

Eetu Louhisola

IKKUNOIDEN VAIHDON HYÖDYT OMAKOTITALOSSA

sähkötekniikan koulutusohjelma

2017

IKKUNOIDEN VAIHDON HYÖDYT OMAKOTITALOSSA

Louhisola, Eetu
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2017
Sivumäärä: 24
Liitteitä:

Asiasanat: ikkuna, ikkunanvaihto, energiatehokkuus

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten ikkunan vaihto vaikuttaa 1990-luvun, ja sitä vanhempien talojen energiatehokkuuteen, käytännöllisyyteen sekä asuinmukavuuteen.

Tutkimus tehtiin tutustumalla aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen, pohjautuen omiin kokemuksiin sekä kysyen kokemuksia perheiltä, joka on vaihtanut taloonsa uudet alumiinipokaiset lämpöikkunat.

BENEFITS OF THE WINDOW CHANGES ON THE APARTMENTS

Louhisola, Eetu

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

February 2017

Number of pages: 24

Appendices:

Keywords: window, window replacement, energy efficiency

The purpose of this thesis was to find out, what are the effects of window replacements in the houses that are build in 1990 and before.

The research was conducted by reading at the relevant literature, based on my own experiences and by asking experiences of the family, who has exchanged their windows to new aluminium thermal windows

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Taustaa	5
1.2	Työn tavoite	5
2	IKKUNOIDEN RAKENNE.....	6
3	IKKUNAMALLIT VUOSIKYMMENITTÄIN	7
3.1	1960-luku	7
3.2	1970-luku	8
3.3	1980- ja 1990-luku	8
3.4	2000-luku	9
4	IKKUNOIDEN VAIHDON TEKNISET PERUSTEET	10
4.1	Huurtuminen ja jäätyminen.....	10
4.2	Lämmöneristävyys	10
4.3	Selektiivilasi.....	11
4.4	Äänieristys	14
4.5	Itsestä riippumattomat vauriotekijät	15
5	IKKUNAVAIHDON PERUSTEET KÄYTÄNNÖLISYYDEN KANNALTA	17
5.1	Ulkopuitteen materiaali.....	17
5.2	Ikkunoiden peseminen	18
5.3	Asunnon arvon nouseminen.....	18
6	IKKUNOIDEN PITOAIKA.....	19
7	LÄMMÖNERISTÄVYYSLASKUJA	20
8	IKKUNAVAIHDON TEHNEIDEN PERHEIDEN KOKOEMUKSIA VAIHDOSTA JA SIINÄ SYNTYNEISTÄ MUUTOKSISTA	21
8.1	Kohde 1	21
8.2	Kohde 2	22
9	TYÖN LOPPUPÄÄTELMÄT	23
	LÄHTEET	24

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Suurin syy ikkunoiden vaihtotarpeeseen on, etteivät vanhat alkuperäiset ikkunat ole enää energiatehokkaita, ikkunan ympärillä olevan poken puuosa on mennyt huonoksi, pesupintoja on liikaa verrattuna nykypäivän ikkunoihin tai puupokan maalipinta on uusittava liian usein. Varsinkin energiatehokkuuden tippuminen ja poken puuosan huono kunto vaikuttavat merkittävästi asunnon kokonaisenergiakustannuksiin ja asuinviihtyvyyteen. Tällaisessa tapauksessa varteenotettava vaihtoehto on ikkunoiden vaihtaminen nykyaikaisiin puu-alumiini-materiaalista tehtyihin lämpöikkunoihin.

1.2 Työn tavoite

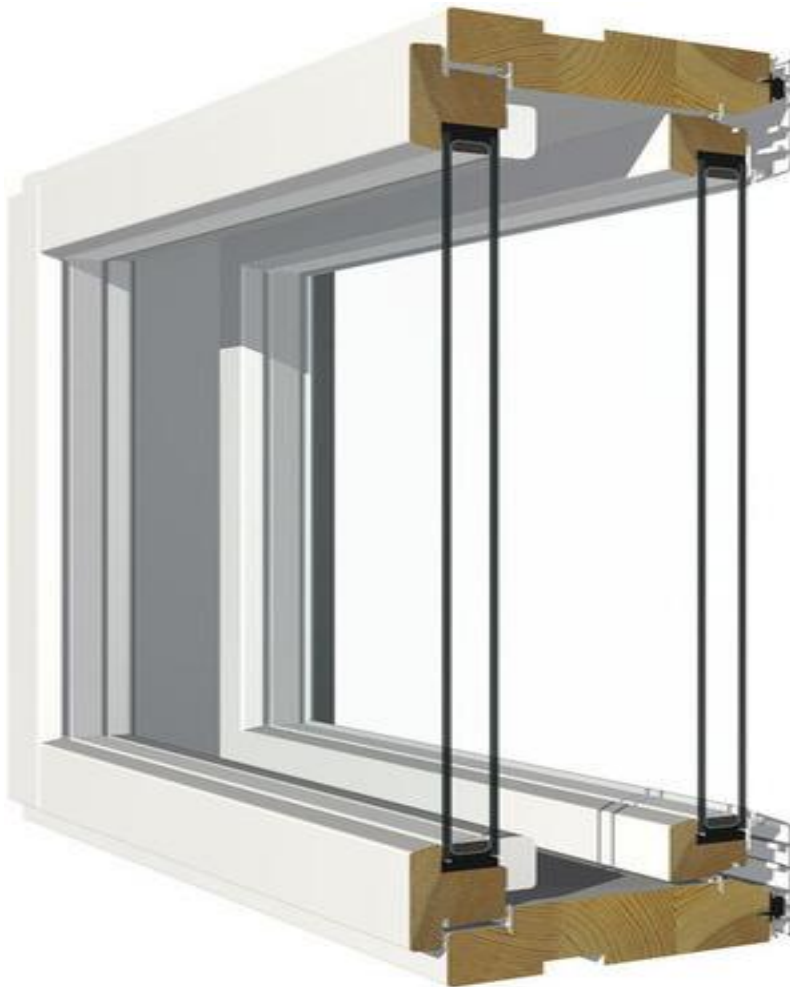
Työssä käsitellään sitä, miten 1990-luvun ja sitä vanhempien ikkunoiden vaihtaminen nykypäivän lämpöikkunoiksi vaikuttaa asunnon energiatehokkuuteen, asuinviihtyvyyteen, miten ikkunan eri arvot muuttuvat ikkunanvaihdon myötä ja miten ikkunoiden rakenne on muuttunut nykypäivään tultaessa.

Tavoitteena on myös selventää, miksi nykypäivän ikkunoita kutsutaan lämpöikkunoiksi, ja minkä takia ikkunoiden ulkopokien materiaali on nykyään alumiinia.

Työssä on myös haastateltu pariskuntaa, joiden 50-luvun talossa olevat alkuperäiset ikkunat vaihdettiin lämpöikkunoihin. Heiltä muun muassa kysyttiin kuinka lämpökustannukset ja asuinviihtyvyys ovat muuttuneet ikkunavaihdon myötä.

2 IKKUNOIDEN RAKENNE

Perinteinen ikkuna koostuu karmeista, puitteista, sekä lasitusosasta. Lasien lukumäärä riippuu rakennusvuodesta sekä jälkepäin tehdyistä kunnostuksista. Ikkunan rakenne poikkileikkauksessa esitelty kuvassa 1.

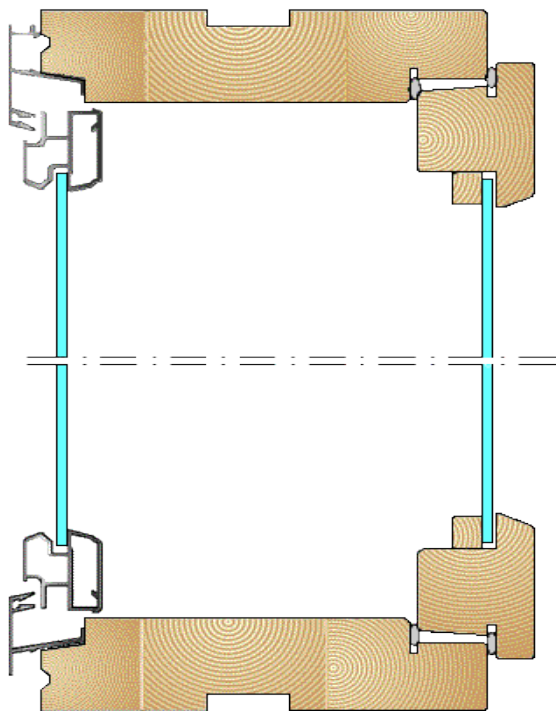


Kuva 1. Ikkunan poikkileikkauksokuva (Skaala, 2017)

3 IKKUNAMALLIT VUOSIKYMMENITTÄIN

3.1 1960-luku

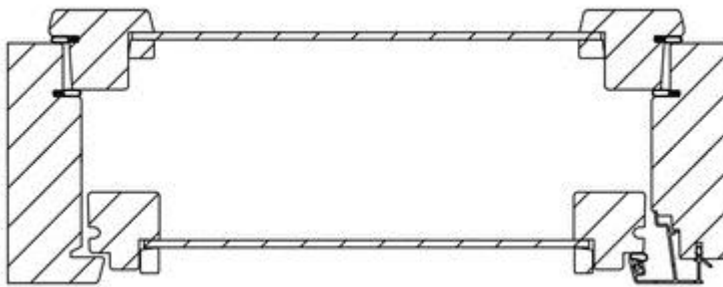
Ennen vuotta 1970 ikkunat olivat aina kaksilasisia puuikkunoita. Ennen 1970-lukua ikkunoiden yleisimpänä pintakäsittelynä toimi peittomaalaus, ja monet toimittajat toimittivat ikkunansa asiakkailleen jopa ilman pintakäsittelyä ja lasittamattomana. (Ikkunakäsikirja 2004, 11) . Tämän ajan ikkunoita kutsutaan MS-ikkunoiksi, eli sisäänpäinaukeava sivusaranoitu ikkuna. MS-ikkuna esitelty kuvassa 2.



Kuva 2. MS-ikkuna (Iprwood)

3.2 1970-luku

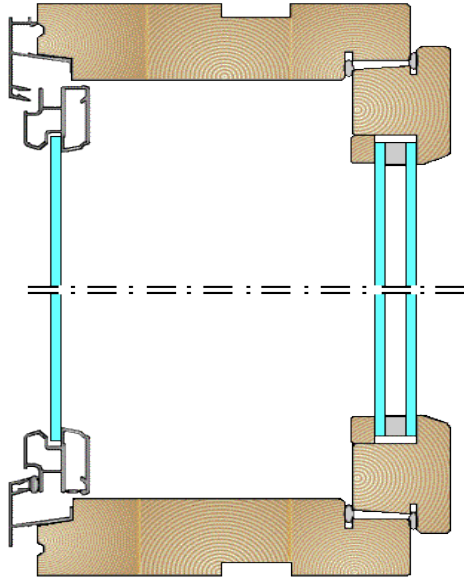
1973 asuinrakennuksissa siirryttiin kolminkertaiseen lasitukseen johtuen energiakriisistä. Käytännössä siis ikkunan sisempään puitteeseen sarakoitiin lisäpuite. Koska energiatehokkuus oli ajalle tärkeää, alettiin ikkunoille asettaa myös muita, nykypäivänakin oleellisia vaatimuksia, kuten lasien vähimmäisväli, rajoitukset koskien ikkunan pinta-alaa ja enimmäislämmönläpäisykerroin, silloin k-arvo, nykyisin U-arvo. (Ikkunakäsikirja 2004, 11). Näitä kolmilasisia ja kolmipuitteisia ikkunoita kutsutaan nimellä MSK-ikkuna.



Kuva 3. MSK-ikkuna (Puumerkki)

3.3 1980- ja 1990-luku

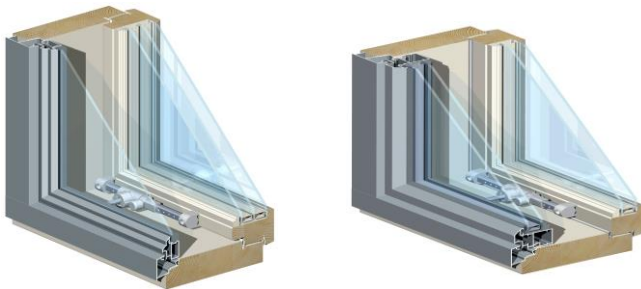
1980- ja 1990-luvuilla yleistyi eristyslasien käyttö ikkunoissa. Eristyslasi asennetaan siten, että puitteita on vain kaksi. Ideana on, että sisempään puitteeseen asennetaan kaksilasinen eristyslasi. Tätä tapaa alettiin käyttää pääasiassa vasta 1990-luvulla, 1980-luvulla lähinnä kiinteissä ikkunoissa. Myöhemmin kuitenkin huomattiin idean toimivan myös avattavissa ikkunoissa, sillä pesupintojen määrä väheni. Suomessa tehtiin jo 1970-luvulla alumiini-ikkunoita, mutta koska silloin niiden hyötyjä ei tiedetty, vietiin suurin osa tehdyistä ikkunoista ruotsiin. 1990-luvulla alumiini-puu-ikkuna korvasi suomessakin sitä ennen käytetyt puuikkunat (Ikkunakäsikirja 2004, 12). Näiden kolmilasisien kaksipuitteisten ikkunoiden lyhyenne on MSE-ikkuna. MSE-ikkuna esitelty kuvassa 3.



Kuva 3. MSE-ikkuna (Iprwood,)

3.4 2000-luku

2000-luvulla, kun vaatimukset ikkunan energiatehokkuutta kohtaan nousevat koko ajan, kehitettiin 90-luvun kaksipuitteisista ja kolmelasisista ikkunoista vielä versio, jossa on eristyslasi sekä sisä-, että ulkopuitteessa, nimeltään MS2E-ikkuna. Lisäksi kehitettiin ikkuna, jossa sisäpuitteeseen tehdään kolmilasinen eristyslasi, nimeltään MS3E. Verrattuna MSE-ikkunaan, nämä ikkunat eivät pesupintojensa takia ole kovin käytännöllisiä. MS2E- ja MS3E-ikkunat esitelty kuvassa 4.



Kuva 4. MS2E- ja MS3E-ikkuna (www.raati-ikkuna.fi)

4 IKKUNOIDEN VAIHDON TEKNISET PERUSTEET

4.1 Huurtuminen ja jäätyminen

Yksi suurimmista syistä ikkunan vaihtoon on tiivistykset. Hyvin tiivistetty ikkuna varmistaa lämmön pysymisen sisällä ja estää hukkalämmön aiheutumisen. Varsinkin vanhemmissa taloissa, joissa tiivisteet ovat kuluneet, tai ne on aikanaan laitettu huonosti, aiheuttaa tiivisteiden puutos lämpöhäviöiden lisäksi sen, että lämpöhäviö voi aiheuttaa kostumista ikkunapintojen välissä, joka aiheuttaa ikkunan huurtumista, talvella pahimmassa tapauksessa myös jäätymistä. Se vaikuttaa ikkunan kunnon lisäksi rakenteisiin, jotka kuluvat tai saattavat lahota. (Laaksonen 2005, 33) Ikkunan huurtuminen esitetty kuvassa 5

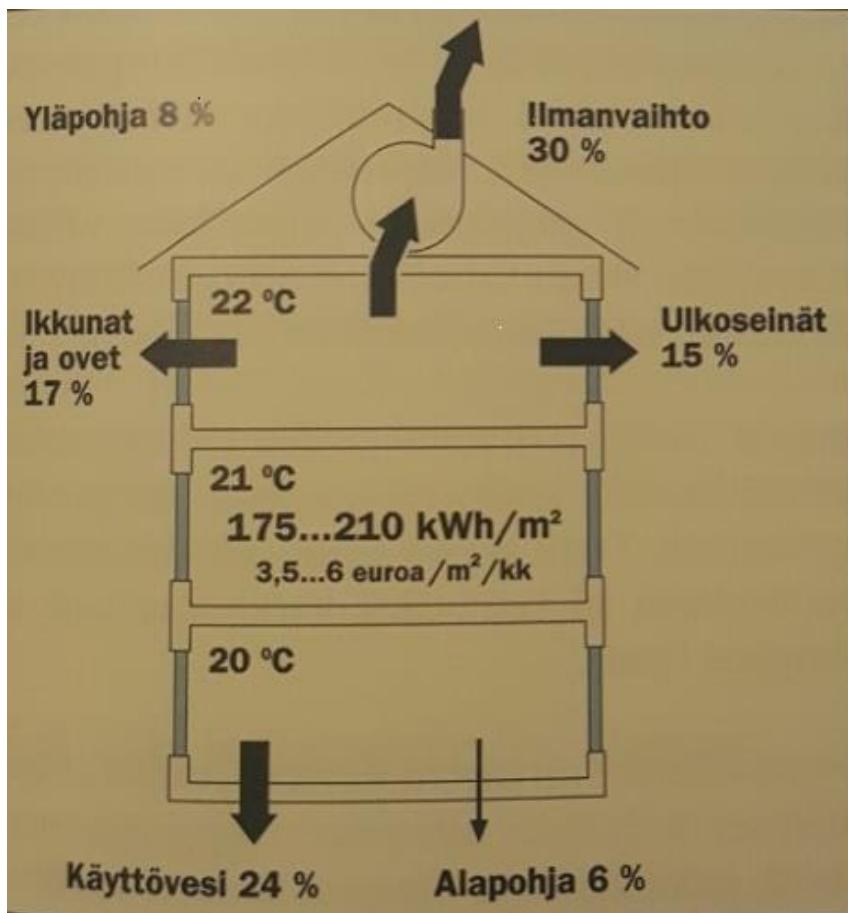


Kuva 5. Ikkunan huurustuminen (Pihla, 2017)

4.2 Lämmöneristävyys

Tilanteessa, jossa ulko- ja sisäilman lämpötilat poikkeavat toisistaan, aiheutuu lämmön siirtymistä ikkunan lävitse. Tällaisessa tapauksessa lämpö siirtyy lämpimämmästä tilasta kylmempään tilaan. Kun tätä ilmiötä mitataan käänteisessä järjestyksessä, eli mittaamalla, kuinka paljon ikkuna päästää lämmintä ilmaa ulkopuolelle, voidaan määrittää ikkunan

lämmöneristävyyskerroin. (Saarni 1992, 13). Tätä mittaustapaa kutsutaan lämmönläpäisykerroimeksi, ja sen mittamääränä käytetään U-arvoa (Ennen K-arvo). Yksikkönä käytetään W/m^2K . Lämmöneristävyysmääräykset ovat muuttuneet vuosien saatossa niin paljon, että myös siitä syystä varsinkin kaksilasiset ikkunat on syytä päivittää nykypäivän standardien mukaisiksi. Nykypäivän uudisrakennuksissa on asetettu enimmäisarvoksi $1,0 W/m^2K$. Tämä on ilmoitettu suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C3. kuvassa 6 on esitetty talon energiahukkahäviöt prosentuaalisesti eri paikoista.



Kuva 6. Talon energiahukkahäviöt prosentuaalisesti eri paikoista. (Rakennusteollisuus 2004, 43)

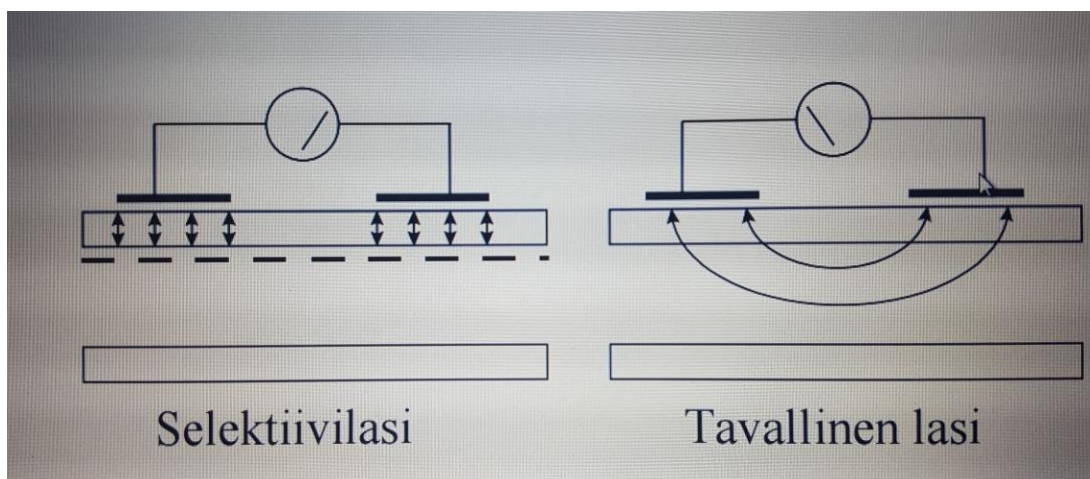
4.3 Selektiivilasi

Nykypäivän lämpöikkunoiden suuri lämpötehokkuuden kannalta merkittävä elementti on selektiivilasi. Se on ohuella metallilla tai metallioksidilla pinnoitettua lasia. Sen säteilyn heijastusominaisuudet ovat selektiivisiä, eli säteilyn aallonpituudesta riippuvaisia. Sen

toiminta perustuu siihen, että sen on tarkoitus vähentää lasien välistä lämpösäteilyä, ja niin ikään parantaa lämmöneristävyyttä ikkunassa. Metallikerros, jolla lasi on pinnoitettu on paksuudeltaan 5-100 nm (Hemmilä & Heimonen 1999, 13)

Selektiivilasin voi valmistaa joko kovapinnoitteisesti tai pehmeäpinnoitteisesti. kovapinnoitteisessa tekotavassa metallikerros laitetaan kuuman lasipinnan päälle ja ne muodostavat pysyvän sidoksen. Pehmeäpinnoitteisessa tekotavassa metallikerros lisätään myöhemmässä vaiheessa tyhjiössä spreijaamalla. kovapinnoitteinen lasi on kestävämpää, mutta pehmeäpinnoitteisen lasin emmissiviteetti on pienempi. (Hemmilä & Heimonen 1999, 13)

Selektiivilasi on tunnistettavaa, sillä se heijastaa enemmän valoa kuin normaali ikkuna. Lisäksi se johtaa sähköä metallipinnoitteensa takia. Kuvassa 7 esitetty selektiivilasin tunnistaminen.



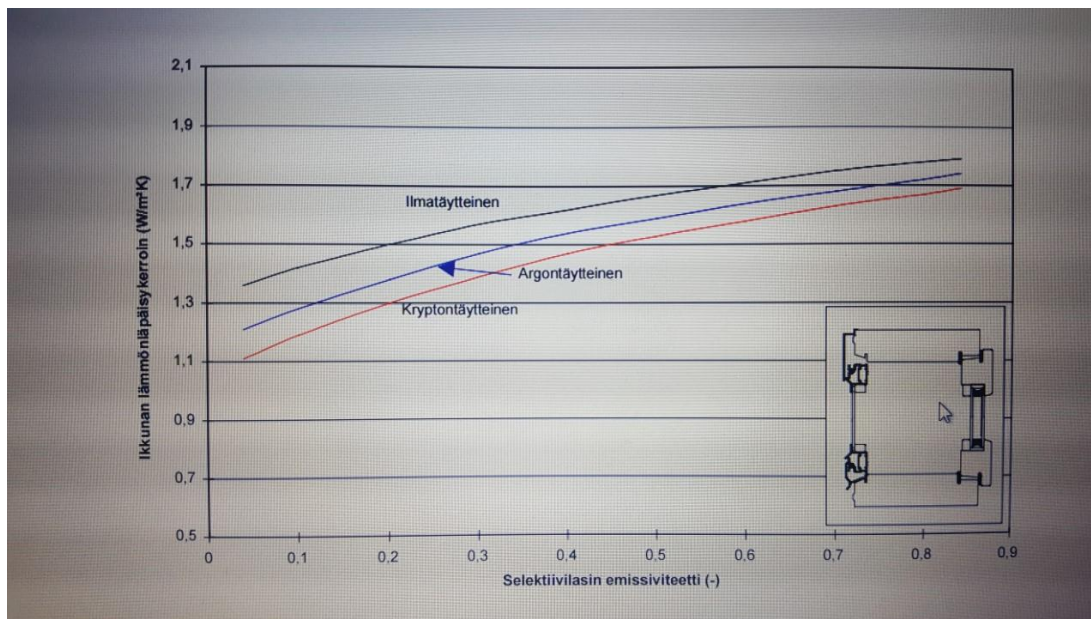
Kuva 7. Kapasitiivisella mittarilla voi tunnistaa selektiivilasin (Hemmilä & Heimonen 1999, 15)

Eristyslaseissa on tapana käyttää täytekaasuja. Ne ovat suurimolekyylisiä jalokaasuja, joiden toiminta perustuu siihen, että ne johtavat lämpöä ilmaa heikommin, ja näin ollen parantavat lämmöneristävyyttä. Yleisin täytekaasu on argon, sillä se on hinnaltaan järkevintä, sillä mitä suurempimolekyylisempää kaasu on, sen kalliimpaa se myöskin on. Toiseksi yleisin kaasu mitä käytetään on krypton (Hemmilä & Heimonen 1999, 22-23)

Kaasu	Sym-boli	Tiheys [kg/m ³]	Molekyylipaino [kg/kmol]	Pitoisuus [tilavuusprosenttia]	Lämmönjohtavuus [W/mK]	Ominaislämpö [J/gK]	Viskositeetti [μPa s]
Typpi	N ₂	1,2506	28,013	78,084	0,0260	1,043	17,9
Happi	O ₂	1,429	31,999	20,946	0,0263	0,917	20,8
Hiilidioksidi	CO ₂	1,965	44,010	0,033	0,0168	0,843	15,0
Argon	Ar	1,7837	39,948	0,934	0,0179	0,896	22,9
Neon	Ne	0,8999	20,183	0,001818	0,0498	1,030	32,1
Helium	He	0,1787	4,0026	0,000524	0,1567	5,192	20,0
Krypton	Kr	3,733	83,80	0,000114	0,0095	0,247	25,6
Ksenon	Xe	5,887	131,30	0,0000087	0,0055	0,158	23,2
Vety	H ₂	0,08988	2,0159	0,00005	0,1869	14,277	9,0
Metaani	CH ₄	0,716	16,043	0,0002	0,0341	2,218	11,2
Typpioksiduuli	N ₂ O	1,965	44,0128	0,00005	0,0174	0,874	15,0
Ilma keskim.		1,22	28,964		0,0262	1,007	18,6

Kuva 8. Ilman sisältämät kaasut ja niiden ominaisuudet (Hemmilä & Heimonen 1999, 22)

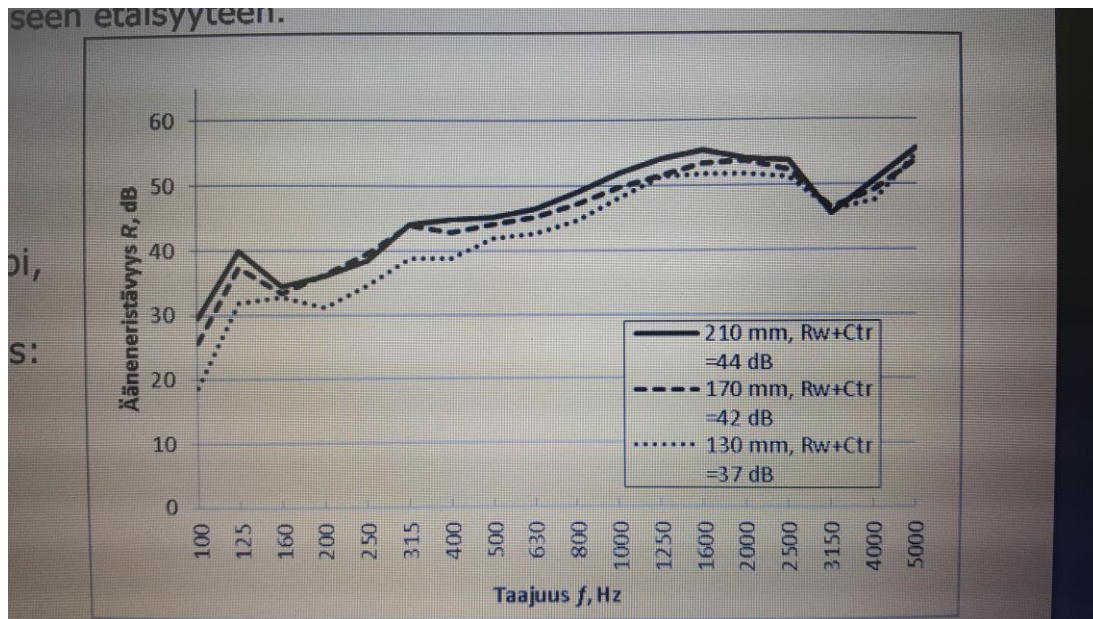
Täytekaasun vaikutus on lähes suoraviivaista suhteessa siihen, paljonko sitä prosentuaalisesti on. Nyky menetelmillä on kuitenkin vielä mahdotonta tehdä sellaista asennusta, että välikaasun pitoisuus olisi 100%, sillä ilmaa jää aina väkisinkin parin prosentin verran. Lisäksi virhe asennuksessa voi pahimmillaan tiputtaa kaasun pitoisuuden monta kymmentä prosenttia alemmas. Ikkunan paikalleen laitton jälkeen kaasu alkaa hitaasti vuotamaan pois. Siihen, kuinka paljon sitä tietyssä ajassa tulee, vaikuttaa tiivisteiden laatu ja kuinka hyvin ne on asennettu. Esimerkiksi 90% kaasua sisältävän eristyslasin, jonka vuotuinen vuoto on 1%, prosentuaalinen kaasumäärä 20 vuoden päästä on 74%. Tämä tarkoittaa noin 0,003 W/m²K kasvua lämmönläpäisykertoimessa (Hemmilä & Heimonen 1999, 23)



Kuva 9. Kaasu prosentuaalisen määrän suhde lämmönläpäisykerroimeen. (Hemmilä & Heimonen 1999, 23)

4.4 Äänieristys

Yksi suuri syy vaihtaa ikkunat on se, että vanhat ikkunat eivät eristä ulkopuolelta kantautuvia ääniä. Tämä voidaan todeta etenkin vilkkaasti liikennöityjen teiden vieressä olevissa asunnoissa. Ikkunan äänieristävyyteen vaikuttavia seikkoja on useita, mutta päätekijät ovat yleisesti lasien määrä, lasien etäisyys toisistaan, lasien paksuus ja kuinka tiiviiksi ikkunat on asennusvaiheessa tehty. Myös nykypäivän ikkunoissa oleva täytekaasu toimii ääneneristäjänä samalla lailla kun se eristää lämmön siirtymistä. Lasien etäisyyteen voidaan vaikuttaa karmisyvyydellä (Yli-Kätkä, 2014). Kuvassa 10 esitetty äänieristävyys suhteessa karmisyvyyteen.



Kuva 10. Äänieristävyys suhteessa karmisyvyyteen. (Yli- Kätkä, 2014)

Ikkuna on tavallisesti talossa heikoiten ääntä eristävä elementti, joten siitä syystä varsinkin ennen 2000-lukua asennetuissa ikkunoissa, joissa ei ole välikaasuja tai eristyslaseja, äänieristys on hyvin heikkoa. Tästä syystä varsinkin teiden ja kaupunkikeskusten läheisyydessä sijaitsevilla taloilla on syytä miettiä ikkunanvaihtoa myös äänieristysten kannalta (Yli-Kätkä, 2014)

4.5 Itsestä riippumattomat vauriotekijät

Ikkuna on yleisesti ottaen erittäin altis erilaisille vauriotekijöille. Suurimpana riskinä jo aiemmin käsitelty kosteus. Jos ulkoilman kosteus on suuri, ulkona on kova pakkanen tai ikkunan kastepiste on ikkunan sisälässä, eli sisäläsin lämpötila on laskenut alhaiseksi, muodostuu sisäläsin pintaan huurua (Rakennusteollisuus 2004, 40). Sen lisäksi, että lasit menevät huuruun, kosteus voi pahimmassa tapauksessa mennä puuosien rakenteisiin, ja aiheuttaa puun lahoamisen ja mädäntymisen. Kuvassa 11 voidaan huomata, mitä kosteus tekee ikkunarakenteelle. Päinvastoin myös auringonpaiste ja UV-säteily eivät tee varsinkaan puupokaiselle ikkunalle hyvää. Liian suuri altistus auringolle tuhoaa ikkunan ulkopuitteet ja edesauttaa näin ollen tiivisteiden heikkenemistä ja puun laadun tippumista. Erityisesti etelä- ja länsisivujen ikkunat ovat kovassa koetuksessa.



Kuva 11. Kosteuden aiheuttamat vauriot ikkunarakenteessa (Rakennusteollisuus 2004, 41)

Toinen itsestä riippumaton vauriotekijä syntyy, jos rakennusvaiheessa ikkunalle on luotu liian suuri mekaaninen kuorma. Rakenteessa olevat pystysuorat kuormat siirretään aina perustuksille kantavia seiniä pitkin, koska ikkunaa ei saa käyttää kantavana rakenneosana (Rakennusteollisuus 2004, 40). Jos tämä seikka on rakennusvaiheessa tehty väärin, vaurioittaa se pidemmän ajanjakson aikana ikkunaa suuressa määrin. Lisäksi ikkunoiden lasien paksuus on valittava niin, että se kestää kyseisellä paikalla vallitsevat tuuliolosuhteet. Ikkunoista on tehty paksumpia ja kestävämpiä nykypäivänä käytettävillä turvalaseilla, jotka tekevät lasista hieman paksumman ja ovat vankkarakenteisempia. On kuitenkin otettava huomioon, että turvalasi lisää ikkunan painoa, ja näin ollen kuormitettavuutta. Ikkunan puite- ja saranarakenteissa on huomioitava tästä aiheutuva lisärasitus. (Rakennusteollisuus 2004, 42). Jos nämä seikat on tehty väärin rakennusvaiheessa, voi se huonossa tapauksessa johtaa jopa 2000-luvun ikkunan vaihtotarpeeseen liiallisen rasituksen vuoksi.



Kuva 12. Valoaukon rasitustekijät (Laaksonen 2005, 11)

5 IKKUNAVAIHDON PERUSTEET KÄYTÄNNÖLLISYYDEN KANNALTA

5.1 Ulkopuitteen materiaali

Nykypäivän ikkunoiden ulkopuitteiden materiaali on alumiini. Ennen 2000-lukua tehdyissä ikkunoissa se on pääosin ollut puuta. Jos asiaa mietitään käytännöllisyyden näkökulmasta, on huomattavan paljon helpompaa, jos ikkunoiden ulkopuitteet ovat alumiinia. Kuten aikaisemmin jo todettiin, kosteus ja sääolosuhteet kuluttavat puuosaa ikkunassa ja se voi pahimmassa tapauksessa pilaantua. Kun pientaloon vaihtaa alumiinipokaiset ikkunat, jotka polttomaalataan, pysyy ikkunakarmien ulkopinta vahingoittumattomana, eikä sitä näin ollen tarvitse maalata jatkuvasti. Yleisesti alumiini-puu ikkunoille annetaankin 10 vuoden lahoamattomuustakuu (Lämpölux, 2017)



Kuva 13. Kuvassa saneerauskohteeseen vaihdettu puu-alumiini ikkuna (Lämpölux, 2017)

5.2 Ikkunoiden peseminen

1960-luvun ikkunoissa, jotka on tehty avaamattomiksi, ikkunan pesu voi olla todella haastavaa. ensinnäkin ikkuna on pestävä sisä- ja ulkopuolelta, toisin kuin nykypäivän ikkuna, joka avautuu sisäänpäin ja näin ollen mahdollistaa ikkunan pesun sisätiloissa. toinen ongelma muodostuu, jos asunto on kaksikerroksinen tai sijaitsee korkeammalla tasolla, jolloin yläikkunoihin ylettyminen saattaa olla todella haastavaa.

5.3 Asunnon arvon nouseminen

Ikkunaremontin pääasiallinen tarkoitus on, että talo pysyy kunnossa ja energiatehokkuudeltaan hyödyllisenä. Varsinkin vanhoissa taloissa useat ikkunafirmat tavoittelevat vanhan arkkitehtuurin pitämistä melko samanlaisena, mutta materiaalien ja pätevän asennuksen ansiosta ikkunoista saadaan uuden veroiset, ja näin ollen talon arvo myyntihetkellä nousee luonnollisesti (Laaksonen 2005, 49)



Kuva 14. Kuvassa saneerauskohteen ennen- ja jälkeen kuvat (Lämpölux, 2017)

6 IKKUNOIDEN PITOAIKA

Ikkunoiden pitoaika riippu pitkälti siitä, miten ne on aikanaan asennettu, millaisia materiaaleja on käytetty ja miten niitä on huollettu käytön aikana. Keskimäärin normaalin puuikkunan pitoaika on 24-36 vuotta. Huonosti tehdyt ja huonoista materiaaleista tehdyt ikkunat voivat kuitenkin olla vaihtokunnossa jo 10-15 vuoden jälkeen. Vaihtoon vaikuttaa tietysti myös se, miten rakennusmääräykset ja standardit ikkunoiden kanssa muuttuvat ajan saatossa. 1950- luvun puuikkunat kestivät pääosin kauemmin kuin myöhemmin tehdyt ikkunat. Syitä voi olla monia, mutta luultavasti pääsyyt ovat kuitenkin sen ajan paremmat materiaalit ja pienemmät asennusvirhemäärät ikkunan yksinkertaisuuden vuoksi. Puuikkunan pitäminen hyväkuntoisena pitkän aikaa vaatii vuosittaista kunnostamista ja maalaamista. Alumiini ikkuna sen sijaan pysyy kestävänsä materiaalinsa ja eristyslasiensa ansiosta pitkään hyväkuntoisena ja sitä ei juurikaan tarvitse huoltaa. Tästä syystä puuikkunan keskimääräisen

maksimi-ikäen ollessa 36 vuotta, pysyy alumiinipuitteinen ikkuna hyvässä kunnossa 30-50 vuotta, eli noin 15 vuotta pidempään kuin puupokainen ikkuna. (Saarni 1992, 36-37).

7 LÄMMÖNERISTÄVYYSLASKUJA

Kaavalla (1) voidaan laskea ikkunan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin U_W

$$U_W = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \phi_g}{A_g + A_f} \quad (1)$$

jossa A_g on valoaukon pinta-ala, m^2 .

U_g on valoaukon lämmönläpäisykerroin, $W/(m^2K)$.

A_f on karmi- ja puiteosan projektiopinta-ala ikkunan lasituksen tasossa, m^2 .

U_f on karmi- ja puiteosan lämmönläpäisykerroin $W/(m^2K)$.

l_g on valoaukon reunaan muodostuvan viivamaisen kylmäsilan pituus, m .

ϕ_s on valoaukon reunan viivamainen lisäkonduktanssi, $W/(mK)$.

(RakMk C4)

Karmi- ja puiteosan lämmönläpäisykerroin U_f Voidaan laskea kaavalla (2).

$$U_f = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \frac{\beta \cdot d}{\lambda_n}} \quad (2)$$

jossa d on karmiosan keskimääräinen paksuus, m .

λ_n on karmi- ja puiteaineen normaali lämmönjohtavuus.

β on todellisuudessa moniulotteisen lämpövirtauksen huomioon ottava korjauskerroin, 0,7.

$R_{si} + R_{se}$ pintavastusten summa.

(RakMk C4)

Valoaukon lämmönläpäisykerroin U_g lasketaan kaavalla (3).

$$U_g = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{sj}} \quad (3)$$

jossa $R_{si} + R_{se}$ on sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa.

λ_j on lasin tai läpinäkyvän ainekerroksen j lämmönjohtavuus, $W/(m^2K)$.

R_{sj} on lasivälin j lämmönvastus (m^2K)/W.

d_j on lasin tai läpinäkyvän ainekerroksen j paksuus, m.

(RakMk C4)

8 IKKUNAVAIHDON TEHNEIDEN PERHEIDEN KOKOEMUKSIA VAIHDOSTA JA SIINÄ SYNTYNEISTÄ MUUTOKSISTA

Haastattelin tutkimustani varten kahta perhettä, joille kummallekin on tehty ikkunaremontti vuonna 2016. Toinen taloista on 50- luvulla tehty rintamamiestalo ja toinen 70- luvun loppupuolella valmistunut tiilitalo. Kummassakin taloudessa ikkunanvaihto oli välttämätöntä, mutta täysin eri syistä ja sen takia otin työhöni juuri nämä kaksi perhettä haastateltavaksi, jotta sain eri käytännön näkökulmia ikkunan vaihdon hyötyihin.

8.1 Kohde 1

Ensimmäinen talo oli siis 50- luvulla tehty puutalo, jossa myös ikkunat olivat alkuperäiset kaksilasiset puuikkunat. Kun aluksi lähdettiin pureutumaan niihin syihin jonka takia taloon tehtiin ikkunaremontti, oli päälimmäisin syy juuri karmien huono kunto ja mätäneminen kuin myös lasien huurtuminen ja kasvaneet lämmityskulut. Kalliit lämmityskustannukset ovat yksinkertaisesti varmasti selitettävissä sillä, että kaksilasisten ikkunoiden lämmöneristävyyskyky on niin paljon nykyisiä ikkunoita heikompi, eikä lasien välissä ole täytekaasuja, joten ne päästävät varmasti paljon sisäilmaa ulkopuolelle. Kuten aikaisemmin käytiin läpi, puuikkunan keskimääräinen pitoaika on 24-36 vuotta, joten jos ikkunat ovat olleet seinässä jo reilun 60 vuoden ajan rasituksen ja sääolosuhteiden alaisena, ei ole mikään ihme että karnit ovat menneet todella huonoiksi. Näin vanhoissa ikkunoissa myös tiivisteet ovat jo hyvin olemattomat, jolla pystytään selittämään huurtuminen sisäpinnoissa. Perheessä on myös pieniä lapsia, joiden leikkien takia on jo muutama lasi hajonnut, sillä näin vanhan ikkunan lasi alkaa olla jo todella hauras. Kyseiset ikkunat olivat myös umpinaisia ikkunoita, joten peseminen oli hankalaa toisen kerroksen ikkunoissa sekä tuuletus keittiössä ja pesuhuoneissa varsinkin oli mahdotonta.

Ikkunanvaihdon jälkeen kun kysyttiin, miten vaihto on vaikuttanut edellä mainittuihin ongelmiin, oli muutos ollut valtava. Pokat ja ulkopuitteet vaihtuivat puusta alumiiniin, joten tulevaisuudessa ikkunan pokien pitäisi kestää vaurioitumattomina. Uusien nykypäivän tiivistysten ansiosta ikkunat eivät enää huuru ja tiivistysten lisäksi tehdyt välikaasu- ja eristyslasi-asennukset ovat pienentäneet lämmityskustannuksia huomattavasti. Uusiin ikkunoihin asennettiin kunnolliset turvalasit, joten nykyään ei lasten leikitkään pääse rikkomaan lasia. Asennetuissa ikkunoissa on nyt myös tuuletusluukut ja ne on mahdollista avata sisäänpäin esimerkiksi pesemisen ajaksi.

Ikkunoita vaihdettiin yhteensä 15, joten ero on varmasti ollut ikkunoiden suuren lukumäärän takia myös huomattava. Ikkunanvaihto asentajilta kesti päivän ja asennukset oli tehty hyvin ja ongelmitta.

Yhteenvetona voi siis todeta, että vanha ikä oli tässä kohtaa pääsyy ikkunaremontille ja se onnistui positiivisesti parantaen energiatehokkuutta sekä teknisiä että käytännöllisiä ominaisuuksia.

8.2 Kohde 2

Tämän talon ikkunat olivat 20 vuotta uudemmat ja selvästi paremmassa kunnossa. Ikkunoissa oli lisäsaranalla asennettu kolmas lasi, joita siihen aikaan oli jo tapana asentaa taloihin. suurimmaksi ongelmaksi kyseisessä talossa oli muodostunut vieressä kulkeva tie. Kohde oli 70- luvun loppupuolella tehty tiilitalo. Sen lisäksi, että tien liikenne on suhteellisen vilkas, niin asunto sijaitsee varuskunta alueen vieressä, ja sen takia tie on usein raskaiden panssariajoneuvojen käytössä, jotka aiheuttavat suurta meluhaittaa.

Kävin kysymässä asennusten jälkeen, miten ikkunanvaihto oli vaikuttanut meluhaittoihin. asukkaat kertoivat, että nykyään vain raskaat panssariajoneuvot kuuluvat sisälle, mutta muuten kaikki äänet jäävät talon ulkopuolelle. Talossa on 20 ikkunaa, ja kuten aikaisemmin todettiin, ikkunat ovat talossa huonoiten ääntä eristävä elementti, joten 20 ikkunan talossa ääniongelmat ovat varmasti olleet suuria. Kysyttäessä energiatehokkuudesta pariskunta vastasi, että pientä eroa on huomattavissa, mutta esimerkiksi 1. kohteeseen verrattuna lämpöhäviö ei ollut läheskään yhtä suuri ongelma, joten vaihdon yhteydessä vaikutuskin oli

pienempi. Vanhoissa ikkunoissa oli 6 pesupintaa, joten pääsemme myös tässä kohteessa käytännöllisyyssyyhin. Uusissa ikkunoissa on kolme pesupintaa sekä alumiinipokat, joten peseminen ja huolto helpottui huomasti.

9 TYÖN LOPPUPÄÄTELMÄT

Loppupäätelmänä voisi todeta, että ikkunanvaihtoon on useita syitä, ja on syytä tarkastella omia ikkunoitansa edellä mainittuja kohtia silmällä pitäen. Mikäli jotain niistä esiintyy omassa ikkunassa, on syytä harkita ikkunan vaihtoa. Työn aikana on myös näytetty toteen se tosi seikka, että ikkunan voi myös peruskorjata, mutta se on paljon riskaabelimpi ja lyhytkestoisempi apu, kuin ikkunan päivittäminen nykypäivän puu – alumiini – ikkunaan. Toki ikkunan peruskorjaus tulee edullisemmaksi kuin koko ikkunan vaihto, mutta siinä on se riski, että peruskorjatun ikkunan rakenteet ovat huonot ja niissä saattaa jo olla lahoamisen oireita. On siis syytä pohtia tarkasti, ennen kuin päättää peruskorjata ikkunan firmalta tilatun avaimet käteen - alumiini- ikkunavaihdon sijasta. Opinnäytetyössäni kävi myös selväksi, että 50-luvulla tehdyt kaksilasiset ikkunat kestävät keskimäärin kauemmin kuin sen jälkeen valmistetut puuikkunat, johtuen muun muassa ikkunan kehityksen tuomista monimutkaisuuksista sekä heikommista materiaaleista.

LÄHTEET

- HEMMILÄ, K & HEIMONEN, I. 1999. ERISTYSLASIN TÄYTEKAASUN JA LASIEN TOIMIVUUS JA TOTEAMINEN. VTT RAKENNUSTEKNIikka
- LAAKSONEN, M. 2005. VALOA IKKUNOISTA. ALFAMER
- LAAKSOSEN OVI JA IKKUNA OY, 2000. IKKUNAT. VIITATTU 10.03.2017.
[HTTP://WWW.PHNET.FI/PUBLIC/LAAKSOSEN/PROD01.HTM](http://www.phnet.fi/public/laaksoesen/prod01.htm)
- LPR WOOD OY. IKKUNAMALLIT. VIITATTU 11.03.2017.
[WWW.LPRWOOD.FI/FI/IKKUNAT.HTML](http://www.lprwood.fi/fi/ikkunat.html)
- LÄMPÖLUX, 2017. GALLERIA. VIITATTU 10.03.2017.
[HTTPS://LAMPOLUX.FI](https://lampolux.fi)
- PIHLA, 2016. IKKUNAN HUURTUMINEN. VIITATTU 10.03.2017.
[HTTPS://WWW.PIHLA.FI/PIHLA-IKKUNAT/IKKUNAN-HUURTUMINEN](https://www.pihla.fi/pihla-ikkunat/ikkunan-huurtuminen)
- PUUMERKKI 2013. VIITATTU 13.04.2017.
[HTTP://WWW.PUUMERKKI.FI/TUOTTEET_JA_TUOTEMERKIT/TUOTTEET/IKKUNAT/IKKUNA_MS_131_SK.HTML](http://www.puumerkki.fi/tuotteet_ja_tuotemerkit/tuotteet/ikkunat/ikkuna_ms_131_sk.html)
- RAKENNUSTEOLLISUUS, 2004. IKKUNAKÄSIKIRJA
- RAKMK C4. 2003. SUOMEN RAKENNUSMÄÄRÄYSKOKOELMAC4. YMPÄRISTÖMINISTERIÖ.
HELSINKI
- SAARNI, R. 1992. IKKUNAN VALINTAOPAS. RAKENNUSTIETO OY.
HELSINKI
- YLI-KÄTKÄ, V. 2014. IKKUNOIDEN ÄÄNIERISTÄVYYSOPAS. VIITATTU 25.03.2017. [HTTPS://WWW.ELY-KESKUS.FI/DOCUMENTS/10191/8441490/YLI-KESKUS.FI/DOCUMENTS/10191/8441490/YLI-K%C3%A4TK%C3%A4_ESITYS+IKKUNOIDEN+%C3%A4%C3%A4NENERISTYSOPAS+TORSTAI+KLO+15-15.15/BE121410-B1AC-4A80-B1AE-44F83C90E01](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/8441490/YLI-KESKUS.FI/DOCUMENTS/10191/8441490/YLI-K%C3%A4TK%C3%A4_ESITYS+IKKUNOIDEN+%C3%A4%C3%A4NENERISTYSOPAS+TORSTAI+KLO+15-15.15/BE121410-B1AC-4A80-B1AE-44F83C90E01)

