Ikkunoiden suunnittelun vaikutus energiatehokkuuteen

Ikkunoiden energiatehokkuusvaikutukset muodostuvat ensisijaisesti syntyvistä lämmitys- ja jäähdytystarpeista.

Energiatehokas ikkunoiden suunnittelu edellyttää aina ratkaisuja, jotka huomioivat ikkunan ominaisuudet kokonaisuutena ja osana koko rakennusta.

Tausta ja tavoitteet

Ikkuna-aukotuksen optimointia on perinteisesti sekä suunnittelussa että tutkimuksessa pidetty yhtenä keskeisimmistä energiatehokkuutta tavoittelevan arkkitehtisuunnittelun keinoista. Suunnitteluongelma on monitahoinen, koska ratkaisussa on samanaikaisesti otettava huomioon muun muassa lämpöhäviöt ja toisaalta mahdollinen liikalämpö sekä luonnonvalon saanti, näkymät ja yksityisyys.

Tutkimuksessa tarkasteluun poimittiin aihepiirin kirjallisuuden pohjalta sellaisia ikkunoihin liittyviä ominaisuuksia, jotka on havaittu energiatehokkuuden kannalta erityisen merkittäviksi, tai joiden vaikutuksesta ei ennestään ole kattavaa näyttöä. Tavoitteena oli selvittää näiden yksittäisiä ja yhdistettyjä energiatehokkuusvaikutuksia Suomen olosuhteissa. Tarkastellut sijainnit valittiin olosuhteiden erilaisuuden näkökulmasta. Valikoituneet muuttujat arvoineen on esitetty oheisessa taulukossa. Laskenta suoritettiin IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE) dynaamisella simulaatio-ohjelmalla ja simulaatiomallina käytettiin 25 m²:n ryhmäkotiasuntoa. Energiankulutusta tarkasteltiin lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen ostoenergiankulutusten kautta. Lämpökuormat laitteista, ihmisistä ja auringosta otettiin huomioon lämmitys- ja jäähdytystarpeessa. Tarkastelumallissa ei ole mukana omaa energiantuotantoa.

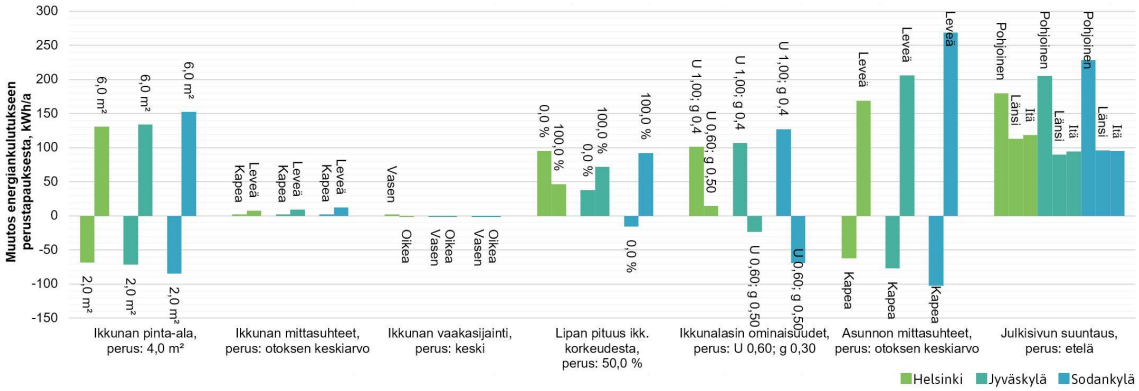
Sijainti	Ikkunan pinta-ala	Ikkunan mittasuhteet	Ikkunan vaakasijainti	Lipan pituus ikk. korkeudesta	Ikkunalasin ominaisuudet	Asunnon mitta-suhteet (L/S)	Julkisivun suuntaus
Helsinki	2,0 m²	Kapea	Vasen	0,0 %	U 1,00; g 0,40	Kapea (0,49)	Pohjoinen
Jyväskylä	**4,0 m²**	**Keskimäär.**	**Keski**	**50,0 %**	**U 0,60; g 0,30**	**Keskimäär. (0,75)**	**Etelä**
Sodankylä	6,0 m²	Leveä	Oikea	100,0 %	U 0,60; g 0,50	Leveä (1,55)	Länsi
							Itä

Tarkastellut muuttujat ja niiden parametrit. Laskennassa simuloitiin ominaisuuksien kaikki mahdolliset yhdistelmät, yhteensä 8748 laskentatapausta. Taulukossa on korostettu seuraavassa kuvaajassa perustapauksena käytetyt arvot.

Tulokset ja johtopäätökset

Kaikissa laskentatapauksissa suurin osa ostoenergiankulutuksesta muodostui lämmityksestä, jonka osuus kuitenkin vaihteli huomattavasti (47–94 %). Valtaosa lopusta kulutuksesta muodostui jäähdytyksestä, valaistuksen osuuden jäädessä kauttaaltaan verraten vähäiseksi. Suurin vaikutus lämmitystarpeeseen ja täten ostoenergiankulutukseen kokonaisuudessaan oli odotetusti maantieteellisellä sijainnilla: lämmitystarve oli Sodankylässä pienimmillääkin lähes kaksinkertainen verrattuna Helsingin matalimpaan tulokseen. Merkittävää on, että jäähdytystarvetta ilmeni kaikissa ilmastoissa: jopa Sodankylässä etelään suunnatut, suuret ja varjostamattomat matalan U-arvon ja korkean g-arvon ikkunat nostivat jäähdytystarpeen liki kolmannekseen saman tapauksen vuotuisesta lämmitystarpeesta.

Oheisessa kuvaajassa on esitetty laskentatuloksiin perustuva odotettu vaikutus vuotuiseen yhdistettyyn lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen ostoenergiankulutukseen, kun kutakin ominaisuutta muutetaan oletusarvosta. Sijainnin jälkeen suurin vaikutus energiankulutukseen oli julkisivun suuntauksella. Lämmitystarpeen keskeisyyden vuoksi useimmissa – muttei kaikissa – energiatehokkaimmissa varianteissa oli ikkuna etelään.



Suunnitteluratkaisujen vaikutus vuotuiseen ostoenergiankulutukseen. Pylväät kuvastavat keskimääräistä, odotettua muutosta energiankulutuksessa muokattaessa nimettyä ominaisuutta perusarvosta kussakin tarkastellussa sijainnissa.

Ikkunan pinta-alan vaikutus oli merkittävä. Keskimäärin ikkunan koon kasvattaminen lisäsi ostoenergiankulutusta, mutta toisin kuin saattaisi olettaa ei näin tapahtunut kauttaaltaan: kaikista varianteista pienin lämmitysenergiantarve oli niissä, joissa oli suuri tai keskisuuri etelään suunnattu ikkuna eikä lainkaan varjostusta. Suuren jäähdytystarpeen vuoksi nämä kuitenkin jäivät kokonaisostoenergiankulutuksessa kauas kärjestä. Oheisen kuvaajan odotusarvoisissa tuloksissa Sodankylä oli ainut sijainti, jossa varjostuksen puuttuminen täysin näyttäytyi edullisimpana vaihtoehtona. Näin ollen voidaan päätellä energiatehokkaimman ratkaisun muodostuvan kookkaasta, etelään suunnatusta ikkunasta, johon kuuluu tarpeenmukaisesti säädeltävä varjostus.

Asunnon mittasuhteiden muokkaaminen kuvastaa tarkastelussa käytännössä rakennuksen vaipan määrää suhteessa tilavuuteen: julkisivualan lisääntyminen lisää lämpöhäviöitä. Kytkös ikkuna- ja tilasuunnittelun sekä massoittelun välillä on siis oleellista ottaa huomioon kokonaisuudessa. Ikkunan mittasuhteilla ja sijainnilla ei energiatehokkuudellisesta näkökulmasta ollut käytännössä lainkaan merkitystä, joten ratkaisut voidaan tehdä toiminnallisista ja visuaalisista lähtökohdista.

Sen lisäksi, että tulokset yleisesti korostivat ikkunasuunnittelun merkittävyyttä energiatehokkuudessa, nostivat ne erityisesti esiin kokonaisvaltaisen tarkastelun tärkeyden: mikään yksittäinen suunnitteluratkaisu ei vaikuttanut kautta linjan yhdellä tavalla, vaan kaikki riippuivat muista ominaisuuksista. Optimaalisen energiatehokasta ikkunasuunnittelua ei siis voida tehdä yleisluontoisin, kontekstista irrotetuin ohjein.

Lisätietoja ja yhteydenotot

Kaasalainen, T., Lehtinen, T., Mäkinen, A., Moisio, M., Hedman, M. & Vinha, J. 2018. **Window design and energy efficiency: a multivariable simulation study in Finnish climates.** (To be published.)

Arkkitehti Tapio Kaasalainen (tapio.kaasalainen@tuni.fi)
Arkkitehti Taru Lehtinen (taru.lehtinen@tuni.fi)

Liittyvät julkaisut

Moisio, M., Kaasalainen, T., Lehtinen, T. & Hedman, M. 2018. **Energiatehokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjekortisto.** Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 32.