

## Soojustamine vajab teadmisi ja täpsust

Villu Pella, Ph.D., atesteeritud energiaaudiitor

### Milliseid vigu tehakse soojustamisel ja mis ohud sellest johtuvad.

Viimastel aastatel on palju kirjutatud ja räägitud majade soojustamise põhitõdedest ning soojustamisel esinevatest vigadest. Kuid kahjuks ei ole see teave jõudnud veel kõigi nendeni, kes on maja lisasoojustamise ette võtnud. Ikka veel tehakse täiendava soojustuskihi paigaldamisel elementaarseid, kuid väga tõsiseid vigu. Näiteks paigaldatakse kas teadmatusel või siis rahapuudusel sageli liiga õhuke soojustuskiht. Usun, et siiski on tegu teadmatusel, sest nõutava paksusega soojustuskihi paigaldamine ei tõsta kuigivõrd investeeringu maksumust ning see tasub end kiiresti soojuste täiendava kokkuhoiu näol ära.

Soojustamisel on tähtis mitte ainult võimalikult suure arvutusliku seina soojustakistuse (soojapidavuse) – vastavalt soojustlähikandeteguri  $U$  väikese väärtuse – saavutamine, vaid äärmiselt vajalik on piirdes ka õigete ehitusfüüsikaliste protsesside kindlustamine. Tähtsaim nendest on see, et välispiire ei tohi niiskuda, sein peab olema n-õ hingav. "Hingav" sein peab olema seejuures tuult pidav.

Ikka ja jälle esitatakse küsimus: kas oma maja (korterit) võib ka seestpoolt soojustada? Teine sagedane küsimus: kas on vaja paigaldada sissepoole aurutõke? Käesolevas artiklis vaatame olulisemaid tingimusi, millega peab maja välispiirete soojustamisel arvestama.

### Üldnõuded välispiirde soojapidavusele

Euroopas kulub ligi 40–50% kogu kulutatavast energiast hoonete kütmisele. Kui õnnestuks vähendada soojuste kogust, mis kulub majade kütmisele, alaneks kütuse import ja Euroopa energeetiline sõltumatus suureneks. Samas väheneks ebastabiilsete kütusetarnijate mõjujõud.

Selle eesmärgi saavutamiseks kohustas ELi "Hoonete energiatõhususe direktiiv 2002/91" ühe eesmärgina kehtestada ehitistele energiatõhususe miinimumnõuded hiljemalt 4.01.2006. a. Eestis pole töö miinimumnõuete kehtestamiseks kahjuks tänaseks lõppenud. Praegu kehtiv standard ei ole kohustuslik, vaid on soovitusliku iseloomuga ja annab võimaluse ehitada erineva soojapidavusega hooned.

Vastav tööühm Soomes tegi ettepanekud kehtestada Soomes ehitatavatele hoonetele 17 °C ja kõrgema sisetemperatuuriga ruumide välispiirde soojustlähikandetegurite  $U$  ( $W/m^2K$ ) suurimaks väärtuseks: seintel – 0,22; lael või välisõhuga vahetult kokku puutuval põrandal – 0,14; tuulutataval (tuulutusavade pindala on alla 8 promilli põrandalast) põrandal keldri kohal – 0,18; vastu maad oleval põrandal – 0,22; aknal-uksel – 1,4; katuseaknal – 1,5. Tuulepidavus peab olema vähemalt  $n_{50} = 1$  l/h (läbi välispiirde voolab ühes tunnis õhku sisse koguses, mis on võrdne hoone siseruumide kubatuuriga, kui sise- ja välisõhu rõhkude vahe on 50 Pa ehk 5 mmVs).

Eramu ehitamisel on soovitusel järgmised: välisseintel ja põrandal 0,13–0,15, lael 0,08–0,12, välisustel 0,4–,5 ja akandel 1,0–1,3  $W/m^2K$ .

### Veeauru kondenseerumise oht välispiirdes

Sageli kerkib üles küsimus, kas soojustada seest või väljast. Investeeringu seisukohalt on seestpoolt soojustamine odavam. Kuid arvesse peab võtma ka seinale mõjuvaid tegureid. Kui me nendega ei arvesta, tuleb teatud aja möödudes hakata võitlema tagajärgedega. Äärmiselt tähtis on vältida lisasoojustuse lisamisel seina niiskumist-märgumist.

Joonisel toome skemaatilise temperatuurijaotuse paneelilamuse seest- ja väljastpoolt lisasoojustamisega. Vasakpoolne skeem iseloomustab temperatuurijaotust tüüpse 5kordse paneelilamuse seinas, kus toa pool on 12,5 cm paksune kandev betoonplaat (halli värvi), siis on kahest TEP-plaadist koosnev soojustuskiht (viirutatud ala), mis väljastpoolt on kaetud 5 cm paksuse betoonplaadiga.

Keskmisel skeemil on toodud temperatuurijaotus, kui soojustame välisseina seestpoolt ning parempoolisel skeemil on lisasoojustuskiht paigaldatud välispinnale 10 cm paksuse kihina. Telliskiviseinas on temperatuurijaotused analoogsed (TEP-plaadi asemel on mineraalvilla kiht).

Soojustamata paneelmaja siseseinal soovitatava suhtelise õhuniiskuse 30–45% juures on seina niiskumine ebatõenäoline, kuid õhuniiskuse tõusuga muutub protsess üha tõenäolisemaks. Väljastpoolt soojustamisega on seina niiskumine praktiliselt välditud (kondenseerumiseks peab toaõhu suhteline niiskus olema vähemalt 95%).

**Kõige halvemasse situatsiooni satume seina seestpoolt soojustamisega, sest veeaur tungib alati soojemalt poolt külmemale poole.** Lisasoojustuskihis toimub suhteliselt suur temperatuurilang vaatamata sellele, et tema paksus on kõigest 5 cm.

Kütteperioodi välisõhu temperatuuride juures  $-1,5$  (perioodi keskmine),  $-5$  ja  $-20$  °C on temperatuur betoonpaneeli peal vastavalt ligi  $7,7$ ;  $5,7$  ning  $-2,9$  °C. Lisasoojustusega langeb temperatuur betooni peal, võrreldes soojustamata seinaga,  $10$  ja rohkema kraadi võrra. Veeauru kondenseerumine õhuniiskuste  $45\%$  ja  $50\%$  juures algab vastavalt  $7,4$  ning  $9$  kraadi juures.

Numbrite võrdlemine näitab, et sisuliselt terve kütteperioodi on sein lisasoojustuse ja paneeli vahel niiske. Niiskunud soojustuskiht hakkab paremini soojust juhtima ning olukord halveneb veelgi. Väga külmade ilmadega veekiht isegi jäätub.

Selline niiske kompress seina peal loob soodsad tingimused hallituse ja seente arenguks. Kahjuks me kaetud pinna alla ei näe ja aastate pärast ei oska arvatagi, mis küll võib olla õhu kvaliteedi languse põhjuseks. Sõltuvalt inimese tundlikkusest, võivad tekkida allergilised vaevused. Lisaks kiireneb välisseina lagunemine.

Kas on võimalik olukorda kuidagi parendada? On. Soojustuskihi peale tuleb paigaldada aurutõkkekiile või leida mõni muu tehnoloogiline võtte niiskuse tungimise vältimiseks välispiirdesse. Kas sellest piisab, on ilma sellekohase arvutusega võimatu öelda.

Aurutõkkekiile takistab veeauru tungimist välispiirdesse, kuid isegi kilest läheb mingil määral veeauru läbi. Kile paigaldamine ei pruugi olla kvaliteetne, selle kinnituskohtadest võib veeauru läbi tungida. Aurutõkkekiile aurutakistus peab ületama järgmise kihi (siin betooni) aurutakistust, see tähendab, et veeauru osarõhk peale kilet peab igas talle järgnevate piirdekihtide punktides olema väiksem veeauru sadestussurvest piirdekihis vastavale temperatuurile. Ühekihilises piirdekihis reeglina ei teki veeauru kondenseerumist.

**Aurutõket ei tohi kunagi paigaldada hoone välispinnale!** Välispiirde konstruktsioon tuleb reeglina seega lahendada selliselt, et iga järgnev piirdekiht on eelmisest väiksema aurutakistusega. Selline lahendus väldib võimaliku veeauru kondenseerumise suvalises piirdekihi punktis.

## Tüüpvead soojustamisel

1. Soojustuse või lisatava soojustuskihi paksus on õhuke isegi Eesti standardi täitmiseks. Uute betoonist elamute soojustamisel kasutatakse tihti  $10$  cm paksust soojustuskihti. Selline lahendus annab praktikas soojustlääbikandeteguri väärtuseks  $0,4$   $W/m^2K$ .

Eramud on ehitatud enamikus kergplokkist seina U-väärtusega keskmiselt  $0,66$ . (Enam-vähem sama väärtust omavad ka mullbetoonist ehitatud korterelamud.) Tüüpiselt soojustatakse need majad  $10$  cm täiendava soojustuskihiga, kuid sageli kasutatakse soojustuskihina ka  $5$  cm paksust soojustuskihti. Esimese soojustuskihi paksusega saame U-väärtuseks  $0,27$  ning teiseaga  $0,38$   $W/m^2K$ .

Tallinnas piirdub paljude palkmajade lisasoojustamine sageli ainult  $3$  cm paksuse tuuletõkkeplaadi paigaldamisega. Selline lahendus kindlustab seina soojustlääbikandeteguriks veidi alla  $0,5$   $W/m^2K$ .

Paneelelamute ja telliskivimajade seinte U-väärtus on külmasildu arvesse võtmata piires  $0,8$ – $1,1$   $W/m^2K$ . Kui me paigaldame  $10$  cm soojustuskihi, saame seina U-väärtuseks  $0,29$ – $0,32$ . Pikiseinte akende palet ja rõdude tekitatud külmasillad tõstavad veelgi U-väärtust.

2. Katuse katete parandamisega ei paigaldata katusele samaaegselt lisasoojustuskihti.

3. Vahtpolüstüroolplaatidega soojustamisel kasutatakse plaatide seina paigaldamiseks nn padjakeste tehnoloogiat. Plaadile pannakse perimeetri ulatuses ja keskele padjakesed ning surutakse seinale. Seina ja plaadi vahele jääb õhkvahe. Kui nüüd see õhkvahe osutub ventileeritavaks, s.t õhkvaheesse pääseb külm välisõhk, võivad tagajärjed olla väga tõsised.

Auditeerimisel oleme avastanud, et seina sisetemperatuur ei vasta paigaldatud soojustusele. Selgus, et õhk pääses seina alumises osas olevate pragude kaudu õhkvaheesse ning ka üleval oli õhkvahe avatud. Pealtnäha tühine pragu omab tuntuvat mõju paigaldatud soojustuse kasutegurile.

Õhkvahe jaotatakse:

- nõrgalt ventileeritavaks, kui õhkvahe ja väliskeskkonna vahel on avade suurus vahemikus  $>500$  kuni  $<1500$   $mm^2/m$ , siis võetakse seina soojustakistuse arvutamisel arvesse pool õhkvahe ja väljaspool õhkvahe olevate kihtide soojustakistuste summast;
- tugevalt ventileeritavaks, kui avade suurus ületab  $1500$   $mm^2/m$ , siis sellisel korral õhkvahe soojustakistust ja sellest väljaspool asuvate kihtide soojustakistust ei võeta arvesse. Välispinna takistuseks võetakse sisepinna takistus.

Näeme, et avade pindala ei peagi olema väga suur – meetri kohta piisab ainult  $1$  või  $1,5$  mm laiusest praost. Seega on tegu soojustuse paigaldamise äärmiselt olulise kvaliteedinäitajaga, mida tavalisel vaatlusel on raske avastada, sest avad-praod võivad olla varjatud. Kõige lihtsamini on see avastatav vastavate temperatuurimõõtmistega.

4. Klaas- või kivivillaga soojustamisel eiratakse tuuletõkkeplaadi paigaldamisel valmistajatehase nõudeid ja soovitusi. Olen näinud isegi ehitust, kus soojustuskihiks oli kasutatud kivivilla kihti paksusega  $30$ – $40$  cm ilma tuuletõkkeplaadita. Sein oli külm, sest tuul puhus villast läbi.

Tavaliselt eksitakse plaatide ühenduskohtade tihendamisel või neid ei tihendata üldse. Valmistajatehase järgi tuleb klaasvillast tuuletõkkeplaatide vuukide tihendamiseks kasutada ilmastikukindlat neutraalset silikooni. Allpool oleval fotol on näha, et ehitaja on kasutanud vuukide tihendamiseks vahtu, kuid seda ilmselt mitte vuukide kogu ulatuses, vaid ainult alumises osas. Vuugi vahe on jäänud liiga suureks ning ehitaja on ülevalpool vahuga täidetud vuuki tihendanud, seda lõigatud klaasvilla kihiga täis toppides. Fotol olevate tuuletõkkeplaatide väliskiht on paaris kohas purunenud. Objektile on seega jämedalt rikutud vuukide tihendamise nõudeid ja vuugid on osaliselt tihendamata.

5. Mõnikord jäetakse soojustuskihiks paigaldatud villale alt välisõhule vaba juurdepääs – kiht võib muutuda teatud tingimuste kokkulangemisel eelmises punktis esitatud ventileeritava õhkvahe sarnaseks.
6. Aurutõkke paigaldamisel ei täideta täpselt tootja nõudeid.
7. Maja välispiirete lisasoojustamisel ei viida küttesüsteemi vastavusse uue tekkinud olukorraga, mis ei võimalda säästa soojust sellises koguses, mida tehtud investeering eeldab ning oleks võimalik saavutada.

Vead ei võimalda saavutada loodetud energiasäästu ning investeeringu tagasimaksuaeg pikeneb.

### **Enne (lisa)soojustuse paigaldamist hoonele oleks soovitatav:**

- tellida asjatundjatelt energiaaudit, mis selgitab välja energiasäästu meetmed, investeeringute hinnangulise suuruse ja nende tasuvusajad;
- renoveerimistöodele koostada korralik lähteülesanne, mis seab ehitajale konkreetsed ülesanded ning tehnilised nõuded tööde tegemisel ja võimaldab hinnata tehtud pakkumisi võrdsel alusel;
- tööde üle seada sisse tõhus omanikujärelevalve;
- seni kuni Eestis on kehtestamata energiatõhususe normid, võiks aluseks võtta Soome omad.

Lisainfo: [www.pvenergia.ee](http://www.pvenergia.ee)