

KUIDAS VALIDA HÄSTI SOOJAPIDAVAD AKNAD?

Indrek Rüütel (MSc), Viking Window AS kvaliteedijuht

Käesolev artikkel vaatleb peamiselt akende soojusjuhtivusega seonduvaid küsimusi. Tänapäeval ollakse harjunud mõttega, et vanad aknad ei pea eriti hästi sooja. Artiklis on analüüsitud selle peamisi põhjuseid ja näidatud, mida kaasaegsete akende juures on tehtud selleks, et konstruktsioonist tulenevaid soojakadusid minimeerida. Koduomanikud soovivad teada, kui palju moodsad energiasäästulahendused, mida neile pakutakse, aitaksid kulusid kokku hoida. Olen esitanud selle kohta mõned arvutused, mis tuginevad koostöös prof. Tõnu Muringuga (Tartu Ülikooli Energiatõhusa ehituse tuumiklabor) välja töötatud akende energiatarbe valemile. Täiendavalt leiavad käsitlemist veel mõned küsimused seoses akende konstruktsiooni, paigalduse ja hoonete ventilatsiooniga.

1. Vanade akende konstruktsioonist tulenevad soojakaod

Vanematel puitakendel ei kasutatud tihendeid ei raami ega klaaside tihendamiseks. Sellest tulenevalt on akende õhu läbilaskvus väga suur. Tulemuseks on oluline energiakadu, sest soojaks köetud õhk liigub majast välja (nt. ventilatsiooni kaudu või läbi akende kui tuulealustel majakülgedel tekkib alarõhk) ning aknast tuleb külm sisse. Esimene kokkuhoiumeetod on olnud akna raami ja lengi vaheliste pilude tihendamine. Need, kel rohkem pealehakkamist ja oskusi võivad ka vanadele akendele paigaldada tihendeid. Reeglina nõuab see akna funktsionaalsuse säilitamiseks akna „ümberehitamist” – raamile tuleks freesida tihendisooned.



Pilt 1. Vanad aknad ei pea sooja

Teine vanade akende konstruktsiooniline nõrkus on kasutatud üksikud klaasid: hermeetilise klaaspaketi asemel on aknad klaasitud üksikute klaasitahvlitega. Sellise lahenduse puuduseks on reeglina samuti ülalkirjeldatud õhutiheduse puudumine. Lisaks tekkib teineteisest kaugel asetsevate klaaside vahele jäävas õhukihis intensiivne õhuringlus, sest sisemise klaasiga

kokkupuutuv õhk soojeneb ja kerkib ülespoole ning puutudes kokku jaheda välimise klaasiga, vajub jahtudes allapoole. Eeldusel et aknaraamid ise on terved ja kahjustusteta ning hingedel jagub lisaraskuse kandevõimet, on jällegi võimalik oskuste ja tahtmise olemasolul vana akent paremaks teha: raami sisse tuleb freesida klaaspaketi jaoks vajalik ruum (klaasivalts) ja asendada sisemine ühekordne klaas paketi.

2. Kaasaegsete akende konstruktsioonielised

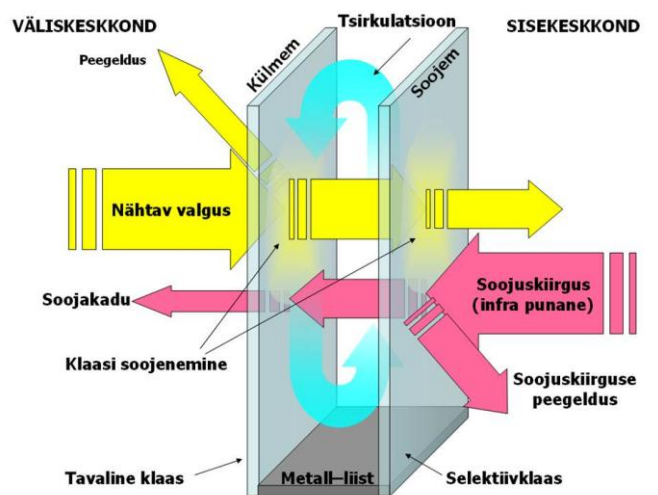
Viking Window aknad valmistatakse juba algusest peale ülalmainitud nõudeid silmas pidades: raami ja lengi vahel on nn. ilmastikutihend. Klaaspaketid paigaldatakse selleks otstarbeks mõeldud klaasivaltsi elastsete tihenditega. Sedasi on tagatud raami tihe sulgumine ja akna terviklik õhutihedus.

Oluline on meeles pidada, et aken ei ole siiski hermeetiline; Euroopa standard – EN12207 - näeb ette, et hea akna õhupidavus on 50 Pa rõhuerinevuse korral ca. $1,75 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

Viking Window aknad on läbinud katsetused tunnustatud laboratooriumis, kus on mõõdetud akende õhulekked vahemikus $0 \dots 0,2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ sõltuvalt aknatüübist ja toote suurusest.

Lisaks tihenditele, kasutab Viking Window oma akendes hermeetilisi klaaspakette, milles on kasutusel selektiivklaasid: nn. madala emissiivsusega (ingl.k. *low-E*) selektiivkiht on pikalainelise toast lähtuva soojuskiirguse jaoks peaaegu läbimatu (vt. pilti 2).

Kolmandaks energiasäästuteguriks on paketi kasutatav täitegaas argoon, millel on õhust väiksem soojusjuhtivus.



Pilt 2. Klaaspaketi soojusjuhtivuse vähendamine

Neljandaks soovitame kindlasti valida klaaspaketile nn. sooja serva vaheliist. Alumiinium on väga hea soojusjuht: ca. 1200 korda parem kui nt. männipuit ja ca. 900 korda parem kui PVC. Seega tuleb tõdeda, et alumiiniumist klaaspaketi vaheliist on aknakonstruktsioonis tõsine külmasild. Kondensatsiooniriski vähendamiseks on mõistlik eelistada plastikust vaheliistuga (nt. SGG Swisspacer) pakette.

3. Kuidas valida sooja akent?

Akna soojusjuhtivust (tavaliselt nimetatakse seda U-väärtuseks, harvem ka U-arvuks; tähis U_w), väljendab suhtarv, mis iseloomustab energia kadu 1m^2 suuruse pinna kaudu 1°C temperatuuri erinevuse korral. Seega kui akna $U_w = 0,9$ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^1$, siis on energiakadu 0,9



Pilt 3. Kas valida 2- või 3-kordse klaasiga aknad?

vatti olukorras, kui toas on temperatuur $+20^\circ\text{C}$ ja õues $+19^\circ\text{C}$. Kui

aga õues peaks olema temperatuur -20°C ja toas $+20^\circ\text{C}$, siis on energiakadu hoopiski 36 W (temperatuuride erinevus on 40°C). Kui taoline aken on paigaldatud seina, siis muutub see „küttekehaks”. Kütteperioodil vahemikus 1. oktoober - 30. aprill on Eestis keskmine välistemperatuur $-0,2^\circ\text{C}^2$, mis tähendab temperatuurierinevust $20,2^\circ\text{C}$. Seega on „küttekeha“ (akna) võimsuseks 18W. Energiatarve 1m^2 kohta on ligikaudu 92 kWh. Edasi tuleks see number korrutada hoone akende kogupindalaga.

Silmas tuleb muidugi pidada seda, et tegelikku energiakulu läbi akende mõjutab ka päikeselt saadav lisasoojus nn. päikesefaktor, mida väljendatakse g-arvuga. Päikese lisasoojuse kogus sõltub akna asetusest ilmakaarte suhtes: lõunapoolsed aknad lasevad majja selgelt enam

¹ W – vatt; m^2 - ruutmeeter; K – Kelvini kraad, mida füüsikas kasutatakse temperatuuride mõõtmiseks; Kelvini kraad ja Celsiuse kraad on võrdse suurusega.

² Kliimaandmed pärinevad Eesti energiaarvutuste baasaastast.

soojust kui põhjapoolsed. Samuti sõltub päikesefaktor sellest, millist klaaspaketti on kasutatud.

Energiatarbele avaldab mõju ka õhuleke läbi akna: kui palju läheb sooja õhku kaduma ja mis koguses tuleb hoonesse külma õhku juurde?

Koostöös Tartu Ülikooli Energiatõhusa ehituse tuumiklaboriga on välja töötatud akende energiatarbe (energiamärgistuse aluseks olev) arvutusvalem, mis võtab arvesse nii akende soojusjuhtivuse, päikesefaktori kui ka õhulekke³:

$$E = 120 * U_w - 220 * g_w + 45 * L_{(50)}, \text{ (kWh/m}^2 \text{ aastas)} \quad (1)$$

kus

U_w – akna soojusjuhtivus (U-väärtus)

g_w – akna päikesefaktor (g-arv)

$L_{(50)}$ – akna õhuleke 50 Pa rõhuerinevusel; mõõdetud sõltumatu labori poolt.

Nende näitajate juures on oluline tähelepanu pöörata sellele, kuidas aknatootja need andmed hangib. Euroopa Liidus müüdavad aknad peavad olema CE-märgistatud, millega kinnitatakse akende vastavust ehitusnormatiividele. Akende toimivuse näitajad (nt. soojusjuhtivus ja õhutihedus) on laboratoorselt kontrollitavad, kas mõõtmiste või arvutuste teel. Seega tuleks aknatootjalt küsida, kas ta on oma tooteid tunnustatud laboris kontrollida lasknud.

Kasutades valemit (1) Viking Window akende kohta on tabelis 1 välja toodud erinevate aknatüüpide aastane energiatarve (kWh/m² aastas).

³ Allikas: Muring, T. (2010) „Akende energiareitingu (E) valemiga väljendatud erinevate skeemide (Soome) analüüs ja sobivus Eestile. Valemi väljatöötamise aruanne.“

Tabel 1. Erinevate akende aastane energiatarve (energiareiting)

	Viking Combi 2-klaasiga	Viking SW11 3-klaasiga	DK10 2k 2-klaasiga	DK10 3k 3-klaasiga	DK10 termokatkes- tusega
Akna soojusjuhtivus (U_w; W/m^2K)	1,4	0,97	1,3	0,94	0,88
Akna päikesefaktor (g_w)	0,47	0,35	0,43	0,37	0,37
Akna õhuleke ($L_{(50)}$; m^3/hm^2)	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Energiakulu kütteperioodil (E; kWh/m^2 aastas)	74	48	61	31	24

Millisele majale aknaid valitakse?

Tänapäeval armastavad paljud arhitektid ja inimesed suuri klaasipindasid – kellele ei meeldiks ilus vaade elutoast? Kuid siinkohal tuleb arvestada, et isegi parimatel turul müüdavatel akendel (U -väärtus $0,8 W/m^2K$ ja madalam) on soojusjuhtivus ikkagi kordi suurem kui korralikul seinal, millesse need aknad paigaldatakse. Seega on „klaasist maja” paratamatult ka külm maja. Sõnastame seda siis nii, et miljonivaate puhul tuleb maksta alustuseks miljon ehitamise eest, teine miljon kulub pärast selle vaate arvelt toa kütmiseks ja võib juhtuda, et kolmas miljon kulub veel suvise jahutuse peale.

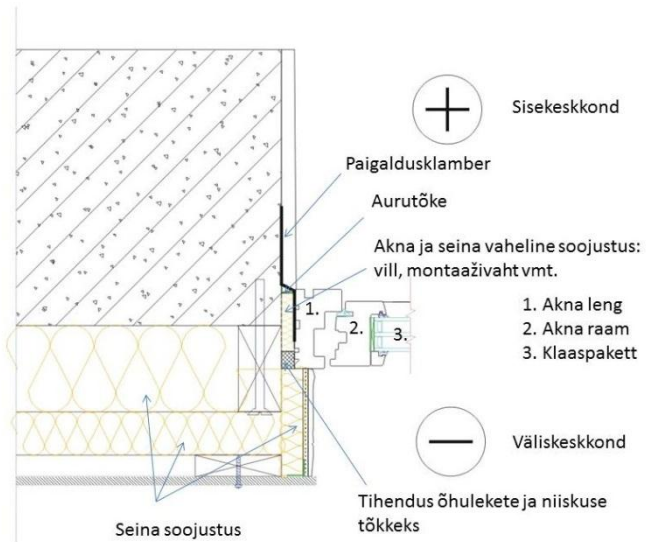
Kui akent valida (projekteerida), siis tuleks seda vaadelda koos seinaga, millesse aken paigaldatakse ja arvestada soojakadu terve seina kohta (koos aknaga). Tavalistel „vanamoodsatel” majadel on reeglina mõistliku suurusega aknad. Ilmselt ongi *mõistlik suurus* akende soojusjuhtivuse juures üks olulisemaid märksõnu: ei ole mõistlik kasutada liiga suuri aknaid.

Lihtsatel akendel (üks avanev raam, ilma jaotisteta pakett) on vähem konstruktsioonist tulenevaid külmasildasid. Iga kord kui prosspulgaga klaaspakett osadeks jagatakse suurendatakse energia kadu. Seega tuleks alati läbi mõelda hoone ehitamise või renoveerimise lõplikud eemärgid. Traditsioonilise välisilme loomine ja/või säilitamine võimalikult originaalilähedasena ja energia kokkuhoid tuleb lahendada komplekselt.

4. Akna paigaldus

Hea aken ei pruugi anda energiasäästu efekti kui selle paigaldamisel ei järgita parimat ehituspraktikat. Lihtsad reeglid oleksid sellised:

- aknad tuleb paigaldada tootja juhtnõõride järgi ja selliselt, et nende funktsionaalsus on laitmatu;
- seinakonstruktsiooni ja akna lengi vahe täitmiseks on võimalik kasutada erinevaid materjale: montaaživaht, spetsiaalsed tihendid, takk; oluline on, et vuuk oleks õhutihe ja ühtlaselt soojustatud;
- vuuk tuleb isoleerida nii sisemise kui välimise niiskuse eest.



Pilt 4. Väljaavata 3-klaasilise Viking SW11 akna paigaldusskeem

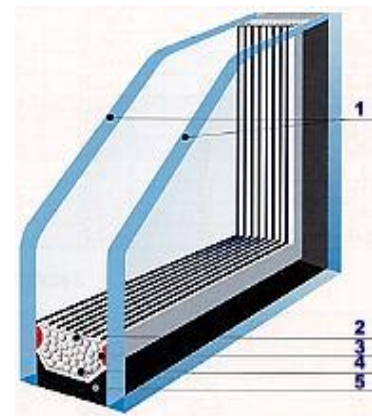
Nii uue maja ehitamisel kui vana renoveerimisel tuleb püüelda selle poole, et akende paigaldusel oleks võimalik leng uputada soojustusse selliselt, et seda jääks väljast minimaalselt (vt. pilt 4).

5. Müüdimurdja

Lõpetuseks vastused kolmele levinud müüdile.

Argoon on mõttetu lisakulu, sest ei püsi klaaspaketis.

Tänapäevane paketitootmine toimub selliselt, et klaaspakett koostatakse argoonikeskkonnas. Seega ei toimu valmis paketi argooniga täitmist, vaid argoon on paketi sama loomulik koostisosa kui varemalt oli õhk. Pakett peab olema



Pilt 5. Klaaspakett on hermeetiline

hermeetiline. Selle tagamiseks liidetakse klaasid (nr. 1 pildil 5) liimmastiksiga (nr. 3 pildil 5) vaheliistu külge (nr. 2 pildil 5); pakett muudetakse hermeetiliseks ümberringi paketi mastiksiga (nr. 5 pildil 5) ja liistu sees olev absorbent (nr. 4 pildil 5) eemaldab vahekambri niiskuse. Järelikult ei ole argoonil võimalik paketest haihtuda.

Absoluutset hermeetilisust ei ole võimalik saavutada. Klaaspakettidele on kehtestatud kvaliteedikriteeriumina nõue, et argooni kadumine ei tohi olla üle 1% aastas. Seega ei pea 20-30 aasta jooksul oma pakettide soojapidavuse pärast muretsema. Paketi kvaliteeti kinnitab CE-märk.

Puitaken hingab (erinevalt nt. plastikaknast).

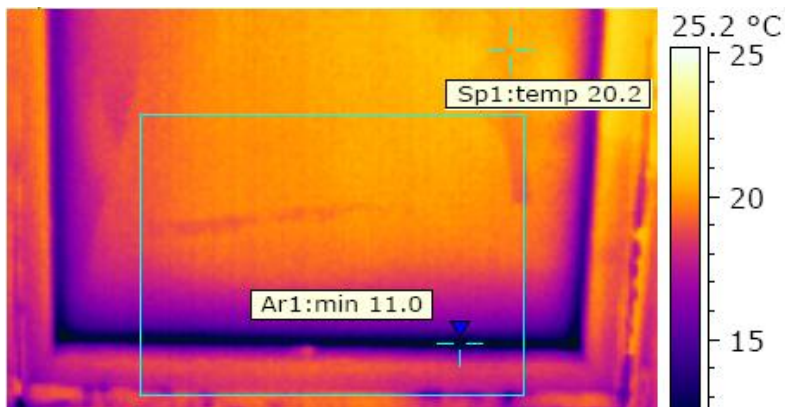
Käesoleva artikli alguses oli selgitatud, kuidas tänapäeval muudetakse puitaknad tihendite ja klaaspaketi abil õhutihedaks. Puidu kui loodusliku materjali „hingamine“ on puidusisese niiskusežiimi reguleerumine läbi värvikihi.

Kui hoones sees puudub ventilatsioonisüsteem ning akendes ja/või seintes ei kasutata ventilatsiooniklappe, siis muudavad uued puitaknad siseruumi samuti umbseks. Tänapäevase majaseina (ja põrandate ja lagede) soojusisolatsiooni üks tahk seisneb sarnaselt akendega õhutiheduses. Tüüpiliselt kasutatakse vanema maja soojustamisel lahendust, mille puhul seina välispind kaetakse tuuletõkke- ja soojustusmaterjaliga. Lõpptulemusena on soojustatud (või uuena ehitatud) maja oluliselt õhutihedam kui kolm-neli kümnendit tagasi ehitatud hoone.

Siseõhu kvaliteedi (nt. CO₂ kontsentratsiooni ja niiskussisaldus) tagamiseks on oluline läbi mõelda ja välja ehitada ventilatsioonilahendused. Ilma korraliku ventilatsioonita on väga suur tõenäosus, et siseõhu niiskus hakkab kondenseeruma jahedamatele klaasipindadele ja tulemusena saadakse „higistavad“ aknad.

Jahedam klaasiümbrus tähendab õhuleket.

Alloleval pildil 6 on toodud tüüpiline termografeerimisel saadud termopilt, millel on kujutatud paigaldatud akent.



Pilt 6. Termopilt aknast.

Esmamulje võib öelda, et tegemist on tõsise praagiga aknatootja poolt, sest klaasi serva perimeeter on külm. Selle pildi õigeks „lugemiseks“ on aga vaja teada järgmisi asjaolusid:

- akna konstruktsioon – klaaside arv, avanemistüüp, paketi vaheliistu materjal;
- välistemperatuur;
- sisetemperatuur.

Pilt on tehtud 2-kordse paketi ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$; argoon ja alumiiniumliist) väljaavatavast aknast. Välistemperatuuril -3°C ja sisetemperatuuril 20°C .

Miks on klaasi ümbrus oluliselt jahedam? Üks põhjus selleks on kasutatud alumiiniumliist. Klaasi keskel, kus liistu pole on soojusjuhtivus oluliselt väiksem (st. sisepind oluliselt soojem).

Teiseks põhjuseks on, et kõigil kvaliteetse konstruktsiooniga akendel on lahendatud nn. klaaspaketi ventilatsioon vältimise jahendama õhuga, mis sisenedes akna konstruktsiooni soojeneb ja seetõttu langeb õhu suhteline niiskus. Väljapoole avatavatel akendel on paketi tuulutus mõnevõrra intensiivsem kui sisseavatavatel akendel.

Olukorras kui toa õhuniiskus on 42%, ei alga kondenseerumine, enne kui pind on jahtunud alla 8°C . Aken vastab nõuetele, kui sisepinna temperatuur 8°C on tagatud välistemperatuuril 0°C . Antud juhul on välistemperatuuril -3°C sisepinna temperatuur 11°C . Seega võib järeldada loomulikku jahtumist, mitte õhulekkeid.

Termokaameraga tehtud pilte uurides tuleb meeles pidada, et selle kaamera otstarve ongi jahedamate piirkondade väljatoomine. Ja taolisi piirkondi on igas aknas. Selleks, et vähendada aknas külmasilda on soovitatav klaaspaketis kasutada nt. SGG Swisspacer vaheliistu.