

Piirete õhutihedus ja selle mõõtmine

TARGO KALAMEES

Õhutihedus mängib hoonete energia analüüsi juures olulist rolli ning mõjutab otseselt maja kütte- ja jahutuskulusid. Lisaks viimasele on õhutihedusega seotud piirete niiskustehnilised probleemid (hallituse teke, niiskuse kondenseerumine), piirde pindade alajahtumine, sisekliima kvaliteet, tuuletõmbus, ventilatsioonisüsteemide toimivus, müra ja tuleohutus.

Maja ebapiisav õhutihedus väljendub planeerimatu ja kontrollimatu õhuvoolu näol läbi pragude ja ebatiheduste hoone piiretes. Seda põhjustavad tuul, temperatuuride erinevus (nn korstnaefekt) või ventilatsiooniõhu rõhkude erinevus.

Õhutiheduse tagamine nõuab keerukaid, lõpuni läbimõeldud ja komplekseid lahendusi. Piirde detailid tuleb projekteerimise ajal hoolikalt läbi mõelda, õhutõke peab olema korralikult paigaldatud ja liitekohad nõutavalt teostatud. Kuna reeglina jääb piirde õhutõke piirde sisse, tuleb õhutihedust mõõta ehitusetapis, kui lisatihen-damine on veel võimalik.

Piirete ebapiisavat õhutihedust ei saa käsitada loomuliku ventilatsioonina. Läbi piirde ebatiheduste toimiv õhu liikumine ei ole kontrollitav, juhitud ega vajadusel filtreeritav. Kui näiteks niiskuskahjustuste tagajärjel on piirdesse tekkinud hallitust või mädanikku, kannab õhk hallituse eosed siseruumi. Läbi põranda võib ruumidesse tungida ka radooni.

Ka loomuliku ventilatsiooniga hoonete piirded võivad olla õhutihedad. Värske õhk pääseb sel juhul ruumi värskeõhuklap-pide kaudu – ventilatsioon on kontrollitav ja õhk vajadusel filtreeritav.

Sisekliima kujundamisel mängivadki peamist rolli toimiv kütte- ja ventilatsioonisüsteem.

Piirete õhutihedust mõõdetakse õhuhulgaga (l/s, m³/h), mis läbib 1 m² suure pindalaga piiret, mille mõlemal pool on teatud (tavaliselt 50 Pa) õhurõhkude erinevus. Valmis hoone eri piirete õhutihedust ei ole võimalik eraldi mõõta, seetõttu mõõdetakse kogu hoone õhutihedus ja väljendatakse see kõikide piirete keskmisena.

Riik	Keskmine õhuleke 50 Pa m ³ /h·m ²	Õhuvahetuvus n50 l/h
Eesti EPN 11.1	elamutel - 3; muudel hoonetel - 6	
Rootsi BFS 1998:38	elamutel - 2,9; muudel hoonete - 5,8	
Kanada R-2000		1,5
Saksamaa DIN 4108-7:2001-08	loomulik ventilatsioon - 7,8; mehaaniline ventilatsioon - 3,9	loomulik ventilatsioon - 3; mehaaniline ventilatsioon nn passiivmajadel - 0,6
Norra		väike- ja ridaelamud - 4; muud kuni kahekorruselised hooned - 3; muud üle kahekorruselised hooned - 2
Soome C3		1
Šveits SIA 180		loomuliku ventilatsiooniga ühepereelamud - 2...4,5; mitmepereelamu - 2,5...3,5; mehaaniline ventilatsioon ja jahutus - 1
Inglismaa BR 2000 / L2	10	

Tabel 1. Erinevate riikide nõuded ja soovitusel piirete õhutihedusele

Hoone õhutihedust väljendatakse ka n50 arvu abil. n50 mõõtühikuks on l/h ja see väljendab hoone õhuvahetuvust, kui õhu rõhkude erinevuse kahel pool piiret on 50 Pa.

Mõlemal puhul kasutatakse sama mõõtemetodit. Kui õhutihedust väljendatakse

mõõtühikuga m³/h·m², jagatakse 50 Pa juures mõõdetud õhuvool hoone välispiirete pindalaga, kui mõõtühikuga l/h, jagatakse 50 Pa juures mõõdetud õhuvool hoone siseruumide mahuga.

Kogu hoone õhutihedust mõjutavad kõikide piirete, liitekohtade, akende-uste

jne õhutihedus. Ventilatsioonisüsteemid piirete õhutiheduse mõõtetulemust otseselt ei mõjuta, kuna värskeõhuklapid, õhu sissepuhke- ja väljatõmbeventiilid teibitakse mõõtmise ajaks kinni.

Hoonete õhutiheduse nõuded on toodud Eesti projekteerimise eelnormis EPN 11.1 "Piirdetarindid": "...piirde pinna keskmine õhuleke rõhuvahe 50 Pa juures ei tohi ületada elumajade puhul 3 m³/h·m² ja muudel hoonetel 6 m³/h·m²". Tabelis 1 on toodud erinevate riikide nõuded ja soovitusel õhutihedusele.

Õhulekkele esitatavad nõuded

- * Õhutõkke materjalikiht peab olema õhutihe.
- * Õhutõke peab ulatuma üle kogu hoone piirde pindala.
- * Õhutõke ja tema kinnitussüsteem peavad vastu pidama hoone kogu kasutusea jooksul mõjuvatele koormustele.
- * Õhutõkkematerjal ja liitekohad peavad säilitama õhutiheduse hoone kogu kasutusea jooksul.
- * Õhutõkkesüsteem peab olema reaalset ehitatav.



Foto 1. Mõõtesead "BlowerDoor"

Hoonete õhutiheduse mõõtmine

- Hoonete õhutihedust saab hinnata:
- * püsiva rõhuerinevuse juures piirdeid läbiva õhuvoolu mõõtmine nn BlowerDoor'i meetodil;
 - * hoone teatud sagedusega survestatamine nn vahelduvsurvestatuse meetodil;
 - * passiivse märkegaasi meetodil.

"BlowerDoor"

See on levinuim hoonete õhutiheduse mõõtmise meetod, mille metoodika on standardiseeritud ning vastav standard vastu võetud ka Eestis: EVS EN 13829:2001 "Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method".

Hoone välisukse (või akna) avasse paigaldatakse õhutiheduse mõõtesead (foto 1). See koosneb muudetava suurusega raamist, õhutihedast kangast, ventilaatorist ja mõõte- ning juhtimiseadmetest. Mõõteseadme ventilaator tekitab sise- ja väliskeskonna vahele soovitud õhurõhkude erinevuse. Katse ajal mõõdetakse õhu voolu, mis on vajalik etteantud rõhuerinevuse hoidmiseks. Sama õhuhulk, mis läbib ventilaatorit, tuleb hoonesse ka läbi piirde ja

"WoodPax" – höövelprofiilid

Täispuidust sise- ja välisviimistlus on olnud aastasadu eelistatuim valik põhjamaades – nii ka Eestis. Naturaalne puit on materjal, millest ehitatud elukeskkond on hubane ja mõnus.

Stora Enso Timberi tootmiskogemuste ja eestimaise puidu ühendamise tulemusena on ka Eesti turule jõudnud kaubamärk WoodPax. Selle kaubamärgi all turustab Stora Enso Timberi hööveldatud puitmaterjale Euroopas.

Tootesarja WoodPax kuuluvad enamkasutatavad höövelprofiilid seinte, lagede ja fassaadide vooderduseks, põrandate katmiseks ning valik erinevaid nelikant-höövellaudu ja -prusse.

WoodPax on kaubamärk, mille tähtsamad omadused on ühtlane kvaliteet, kliendisõbralik pakend ja konkurentsivõimeline hind.

Ühtlase kvaliteedi ja kaubavaru tagavad Stora Enso Timberi pikaajalised tootmiskogemused, õige toorme valik ning kaasaegsed seadmed. WoodPaxi höövelprofiilid on punditud plastiklindiga ja/või pakendatud termokillesse, mis tagab materjali säilivuse ja mugava transpordi.

Alates 2004. aasta sügisest on WoodPaxi tooted AS-i Puumerkki tootevalikus. Puumerkki tegeleb eelnimetatud toodete hulgemüügiga Eestis, Lätis ja Leedus.



STORAENSO
WoodPax

Lisainfo: AS Puumerkki, Taivo Pivnik, Taivo.Pivnik@storaenso.com, GSM: 52 17 205, Tel: 605 14 93



Foto 2. Õhuleke välisseina ja vahelae liitekohas. Vasakul mõõtekoht. Keskul termograafiline pilt ilma õhurõhu erinevusteta ja paremal termograafiline pilt sisemise alarõhu tingimustes. Sinised alad on madalama temperatuuriga. Alajahtumise peapõhjus on õhuleke.

pragude. Mõõtmised teostatakse erinevate õhurõhkude, nii alarõhu kui ka ülerõhu tingimustes, maksimaalselt 10 Pa sammuga, tavaliselt $0...±60$ Pa.

Hoone piirete õhutiheduse mõõtmisel sulgetakse kõik muud avad: välispiirdes olevad uksed ja aknad, mis normaalasendis on suletud, värskõhukapid ja ventilatsioonüsteem teibitakse kinni, nagu ka ahjude ja kaminade avad, kuna alarõhu tõttu võib sealtkaudu tahma tuppa paiskuda. Sisemised vaheuksed jäetakse avatuks. Lisaks kontrollitakse, et põrandatrappide haisulukkudes oleks vesi.

Lisaks hoone kui terviku õhutiheduse mõõtmisele on alati vaja teada ka õhulekke kohti välispiiretes. Nende avastamiseks kasutatakse kas termovisiooni infrapuna-kaamerat või märkesuitsuandureid.

Õhutiheduse mõõtetulemused Eesti puitkarkasshoonetes

Tallinna Tehnikaülikoolis on professor Karl Õigeri ja dotsent Lennart Sasi juhtimisel käimas puitkarkasshoonete uurimisprojekt, mille üheks eesmärgiks on mõõta hoonete õhutihedus ja leida tüüpilised õhulekke kohad. Eramud on valitud nii, et oleksid esindatud erinevad ehitustehnoloogiad (kohapeal ehitatud või nn seinapaneelidest hooned, majaelementidest tehase majad) ja piirdekonstruktsioonid. Eramud on ehitatud nii firmade kui elanike endi poolt. Samuti on eramud erineva korruselisuse ja ventilatsioonüsteemidega. Uurimisprojekt viiakse läbi koostöös Eesti Teadusfondi, Eesti Metsatööstusliidu ja ehitusfirmadega AS Matek, AS EKO Majad, KMG Ehitus ning Kodumajatehase AS.

Õhutiheduse seisukohalt on kriitilised eelkõige kohad, kus ühtne õhu- ja aurutõ-

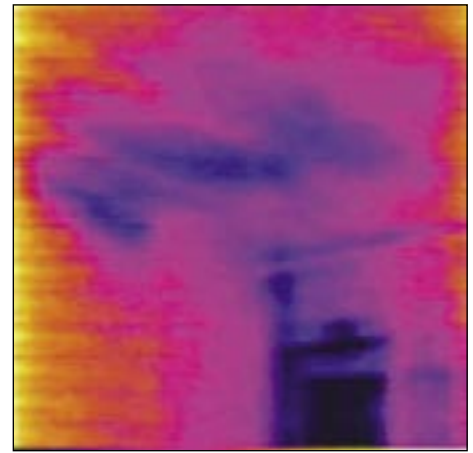
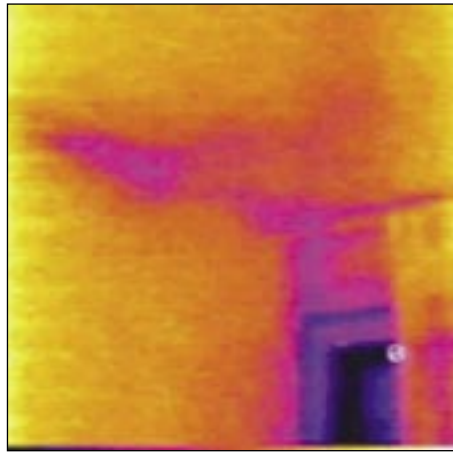


Foto 3. Õhuleke katuslae ja korstna liitekohas. Vasakul mõõtekoht; paremal termograafiline pilt sisemise alarõhu tingimustes.

ke on katkenud või liitub teiste tarinditega. Üheks selliseks on vahelae ja välisseina liitekoht – seda näitab nii õhutiheduse mõõtetulemuste erinevus ühe (keskmiselt $2,4 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) ja kahekorruseliste (keskmiselt $7,1 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) hoonete vahel kui ka hoonetes tehtud termograafilised mõõtmised (vt foto 2). Tavalahendus, kus õhu- ja aurutõke vahelae juures katkeb või on viidud teatud ulatuses vahelaele, vähendab hoone õhutihedust oluliselt. Välisseina ja vahelae liitekoht vajab põhjalikumalt uurimist ja arendamist.

Ehitamisel peab tähelepanu pöörama ka õhutõkke ühendamisele uste ja akendega. Õhutõkke liited korstna ja küttekoldega tuleb juba projekteerimistaadiumis läbi mõelda. Põlevmaterjalist õhutõket ei tohi korstnale kinnitada.

Välisseinte õhutihedus on oluliselt parem, kui õhutõkke ei ole elektrijuhtmetega rikutud. Seepärast on otstarbekas viia ühtne auru- ja õhutõkke 30...50 mm piirde sisse. Häid tulemusi näitasid lahendused,

kus oli välditud pistikupesade paigaldamist välisseintesse ja pinnapealsed pistikupesad olid paigutatud seinale põranda tasapinda ning juhtmed toodud põrandaliistu tagant.

Uuritud 31 kergkarkassil välispiiretega hoone keskmine õhuleke 50 Pa juures oli $5,7 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (min. 1,6; maks. 17,9) ja n50 $4,8 \text{ l/h}$ (min. 0,7; maks. 13,6). Oluline erinevus hoonete õhutiheduses oli ka kohapeal ehitatud (keskmine $7,2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) ja tehase tingimustes ehitatud ($4,3 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) puitkarkassmajade vahel.

Hoonete tüüpilised õhulekkekohad:

- * vahelae ja katuslae liitekoht välisseinaga;
- * aknad ja uksed ning nende ühenduskohad välispiiretega;
- * installatsiooni läbiviigud õhu- ja aurutõkkest;
- * küttekollete ja korstnate läbiviigud õhutõkkest;
- * pistikud, lülitid, harukarbid.