepind õhu liikumist ruumis, mis omakorda võimendab inimestes külmamunnet. Külmade pindadega ruumi sisetemperatuur peab soojusliku mugavuse saavutamiseks olema oluliselt kõrgem.

Ebamugavust ja ebatervet sisekliimat tekitab ka ühekülgne külma- või soojakiirgus. Inimorganism kohaneb ühtlase jahutuse või küttega suhteliselt hästi. Ühekülgse (külm/kuum aken, põrand või lagi, kuum ahi) kiirguse või selle järsu muutuse korral ei suuda organism end termoregulatsiooniga nii hästi kaitsta.

Ruumide puhul, kus on erandlikult suured aknad või muud külmad/soojad pinnad, mis mõjutavad oluliselt inimese soojuslikku mugavust, tuleb välja arvutada operatiivne temperatuur. Operatiivne temperatuur peab jääma õhu normitud temperatuuri piiridesse ja kiirgustemperatuuri asümmeetria ei tohi seatud piirväärtusi ületada. Mida väiksem on seina soojusjuhtivus, seda soojem on ka tema sisepind.



semtu

Lahendused
betoonehitistele:

betoonilisandid
kinnitustehnika
teraskiud
pinnakõvendid
järelhooldusained
parandustooted
valge tsement
aluminaattsement
dolomiidikiillustik
testimisseadmed

www.semtu.ee

Tel +372 603 4062, faks +372 603 4063,
e-mail : semtu@semtu.ee, Suur Sõjamae 33, 11415 Tallinn
semtu as

Mõnede piirete soovituslikud soojajuhtivuse maksimaalsed piirväärtused

	EPN 11.1 "Piirdetarindid. Üldnõuded" (1995) $t_{\text{sise}} = +18 \text{ }^\circ\text{C}$	Eesti Ehitusreeglite Nõukogu protokoll "Hoone piirdetarindite normsoojajuhtivused" (1999) $t_{\text{sise}} = +22 \text{ }^\circ\text{C}$
Välissein	0,28 W/m ² K	0,16 W/m ² K (massiga <100 kg/m ²) 0,20 W/m ² K (massiga >100 kg/m ²) 0,12 W/m ² K (<100 kg/m ² , el.küte)
Katuslagi	0,22 W/m ² K	0,16 W/m ² K
Põrand välisõhu korral	0,22 W/m ² K	0,16 W/m ² K

Piirde soojusmahtuvus

Piirde soojusmahtuvus sõltub tema materjalikihtide soojusmahtuvusest ja nende paigutusest.

Suure soojusmahtuvusega piiretega hoones tuleb soovitud temperatuuri muutmiseks kulutada enam energiat. Kui aga sellised piirded on kord soojad, säilitavad nad sise- või välistemperatuuri muutudes oma temperatuuri kauem. Seega hoone puhul, mis peab olema püsivalt soe, kuid mida köetakse perioodiliselt, on suurema soojusmahtuvusega piirded soovitatavad. Püsiva kütte puhul sõltub hoone küttekulu piirdematerjali soojamahtuvusest vähe, mistõttu ei saa

sel juhul ka väita, et hoone küttekulud on väiksemad tänu piirete soojusakumulatsioonile.

Välissein "kütab" siseruumi vaid siis, kui tema sisepind on soojem kui ruumi siseõhu temperatuur. Selline olukord tekib tavaliselt pärast ruumide põhjalikku tuulutamist. Talvel tavaolukorras on välisseina ja akende sisepind alati külmem kui siseõhu temperatuur ning välisseina salvestunud soojus liigub väliskeskonda.

Piirete suur soojusmahtuvus tuleb paremini esile jahutuskooormuste arvestamisel, kuna suvel kõigub ööpäevane temperatuur mõlemale poole soovivat sisetemperatuuri. Seitmesse salvestunud

energiat hulk stabiliseerib muutuvates keskkonnatingimustes siseruumi temperatuuri.

Olulisem roll soojussalvestuses on piirde sisemisel osal. Ruumis, mille sisepind on kaetud suure soojustakistuse ja väikese soojusmahtuvusega materjalidega, kulub ruumitemperatuuri muutmiseks vähem energiat. Väikese soojustakistuse, aga suurema soojusmahtuvusega sisepinnaga ruumis on sisetemperatuur välismõjude muutumisel püsivam.

Kuna puidu tihedus on väike, ei saa teda, vaatamata tema suurele soojusmahtuvusele, käsitleda samasuguse soojusmahtuvusega, kui seda on raskemad

FENESTRA
AKNAD ja RÕDUUKSED



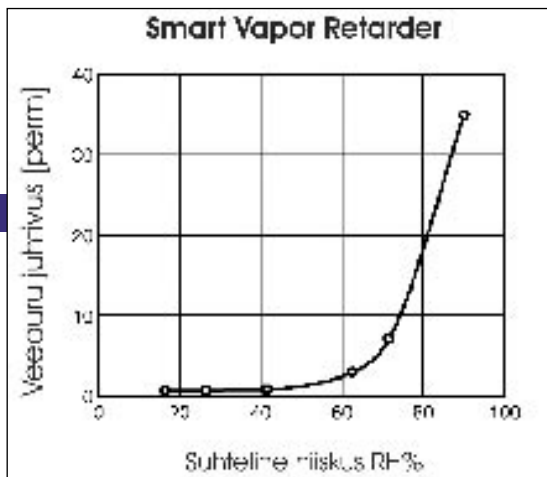
Fenestra. See on aken!



Konsultatsioonid,
müük, tootmine
ja paigaldus

AS FENESTRA
Kanali tee 1 Tallinn 10112
tel 640 3740, faks 640 3741
e-mail: parmek@fenestra.fi
www.fenestra.fi





Joonis 1. Materjalide niiskusjuhtivus sõltub ümbritsevast keskkonnast.

materjalid nagu tellised ja betoon. Soojusmahtuvuse puhul peab arvestama sedagi, et soojust salvestavad hoones ka vaheseinad, vahelaed, küttekahad ja sisustus.

Piirde niiskusjuhtivus

Difusiooni teel ei liigu niiskus külmema keskkonna poole, vaid kõrgemast veeaurusisaldusest madalamasse – Eesti kliimas valdavalt siseruumidest väljapoole. Soojas ja niiskes kliimas võib niiskusvoolu suund

olla ka vastupidine või vahelduda. Kuna õhujahutid samas kuivatavad õhku, on niiskusvool konditsioneeritud ruumides suvel tavaliselt väljast sissepoole. Seetõttu ei saa ehituslahendusi aladelt, kus kliima ei ole Eesti omaga sarnane, meile üks ühele üle kanda.

Niiskusvool läbi piirde sõltub koormustest: välis- ja sisekliimast. Väliskliima peamised tegurid on õhu temperatuur ja suhteline niiskus, päikeseikiirus, vihm ja tuul, sisekliima korral õhu temperatuur ja õhu niiskus. Kütteperioodil on temperatuur küllaltki hästi reguleeritav. Õhu niiskussisaldus sõltub aga sisemisest niiskustootlusest, ventilatsioonist ja välisõhu niiskussisaldusest.

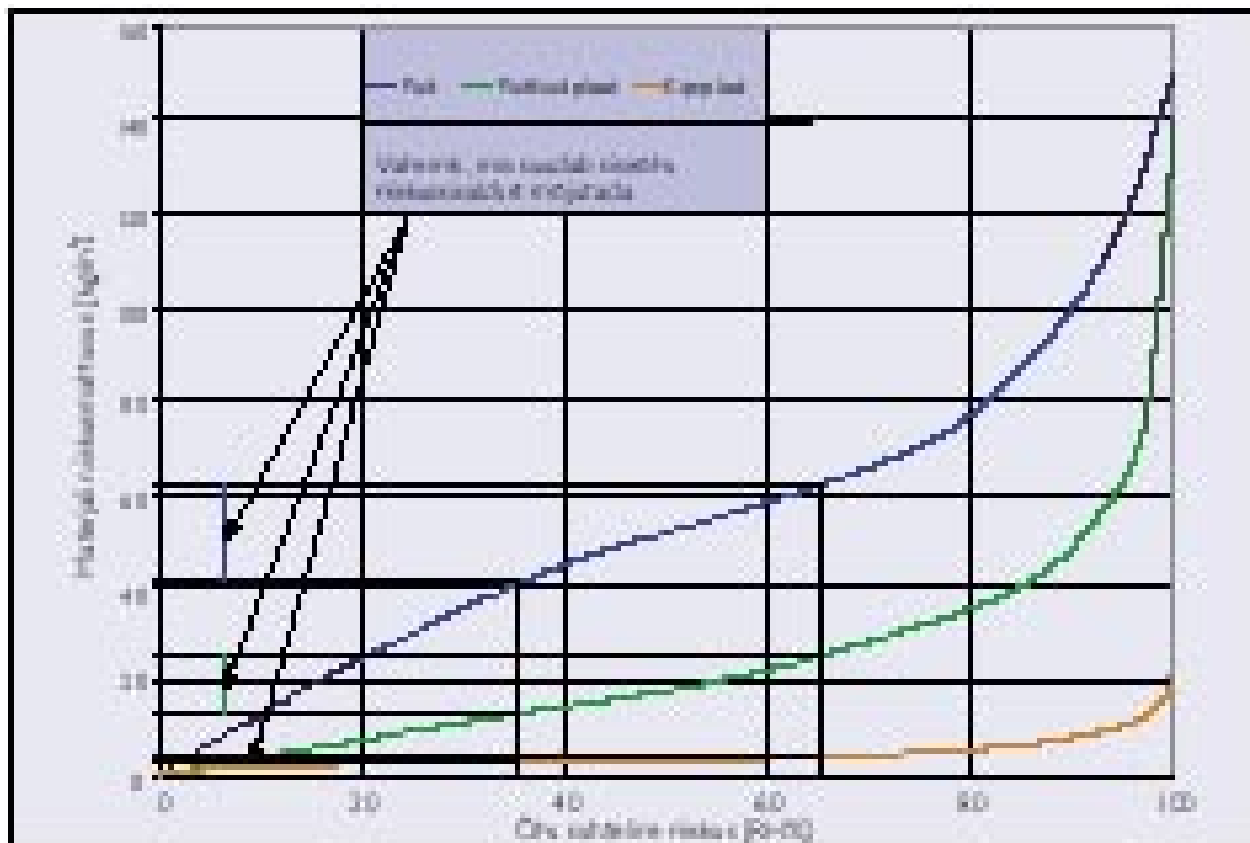
Niiskuse liikumine läbi piirde pole probleem iseneses. Probleemid tekivad, kui veeaur hakkab kondenseeruma või niiskussisaldus seinas tõuseb kriitilise tasemeni. Kriitiline on näiteks selline materjali niiskussisaldus, mis muudab oluliselt materjali omadusi (soojajuhtivust, tugevust), mille tõttu suurenevad materjalide mahumuutused ja isolatsioonimaterjalide vajumised, või mis võib viia materjalide korrodeerumise või biolagunemiseni (rooste, hallitus, mädanik). Niiskussisalduse kriitiline tase on eri materjalidel erinev. Juba kondenseerunud veeaur

võib voolata mööda pinda kohtadesse, kust väljakuivamine on raskendatud; kui kondenseerunud veeaur veel ka jääb, muutuvad materjali omadused oluliselt. Kirjeldatud niiskusprobleemid võivad hakata ilmema juba enne veeauru kondenseerumist.

Takistamaks liigse niiskuse sattumist piirdesse, peab selle sisepind (suurema niiskuskoormuse poolne pind) olema suurema aurutakistusega, ja et veeaur pääseks piirdest välja, peavad välimised kihid olema väiksema aurutakistusega.

Sisemise aurutõkkena toimivad tavaliselt sisepinnavärv, siseviimistlusplaat või aurtõkkekiile või aurutõkkepaber. Aurutõkke põhiomadus on aurutakistus (mitte õhutihedus). Kasutades aurutõkkena kilet või paberit, millele esitatakse ka õhutiheduse nõuded, peavad selle paigaldus ja liitelahendused tagama lisaks aurutõkkele õhutiheduse. Aurutõkke vajaliku aurutakistuse määravad kogu piirde niiskus tehniline iseloom ja teiste materjalide niiskusjuhtivus, niiskusmahtuvus, soojajuhtivus ja piirde geomeetria.

Enamiku materjalide niiskusjuhtivus sõltub ümbritsevatest keskkonnanäingimustest (temperatuur, suhteline niiskus). On ka muutuva aurutakistusega aurutõkkeid (nt Hygrodiode, Vario) – nende aurutakistus on suurem,



Joonis 2. Erinevate materjalide niiskusmahtuvus. Siseõhu niiskustaset mõjutab peamiselt materjali niiskusmahtuvus vahemikus RH 35...65%.”

kui õhu suhteline niiskus on madal, ja väiksem, kui õhu suhteline niiskus on kõrge (vt jn 1). Seega Eestis on nende aurutakistus talvel (siseruumides madal suhteline niiskus) suurem ja suvel (siseruumides kõrgem suhteline niiskus) väiksem. Selliselt lahendatud piire kuivab vajadusel suveperioodil paremini, kuna kuivamine saab toimuda nii sise- kui ka välissuunas. Need tooted aga ei sobi vannituppa, sauna ja teistesse kõrge niiskussisaldusega ruumidesse.

Lisaks difusioonile liigub veeaur siseruumidest välja ka ventilatsiooni teel, seejuures võrreldes difusiooniga mitmeid kordi rohkem, mistõttu piirete niiskusjuhtivuse mõju siseruumide niiskussisaldusele on väike.

Siseõhu niiskussisaldus võib aurujuhtivate piiretega ruumis olla väiksem, kuid ventilatsioonivajadus sellest ei vähene. Kui arvestada ventilatsiooni- või sisekliima normides toodud õhuvahetusnõudeid, jääb aurujuhtivate piirete mõju sisekliima kvaliteedile väikeseks. Umbse ja raske õhu põhjusi tuleb sel juhul otsida eelkõige ventilatsioonisüsteemide toimivusest.

Piirde niiskusmahtuvus

Piirde niiskusmahtuvus on seotud materjalide hügrokoopsusega ehk omadusega siduda õhust niiskust ja loovutada seda õhku. Õhu suhtelise niiskuse kasvades materjali niiskussisaldus suureneb ja suhtelise niiskuse vähenedes alaneb. Niiskusmahtuvus on seotud ka hüstereesiefektiga, kus keskkonna sama suhtelise niiskuse taseme juures on materjali niiskussisaldus kuivama hakkamisel suurem kui materjali niiskumisel.

Eri materjalid seovad niiskust hügrokoopset tasakaaluniiskusel erinevalt. Sisekliimat mõjutab eelkõige see, kui kiiresti saavutavad siseruumi pinnamaterjalid oma tasakaaluniiskuse ja kui suur on tsüklilise kõikumise erinevus.

Hoonetes on kõige tavalisem ööpäevane tsüklil, näiteks magamistoas toimivad öine ja päevane tsüklil. Ka koolides ja kontorihoonetes on selged kasutustsüklid.

Niiskusmahtuvuse mõju sisekliimale seisneb materjalide võimes stabiliseerida tsüklilise niiskustoodangu korral õhu niiskussisaldust.

Vaatleme näitena magamistuba. Öösel on magamistoa uks tavaliselt suletud ja õhuvahetust naaberruumidega ei toimu. Tihti keeratakse ka ventilatsioon ööseks miinimumile, et vähendada selle müra. Inimene toodab veeauru keskmiselt 40...100 g/h. Kuna ventilatsiooni toimet on vähendatud, hakkab ruumis niiskustase tõusma. Kui seal on hügrokoopseid materjale, imavad need liigniiskuse endasse. Niiskustase püsib madalam kui ruumides, kus pole üldse hügrokoopseid materjale. Hommikul ukse avades õhuvahetuvus suureneb ning nii ruumi niiskustase kui ka materjalide niiskussisaldus alanevad.

Aktiivse niiskusmahtuvusega on puit, paber, savi- ja lubikrohv ning savitellis. Nende pinnad aga ei võta ööpäevase niiskustaseme kõikumisest osa ühesuguse aktiivsusega. Näiteks puidul on ööpäevase tsükli aktiivne sügavus, mis suudab niiskust absorbeerida ja seda siseruumi tagasi loovutada 1 mm, betoonil 3 mm, kipsplaadil 5 mm ja tellisel 12 mm.

Seega mängib siseõhu niiskussisalduse tasandajana kaasa vaid õhuke sisepinna osa ja selle taga võib olla täiesti veeaurutihe materjal (vt jn 2).

Soojustusmaterjali hügrokoop-susel on ööpäevasele siseruumi niiskustaseme kõikumisele väike mõju. Tuleb aga arvestada, et materjalide hügrokoopsete omadused viimistlemisega kahanevad (nt puidu lakkimisel või värvimisel). Lisaks piiretele on hoones ka muud hügrokoopset massi (vaheseinad ja -laed, sisustus, raamatud, vaibad, tekstiil), mis samuti osalevad niiskuse stabiliseerimisel. Siseviimistlusplaadi taga võib kasutada aurutõkket või -paberit, kuna niiskuskõikumise mõju ei ulatu nii sügavale seina sisemusse.

Peale niiskussisalduse on teisigi õhu kvaliteedi näitajaid: CO₂, lõhnad ja tolm. Nende tase võib puuduliku ventilatsiooni korral tõusta lubamatult kõrgele. Niiskusmahtuvus ventilatsiooni vajadust ei vähenda, vaid aitab tasandada niiskuskõikumise mõju.

Piirete soojus- ja niiskusmahtuvus on vaid sisekliimat parandavad tegurid ja nende mõju pääseb esile, kui muud põhiasjad, nagu küte, ventilatsioon, piirete soojusjuhtivus ja niiskusrežiim, on korras.

KLAASIMAAILM
KLAASMERK
www.klaasmerk.ee

- Klaaspaketide valmistamine
- SG-süsteemi klaaspaketide valmistamine ja vuukimine
- Elektrotermiliste klaaside valmistamine
- Masvärvitud päikesekaitseklaasid
- Pehmepinnalised päikesekaitseklaasid

Pehmepinnalised päikesekaitseklaasid

- Suncool HP Brillante
- Suncool HP Clear
- Suncool HP Neutral
- Suncool HP Silver

PILKINGTON