

WHITEPAPER | KYLMÄ VETO

LÄMMITYSRATKAISUT SUURTEN IKKUNOIDEN ETEEN



PURMO 
clever heating solutions

MITÄ KYLMÄ VETO ON?

Ilman liikkumista sisätiloissa kutsutaan vedoksi. Veto kuljettaa lämpöä pois iholta ja aiheuttaa viileyden tunteen. Lämmönluovutus riippuu paljon ilman liikenoudesta ympärillämme, ja vähäinenkin ilman nopeuden kasvu lisää lämmönluovutusta kehosta huomattavasti. Suuri ilman liikenoisuus voi johtua esimerkiksi ikkunasta tulevasta kylmästä vedosta tai kylmästä lattiasta tai seinistä. Kylmä veto on erityisen tavallista ikkunan alla, kun viilentynyt lasi viilentää ilmaa. Lämmintä ilmaa raskaampi kylmä ilma painuu alaspäin ja leviää lattian ylle kylmänä mattona. Kylmä ilman viilentää lattiaa ja jalkoja ja saa huoneen tuntumaan viileältä. Sisällä istuva henkilö voi tuntea kylmän ilman vetona.

IKKUNOIDEN MERKITYS

Ikkunat ovat erittäin tärkeitä asumisviihtyvyyden kannalta ja oleellinen tekijä termisessä arkkitehtuurissa. Ikkunat myös tekevät huoneesta avaramman ja päästävät sisään luonnonvaloa.

Ikkunoiden haittapuolena on, että vaikka ikkunoita kehitetään yhä paremmiksi, ne heikentävät edelleen rakennuksen vaippaa ja mahdollistavat kylmyyden tunteen vuoden kylminä päivinä. Vuoden lämpiminä päivinä viilennyksen tarve kasvaa, jos suoran auringonpaisteen pääsyä sisään ei rajoiteta aurinkosuojilla tai vastaavilla.

Olemme yksimielisiä siitä, että ikkunattomat huoneet eivät ole kovin miellyttäviä, joten kysymys kuuluu, miten ikkunoiden aiheuttamat haittavaikutukset voidaan torjua ja miten sisäilmastoon liittyvät haasteet ratkaistaan ikkunoiden ollessa suurina?

Jos ikkunoiden kanssa hyödynnetään radiaattoreiden tai konvektoreiden ominaisuuksia oikealla tavalla, ikkunat ja ikkunaseinä muodostavat termisesti värikkään, sensorisesti virkistävän ja terveellisen sisäilmaston.

SÄTEILY, VETO JA STRATIFIKAATIO

Lämpöenergia voi siirtyä vain korkeammalta lämpötilatasolta alhaisemmalle. Tämä on termodynamiikan ensimmäinen pääsääntö. Huonetilassa lämpö liikkuu pääasiassa säteilyä ja konvektiona sekä vähäisessä määrin materiaalien läpi.

Olosuhteista riippuen ihmisen pintalämpötila on 30–35°C. Luovutamme siis lämpöä ympärillemme ja erityisesti viileää ikkunaa kohti lämpösäteilyä. Tästä syystä paras paikka radiaattorille on ikkunan alla, sillä silloin se ehkäisee myös kylmää vetoa. Radiaattorin lämpösäteily kompensoi myös kylmemmästä ikkunapinnasta tuntuvaa kylmyyttä. Ikkunan alle sijoitettu radiaattori saa lämpimän ilman liikkumaan ylöspäin, mikä ehkäisee kylmää vetoa. Jotta tila tuntuu vedottomalta, ilman nopeus ei saa olla suurempi kuin 0,20–0,25 m/s.

Vaikka konvektio on radiaattorin pääasiallinen lämmönluovutustapa, sen huoneeseen tuottamalla läm-

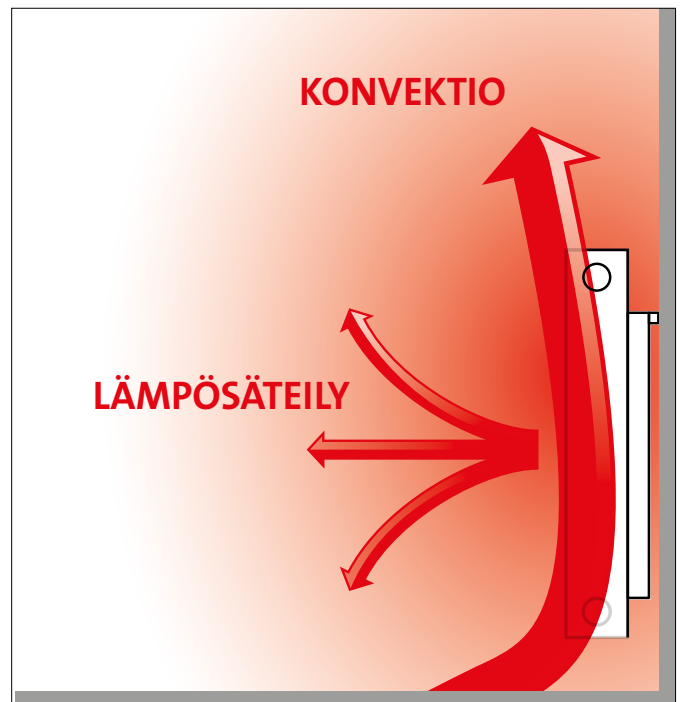
pösäteilyllä on myös merkittävä vaikutus siihen, miten miellyttävältä huonetila tuntuu. Paras ja samalla kaikkein energiatehokkain tapa nauttia radiaattorin lämmöstä on sijoittaa se ikkunan alle. Tähän on kaksi syytä.

KONVEKTIO:

Radiaattorin konvektio kompensoi ikkunasta tulevaa vetoa (niin kutsuttua kylmää vetoa).

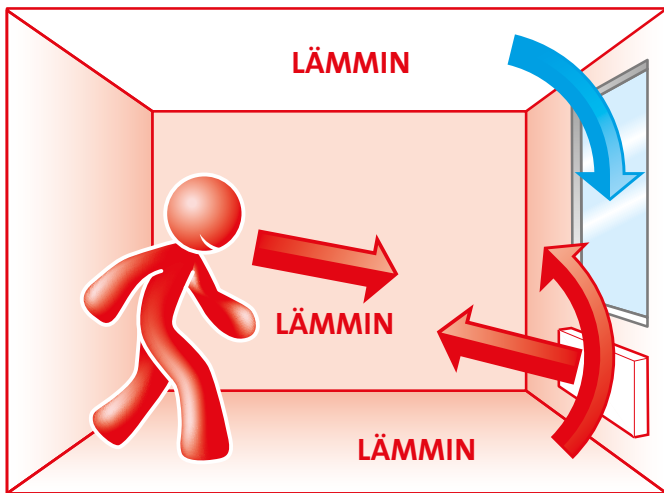
LÄMPÖSÄTEILY:

Radiaattorin lämpösäteily luo miellyttävää vastapainoa viileämmästä ikkunapinnasta aiheutuvalle säteilylle.

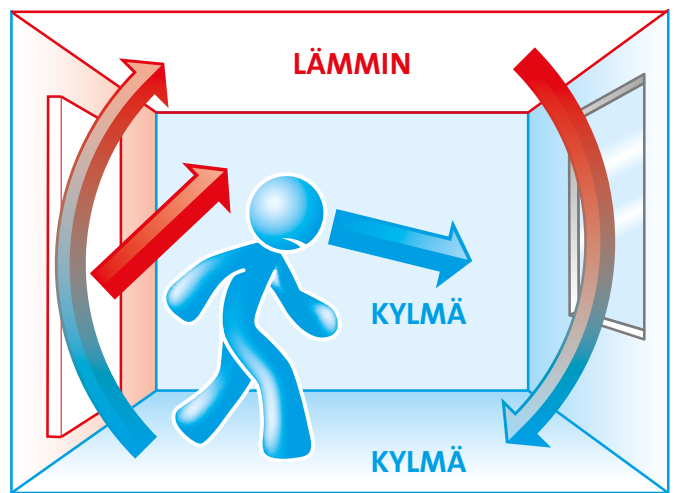


LÄMPÖSÄTEILYN JA KONVEKTION OSUUS (%) STANDARDIN EN 442 MUKAISESTI

| | Säteily | Konvektio |
|--------------------------|---------|-----------|
| TYYPPI 10 | 50 | 50 |
| TYYPPI 11 | 35 | 65 |
| TYYPPI 21/22 | 20 | 80 |
| TYYPPI 33 | 10 | 90 |
| Konvektori, jossa kotelo | 0 | 100 |



Kuvassa 1 ikkunan alle sijoitettu radiaattori säteilee lämpöä huoneeseen ja kompensoi samalla ikkunapinnan säteilyvaikutusta. Koettu lämmöntunne on yhtenäinen ja virkistävä. Radiaattorin konvektio pysäyttää ikkunan aiheuttaman kylmän ilmavirran.



Kuvassa 2 ikkunaseinä tuntuu viileältä ja vetoisalta lattianrajassa, koska ikkunan alla ei ole radiaattoria. Lämmittimen sijoittaminen muualle kuin ikkunan alle aiheuttaa lämpökerrostomaa, eli stratifikaatiota.

Radiaattoreita on saatavana perusmallisina ja sileällä etupaneelilla. Jos haluat erittäin tehokkaan ilmaalämmittävän laitteen, valitse konvektori. Jos etsit tyylikästä sisustuselementtiä, voit valita jaeradiaattorin. Ne kaikki voidaan sijoittaa ikkunan alle.

Radiaattorit voidaan asentaa myös sisäseinälle, ja tästä ratkaisusta voi olla hyötyä erityisesti silloin, jos ikkunan alla on vähän tilaa. Energianäkökulmasta se ei kuitenkaan

ole ihanteellinen ratkaisu suuremman lämpökerrostuman takia. Pystysuuntainen radiaattori ikkunaraidun vieressä kompensoi säteilyvaikutusta, mutta ei kuitenkaan estä vetoa.

Sisäseinille tai ikkunan viereen asennettuina pysty- ja vaakasuuntaiset radiaattorit ovat sein sijaan miellyttävä lämmön lähde niiden ohi kuljettaessa. Näin asennettuina niillä on usein myös sisustuksellinen tehtävä.





AIHEUTTAAKO LÄMPÖPATTERIN SUOJUS TEHONMENETYSTÄ?

On sääli, että nykyaikaiset radiaattorit peitetään joskus suojuksella. Vaikka suuri osa radiaattorin lämmöstä siirtyy huoneeseen ilman liikkeen eli konvektion ja lämpösäteilyn avulla, suojus heikentää radiaattorin olennaista mukavuustekijää eli säteilylämpöä. Tässä tapauksessa radiaattorin konvektio pysäyttää kylmän vedon, mutta ei kompensoi kylmän ikkunapinnan säteilyvaikutusta.

Purmo Compact, Thermopanel V4 tai muu perusmallinen paneeliradiaattori luovuttavat lämpöä myös suojusta käytettäessä. Tässä tapauksessa radiaattorin päälle ja alapuolelle tulee jättää tilaa noin radiaattorin syvyyden verran. Nämä ilmatiet mahdollistavat riittävän konvektion. Radiaattorin tulee myös olla noin 20 prosenttia ylimitoitettu säteilyvajausten kompensoimiseksi.

MILLAINEN LÄMMITYS VERANNALLE?

KYSYMYS:

Aiomme rakentaa talvikäyttöön soveltuvan verannan. Perustuksena toimii valettu levy, ja tilaan tulee vesikiertoinen lattialämmitys, joka liitetään talon nykyiseen vesikiertoiseen, kaukolämpöön liitettyyn lämmitysjärjestelmään. Talvikäyttöön soveltuvaan tilaan tulee toiselle pitkälle sivulle kolme suurta ikkunaa ja matala, noin 40 cm:n korkuinen seinä, ja toiselle lyhyelle sivulle (puutarhaan päin) liukuovet (toinen kiinteä ja toinen liu'utettava, kokonaisuudessaan noin 4 metriä). Muut kaksi seinää ovat kiinteitä seiniä taloa ja autotallia vasten. Millainen liukuovien ja ikkunoiden U-arvon tulisi olla ja mitä muuta tilan suunnittelussa tulisi huomioida, jotta veranta olisi mukavan lämmin ja ikkunoista ja liukuovista tuleva kylmä veto voitaisiin välttää? Tulisiko U-arvon olla 1,0 arvon 1,1 tai 1,2 W/m²K sijaan?

Riittääkö lattialämmitys lämmitysjärjestelmäksi, vai tarvitaanko tilaan radiaattoreita ikkunan alle tai liukuovien eteen lattiaan upotettuna? Kiitos neuvoista jo etukäteen!

VASTAUS:

Ikkunoiden ja liukuovien valinta riippuu siitä, miten tilaa tullaan käyttämään. Jos tilaa on tarkoitus käyttää kesäkauden pidentämiseen, ikkunoiden U-arvoksi riittää noin 1,7. Sen sijaan jos tilaa halutaan käyttää silloin tällöin myös talvella, U-arvon tulee olla pienempi, vähintään 1,1. Mitä pienempi U-arvo on, sitä parempi on eristys.

Lattialämmitystä käytettäessä eristyksen tulee olla hyvä. Jotta vesikiertoinen lämpö pääsee tilaan, sen tulee olla eristetty niin, että jäätymisriskiä ei ole. Tässä tapauksessa lattialämmitys voi riittää. Se voidaan toteuttaa asentamalla lämmityssilmukoita tiheämmin, erityisesti ulkoseinien ja ikkunoiden kohdalle. Lattialämmitystä käytettäessä kylmää vetoa ei voida täysin välttää, mutta kun silmukoiden tiheys on enintään 100 c/c, lämmitys on riittävä, jos kylmä säteily sallitaan.

Kylmän vedon ehkäisemiseksi ikkunan alle tai eteen tulisi sijoittaa radiaattori tai matala konvektori, joka saa lämpimän ilman liikkumaan ylöspäin. Lattiakonvektoreita voidaan käyttää myös suurten ikkunapintojen edessä. Jotta tila tuntuu vedottomalta, ilman nopeus ei saa olla suurempi kuin 0,20–0,25 m/s.

Jos verantatilaa aiotaan käyttää ympäri vuoden, korkealämpöinen lattialämmitys on hyvä vaihtoehto, erityisesti laattalattian kanssa. Lattialämmitystä käytettäessä eristyksen tulee olla hyvä. Jotta vesikiertoinen lämpö* (radiaattorit tai lattialämmitys) pääsee tilaan, sen tulee olla eristetty niin, että jäätymisriskiä ei ole. Molemmat järjestelmät ovat toimivia. Radiaattorit puolestaan reagoivat nopeammin esimerkiksi silloin, jos tila halutaan

saada nopeasti käyttölämpöiseksi. Ota huomioon, että tällaisen tilan lämmittäminen lattialämmityksellä viileinä päivinä voi viedä 1–2 vuorokautta. Lattialämmitys edellyttää hyvin eristettyä perustusta, jossa on 250–300 mm lämmöneristettä.

Jos tila on heikosti eristetty (lämpötila talviaikaan pakkaspuolella) ja sitä käytetään vain silloin tällöin, sinne kannattaa asentaa sellainen lämmönlähde, joka lämmittelee nopeasti ja helposti, toisin kuin hitaasti vaikuttava lattialämmitys. Sähkölämmitys on suositeltava valinta, sillä silloin järjestelmän jäätymisvaaraa ei ole. Sähkölämmityksen on helppo ja nopeasti asennettava lämmitysmuoto. Sähkölämmittimet pysäyttävät ikkunoista tulevan kylmän vedon, ja modernien termostaattien ansiosta lämpötila pysyy tasaisena ja miellyttävänä 0,2 asteen toleranssilla. Tilaan sopivia malleja ovat esimerkiksi Purmon öljytteiset sähkölämmittimet Yali Parada tai Yali Ramo. Jos tilaa lämmitetään satunnaisesti, sähkön käyttö ei aiheuta suuria kustannuksia. 20–30 neliömetrin kokoinen tila lämpenee noin 20 minuutissa. Sähkökäyttöinen lattialämmitys tai infrapunalämmitys voivat myös olla sopivia vaihtoehtoja, toki 20–30 neliömetrin kokoinen tila lämpenee sähkölämmittimillä huomattavasti nopeammin kuin lattialämmityksellä.

Lämmityksen lisäksi tilan viilennys on tärkeä seikka lämpimänä kesäpäivinä. Ota huomioon, että tilassa voi olla hyvä olla ulkopuolinen varjostus ja tuuletusikkuna, erityisesti jos tilassa tulee olemaan paljon vieraita tai helposti kuivuvia kasveja. Liukuovia ja ikkunoita ei välttämättä haluta aina avata hyttysten takia.

OPERATIIVINEN LÄMPÖTILA

Huoneessa oleskeltaessa tunnetaan huoneilman lämpötilan lisäksi seinäpintojen lämpötilat. Operatiivinen lämpötila on hyvä mittayksikkö huoneen koetulle lämpötilalle. Siinä huomioidaan sekä huoneilman lämpötila että pintojen lämpötilat.

T_r on pintojen keskilämpötila ja T_{in} on huoneilman lämpötila. Menemme nyt hieman syvemmälle ja määrittelemme, mikä suunnattu operatiivinen lämpötila on ja miten lämmönlähde valitaan ja sijoitetaan oikein suhteessa ikkunoihin sekä niiden kokoon ja sijaintiin.

Tärkeimmissä termistä mukavuutta (Thermal comfort) koskevissa standardeissa, ISO 7730 ja ASHRAE Std. 55, operatiivista lämpötilaa käytetään viitearvona termiselle mukavuudelle. Tämä soveltuu hyvin tavallisiin asuin- ja toimistotiloihin, joissa lämpötilat ovat kohtuulliset ja ilman virtausnopeus on hidas.

Keskimääräisen operatiivisen lämpötilan (Mean Operative Temperature) avulla arvioidaan terminen mukavuus, jonka istuva henkilö ja seisova henkilö, 0,6 m ja vastavasti 1,1 m korkeus lattiasta, keskimäärin kokevat. Keskimääräistä operatiivista lämpötilaa käytetään pääasiassa viitearvona mitoitusta ja energianlaskentaa varten.

Operatiivinen lämpötila voidaan määrittää myös matemaattisesti muissa huoneen kohdista, jolloin kyseessä on paikallinen terminen mukavuus (Local thermal comfort).

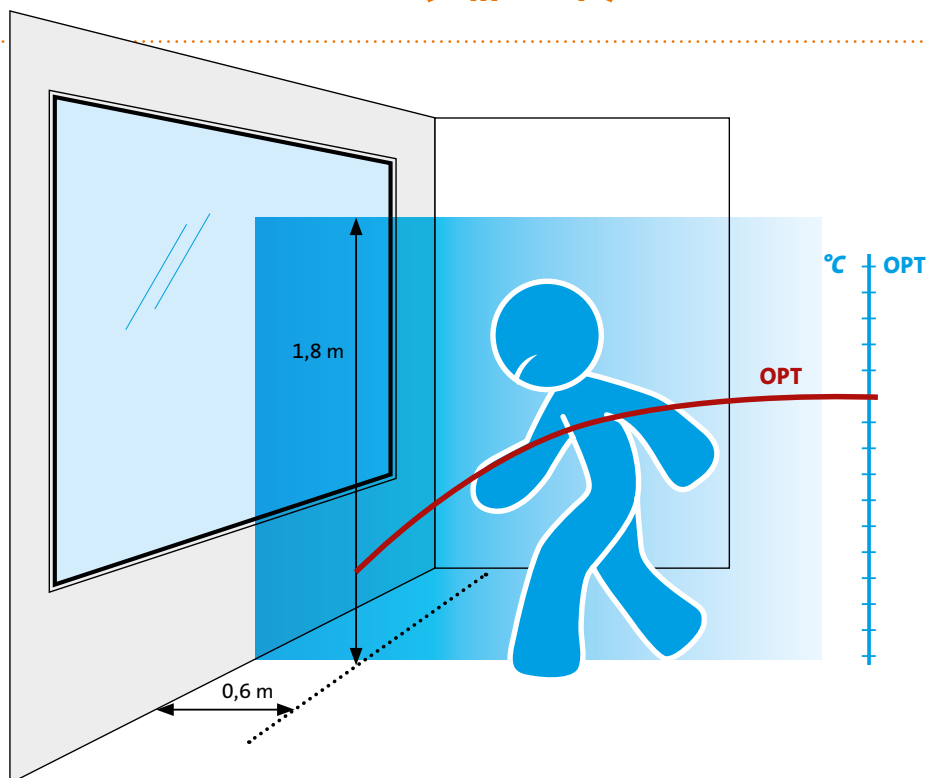
Suunnattu operatiivinen lämpötila (Directed operative

temperature) tarkoittaa laskentatapaa tiettyyn suuntaan, esimerkiksi ikkunaseinää kohti, jossa huomioidaan ainoastaan valittuun suuntaan olevien pintojen lämpötilat tai vastaava puoliavaruus. Viitearvona ihmisen lämmön kokemukselle suunnattu operatiivinen lämpötila on todennukaisempi kuin keskimääräinen operatiivinen lämpötila.

Operatiivisessa lämpötilassa huomioidaan huoneilman lämpötila ja huoneen seinämien lämpötila, jotka vaikuttavat lämpösäteilyyn.

Operatiivisen lämpötilan laskeminen. Operatiivinen lämpötila on huoneilman lämpötilan, T_{in} , ja näkyvyyskerroimilla (Angle factors) painotettujen pintalämpötilojen, T_r , laskettu keskiarvo. Jos huoneilman lämpötila on esimerkiksi 22°C ja näkyvyyskerroimilla painotettujen pintalämpötilojen keskiarvo on 20°C, operatiivinen lämpötila on näiden keskiarvo, eli 21°C:

$$OPT = (T_{in} + T_r) / 2$$

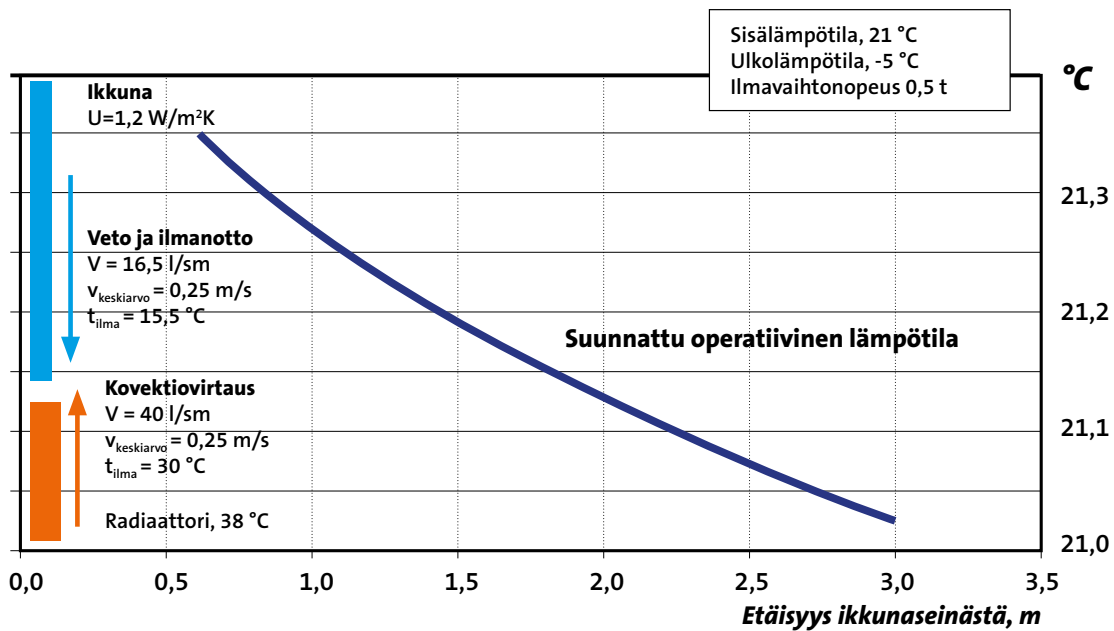




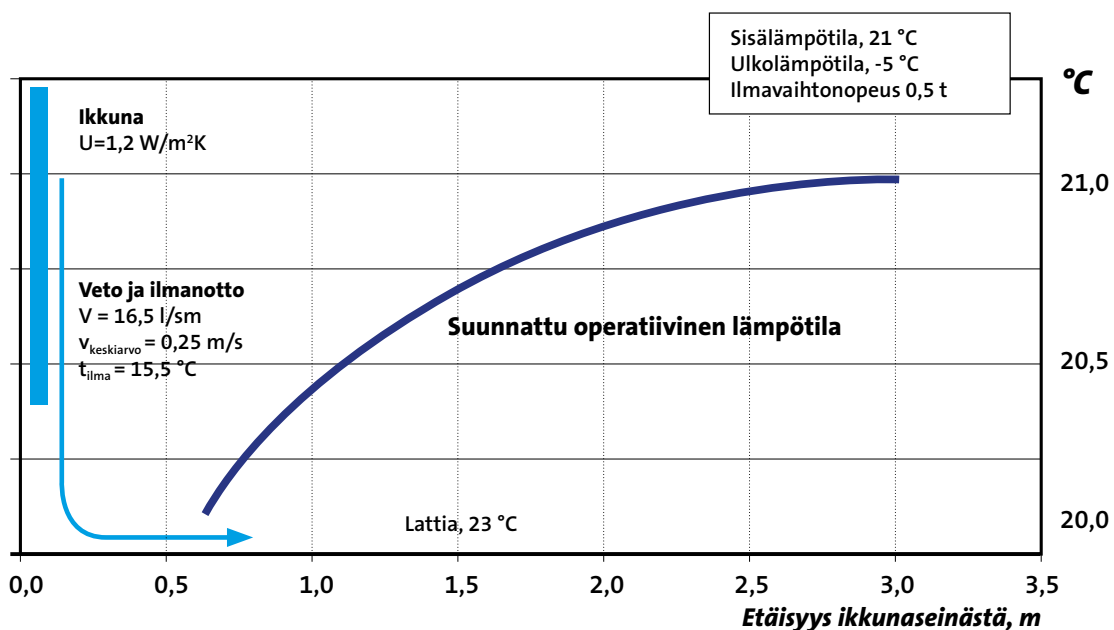
VETO JA STRATIFIKAATIO

VAAKASUUNTAISEN LÄMPÖTILAN JAKAUTUMINEN

Kaavio kuvaa sitä, miten ihminen kokee huonelämpötilan (Directed operative temperature) eri etäisyyksillä ikkunaseinästä esimerkin mukaisissa olosuhteissa. Ikkunaseinän läheisyydessä, kun radiaattori on ikkunan alla, tuntuu jopa lämpimämmältä kuin lähempänä huoneen keskiosaa. Ihminen säteilee nimittäin lämpöä ikkunaa kohti, ja ikkunan alla oleva lämmin radiaattori säteilee lämpöä ihmistä kohti, mikä kompensoi ikkunasta tulevaa kylmää säteilyä. Ikkunan pintaa pitkin laskeutuu viileä ilmavirta, jonka radiaattorin konvektiovirtaus pysäyttää. Operatiiviset lämpötilat on helpointa määrittää laskentaohjelman, kuten IDA ICE:n, avulla.



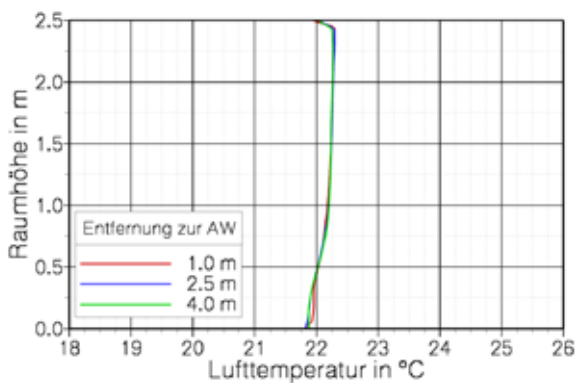
Esimerkki 1. Ikkunaseinän vaikutus, kun radiaattori on sijoitettu ikkunan alle. Jos sama tehomäärä sijoitetaan ikkunan alle tai eteen, kylmän vedon ja kylmän säteilyn tunne vähenee. Ikkunan pintaa pitkin laskeutuu viileä ilmavirta, jonka radiaattorin konvektiovirtaus pysäyttää.



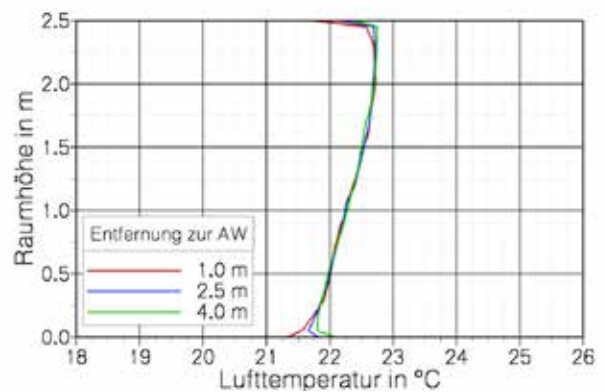
Esimerkki 2. Ikkunaseinän vaikutus, kun radiaattoria ei ole sijoitettu ikkunan alle. Ikkunan pintaa pitkin laskeutuu viileä ilmavirta, veto, lattialle. Lattialla virtauksen nopeus laskee suhteessa etäisyyden neliöjuureen seinästä mitattuna.

PYSTYSUUNTAINEN LÄMPÖTILAN JAKAUTUMINEN

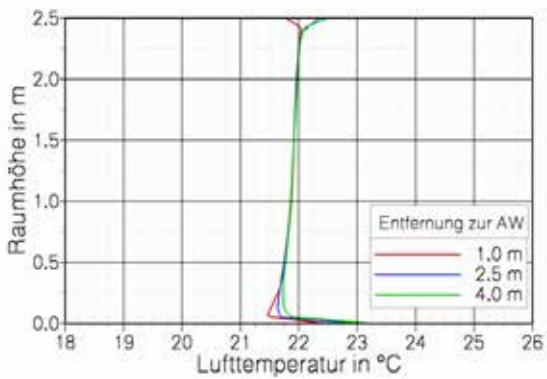
Kuvat näyttävät ilman lämpötilakerrostuman eri etäisyyksillä huoneen ulkoseinästä radiaattorien sijainnista ja lattialämmityksestä riippuen. Ilmanvaihto ja lämmönluvuttajat vaikuttavat merkittävästi lämpötilan kerrostumiseen. Koneellinen tulo/poisto-järjestelmä, verrattavissa ACA 0 1/h -järjestelmään kuvissa A, B ja C oheisissa kuvissa, mahdollistaa hyvän lämmön jakautumisen myös lattialämmityksen yhteydessä. Radiaattori ehkäisee melko hyvin ikkuna-venttiilin aiheuttaman vedon, kuva D, mutta lattialämmitys ei, kuva E. Tuloilmaradiaattorien yhteydessä kerrostuma on lähes optimaalinen, kuva F. Ulkoilman lämpötila on $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.



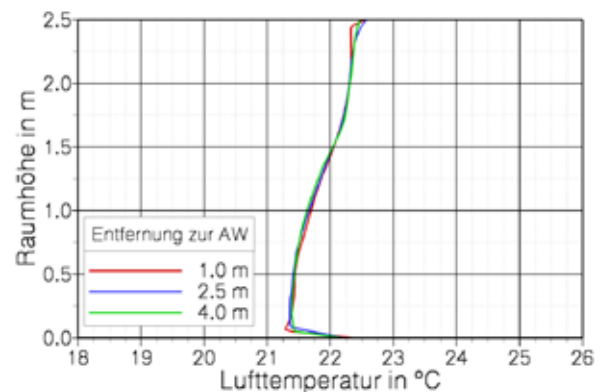
A. Radiaattori ikkunan alla, ACR 0 1/h



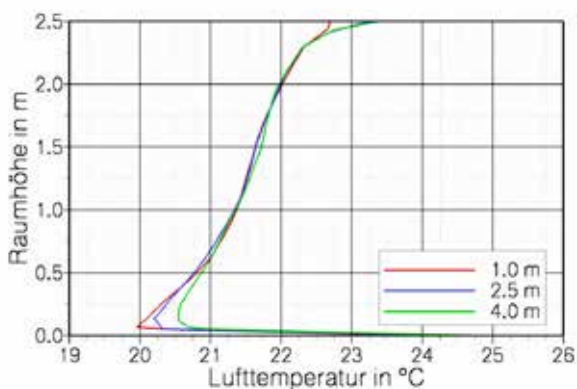
B. Radiaattori sisäseinällä, ACR 0 1/h



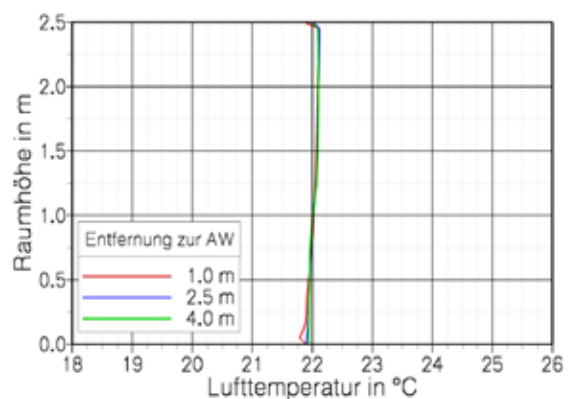
C. Lattialämmitys, ACR 0 1/h



D. Radiaattori ikkunan alla, ACR 0,5 1/h



E. Lattialämmitys, ACR 0,5 1/h



F. Tuloilmaradiaattori, ACR 0,5 1/h



PYSTYSUUNTAISET RADIAATTORIT JA LATTIAAN ASTI ULOTTUVAT IKKUNAT

KYSYMYS:

Olohuoneemme pohjoisen puoleiselle seinälle on tulossa kaksi lattiaan asti ulottuvaa ikkunaa. Tilaan ei tule lattialämmitystä, mutta pohdimme, voimmeko hankkia suurten ikkunoiden viereen lämpöpatterit lämmittämään ilman kylmää vetoa. Tuleeko tässä ratkaisussa huomioida joitakin alakohtaisia säädöksiä tai energiasäädöksiä?

VASTAUS:

Tämä on yleinen ongelma. Tämän tyyppiset suunnitteluratkaisut yleistyvät, mutta käytännössä ne eivät sovellu täysin moitteettomasti pohjoismaisiin asuntoihin. Kun ikkunat ulottuvat lattiapintaan saakka, kylmän vedon estäminen on hankalaa.

Tässä tapauksessa suosittelemme Delta-jaeradiaattoria ikkunan eteen, mallia DL 3 tai DL4. Delta voidaan asentaa jalkakannakkeilla, ja valittavana on yli 70 väriä. Koska auringonvalo pääsee virtaamaan radiaattorin läpi, ratkaisu on kevyemmän näköinen.

Lattialämmitys ei pysäytä kylmää vetoa. Se ei myöskään ole optimaalisin ratkaisu kylmän vedon ehkäisemiseen tilassa, jossa on hyvin suuret ikkunat.

KYLMÄ VETO JA PYSTYSUUNTAISET RADIAATTORIT

Pystysuuntaisten radiaattoreiden käyttö voi olla toimiva ratkaisu, sillä radiaattorit kompensoivat kylmää säteilyä. Koska kehon lämpötila on ikkunapinnan lämpötilaa korkeampi, ihminen luovuttaa lämpösäteilyä ikkunapintaa kohti. Tästä syystä ihminen kokee ikkunan suunnan viileänä. Säteilyä voidaan vähentää pystysuuntaisten radiaattoreiden avulla, mutta ne eivät pysäytä kylmää vetoa. Lämpöteknisesti paras paikka pystysuuntaiselle radiaattorille on ikkunan vieressä tai hyvin lähellä ikkunaa.

MUITA VINKKEJÄ SUURTEN IKKUNOIDEN KANSSA SOPIVISTA LÄMMITYSRATKAISUISTA

Delta on tyylikäs jaeradiaattori, jossa yhdistyvät moderni ulkonäkö ja perinteinen lämmitystekniikka. Laserhitsauksen ansiosta radiaattorissa ei ole näkyviä hitsausseamoja. Laserhitsaus ehkäisee myös hitsausjäämien kertymistä radiaattorin sisälle sekä vähentää kitkaa ja korroosiota. Tuloksena on tavallista hiljaisempi ja tehokkaampi radiaattori, jonka käyttöikä on pitkä. D:n muotoiset profiilit, joista Delta laserline on saanut nimensä, ovat tyylikkääät ja tehostavat radiaattorin suorituskykyä jopa 10 prosenttia perinteiseen muotoiluun verrattuna.

Purmo Kon – Konvektorit ovat hillityn tyylikkääät ja niiden lämmityskyky on erittäin korkea ja lisäksi niissä on lämpöä säteilevää pintaa. Tukevan ja vankan teräsrungon ansiosta Purmo Kon on ihanteellinen lämmönlähde tiloissa, joissa on suuria ikkunapintoja ja avoin pohjaratkaisu. Jotta putkiasennus olisi tyylikäs, Purmo Kon -konvektorissa on kiinteä venttiili, jota täydennetään venttiilin sisäkkeellä ja termostaatilla miellyttävän sisäilmaston luomiseksi.

Aquilo – Lattiaan asennettava Aquilo FMK -konvektori on suunniteltu erityisesti lattiakanavaan asennettavaksi. Konvektorissa on kupariputkitus ja alumiinilamellit, jotka on maalattu mustaksi ja asennettu kaksipuoliseen galvanoituun peltikanavaan, jonka on myös musta sisäpuolelta. Ulkopuolelta konvektoria suojaa pitkittäis- tai poikittaissuuntainen, valinnaisesta materiaalista valmistajan valikoiman mukaan saatava ja erikseen tilattava ritilä.

PURMO FCV, korkeus 200 mm – Ventil Compact on matalasta korkeudestaan huolimatta klassinen paneeliradiaattori. Se on todella tyylikkäästi viimeistely laaturadiaattori. Tässä radiaattorissa on vakiovarusteena kiinteä venttiili. Purmo Ventil Compact -radiaattorissa on asennettuna sivulevyt, päällyksiritilä ja valittavana kolme erilaista etupaneelia – Standard CV, Plan FCV ja Ramo RCV.

VEDON KOMPENSOIMINEN

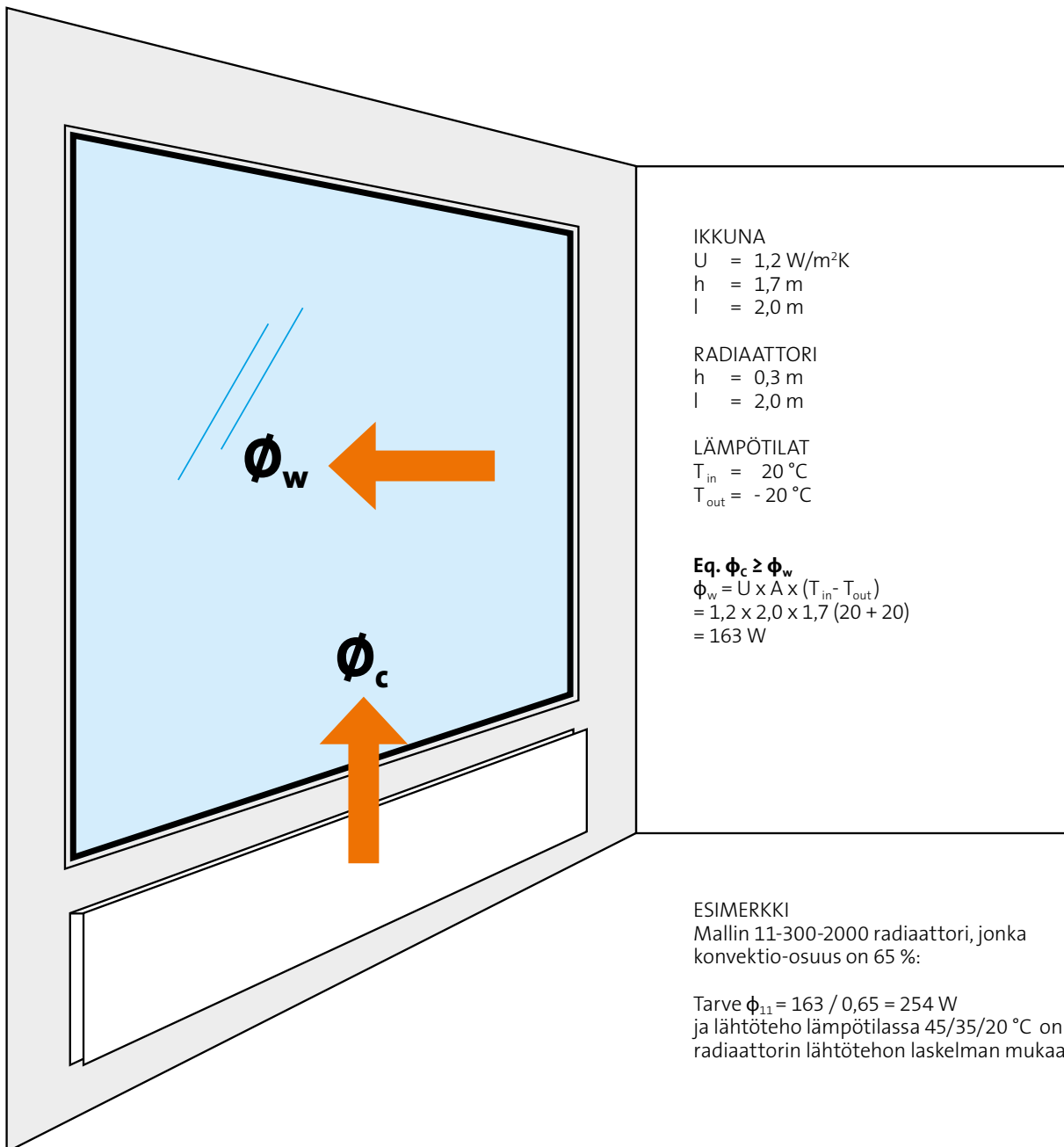
PYSÄYTÄ IKKUNASTA TULEVA VETO RADIAATTOREIDEN JA KONVEKTOREIDEN AVULLA

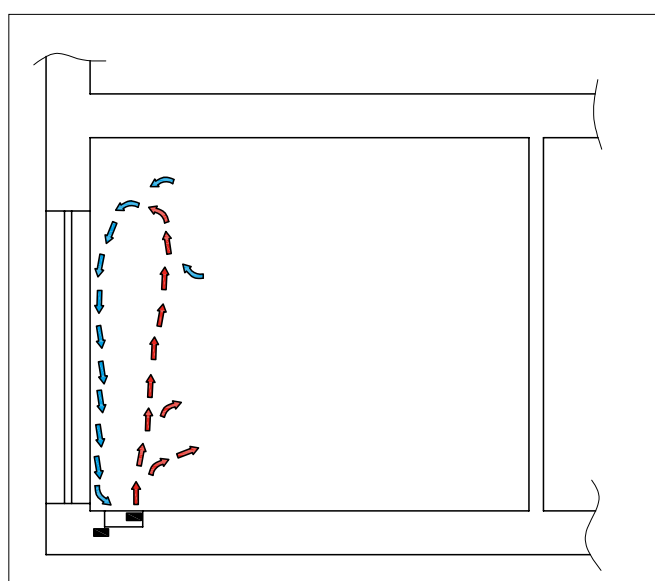
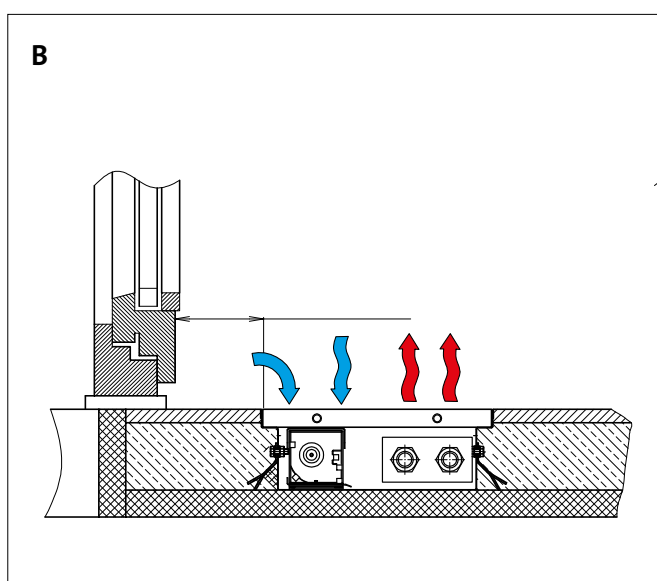
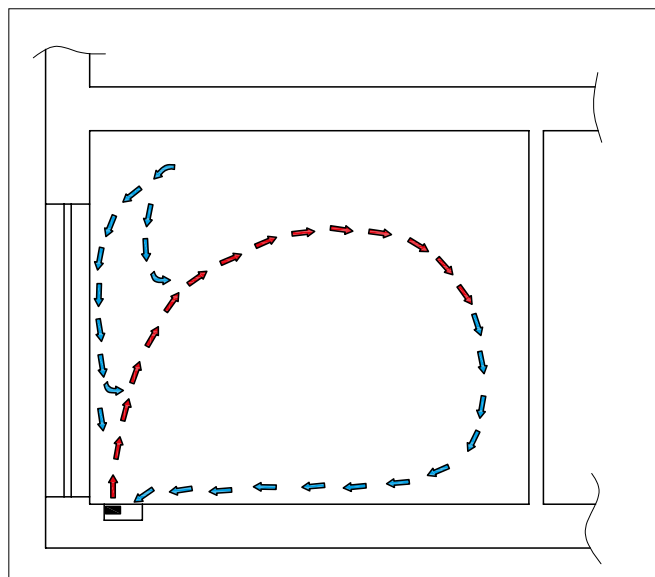
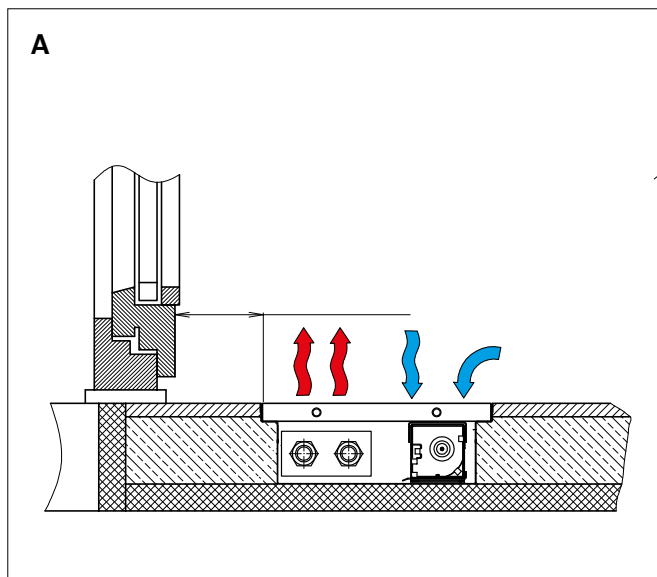
Jos radiaattorin tai konvektorin virtauskuviota ei tiedetä, konvektiivisen tehon on suositeltavaa olla vähintään yhtä suuri ikkunan lämpöhäviö.

Vedon pysäyttämiseen tarvitaan radiaattori, joka on ikkunan levyinen, esimerkiksi malli 11-300-2000, jonka konvektiivinen teho vastaa ikkunan lämpöhäviöstä: konvektiivinen teho (= 65 % kokonaistehosta) yli 163 W ja kokonaisteho 256 W esimerkiksi lämpötiloissa 45/30/20 °C (= dT16,4K).

Veto voidaan pysäyttää myös puhaltimella varustetulla lattiakonvektorilla.

Hyväksyttävän lämpömukavuuden saavuttamiseksi ikkunan U-arvon tulee olla riittävän alhainen, jotta lämpösäteilyn epäsymmetria ei ylitä 5 °C -kriteeriä.





Ikkunasta aiheutuva kylmä veto voidaan pysäyttää puhaltimella varustetuilla lattiakonvektoreilla. Vaihtoehto A on 5 prosenttia tehokkaampi, pysäyttää kylmän vedon paremmin ja kierrättää ilmaa paremmin kuin vaihtoehto B.

KYLMÄ PANORAAMAIKKUNA JA LATTIALÄMMITYS

KYSYMYKSET:

Talossamme on 2 x 3 metrin kokoinen panoraamaikkuna merelle päin. Talvisin ikkunan lähellä on viileää. Ikkunan pintaa pitkin kulkee kylmä veto. Talossa on lattialämmitys. Mikä sen vikana?

VASTAUS:

Tämä on hyvin tavallinen ongelma. Ikkunan kohdalla tuntuu aina kylmää vetoa ulkolämpötilan ollessa jo alle -5 astetta, jos ikkunan alla ei ole radiaattoria tai konvektoria pysäyttämään kylmää vetoa. Vetoa voi tuntua myös ulkolämpötilan ollessa lämpimämpi, ja veto vaikuttaa oleskelumukavuuteen erityisesti tiloissa, joissa on kylmä panoraamaikkuna.

Purmon valikoimassa on neljä tällaisiin tiloihin sopivaa vaihtoehtoa. Tilaan voidaan asentaa matala, lattialla seisova Purmo Kon -konvektori ikkunan alle tai eteen. Ikkunan edessä käytetään lattiakannakkeita. Toinen vaihtoehto on käyttää lattiaan upotettavaa lattiakonvektoria, kuten Aquilo-mallia. Kolmantena vaihtoehtona on asentaa ikkunan viereen pystysuuntainen radiaattori. Tämä radiaattori ei pysäytä kylmää vetoa, mutta vähentää vedon tunnetta. Kaikissa vaihtoehdoissa putket tulee voida kytkä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään.

Konvektorin upottaminen lattiaan on kalliimpi vaihtoehto, mutta sen etuna on, että konvektori voidaan asentaa kokonaan lattiapinnan alapuolelle, jolloin sen päältä voidaan tarvittaessa kävellä. Tämä vaihtoehto on kätevä silloin, jos panoraamaikkunassa on liukuovi tai ovi. Ikkunan eteen voidaan asentaa myös Delta-jaeradiaattori, malli DL 3 tai DL4, joiden korkeus on noin 300 mm. Delta voidaan asentaa jalkakannakkeilla ikkunan eteen, ja valittavana on 70 väriä. Koska auringonvalo pääsee virtaamaan radiaattorin läpi, ratkaisu on kevyemmän näköinen.



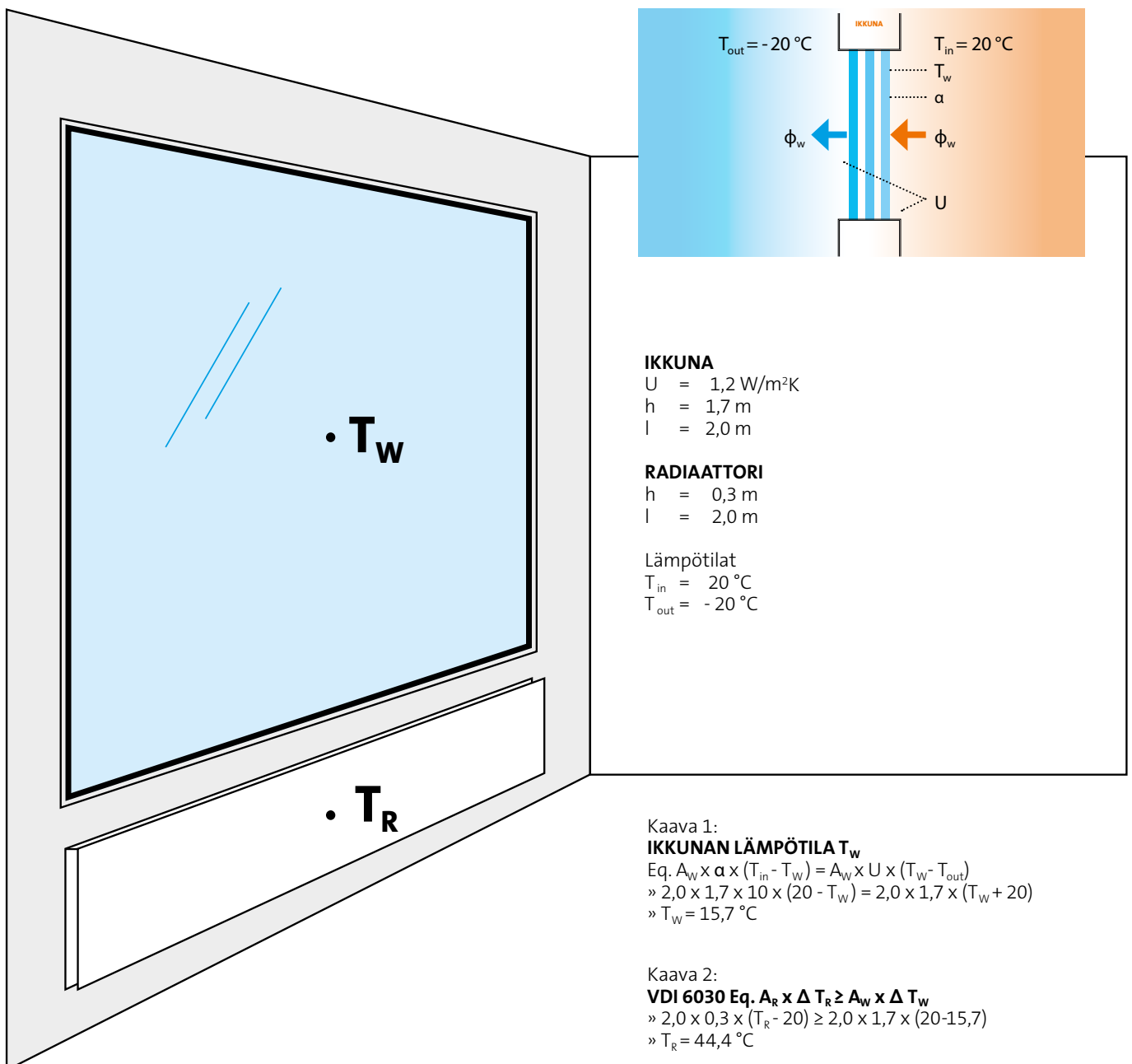
SÄTEILYN KOMPENSOINTI

Ikkunan kylmäsäteilyn kompensoimiseen VDI 6030 -ohjeessa suositellaan radiaattorin mitoittamista niin, että radiaattorin näkyvän pinta-alan ja radiaattorin ylälämpötilan tulo on suurempia kuin ikkunan pinta-alan ja ikkunan alilämpötilan sisäntulo:

Ikkunapinnan lämpötila lasketaan kaavalla 1). Ota huomioon, että lämmönsiirtokerroin α riippuu ilman virtausnopeudesta, joka on suurempi korkeissa ikkunoissa (noin 10 W/m²K) kuin matalissa ikkunoissa (noin 8 W/m²K).

Tulee huomioida myös, että ikkunan U-arvo koskee lämpöhäviötä standardin mukaisissa olosuhteissa, eli ulkolämpötilan ollessa + 5 °C. Ulkolämpötilan ollessa esimerkiksi -20 °C U-arvo nousee keskimäärin 20 prosentilla.

VDI 6030 -kriteerien, kaava 2), mukaisesti laskettuna mallin 11-300-2000 radiaattorin pintalämpötilan tulisi olla esimerkin mukaisissa olosuhteissa vähintään 44,4 °C.





SOPIVATKO LATTIAAN UPOTETUT KONVEKTORIT SUURTEN IKKUNOIDEN ETEEN?

Modernin arkkitehtuurin mukaisia suuria ikkunapintoja käytetään paljon. Tehokkaiden lämmitysratkaisujen löytäminen kylmän vedon välttämiseksi asettaa haasteita LVI-suunnittelulle. Purmo pitää edelleen parhaana ratkaisuna radiaattorin sijoittamista ikkunan alle tai eteen. Omat mittauksemme tukevat tätä. Luonnollisesti lämmöntarve voidaan ratkaista myös muulla tavalla, kuten lattialämmityksellä, pystysuuntaisella, ikkunan viereen sijoitettavalla radiaattorilla tai lattiaan upotetuilla lattiakonvektoreilla, mutta näissä tapauksissa havaitaa puutteita vedon tai lämpösäteilyn osalla. Purmo Aquilo on upotettu konvektori, joka on saatavana puhaltimella. Sitä voidaan käyttää myös viilennykseen.

Fridstenin perheessä lattiakonvektorit riittävät puhaltimen ansiosta lämmittämään koko makuuhuoneen.

Tavallisiin seinään kiinnitettäviin radiaattoreihin verrattuna kiinteällä puhaltimella varustetut lattiakonvektorit maksavat enemmän. – Mielestäni ne tulevat kuitenkin tavallisen lattialämmityksen asentamista edullisemmiksi. Lisäksi ne eivät vaikuta lattiarakenteeseen yhtä paljon, Göran Fridsten huomauttaa.

Konvektoreja peittää tyylikäs alumiiniritilä. – Ratkaisu on ollut mielestämme toimiva, ja käytämme sitä myös remontoidessamme makuuhuoneemme. Minulle esteettisyys on myös tärkeää. Vaikka meillä ei ole lattiaan asti ulottuvia ikkunoita, emme halua käyttää seinillä tilaa vieviä radiaattoreita, Margaretha Fridsten kertoo.

Välttääkseen pölyn joutumisen ritilän rakoihin Fridstenin perhe ei halunnut sijoittaa lattiakonvektoria terrasin oven eteen, vaan ikkunan alle ja muiden seinien viereen.

LATTIAAN UPOTETTAVIEN PUHALTIMELLISTEN KONVEKTORIEN EDUT:

- Suuri tehokkuus ja lämmöntuotto kiinteän puhaltimen ansiosta.
- Tarjoaa konvektiivista tehoa sinne, missä sitä eniten tarvitaan, esimerkiksi suurien ikkunapintojen kohdalle.
- Matala rakenne mahdollistaa asentamisen useimpiin kohteisiin.
- Erittäin hiljaista puhallinta voidaan säätää useaan asentoon.
- Tyylikäs vaikutelma.

SUURET IKKUNAT JULKISEEN TILAAN?

Lämpö siirtyy aina lämpimästä kylmempään päin. Seistäessä lähellä kylmää ikkunaa kehosta siirtyy lämpöä kylmempää pintaa kohti. Jos istut paikallasi huoneessa ikkunan lähellä ja jos ikkunan pinnan ja seinähuoneen välinen lämpötilaero on yli 5 astetta, keho tuntee sen. Toiset reagoivat toisia voimakkaammin, mutta lämpötilaeron tunteminen on myös yksilöllistä. Paikallaan istuminen ja lämpötilaerot, epäsymmetria, aiheuttavat toispuolista palelemista mikä saa olon tuntumaan epämukavalta.

ILMAN NOPEUS JA KYLMÄ VETO

Lämmönluovutus riippuu paljon ilman liikenopeudesta ympärillämme, ja ilman nopeuden vähäinenkin kasvu lisää lämmönluovutusta kehosta. Suuri ilman liikenopeus voi johtua esimerkiksi ikkunoista, seinäpinoista tai ilmanvaihdosta tulevasta kylmästä vedosta. Kylmä veto on erityisen tavallista ikkunan alla, kun viilentynyt lasi viilentää ilmaa. Lämmintä ilmaa raskaampi kylmä ilma painuu alaspäin ja leviää lattian ylle kylmänä mattona. Kylmä ilman viilentää lattiaa ja jalkoja ja saa huoneen tuntumaan viileältä. Sisällä istuva henkilö voi tuntea kylmän ilman vetona. Tästä syystä radiaattorit sijoitetaan tavallisesti ikkunan alle.

KONVEKTORIT JULKISISSA TILOISSA

Julkisissa tiloissa, kuten liiketiloissa, ravintoloissa ja toimistoissa on usein suuria ikkunapintoja, ja ikkunat saattavat myös ulottua lattiaan saakka. Kylmän vedon välttämiseksi suuren ikkunapinnan eteen sijoitettava konvektori on erinomainen vaihtoehto. Konvektori on pieni ja sen lämmönluovutuskyky on erittäin hyvä.

Göteborgilaisessa Taco Bar -ravintolassa kylmän vedon ongelma on ratkaistu asentamalla tilaan musta Purmo Kon. Purmo Kon on ihanteellinen lämmönlähde julkisissa tiloissa, joissa on suuria ikkunapintoja ja avoin pohjaratkaisu. Jotta putkiasennus olisi tyylikäs, Purmo Kon -konvektorissa on sisäänrakennettu venttiili, jota täydennetään venttiili-insatsilla ja termostaatilla miellyttävän sisäilmaston luomiseksi. Toinen Kon-mallin etu on, että siinä on lämpöä säteilevä pinta. Kaikissa konvektoreissa tätä ei ole, esimerkiksi lattiaan upotetuissa ratkaisuisa.





HAVAINNOT JA SUOSITUKSET

Radiaattoreiden mitoittamisessa uusiin rakennuksiin, joissa on normaali lämmöntarve, huomioidaan myös ikkunoista tulevan vedon ja lämpösäteilyn epäsymmetrian asettamat vaatimukset.

Ikkunasta tulevan vedon suuntaa antavat nopeudet erilaisilla ikkunakorkeuksilla h ikkunan U-arvon ollessa 1,2 W/m²K, sisälämpötilan 20 °C ja ulkolämpötilan -20 °C:

| h, m | v, m/s |
|------|--------|
| 1,5 | 0,25 |
| 2,5 | 0,35 |
| 5,0 | 0,50 |

Tavallisissa asumis- ja toimisto-olosuhteissa ilmavirran enimmäisnopeus saa olla enintään 0,26 m/s (22 °C) ja 0,20 (20 °C) oleskelualueella (Occupancy zone).

Oleskelualue on huonetila, joka rajoittuu leveyssuunnassa 0,6 metrin päähän ulkoseinästä ja jonka korkeus on 1,8 metriä.

HUOMIO!

Vielä tarkemmissa laskelmissa tulee huomioida, että ikkunan karmit ja ikkunaliitosten johtavuus nostavat ikkunan lämpöhukkaa.

| IKKUNAN U-ARVO (W/m ² K) | STANDARDI | MITOITUS (-20 °C) |
|---|-----------|-------------------|
| Vanhat MS-ikkunat, joissa on kaksoislasi | 2,7 | 3,2 |
| Kolminkertainen MSE-ikkuna | 1,8 | 2,2 |
| Selektiivipinnoitettu MSE-ikkuna | 1,3 | 1,6 |
| Matalaenergiatalon ikkuna | 1,0 | 1,2 |
| Nelinkertainen lasi, kaksi kaksinkertaista eristyslasiä | 0,6–0,8 | 0,7–1,0 |



MITOITUSESIMERKKI

| TUOTE | MALLI | SÄTEILY (%) | KONVEKTIO (%) | TEHO (W) |
|--------------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|
| TEHONTARVE: | | | | 250 W |
| Purmo KON | 21 | 25 | 75 | 333 |
| | 22 | 20 | 80 | 313 |
| | 33 | 15 | 85 | 294 |
| | 34 | 15 | 85 | 294 |
| ThermoCon | TCN I | 10 | 90 | 278 |
| | TCN II | 5 | 95 | 263 |
| Delta | R2 | 35 | 65 | 385 |
| | R3 | 25 | 75 | 333 |
| | R4 | 20 | 80 | 313 |
| | R5 | 15 | 85 | 294 |
| | R6 | 15 | 85 | 294 |
| Aquilo | Lattikonvektori | 0 | 100 | 250 |

Ikkuna, jonka tehohukka on 250 W, tulee varustaa lämmönlähteellä. Valintamme on Purmo KON.

- Ikkunan pituus on 1200 mm. Haluttu huonelämpötila 21 °C
- Järjestelmän lämpötila 55–45 °C.

Kaikkien mallien haluttu kokonaisteho lasketaan konvektio-osuuden tarpeen perusteella, joka on 250 W. Ovat 333 W, 313 W, 294 W ja 294 W.

Purmo KON 22, malli 1200, korkeus 214 mm, teho **347 W**.

HUOM.! Nämä mitoituskohteet koskevat ikkunaa. Tarkista, että ylijäämä $347 - 250 = 97$ W kattaa lopun tarpeen.

| t_{flow} | t_{rtn} | t_{room} | dT_{in} |
|------------|-----------|------------|-----------|
| 55,00 | 35,00 | 21,00 | 22,54 |

PURMO 

NEW Purmo Kon Heat output, W

| Type | 21 | 22 | 33 | 34 | 21 | 22 | 33 | 34 | 21 | 22 | 33 | 34 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Height, mm | 142 | 142 | 142 | 142 | 214 | 214 | 214 | 214 | 286 | 286 | 286 | 286 |
| Norm output, W/m | 473 | 641 | 924 | 1050 | 616 | 838 | 1190 | 1394 | 765 | 1032 | 1420 | 1723 |
| Exponent, n | 1,3183 | 1,3034 | 1,2956 | 1,2624 | 1,2788 | 1,3408 | 1,3139 | 1,3325 | 1,3073 | 1,3754 | 1,3452 | 1,3790 |
| Length, mm | | | | | | | | | | | | |
| 600 | 100 | 137 | 198 | 231 | 134 | 174 | 252 | 291 | 163 | 208 | 293 | 346 |
| 800 | 133 | 182 | 264 | 309 | 179 | 231 | 336 | 387 | 217 | 277 | 391 | 462 |
| 1000 | 166 | 228 | 331 | 386 | 223 | 289 | 420 | 484 | 271 | 347 | 488 | 577 |
| 1200 | 199 | 273 | 397 | 463 | 268 | 347 | 504 | 581 | 325 | 416 | 586 | 692 |
| 1400 | 233 | 319 | 463 | 540 | 313 | 405 | 587 | 678 | 380 | 485 | 684 | 808 |
| 1600 | 266 | 365 | 529 | 617 | 357 | 463 | 671 | 775 | 434 | 554 | 781 | 923 |
| 1800 | 299 | 410 | 595 | 694 | 402 | 521 | 755 | 872 | 488 | 624 | 879 | 1039 |
| 2000 | 332 | 456 | 661 | 771 | 447 | 578 | 839 | 969 | 542 | 693 | 977 | 1154 |
| 2300 | 382 | 524 | 760 | 887 | 514 | 665 | 965 | 1114 | 624 | 797 | 1123 | 1327 |
| 2600 | 432 | 593 | 859 | 1003 | 581 | 752 | 1091 | 1259 | 705 | 901 | 1270 | 1500 |
| 3000 | 499 | 684 | 992 | 1157 | 670 | 868 | 1259 | 1453 | 813 | 1040 | 1465 | 1731 |

Purmo KON 22, malli 1200, korkeus 214 mm, teho 347 W.



PURMO 
clever heating solutions