

SISÄASIAINMINISTERIÖ

Suomen rakentamismääräyskokoelma

C 1-4

ÄÄNENERISTYS
Määräykset 1976

VEDEN JA KOSTEUDENERISTYS
Määräykset 1976

LÄMMÖNERISTYS
Määräykset 1978

LÄMMÖNERISTYS
Ohjeet 1978

kumottu

Määräykset ovat sitovia. Rakennuslain 132 §:n mukaan on sisäasiainministeriöllä kaupungin sekä lääninhallituksella maalaiskunnan osalta kuitenkin valta lainkohdasta ilmenevin edellytyksin myöntää poikkeus rakentamista koskevista säännöksistä, määräyksistä, kielloista ja muista rajoituksista. Sama oikeus on rakennuslautakunnalla, milloin on kysymys vähäisestä poikkeamisesta.

Ohjeet esittävät erään hyväksyttävän ratkaisun. Rakennuslupaviranomaisen on näin ollen hyväksyttävä ohjeiden mukainen rakentaminen. Rakentamisessa voidaan kuitenkin käyttää myös muuta ratkaisua, mikäli rakennuslupaviranomainen katsoo sen täyttävän määräysten vaatimukset.

Ääneneristys Määräykset

C 1

2. painos

Nämä määräykset kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Määräykset tulevat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1976 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen.

Helsingissä 12 päivänä marraskuuta 1975

Ministeri Aarno Strömmer

Vt. osastopäällikkö

Rakennusneuvos Mikko Mansikka

SISÄLTÖ

- 1 Yleistä
- 2 Asuinrakennus
 - 2.1 Ilmaääneneristys
 - 2.2 Askelääneneristys
 - 2.3 Jälkikaiunta-aika
 - 2.4 Melutaso
- 3 Muu rakennus
 - 3.1 Majoitusliike, asuntolarakennus
 - 3.2 Sairaala
 - 3.3 Toimistorakennus
 - 3.4 Teollisuuden työhuone
- 4 Melutaso rakennuksen ulkopuolella
- 5 Mittaukset

1 Yleistä

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että kussakin tilassa saavutetaan sen käyttötarkoitusta vastaavat tyydyttävät ääniolosuhteet.

2 Asuinrakennus

2.1 Ilmaääneneristys

2.1.1 Asuinhuoneistojen välillä sekä asuinhuoneistojen ja uloskäytävän välillä on ilmaääneneristysindeksin I_a oltava vaakasuunnassa vähintään 52 dB ja pystysuunnassa vähintään 53 dB, kytketyssä pientalossa kuitenkin vähintään 55 dB kumpaankin suuntaan.

2.1.2 Asuinhuoneiston ja uloskäytävän tai sitä vastaavan tilan välillä, jos niitä erottavassa seinässä on ovi, on ilmaääneneristysindeksin I_a oltava vähintään 39 dB ja oven laboratoriossa mitatun keskimääräisen ääneneristävyyden vähintään 34 dB. Oven sijasta saadaan samassa aukossa käyttää ovia, jotka yhdessä täyttävät vaatimukset.

2.1.3 Asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman, asukkaiden omaan käyttöön tarkoitetun huolto- ja palvelutilan, kuten lämpökeskuksen, kattilahuoneen, saunan, pesutuvan, askartelu- tai muun vastaavan huoneen, välillä on ilmaääneneristysindeksin I_a oltava vaakasuunnassa vähintään 52 dB ja pystysuunnassa vähintään 53 dB, kytketyssä pientalossa kuitenkin vähintään 55 dB kumpaankin suuntaan.

Vaatus ei koske asuinrakennusta, joka on tarkoitettu vain yhden perheen käyttöön.

Rakennus- tai muussa vastaavassa luvassa voidaan ilmaääneneristykselle asettaa erityisestä syystä muukin vaatimus, mikäli tyydyttäviä ääniolosuhteita ei muuten voida aikaansaada.

2.1.4 Asuinhuoneiston ja toisen huoneiston käytössä olevan autosuojan välillä sekä asuinhuoneiston ja työhuoneiston, lukuun ottamatta toimistotyöhuonetta, tai sellaiseen toimintaan käytettävän huoneiston, jonka toiminnasta aiheutuu häiritsevää ääntä, kuten suurehkon liikehuoneiston sekä majoitus- ja ravitsemishuoneiston, välillä on ilmaääneneristysindeksin I_a oltava vähintään 60 dB.

Asuinhuoneen ja toimistotyöhuoneen välillä on ilmaääneneristysindeksin I_a oltava vaakasuunnassa vähintään 52 dB ja pystysuunnassa vähintään 53 dB.

Rakennus- tai muussa vastaavassa luvassa voidaan ilmaääneneristykselle erityisestä syystä asettaa muukin vaatimus.

2.2 Askelääneneristys

2.2.1 Ala- ja välipohja sekä kattoterassi on rakennettava siten, että toisen huoneiston asuinhuoneen, keittion ja keittokomeron askeläänitasoindeksi I_l on enintään 63 dB.

2.2.2 Luhtikäytävän, portaan, muun uloskäytävän ja toisen huoneiston kylpyhuoneen ja WC:n lattia on rakennettava siten, että asuinhuoneen askeläänitasoindeksi I_l on enintään 68 dB, kytketyssä pientalossa kuitenkin enintään 63 dB.

Vaatus ei koske kylpyhuonetta ja WC:tä, jonka lattiapinta-ala on pienempi kuin 2,5 m².

2.2.3 Asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumatto-man, asukkaiden omaan käyttöön tarkoitetun huolto- ja palvelutilan, kuten lämpökeskuksen, kattila-huoneen, pesutuvan, saunan, askarteluhuoneen tai muun vastaavan huoneen, välillä tulee olla sellai-nen askelääneneristys, että askeläänitasoindeksi L_1 asuinhuoneessa on enintään 54 dB.

Vaatus ei koske asuinrakennusta, joka on tarkoi-tettu vain yhden perheen käyttöön.

Rakennus- tai muussa vastaavassa luvassa voi-daan askelääneneristykselle erityisestä syystä aset-taa muukin vaatimus.

2.2.4 Asuinhuoneiston ja työhuoneiston tai muun ammattimaiseen toimintaan käytettävän huoneis-ton välillä tulee olla sellainen askelääneneristys, et-tä askeläänitasoindeksi L_1 asuinhuoneessa on enin-tään 54 dB.

Rakennus- tai muussa vastaavassa luvassa voi-daan askelääneneristykselle erityisestä syystä aset-taa muukin vaatimus.

2.3 Jälkikaiunta-aika

2.3.1 Porrashuoneessa, jossa on ovi viiteen tai useampaan asuinhuoneistoon, saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,5 sekuntia.

2.3.2 Käytävässä, jossa on ovi kolmeen tai useam-paan asuinhuoneistoon, saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,0 sekuntia.

2.4 Melutaso

2.4.1 Rakennuksen teknisten laitteiden, kuten vesi- ja viemärilaitteiden, hissien, kompressorien, ilman-vaihtolaitteiden, lämmityskattiloiden, -laitteiden tai muiden vastaavien laitteiden, aiheuttama melutaso saa keittiössä olla enintään 35 dB(A) ja muussa asuinhuoneessa enintään 30 dB(A).

Vaatimukset eivät koske melutasoa, joka aiheutuu samassa huoneistossa tapahtuvasta vedenlaskus-ta.

Asuinhuoneen ja keittiön muodostaessa yhteistilan sovelletaan asuinhuoneelle asetettuja melutaso-vaatimuksia.

2.4.2 Työhuoneen laitteiden aiheuttama melutaso saa asuinhuoneessa olla enintään 30 dB(A).

3 Muu rakennus

3.1 Majoitusliike, asuntolarakennus

3.1.1 Majoitushuoneiden välillä samoin kuin majoitus- ja muun huoneen välillä on ilmaääneneristys-indeksi L_a oltava vaakasuunnassa vähintään 52 dB ja pystysuunnassa vähintään 53 dB.

3.1.2 Majoitushuoneen ja yhteistilan, kuten ulos-käytävän, välillä, jos niitä erottavassa seinässä on ovi, on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vähin-tään 39 dB ja oven laboratoriossa mitatun keski-määräisen ääneneristävyyden vähintään 34 dB. Oven sijasta saadaan samassa aukossa käyttää ovia, jotka yhdessä täyttävät vaatimukset.

3.1.3 Majoitushuoneen ja yhteistilan, kuten ulos-käytävän, välillä, jos niiden välillä käytetään lii-kuntaesteisten kulkua varten tavallista leveämpiä ovia ilman kynnystä, on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vähintään 34 dB ja oven laboratoriossa mi-tatun keskimääräisen ääneneristävyyden vähintään 28 dB. Oven sijasta saadaan samassa aukossa käyttää ovia, jotka yhdessä täyttävät vaatimukset.

3.1.4 Majoitushuoneiden välillä sekä majoitushuo-neen ja yhteistilan välillä tulee olla sellainen askel-ääneneristys, että askeläänitasoindeksi L_1 majoitus-tilassa on enintään 63 dB.

3.1.5 Porrashuoneessa saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,5 sekuntia.

Käytävässä saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,0 sekuntia.

3.1.6 Rakennuksen teknisten laitteiden, kuten vesi- ja viemärilaitteiden, hissien, kompressorien, ilman-vaihtolaitteiden, lämmityskattiloiden, -laitteiden tai muiden vastaavien laitteiden, aiheuttama melutaso saa majoitushuoneessa olla enintään 30 dB(A).

Vaatus ei kuitenkaan koske melutasoa, joka ai-heutuu samassa majoitustilassa tapahtuvasta ve-denlaskusta.

3.1.7 Työhuoneen laitteiden aiheuttama melutaso saa majoitushuoneessa olla enintään 30 dB(A).

3.1.8 Nämä määräykset eivät koske tilapäistä, siir-rettävää työmaa-asuntoa.

3.2 Sairaala

3.2.1 Potilashuoneiden välillä sekä potilas- ja muun huoneen välillä on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vaakasuunnassa vähintään 48 dB ja pysty-suunnassa vähintään 53 dB.

3.2.2 Potilashuoneen ja yhteistilan, kuten uloskäy-tävän, välillä, jos niitä erottavassa seinässä on ovi, on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vähintään 34 dB ja oven laboratoriossa mitatun keskimääräi-sen ääneneristävyyden vähintään 28 dB. Oven si-jasta saadaan samassa aukossa käyttää ovia, jotka yhdessä täyttävät vaatimukset.

3.2.3 Välipohja on rakennettava siten, että potilas-huoneen askeläänitasoindeksi L_1 on enintään 63 dB.

3.2.4 Porrashuoneessa saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,5 sekuntia.

Käytävässä saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,0 sekuntia.

3.2.5 Potilashuoneessa saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enin-tään 0,8 sekuntia.

3.2.6 Rakennuksen teknisten laitteiden, kuten vesi- ja viemärilaitteiden, hissien, kompressorien, ilman-vaihtolaitteiden, lämmityskattiloiden, -laitteiden tai muiden vastaavien laitteiden, aiheuttama melutaso saa potilashuoneessa ja yhteisessä oleskelutilassa olla enintään 30 dB(A).

Vaatus ei kuitenkaan koske melutasoa, joka ai-heutuu samassa huoneessa tai oleskelutilassa ta-pahtuvasta vedenlaskusta.

3.3 Toimistorakennus

3.3.1 Toimistohuoneistojen välillä on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vähintään 44 dB.

3.4 Teollisuuden työhuone

3.4.1 Teollisuusrakennuksen toimistotilan ja työti-lan välillä on ilmaääneneristysindeksi L_a oltava vä-hintään 40 dB.

3.4.2 Sopivan jälkikaiunta-ajan saavuttamiseksi on pintojen verhoamisessa käytettävä tarvittaessa ääntä vaimentavia materiaaleja.

4 Melutaso rakennuksen ulkopuolella

Rakennusta palvelevien tai rakennuksen teknisten laitteiden aiheuttama melutaso saa välittömästi saman rakennuksen ikkunan ulkopuolella, parvekkeella tai oleskeluterassilla tai muussa vastaavassa paikassa olla enintään 45 dB(A).

5 Mittaukset

5.1 Ilmaääneneristävyys ja askeläänitaso mitataan suosituksessa ISO/R 140—1960 esitettyjen mittausmenetelmien mukaan. Mittauksessa käytetään suodatinta, jonka kaistanleveys on 1/3-oktaavia ja jonka keskitaajuus on taajuusalueella 100 Hz — 3150 Hz, kuten suosituksessa ISO/R 266—1962 on esitetty.

5.2 Ilmaääneneristävyyden ja askeläänitason mit-

taustulokset esitetään suosituksen ISO/R 717—1968 mukaisesti.

5.3 Melutason mittaukset suoritetaan äänitasomit-tarilla, joka täyttää IEC-julkaisussa no 179 (1965) asetetut vaatimukset, käyttäen A-painotussuodattinta ja "nopeaa" näyttöä.

5.4 Melutason mittaukset suoritetaan luotettavaa mittausmenetelmää käyttäen siten, etteivät mit-tauspisteet ole 0,5 m lähempänä huonetta rajoittavia pintoja eikä huoneessa olevaa esinettä. Jos huoneeseen on sijoitettu teknisiä laitteita, kuten radiaattoreita, ilmanvaihtoventtiilejä tai muita vastaavia laitteita, mitataan melutaso kuitenkin vähintään 1,5 m etäisyydellä häiriölähteestä. Ovien ja ikkunoiden tulee olla suljettuina mittauksen aikana.

5.5 Melutason mittaus tulokset korjataan tarvittaessa 10 m² äänenabsorptiota vastaaviksi.

5.6 Mitattaessa melua, joka sisältää impulssiääntä tai selvästi erottuvia ääneksiä, on saadun mittaus-tuloksen maksimiarvoon lisättävä 5 dB.

Veden- ja kosteudeneristys Määräykset

C 2

2. painos

Nämä määräykset kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Määräykset tulevat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1976 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen.

Helsingissä 12 päivänä marraskuuta 1975

Ministeri Aarno Strömmer

Vt. osastopäällikkö
Rakennusneuvos Mikko Mansikka

SISÄLTÖ

- 1 Yleistä
- 2 Kosteustekninen suunnittelu
 - 2.1 Rakenteet yleensä
 - 2.2 Ala- ja välipohja sekä seinä
 - 2.3 Katto
- 3 Käyttötarkoituksen muuttaminen

1 Yleistä

1.1 Rakennuksen on tarkoituksenmukaisesti suojattava sisätiloja veden ja kosteuden haitallisilta vaikutuksilta ja tehtävä terveellisen sisäilmaston ylläpitäminen mahdolliseksi.

1.2 Rakenteiden, rakennustarvikkeiden ja -aineiden on oltava sellaisia, ettei kosteus eivätkä muut tekijät haitallisessa määrin heikennä rakennuksen toimintakelpoisuutta, kestävyyttä ja rakenteiden kosteusteknistä toimintaa.

Jollei kysymyksessä ole käytännössä toimintakelpoiseksi todettu rakenne, on sen kelpoisuus voitava osoittaa laskelmien, kokeellisen tutkimuksen tai muun hyväksyttävän selvityksen nojalla.

2 Kosteustekninen suunnittelu

2.1 Rakenteet yleensä

2.1.1 Suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota rakennuksen ja rakenteiden toimintaan vaikuttaviin eri kosteustekijöihin kuten kosteuden lähteet, siirtymismuodot ja kosteuden aiheuttamat haitalliset vaikutukset.

2.1.2 Rakenteisiin kerääntyvä kosteus ja sen poistaminen ei saa rakennusaikana tai valmiissa rakennuksessa aiheuttaa kohtuutonta haittaa rakenteille tai rakennuksessa olijolle.

2.1.3 Rakenteiden on oltava sellaisia, ettei niiden pinnalle tai sisälle mahdollisesti muodostuva jää haitallisessa määrin vahingoita niitä. Jään muodostuminen on tarvittaessa estettävä.

2.1.4 Ulkoisen vedenpaineen alaisten rakenteiden on kestävä riittävällä varmuudella vedenpaineen vaikutus. Rakenteisiin on tarvittaessa tehtävä erityinen vedenpaine-eristys tai ulkoisen vedenpaineen vaikutus on estettävä luotettavalla tavalla.

2.2 Ala- ja välipohja sekä seinä

2.2.1 Rakenteiden on estettävä maaperän kosteuden ja maahan valuvien pintavesien haitallinen tunkeutuminen rakenteisiin ja sisätiloihin.

2.2.2 Alapohjan alapuolinen ilmatila (esimerkiksi ryömimistila) on tuuletettava siten, ettei ilmatilaan tunkeutuvasta kosteudesta ole haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle. Ilmatilan alapuolinen maapohja on tarvittaessa salaojitettava siten, ettei alapohjan alapuolelle muodostu vapaata vedenpintaa tai vettä runsaasti haihduttavaa maakerrosta.

2.2.3 Kylpyhuoneen, pesutuvan ja vastaavan tilan vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei vettä pääse tunkeutumaan ympäröiviin huonetiloihin ja rakenteisiin haitallisessa määrin.

2.2.4 Ulkoseinän on oltava sellainen, ettei seinään tunkeutuvalla sade- ja sulamisvedellä, maaperän kosteudella tai sisätilasta tunkeutuvalla vesihöyryllä ole haitallisia vaikutuksia seinään ja siihen liittyviin rakenteisiin.

2.3 Katto

2.3.1 Katon on estettävä sadeveden ja lumen sulamisveden tunkeutuminen sisätiloihin ja haitallisesti kattorakenteisiin. Kosteuden kerääntyminen kattorakenteisiin sisätiloista haitallisessa määrin on estettävä höyrystulun tai riittävän tuuletuksen avulla.

2.3.2 Ullakon vastaisen yläpohjan on oltava riittävän höyrytiivis tai rakenteen toiminta on varmistet-

tava muulla sopivalla tavalla. Ullakkotilaan on järjestettävä tarkoituksenmukainen tuuletus.

2.3.3 Tarvittaessa kate on suojattava erityisellä suojakerroksella ilmaston ja muiden tekijöiden aiheuttamilta haitallisilta vaikutuksilta.

3 Käyttötarkoituksen muuttaminen

Mikäli rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitusta muutetaan siten, että kosteusolosuhteet muuttuvat (suunnitteluperiaatteisiin nähden), rakenteiden kosteustekniset toimintaedellytykset on selvitettävä ja rakenteet on tarvittaessa muutettava uusia olosuhteita vastaaviksi.

Lämmöneristys Määräykset

C 3

2. painos

Nämä määräykset kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Määräykset tulevat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1979 ja koskevat rakennustoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Ikkunapinta-alan osalta määräykset tulevat kuitenkin voimaan 31 päivänä joulukuuta 1979 ja koskevat rakennustoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Tällä päätöksellä kumotaan 12 päivänä marraskuuta 1975 annetut Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluneet aikaisemmat määräykset lämmöneristyksestä (C3).

Helsingissä 27 päivänä lokakuuta 1978

Sisäasiainministeri Eino Uusitalo

Osastopäällikkö Olavi Syrjänen
Ylijohtaja

Sisältö

- 1 Yleistä
 - 1.1 Soveltamisalue
 - 1.2 Lämmöneristämisen yleisperiaatteet
 - 1.3 Käsitteet
- 2 Lämmöneristys
 - 2.1 Seinien, ylä-, ala- ja välipohjien lämmönläpäisykertoimet
 - 2.2 Ikkunan ja oven lämmönläpäisykertoimet ja pinta-alat
 - 2.3 Vaipan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin

1 Yleistä

1.1 Soveltamisalue

Nämä määräykset koskevat rakennuksia, joissa käytetään energiaa lämmitykseen tai jäähdytykseen tarkoituksenmukaisen sisälämpötilan saavuttamiseksi.

Nämä määräykset eivät kuitenkaan koske seuraavia rakennuksia:

- a) tuotantorakennus, jossa tuotantoprosessi luovuttaa niin suuren määrän lämpöenergiaa, että halutun sisälämpötilan aikaansaamiseen ei tarvita lämmityskaudella ollenkaan tai tarvitaan vain vähäisessä määrin muuta lämmitysenergiaa tai tuotantotila, jossa lämmityskauden ulkopuolella runsas lämmöneristys estäisi liiallisen lämmön poisjohtamisen,
- b) loma- ja virkistyskäyttöön tarkoitettu rakennus lukuun ottamatta ympärivuotisessa käytössä olevaa majoituselinkeinojen harjoittamiseen tarkoitettua rakennusta,
- c) kasvihuone tai muu vastaava rakennus, jonka käyttö tarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti näitä määräyksiä noudatettaessa.

1.2 Lämmöneristämisen yleisperiaatteet

Lämmitettävää tilaa rajoittavien ulkoilmaa tai kylmää tilaa vasten olevien rakennusosien tulee olla lämpöteknillisiltä ominaisuuksiltaan kuten eristävyydeltään ja tiiviydeltään sellaisia, että tilassa voidaan saavuttaa käyttötarkoituksen edellyttämät lämpöolosuhteet hyvän energiatalouden vaatimusten mukaisesti eikä rakenteisiin tapahtu haitallista kosteuden tiivistymistä.

Erityisen lämmintä tilaa sekä jäähdytettyä tilaa rajoittavien rakennusosien on lisäksi oltava lämpöteknillisiltä ominaisuuksiltaan sellaisia, ettei viereisille huonetiloille eikä rakenteille aiheudu haittoja.

1.3 Käsitteet

Lämmönläpäisykerroin (k)

ilmoittaa lämpömäärän, joka jatkuvuustilassa läpäisee aikayksikössä pintayksikön suuruisen rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruisen. Yksikkönä käytetään W/m^2K .

Keskimääräinen lämmönläpäisykerroin

saadaan laskemalla yhteen lämmönläpäisykertoimillaan kerrotut vaipan osapintojen alat sekä jakamalla näin saatu luku koko vaipan alalla.

Lämmin tila

sellainen tila, jonka mitoittavaksi huonelämpötilaksi lämmityskaudella oleskelu- tai muista syistä valitaan $+17^{\circ}\text{C}$ tai sitä suurempi lämpötila.

Puolilämmin tila

sellainen tila, joka ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkästään normaalia sisävaatetusta käytäen ja jonka lämpötilana pidetään lämmityskaudella vähintään $+5^{\circ}\text{C}$ mutta alle $+17^{\circ}\text{C}$. Puolilämpimäksi katsotaan myös sellainen tila, jonka lämpötilan sallitaan vaihdella ulkoisen sään mukana lämmityskaudella edellä mainituissa lämpötilarajoissa. Puolilämpimiin tiloihin kuuluvat esimerkiksi viileät kellari- ja varastotilat sekä eräät tuotantotilat.

Rakennuksen vaippa

rakennuksen vaippaan sisältyvät ne rakennusosat, jotka erottavat lämpimän ja puolilämpimän tilan muusta tilasta, kuten ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta. Vaippaan eivät kuulu lämmintä ja puolilämpimää tilaa toisistaan erottavat rakennusosat.

Käsite mitoittava lämpötila on määritelty Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 Rakennusten energiatalous yhteydessä.

2 Lämmöneristyst

2.1 Seinien, ylä-, ala- ja välipohjien lämmönläpäisykertoimet

Lämpimän tilan ja ulkoilman tai lämmittämättömän tilan välisen seinän, ala- tai yläpohjan lämmönläpäisykerroin k saa olla enintään taulukon 1 sarakkeen 1 suuruinen lukuun ottamatta kohdassa 2.3 mainittua poikkeamista. Lämpimän tilan maata vastaan rajoittuvan rakennusosan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään taulukon 2 sarakkeen 1 suuruinen.

Puolilämpimän tilan rajoituksessa ulkoilmaan, lämmittämättömään tilaan tai maahan ei lämmönläpäisykerroin saa ylittää taulukoiden 1 ja 2 sarakkeiden 2 arvoja.

Taulukko 1

Ulkoilmaa tai lämmittämättömää tilaa vastaan olevan rakennusosan lämmönläpäisykerroin

Rakennusosa	k (W/m ² K)	
	1 1)	2
kevyet seinärakenteet enintään 100 kg/m ²	0,29	0,6
raskaat seinärakenteet yli 100 kg/m ² 2)	0,35	0,6
kevyet yläpohjat enintään 100 kg/m ²	0,23	0,6
raskaat yläpohjat yli 100 kg/m ² 2)	0,29	0,6
kevyet alapohjat enintään 100 kg/m ²	0,23	0,6
raskaat alapohjat yli 100 kg/m ² 2)	0,29	0,6

Taulukko 2

Maata vastaan olevan rakennusosan lämmönläpäisykerroin

Rakennusosa	k (W/m ² K)	
	1 1)	2
alapohja 3)	0,4	0,6
seinä	0,4	0,6

1) Keskiraskaaseen tai raskaaseen työhön tarkoitettun työtilan tai varaston mitoittavan lämpötilan ollessa lämmityskaudella vähintään $+17^{\circ}\text{C}$ mutta alle $+20^{\circ}\text{C}$ saavat taulukoiden 1 ja 2 sarakkeen 1 seinärakenteen arvot olla kuitenkin enintään $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- 2) Rakennusosan massasta tulee vähintään 50 % sijaita lämmöneristeen lämpimällä puolella.
- 3) Alapohjan arvo koskee 6 metrin levyistä reuna-aluetta. Lämmönvastusta laskettaessa saa maapohjan lämmönvastauksen ottaa huomioon. Yli 6 metrin etäisyydellä lähimmästä ulkoseinästä oleva maanvarainen alapohja saa olla eristämätön.

Rakennuksessa, jossa on rinnakkain tai päällekkäin lämpimiä ja puolilämpimiä tiloja, ei näitä toisistaan erottavan rakennusosan lämmönläpäisykerroin saa ylittää arvoa $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ulkoseinän sekä ylä-, väli- ja alapohjan pienehkön osan lämmönläpäisykerroin saa olla suurempi kuin tässä kohdassa on esitetty, mikäli tämä on tarpeellista lujuus- tai muista erityisistä syistä.

2.2 Ikkunan ja oven lämmönläpäisykertoimet ja pinta-alat

2.2.1 Lämpimän tilan ja ulkoilman tai lämmittämättömän tilan välisen ikkunan ja oven lämmönläpäisykerroin k saa olla kohdassa 2.3 mainittua poikkeusta lukuun ottamatta enintään taulukon 3 sarakkeessa 1 mainitun suuruinen.

Puolilämpimän tilan ja ulkoilman tai lämmittämättömän tilan välisen tai lämpimän ja puolilämpimän tilan välisen ikkunan ja oven lämmönläpäisykerroin ei saa ylittää taulukon 3 sarakkeen 2 arvoja.

Taulukko 3

Ikkunan ja oven lämmönläpäisykerroin

Ikkunan ja oven osa	k (W/m ² K)	
	1	2
valoaukko	2,1	3,1
oven umpiosa, tuuletusluukku	0,7	2,0
näyteikkuna	3,1	—

Ikkunan ja oven liittymisen ympäröiviin rakenteisiin tulee olla sellainen, ettei haitallista vetoisuutta esiinny. Karmin tiivistämiseen käytettävien tarvikkeiden tulee olla sellaisia, että ne kestävät käytössä esiintyvät rasitukset oleellisesti vaurioitumatta.

2.2.2 Mikäli erityistä syytä ei ole osoitettavissa, saa taulukon 3 sarakkeen 1 mukaisia arvoja käytettäessä rakennuksen kerrosalaan laskettavien tilojen yhteenlaskettu ikkunapinta-ala olla enintään 15 % rakennuksen kerrosalasta. Ikkunoiden enimmäispinta-alasta voidaan poiketa kohdan 2.3 mukaisesti sekä näyteikkunaa vaativien tilojen osalta edellyttäen, että ikkunapinta-ala muiden kerrosalaan laskettavien tilojen osalta on enintään 15 % näiden tilojen kerrosalasta.

Lämpimän tilan yksittäisen huoneen ikkunapinnan osuus saa olla enintään 70 % kyseisen huoneen ulkoseinän alasta, ellei lasipinnan kylmäsaiteilyn haittoja ole estetty erityisratkaisuin kuten lasipinnan k-arvoa parantamalla tai lämmitysjärjestelmällä.

Ikkunan pinta-alan laskeminen suoritetaan karmin ulkomittojen tai ns. liittymismittojen mukaan (ovien ikkunaosissa samoin kuin kattoikkunoissa valoaukon koon mukaan).

2.3 Vaipan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin

2.3.1 Lämpimän tilan ja ulkoilman tai lämmittämättömän tilan välisen ikkunan sekä oven lämmönläpäisykerroin saa olla kuitenkin enintään taulukon 3 sarakkeessa 2 mainitun suuruinen tilassa, jossa ei jatkuvasti oleskella, kuten porrashuoneessa sekä seinän, ylä- tai alapohjan lämmönläpäisykerroin enintään $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Samalla on kuitenkin

pienennettävä kyseistä tilaa rajoittavien muiden vaipanosien lämmönläpäisykertoimia siten, että näin saaduilla arvoilla laskettu vaipan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin on enintään yhtäsuuri kuin taulukoiden 1–3 sarakkeen 1 mukaisilla arvoilla laskettu.

Erikoisovien osalta k-arvo voi olla vieläkin suurempi edellyttäen, että vaipan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin ei ylitä taulukoiden 1–3 sarakkeen 1 mukaisilla arvoilla laskettua.

2.3.2 Lämpimän tilan ja ulkoilman tai lämmittämättömän tilan välillä saa ikkunapinta-ala olla kohdassa 2.2.2 mainittua suurempi, mikäli samalla pienennetään ikkunan tai kyseistä tilaa rajoittavien

muiden vaipanosien lämmönläpäisykertoimia siten, että näin saaduilla k-arvoilla ja halutulla ikkunapinta-alalla laskettu vaipan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin on enintään yhtäsuuri kuin taulukoiden 1–3 sarakkeen 1 mukaisilla arvoilla ja 15 % ikkunapinta-alalla laskettu. Keskimääräisen lämmönläpäisykertoimen laskeminen suoritetaan tällöin käyttäen ikkunalle valoaukon k-arvoa ja koko ikkuna-aukon pinta-alaa.

2.3.3 Puolilämmintä tilaa rajoittavan rakennusosan k-arvo saa olla 50 % taulukoiden 1–3 sarakkeen 2 arvoja suurempi meneteltäessä kohdan 2.3.1 periaatteiden mukaan.

Lämmöneristys Ohjeet

C 4

2. painos

Nämä ohjeet kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Nämä ohjeet korvaavat 12 päivänä marraskuuta 1975 annetut ohjeet C4 Lämmönläpäisykertoimen määrittäminen ja eristystyön suoritus.

Helsingissä 27 päivänä lokakuuta 1978

Osastopäällikkö Olavi Syrjänen
Ylijohtaja

Yli-insinööri Esko Mononen

SISÄLTÖ

- 1 Määritelmät ja merkinnät
- 2 Lämmönläpäisykertoimen laskeminen
- 3 Rakenteen suunnittelu ja eristystyön suoritus
 - 3.1 Lämmöneristeet rakenteissa
 - 3.2 Suojaaminen tuulta vastaan
 - 3.3 Suojaaminen sisäpuoliselta kosteudelta
 - 3.4 Lämmöneristeiden käsittely ja varastointi
 - 3.5 Lämmöneristeiden asentaminen
- 4 Rakennusaineiden ja -tarvikkeiden lämmönjohtavuudet
- 5 Lämmönvastoja
 - 5.1 Pahvikerroksen lämmönvastus
 - 5.2 Ilmakerroksen lämmönvastus
 - 5.3 Maan lämmönvastus
- 6 Ikkunan lämmönläpäisykerroin
 - 6.1 Valoaukon lämmönläpäisykerroin
 - 6.2 Karmi- ja puiteosan lämmönläpäisykerroin
 - 6.3 Ikkunan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin

1 Määritelmät ja merkinnät

Lämmönvastus (M tai m)

ilmoittaa rakennusosan tai ainekerroksen lämmönsiirtymisvastuksen. Rakennusosan lämmönvastukseen M luetaan mukaan pintavastukset (m_s ja m_u). Yksikkönä käytetään m^2K/W .

Sisäpuolinen tai ulkopuolinen pintavastus (m_s tai m_u)

ilmoittaa rakennusosan ja ilmatilan välisen rajakerroksen lämmönsiirtymisvastuksen. Yksikkönä käytetään m^2K/W .

Lämmönjohtavuus (λ)

ilmoittaa lämpömäärän, joka jatkuvuustilassa siirtyy aikayksikössä pintayksikön suuruiseen ja pituusyksikön paksuiseen homogeenisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero pintojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/m K$.

Lämmönläpäisykerroin (k)

ilmoittaa lämpömäärän, joka jatkuvuustilassa läpäisee aikayksikössä pintayksikön suuruiseen rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään W/m^2K .

2 Lämmönläpäisykertoimen laskeminen

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin k lasketaan kaavan $k = \frac{1}{M}$ mukaan, jossa M on rakennusosan lämmönvastus.

Rakennusosan lämmönvastus M lasketaan kaavan 1 mukaan, jos rakennusosan ainekerrokset ovat tasapaksuja ja lämmönvirtaus tapahtuu ainekerrokseen nähden kohtisuoraan.

$$M = \sum m = m_1 + m_2 + \dots + m_i + m_m + m_a + m_b + \dots + m_s + m_u \quad (1)$$

$m_1, m_2, \dots$ = ainekerroksen 1, 2, ... lämmönvastus, jossa $m_1 = \frac{d_1}{\lambda_1}$ ja $m_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}$

$d_1, d_2, \dots$ = ainekerroksen 1, 2, ... paksuus (metreinä)

$\lambda_1, \lambda_2, \dots$ = ainekerroksen 1, 2, ... normaalin lämmönjohtavuus

m_i = tuulettamattoman ilmakerroksen lämmönvastus

m_m = perusmaan lämmönvastus

m_a, m_b = ainekerroksen a, b ... normaalin lämmönvastus

Summalle $m_s + m_u$ käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

ulkoilmaan rajoittuville rakennusosille 0,20 m^2K/W
tuulensuojaiseen tilaan rajoittuville rakennusosille 0,30 m^2K/W

Mikäli eristekerroksen paksuus kattorakenteessa vaihtelee, voidaan paksuutena käyttää keskimääräistä arvoa, jos eriste on betonilaatan päällä eikä vähimmäispaksuus alita keskimääräistä yli 20 %:lla.

Jos ainekerroksen suuntaisessa tasossa on rinnakkain erilaisia alueita, joiden lämmönvastukset poikkeavat toisistaan enintään nelinkertaisesti, lasetaan keskimääräinen lämmönvastus kaavan 2 mukaan.

$$m_a = \frac{1}{\frac{p_A}{m_A} + \frac{p_B}{m_B} + \dots} \quad (2)$$

$m_A, m_B \dots$ = alueiden A, B ... lämmönvastukset

$p_A, p_B \dots$ = alueiden A, B ... pinta-alojen suhteet koko ainekerroksen pinta-alaan.

Lämmönläpäisykerrointa laskettaessa otetaan yleensä huomioon kylmäsiltoista johtuva lämmönläpäisykertoimen kasvu. Kylmäsiltoja aiheuttavat esim. metalliset jäykisteet ja siteet. Rakennusosan lämmönläpäisykertoimen k voidaan otaksua kasvavan määrällä $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ käytettäessä $\varnothing 4 \text{ mm}$ ruostumattomia terässiteitä 4 kpl/m^2 ja määrällä $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ käytettäessä $\varnothing 4 \text{ mm}$ kuparisiteitä 4 kpl/m^2 .

Seinän ja palkiston liittymäkohdissa olevien kylmäsiltojen vaikutusta ei oteta huomioon rakennusosan lämmönläpäisykerrointa laskettaessa. Kylmäsiltoihin on kuitenkin kiinnitettävä huomiota eristuksen rakenteellisen suunnittelun yhteydessä.

Tuuletetun ilmaraon ja sen ulkopuolella olevan ainekerroksen lämmönvastuksen saa ottaa huomioon lämmönläpäisykerrointa laskettaessa ainoastaan, mikäli ilmaraon ja sen ulkopuolella olevan ainekerroksen vaikutus rakenteeseen on erikseen selvitetty.

3 Rakenteen suunnittelu ja eristystyön suoritus

3.1 Lämmöneristeet rakenteissa

Rakenteiden lämmöneristysten tulee olla tarkoituksensa soveltuvia. Niiden tulee säilyttää ominaisuutensa työnaikaisissa olosuhteissa sekä toimia suunnitellulla tavalla rakenteen kestoajan.

Suunnitelmissa esitetään eristeiden käyttö rakenteessa siten, että niistä käy ilmi lämmöneristävyyslaskelmissa käytettävän λ_n -arvon edellyttämä suojaus- ja asennustapa. Eristysaine ja sen ominaisuudet tulee valita siten, että eristysaine täyttää kokonaan lämmöneristykselle varatun tilan. Työn ja käytön aikana mahdolliset eristettä rasittavat kuormitukset on otettava huomioon eristettä valittaessa.

Suunnitelmissa on pyrittävä suoraviivaisiin rakennusosien eristetilain rajapinnoissa, jotta tarvittava työstäminen on mahdollisimman vähäistä. Mikäli näin ei voida menetellä, on eristetilain täyttämistä reuna-alueilla esitettävä työtapat tai menetelmät.

3.2 Suojaaminen tuulta vastaan

Tuulelle alttiin rakennusosan lämmöneritys on suojattava tarkoituksenmukaisella tavalla tuulen haittavaikutuksilta. Tuulensuojan tulee olla kattaaltaan peittävä ja niin tiivis, että se estää lämmöneristävyttä oleellisesti vähentävien hallitsemattomien ilmavirtausten tunkeutumisen raken-

teen läpi tai sisään (esim. rakojen kautta tai ilmaa läpäisevässä eristeessä). Erityisesti on tuulensuojasta huolehdittava ulkoseinän ja perusmuurin liittymässä, ulkoseinien nurkissa, ulkoseinän ja yläpohjan liittymässä sekä aukkojen pielissä.

Ulkoseinässä ei tarvita erillistä tuulensuojakerrosta, jos lämmöneristuksen ulkopuolella oleva rakenne on sellaisenaan tuulenpitävä.

3.3 Suojaaminen sisäpuoliselta kosteudelta

Jos lämmöneristuksen kylmällä puolella on tiivis kerros, jonka höyrynvastus on suuri eristyskerroksen höyrynvastukseen verrattuna on huolehdittava siitä, ettei lämpimältä puolelta pääse vuotamaan ilmaa eikä tunkeutumaan vesihöyryä haitallisessa määrin rakenteen kylmään osaan. Tällainen rakennusosa tulee varustaa riittävän lämpimään kohtaan asetetulla höyrynsululla, jonka höyrynvastus on suurempi (vähintään viisinkertainen) kuin sen kylmällä puolella olevan rakenteen, tai kosteuden liiallinen keräytyminen tulee estää tuulettamalla. Höyrynsulun saumojen ja liitosten tiivistäminen on tehtävä huolella.

3.4 Lämmöneristeiden käsittely ja varastointi

Lämmöneristeitä on käsiteltävä ja varastoitava sekä eristystyön aikana suojattava siten, että eristeet eivät pääse kostumaan, eivätkä muutoinkaan vahingoitu.

3.5 Lämmöneristeiden asentaminen

Eristekappaleet on asennettava paikoilleen siten, että ne liittyvät hyvin eristetilaa rajoittaviin pintoihin sekä toisiinsa ja täyttävät kokonaan eristeelle varatun tilan. Eristekappaleiden tulee yleensä olla mahdollisimman suuria, ehjiä ja riittävän mittatarkkoja, ettei eristykseen tai sen liitoskohtiin jäisi haitallisia rakoja tai onteloita. Saumoja ei yleensä saa sijoittaa kohdakkain käytettäessä useita eristekerroksia. Eristyksen mahdolliset vajaukset on korjattava käyttämällä samaa eristysainetta tai lämmönjohtavuudeltaan riittävän hyvää eristysainetta. Valmistusta ei saa kuormittaa siten, että se voi vahingoittua tai puristua suunniteltua ohuempaksi.

4 Rakennusaineiden ja -tarvikkeiden lämmönjohtavuudet

Taulukossa 1 sarakkeessa 5 on annettu käytännön rakennustoiminnan tarpeisiin soveltuvia rakennusaineiden ja tyyppihyväksymättömien lämmöneristeiden normaalisen lämmönjohtavuuden (λ_n) arvoja. Annetut arvot pätevät edellyttäen, että aineen keskilämpötila on $n. + 10^\circ\text{C}$, aineen vesipitoisuus on likimain normaalin (sarakkeen 4 mukainen) ja aine on kuivatiheydensä ja muiden tunnusmerkkeinä käytettyjen ominaisuuksiensa puolesta asetettujen vaatimusten mukainen. Lisäksi edellytetään, että ainetta käytetään lämpötekniikalta kannalta tarkoituksenmukaisesti ja hyvää rakennustapaa noudattaen. Tämä tarkoittaa erityisesti sitä, ettei ainekerrokseen saa kertyä liikaa kosteutta ja ettei ainekerroksen sisällä, lävitse tai ympäri saa esiintyä ilmavirtauksia, jotka huonontavat olennaisesti lämmöneristävyttä. Mikäli on otaksuttavissa, että aineen vesipitoisuus ylittää taulukossa annetun arvon tai että vahingollisia ilmavirtauksia esiintyy, on normaalisen lämmönjohtavuuden arvoa suurennettava vastaavasti.

Ainekerroksen, erityisesti lämmöneristyksen läpi menevien tai siihen rajoittuvien muiden rakenneosien ja aineiden (tukirakenteet, sauma-aineet, siteet, kiinnikkeet, läpiviennit jne.) kautta tapahtuvaa lämmönsiirtymistä, eristyskerroksen ohentumista esim. siihen tunkeutuvan valumassan tai ulkoisen puristuksen vaikutuksesta, samoin kuin ainekerroksen läpi johdetun tuuletusilmavirran mukana tapahtuvaa lämmön kuljetusta ei sisällytetä aineen λ_n -arvoon, vaan ne on otettava erikseen huomioon rakenteen k-arvoa määritettäessä.

Taulukon 1 alaviittein on varsinaisille lämmöneristeille annettu useita eri lämmönjohtavuusarvoja riippuen eristeen suojaus- tai asennustavasta. Suojaustavassa (alaviitteet 1–4) huomioidaan eristettä suojaavien pintojen tiiviysaste sekä toiselta puolelta suojaamattomaan eristeeseen vaikuttavan ilmavirran nopeus. Asennustapaehdoilla (alaviitteet 6 ja 7) pyritään varmistamaan se, ettei eristekerrokseen tai eristeen ja tiivistävien pintojen väliin jää ilmarakoja tai onteloita sekä ehdolla 8 lisäksi se, ettei eristeen solukaasukoostumus muutu olennaisesti diffuusion vaikutuksesta eristeen käytön aikana.

Tyyppihyväksytyt lämmöneristeet, joilla on taulukon 1 λ_n -arvoja paremmat lämmönjohtavuusarvot, mainitaan tyyppihyväksyntäluettelossa. Tyyppihyväksyntäpäätöksissä esitetään näiden lämmöneristeiden normaaliset lämmönjohtavuudet (λ_n) ja niitä vastaavat suojaus- ja asennustapaehdot.

Taulukossa 1 käytetään seuraavia merkintöjä:

- ϱ aineen suurin keskimääräinen kuivatiheys tai rajat, joiden välissä tiheys saa vaihdella.
- Muurattujen seinien kohdalla on kuivatiheys-sarakkeessa ilmoitettu muurauskiven kuivatiheys. Reikäkiven kuivatiheytenä käytetään bruttotiheyttä, so. massa jaettuna tilavuudella ottamatta huomioon reikävähennystä.
- λ_{10} olosuhteissa $+20^\circ\text{C}/65\%$ ilmastoidun aineen keskimääräinen lämmönjohtavuus $+10^\circ\text{C}$ keskilämpötilassa.
- w_n aineen keskimääräinen (normaalinen) vesipitoisuus rakennusosassa käyttöolosuhteissa.
- λ_n normaalin lämmönjohtavuus

Taulukko 1.

Rakennusaineiden normaaliset lämmönjohtavuudet.

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuivatiheys	Lämmönjohtavuus	Vesipitoisuus	Normaalinen lämmönjohtavuus λ_n	Alaviitehuomautus
	ϱ kg/m ³	λ_{10} W/m K	w_n % kuivapainosta	W/m K	
Eristyslevyt ja -matot					
korkilevy (paisutettu)	150	0,035	3	0,045 0,050	1), 2) tai 3) 4)
	200	0,040	3	0,050 0,055	1), 2) tai 3) 4)
lastuvillalevy	150–350	0,070	8	0,09 0,11	1) 3) tai 4)
mineraalivilla 5)	15–300	0,040	0,5	0,050 0,055 0,060	1) 2) tai 3) 4)
puukuitulevy, bitumipitoinen	350	0,055	10	0,065	
puukuitulevy, huokoinen	300	0,045	10	0,055	

- 1) Eristys on molemmilta puoliltaan kiinni tiiviissä pinnassa (esim. betoni, tiiliverhous, tiivis levy, muovikalvo, eristyspaperi tms. pitävästi saumattuna).
- 2) Seinässä olevan eristyksen lämmin puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on tuulensuoja ilman tiivistävää saumausta (esim. rakennuslevy puskaumoin ja naulakiinnityksellä tai rakennuspaperi puristetuin, mutta tiivistämättömin limisaumoin).
- 3) Ylä- tai alapohjassa olevan eristyksen toinen puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on tuulensuoja ilman tiivistävää saumausta tai ilmatila, jossa virtausnopeus on enintään 1 m/s.
- 4) Seinässä olevan eristyksen toinen puoli on kiinni tiiviissä pinnassa ja toisella puolella on ilmapäli tai -tila. Ylä- tai alapohjassa olevan eristyksen toisella puolella on ilmatila, jossa virtausnopeus voi olla suurempi kuin 1 m/s.
- 5) Kuidun keskipaksuus on enintään 8 μm , kun $p = 15–30\text{ kg/m}^3$, muulloin enintään 15 μm .

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys	Lämmön- johtavuus	Vesi- pitoi- suus	Normaa- linen lämmön- johta- vuus	Alaviite- huomautus
	ρ	λ_{10}	w_n	λ_n	
	kg/m ³	W/m K	% kuiva- painosta	W/m K	
solulasilevy	180 150 130	0,060 0,055 0,050		0,070 0,065 0,060	6) 6) 6)
solumuovilevy, polystyreeniä	30–60 17–29,9 10–16,9	0,033 0,037 0,044	2 2 2	0,041 0,045 0,045 0,050 0,055	1), 2) tai 3) 4) 1), 2) tai 3) 4)
solumuovilevy, suulakepuristusmenetelmällä valmistettu, polystyreeniä, suurimolekyylinen täytekaasu	35–40	0,030	2	0,037 0,041	1), 2) tai 3) 4)
solumuovi, polyuretaania, paisutettu suurimolekyylisellä täytekaasulla	30–60	0,026 0,019	2	0,030 0,033 0,037 0,024	1) ja 7) 1), 2) tai 3) 4) 8)
Kevytbetoni					
karkaistu kevytbetoni elementteinä yläpohjassa kuivan huonetilan yläpuolella	450 500 600	0,10 0,12 0,15	4 4 4	0,12 0,14 0,17	
alapohjassa lämmittämätöntä tilaa vasten	450 500 600	0,10 0,12 0,15	6 6 6	0,13 0,15 0,18	
ulkoseinässä maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,08 0,11 0,12	6 6 6	0,11 0,13 0,15	
pintaverhottuna ulkoseinässä maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,08 0,11 0,12	4 4 4	0,10 0,12 0,14	10) 10) 10)
ulkoseinässä maanpinnan alapuolella	500	0,12	15	0,20	9)
karkaistu kevytbetoni muurattuna sisätilassa ja pintaverhottuna ulkotilassa	400 450 500 600	0,09 0,11 0,12 0,15	4 4 4 4	0,12 0,14 0,15 0,18	10) 10) 10) 10)
maanpinnan yläpuolella	400 450 500	0,09 0,11 0,12	6 6 6	0,18 0,19 0,21	11) 11) 11)
maanpinnan alapuolella	500 600	0,12 0,15	15 15	0,25 0,28	9) 9)
ohut- tai liimasaumoin maanpinnan yläpuolella	400 450 500 600	0,09 0,11 0,12 0,15	6 6 6 6	0,14 0,16 0,17 0,20	11) 11) 11) 11)
ohut- tai liimasaumoin maanpinnan alapuolella	500 600	0,12 0,15	15 15	0,21 0,23	9) 9)
Kevytsorabetoni					
elementteinä maanpinnan yläpuolella	800 650	0,21 0,16	4 4	0,23 0,20	11) 11)
maanpinnan alapuolella	800 650	0,21 0,16	10 10	0,27 0,23	12) 12)

6) Eristelevyt on saumattu esim. bitumilla.

7) Eriste on paisutettu eristetilassa.

8) Eriste on paisutettu kaasujen diffuusion kannalta tiiviiksi katsottavaan tilaan kuten peltikoteloon tai vastaavaan.

9) Koskee bitumisiveltyä kellarin seinää, kun kellaritila on lämmitetty ja hyvintuuletettu. Jos kellarin seinä varustetaan kapillaarisesti imeytyvän nousun katkaisevalla, mutta diffuusion sallivalla ainekerroksella (esim. mineraalivilla tai ilmatilan muodostava levy), saadaan sarakkeessa 5 annettuja lämmönjohtavuuksia vähentää 0,02 W/m K.

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys ρ kg/m ³	Lämmön- johtavuus λ_{10} W/m K	Vesi- pitoi- suus w_n % kuiva- painosta	Normaa- linen lämmön- johta- vuus λ_n W/m K	Alaviite- huomautus
kevytsorabetonikappaleet muurattuina, 10 mm saumat					
maanpinnan yläpuolella täydet saumat	650	0,16	4	0,25	11)
maanpinnan yläpuolella, rakosaumat	650	0,16	4	0,21	11)
maata vasten, täydet saumat	650	0,16	7	0,26	9)
kevytsorabetonikappaleet ladottuina					
sisäpuolisena eristeenä	650	0,16	2	0,19	
ulkopuolisena eristeenä maanpinnan ylä- puolella	650	0,16	4	0,20	11)
maata vasten	650	0,16	10	0,23	12)
tiivis kevytsorabetoni paikoilleen valettuna	1600	0,75	3	0,80	
	1400	0,60	3	0,65	
	1200	0,46	3	0,50	
	1000	0,35	3	0,40	
valetut kevytsorabetonieristykset					
ylä- ja alapohjassa	600	0,15	2	0,17	
	500	0,13	2	0,14	
	400	0,11	2	0,13	
maata vasten	600	0,15	6	0,20	
	500	0,13	6	0,17	
	400	0,11	6	0,15	
Sahanpurubetoni					
kuivassa tilassa	1300	0,35	1	0,45	
Täyteaineet 13)					
kevytbetonimurske	400		4	0,15	
kevytsora,					
ylä- ja ala-	320	0,09	0,5	0,10	14)
pohjassa	280	0,08	0,5	0,09	14)
maata vasten	320		6	0,13	
	280		6	0,12	
koksikuona	700		3	0,25	14)
kutterinlastu,					
löysänä	80		12	0,14	
sullottuna	120		12	0,08	
masuunikuona, rakeistettu	250		0,5	0,12	14)
	150		0,5	0,10	14)
mineraalivilla, koneellisesti puhallettuna	50–90	0,040	0,5	0,055	15)
sahanpuru,					
löysänä	120		12	0,12	
sullottuna	200		12	0,08	
solumuovipuru polystyreenia	10–20		2	0,06	

10) Pintaverhouksella tarkoitetaan levyverhousta hyvin-
tuuletetun ilmaraon ulkopuolella.

11) Koskee rapattua seinää, joka ei ole alttiina myrskysateille. Ellei myrskysateilla alttiissa seinässä ole veden tunkeutumista estävää pintakerrosta, voi seinässä esiintyä huomattavasti normaalista suurempia vesipitoisuusarvoja. Koska lämmöneristävyys heikkenee suuresti vesipitoisuuden kasvaessa, niin tällaisten seinien rakennusaineiden lämmönjohtavuutta on suurennettava 4 % kutakin vesipitoisuuden lisäprosenttia kohti. Karkaistulla kevytbetonilla saumanpaksuuden otaksutaan olevan muurattuna 12 mm, ohutsaumoin 3 mm ja liimattuna 1 mm. λ_n -arvot on tarkoitettu normaalikoolle 200 x 600 mm. Muita saumapaksuuksia ja kokoja voi esiintyä, jolloin saumojen osuus voi muuttaa λ_n -arvoja.

12) Koskee betonisen perusmuurin ulkopuolista eristystä.

13) Annetut lämmönjohtavuudet soveltuvat vain kuivissa tiloissa oleville täytteille. Aineen ollessa kosketuksissa maahan määritetään lämmönjohtavuus vastaavan suuremman vesipitoisuuden perusteella.

14) Käytettäessä täyteainetta yläpohjan eristeenä ilman yläpuolista tiivistävää kerrosta on annettuun λ_n -arvoon lisättävä 0,02 W/m K.

15) Revitty kivillä, kuidun keskipaksuus enintään 8 μ m.

1	2	3	4	5	6
Aine, tarvike	Kuiva- tiheys	Lämmön- johtavuus	Vesi- pitoi- suus	Normaa- linen lämmön- johta- vuus λ_n	Alaviite- huomautus
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/m K	w_n % kuiva- painosta	W/m K	
Sekalaisia rakennusaineita ja tarvikkeita					
asbestisementtilevy	1 800	0,40	2	0,60	
asbestisilikaattilevy	800	0,13	4	0,19	
	600	0,12	4	0,18	
asfaltti	1 200			0,80	
betoni	2 300	0,90	2	1,7	
betonireikäkivet muurattuina	1 400	0,42	3	0,55	
betonitäyskivet muurattuina	2 000	0,70	2	1,2	
bitumi	1 050			0,18	
graniitti, gneissi	2 700			3,5	
kalkkietkivätkivet muurattuina	1 900	0,70	3	0,95	
kipsilevy	900			0,23	
lastulevy	600	0,13	10	0,14	
	400	0,11	10	0,12	
rappauslaastit					
sementtilaasti	2 000	0,70	2	1,2	
kalkkiseimenttilaasti	1 800	0,65	2	1,0	
kalkkilaasti	1 700	0,50	2	0,90	
tiilikivet muurattuina					
täyskivet, isokokoiset	1 700	0,60	1	0,70	
reikäkivet (leveys ≥ 16 cm)	1 500	0,50	1	0,60	
	1 300	0,45	1	0,50	
reikäkivet ja kennokivet (vähintään 19 reikää)	1 500	0,60	1	0,70	
	1 300	0,50	1	0,60	
puu, mänty, kuusi	500	0,12	16	0,14	
puukuitulevy,					
kova	1 000	0,12	8	0,13	
puolikova	800	0,10	9	0,11	

5 Lämmönvastuksia

5.1 Pahvikerroksen lämmönvastus

Taulukko 2

Pahvikerroksen lämmönvastus m_a

Pahvikerroksen sijainti	Lämmönvastus m^2K/W
Toinen pinta kiinteää ainetta, esim. lautaseinää vasten ¹⁾	0,02
Kiinteiden aineiden välissä ¹⁾	0,04

¹⁾ Lämmönvastus sisältää sekä pahvikerroksen lämmönvastuksen että sen ja kiinteän aineen, lautakerroksen tms., väliin muodostuvan ohuen ilmakerroksen lämmönvastuksen. Pahvikerros ei saa olla sellainen, että se aiheuttaa vesihöyryn tiivistymistä rakenteeseen.

5.2 Ilmakerroksen lämmönvastus

5.2.1 Tuuletetun ilmaraon lämmönvastus

Tuuletetun ilmaraon lämmönvastusta ei saa ottaa huomioon laskelmissa ellei ilmakerroksen ja sen ulkopuolella olevan ainekerroksen vaikutusta rakenteeseen ole erikseen selvitetty.

5.2.2 Tuulettamattoman ilmaraon lämmönvastus

Taulukoissa 3 ja 4 esitetyt lämmönvastukset pätevät tuulettamattomalle ilmaraolle.

Taulukko 3

Tuulettamattoman ilmaraon lämmönvastus m_i

Ilmakerrosta rajoittaa puu, tiili, betoni tai muu säteilyker-toimeltaan vastaava pinta.

Ilmakerroksen paksuus mm	Lämmönvastus m_i m^2K/W	
	Ilmarako vaaka-suora, lämpö siir-tyy ylöspäin tai ilmarako pysty-suora	Ilmarako vaaka-suora, lämpö siir-tyy alaspäin
5	0,10	0,11
10	0,13	0,14
20	0,16	0,18
≥ 50	0,17	0,21

Taulukko 4

Tuulettamattoman ilmaraon lämmönvastus m_i

Ilmakerrosta rajoittaa toisella puolella puhdas, kuiva, me-tallinen alumiinipinta.

Ilmakerroksen paksuus mm	Lämmönvastus m_i m^2K/W	
	Ilmarako vaaka-suora, lämpö siir-tyy ylöspäin, alu-miinipinta yläpuo-lella tai ilmarako pystysuora	Ilmarako vaaka-suora, lämpö siir-tyy alaspäin, alu-miinipinta ylä-puolella
5	0,17	0,18
10	0,28	0,34
20	0,42	0,54
50	0,47	0,92
100	0,43	1,18

5.3 Maan lämmönvastus

5.3.1 Yleistä

Maan lämmönvastus saadaan ottaa huomioon las-kettaessa maanvaraisen lattian ja kellarin ulkosei-

nän lämmönvastuksia. Tällöin käytetään kohtien 5.3.2–5.3.4 mukaisia lämmönvastusarvoja ellei lämmönvirtauksesta rakennuksen alla tehdä tar-kempia laskelmia tai kokeita.

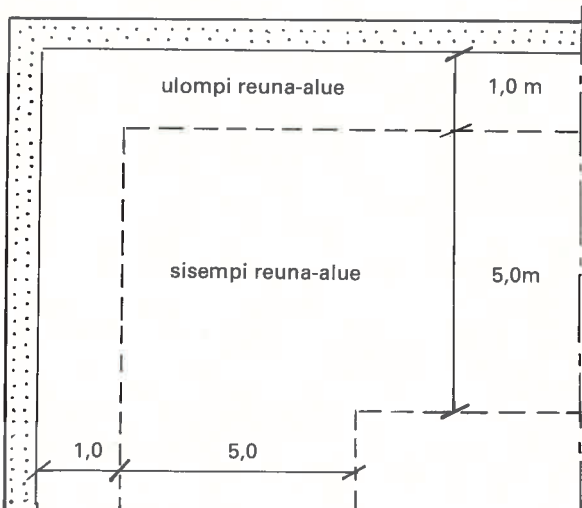
5.3.2 Perusmaa

Laskettaessa perusmaan lämmönvastusta oletetaan maanvaraisen alapohjan reuna-alue jaetuksi ulompaan ja sisempään alueeseen kuvan 5 mukaisesti. Laskelmissa käytetään perusmaan lämmönvastuksena m_m taulukossa 5 sarakkeessa 3 ja 4 an-nettuja arvoja. Pintavastukset eivät sisälly taulukon 5 arvoihin.

Taulukon arvoja voidaan käyttää, jos pohjalaatan alapinta on enintään 300 mm viereistä maanpintaa ylempänä ja pohjalaatan alla oleva maakerros on vähintään 1,2 m paksu.

Laskettaessa lattiarakenteen ja perusmaan läm-mönvastusta otaksutaan perusmaan alkavan sala-ojituskerroksen alapuolella kuitenkin enintään 200 mm lattialaatan alla.

Somerosta tai sepelistä tehdyn salaojitusterroksen ollessa vähintään 150 mm paksuinen otaksutaan kerroksen lämmönvastukseksi 0,2 m^2K/W .



Kuva 5

Maanvaraisen alapohjan aluejako

Taulukko 5

Perusmaan normaaliset lämmönjohtavuudet ja lämmön-vastukset

Maa-aines	Normaali-nen läm-mönjohta-vuus λ_n W/m K	Perusmaan lämmönvastus m_m m^2K/W			
		Perusmaa		Perusmuurin viereinen maa	
		ulompi reuna-alue	sisempi reuna-alue	0–1 m maan-pinnan alla	1–2 m maan-pinnan alla
1	2	3	4	5	6
Savi					
Hiekka ja sora, salaojitettu	1,4	0,8	3,20	0,40	1,60
Hiesu ja hietä					
Hiekka ja sora, salaojittamaton	2,3	0,50	2,00	0,25	1,00
Moreeni					
Kallio	3,5	0,30	1,20	0,15	0,60

5.3.3 Perusmuurin viereinen maa

Perusmuurin vieressä olevan maan lämmönvastuksena m_m käytetään taulukossa 5 sarakkeissa 5 ja 6 annettuja arvoja.

5.3.4 Perusmaa kellarin lattian alapuolella

Jos kellarin lattia sijaitsee vähintään 1,0 m maanpinnan alapuolella, voidaan lämmönvastukselle m_m käyttää taulukossa 5 sarakkeessa 4 sisemmälle reuna-alueelle annettuja arvoja. Korkeammalla sijaitsevalle kellarin lattialle käytetään samoja arvoja kuin kohdassa 5.3.2 maanpinnan tasossa olevalle lattialle.

6 Ikkunan lämmönläpäisykerroin

6.1 Valoaukon lämmönläpäisykerroin

Valoaukolla tarkoitetaan ikkunan lasi- tai muiden ainekerrosten muodostamaa läpinäkyvää aluetta. Jos samassa valoaukossa on erikokoisia laseja, katsotaan valoaukon pinta-alaksi suurimman lasin ala. Määritettäessä kupumaisen ikkunan lämmönläpäisykerrointa katsotaan valoaukon pinta-alaksi aukon reunojen rajoittaman tasopinnan (projektio-pinnan) ala.

Tavanomaisella lasituksella varustetun ikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v lasketaan kaavalla (3). Saatua lukuarvo ilmoitetaan kolmella merkitsevällä numerolla pyöristettynä lähinnä suurempaan tai yhtäsuureen 0:lla tai 5:llä päättyvään lukuun.

$$k_v = \frac{1}{m_s + m_u + m_{i1} + m_{i2} + \dots + m_{in}} \quad (3)$$

$m_s + m_u$ on sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa (taulukko 6)

$m_{i1}, 2, \dots, n$ on ilmapälin 1, 2, ..., n lämmönvastus (taulukko 7)

Taulukko 6

Sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa $m_s + m_u$ ikkunan kohdalla

Ikkunan asento	$m_s + m_u$ m ² K/W
pystysuora	0,20
vaakasuora	0,18

Taulukko 7

Pystysuoran ilmapälin lämmönvastus m_i

Ilmapälin paksuus mm	Ilmapälin lämmönvastus m_i , m ² K/W ¹⁾		
	Lasikerrosten lukumäärä		
	2	3	≥ 4
6		0,105	
9		0,130	
12		0,150	
15	0,155	0,160	0,165
20	0,165	0,170	0,175
30–120	0,170	0,175	0,180

¹⁾ Annetuissa m_i -arvoissa on otettu huomioon umpiolasin reunalistan sekä erillislasi-ikkunan ilmapälinen mahdollisen lievän tuulettuvuuden arvioitu lämmönvastusta pienentävä vaikutus.

Vaakasuoran ikkunan ilmapälin lämmönvastus saadaan vähentämällä 20 % taulukossa 7 annetuista arvoista.

Kaava (3) ei sovellu käyttöön, jos lasivälien kautta ohjataan hallittu ilmapävirtaus rakennuksen ilmanvaihdon tarpeisiin (raitis-, poisto- tai kiertoilma-ikkuna), eikä taulukko 7, jos valoaukossa on pitkäaaltoista säteilyä läpäiseviä tai sitä olennaisesti heijastavia ainekerroksia tai hermeettisesti ja diffuusiotiiviisti suljetuissa lasiväleissä on muuta täytekaasua kuin ilmaa. Mainituissa tapauksissa on ikkunan lämmönläpäisykerroin määritettävä erikseen esim. kokeellisesti.

6.1.1 Erillislasi-ikkuna

Erillislasi-ikkunoiden valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v käytetään taulukossa 8 esitettyjä arvoja, mikäli ikkuna on tiivistetty siten, että ilmapälin tuulettuvat vain lasipintojen kondenssin välttämiseksi tarvittavissa määrin.

Taulukko 8

Erillislasi-ikkunoiden valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v

Ilmapälin paksuus mm	Valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v , W/m ² K	
	Lasikerrosten lukumäärä	
	2	3
20...30	2,75	1,90
30...120	2,75	1,85

6.1.2 Umpiolasi-ikkuna

Umpiolasi-ikkunalla tarkoitetaan ikkunaa, jonka ilmapälin on suljettu täysin tiiviisti (hermeettisesti).

Umpiolasi-ikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v käytetään taulukossa 9 esitettyjä arvoja.

Taulukko 9

Umpiolasi-ikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v

Ilmapälin paksuus mm	Valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v , W/m ² K	
	Lasikerrosten lukumäärä	
	2	3
6		2,45
9		2,20
12	2,90	2,00
15	2,85	1,95

6.1.3 Yhdistelmäikkuna

Yhdistelmäikkunalla tarkoitetaan ikkunaa, jonka valoaukossa on sekä umpio- että erillisiä laseja tai useampia umpiolasia. Yhdistelmäikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v käytetään taulukossa 10 esitettyjä arvoja.

Taulukko 10

Yhdistelmäikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v

Lasitustapa	Ilmapälinen pak-suudet mm	Valoaukon lämmönläpäisy-kerroin k_v , W/m ² K
umpio- ja erillislasi	12/20...120 15/20...120	1,95 1,90
kaksi umpiola-sia	12/20...120/12 15/20...120/15	1,50 1,45

6.1.4 Kattoikkuna

Kupumaisten kattoikkunoiden valoaukon lämmönläpäisykertoimina voidaan käyttää taulukon 11 mukaisia arvoja.

Taulukko 11

Kattoikkunan valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v

Ilmavälien lukumäärä	Valoaukon lämmönläpäisykerroin k_v W/m ² K
1	3,1
2	2,1

Kuvuissa tulee pyrkiä käyttämään vakiopaksuisia ilmavälejä reuna-alueen kondenssin välttämiseksi.

6.2 Karmi- ja puiteosan lämmönläpäisykerroin

Mikäli karmi- ja puiteosa on homogeeninen (esim. tavanomainen puurakenne), lasketaan sen lämmönläpäisykerroin k_p kaavalla (4). Saatu lukuarvo ilmoitetaan kolmella merkitsevällä numerolla pyöristettynä lähinnä suurempaan tai yhtäsuureen 0:lla tai 5:llä päättyvään lukuun.

$$k_p = \frac{1}{m_s + m_u + \frac{\beta \cdot \delta}{\lambda}} \quad (4)$$

- δ on karmi- ja puiteosan keskimääräinen paksuus, m
 λ on karmi- ja puiteaineen lämmönjohtavuus, W/m K
 β on todellisuudessa moniulotteisen lämpövirtauksen huomioon otettava korjauskerroin, avattavilla ikkunoilla $\beta = 0,7$ ja kiinteillä $\beta = 0,8$

$m_s + m_u$ on pintavastusten summa (taulukko 6)

Kaava (4) ei sovellu ontoille ja/tai profiilirakenteisille karmi- ja puiteosille. Näiden lämmönläpäisykerroin on tarvittaessa määritettävä erikseen esim. kokeellisesti.

6.3 Ikkunan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin

Ikkunan keskimääräinen lämmönläpäisykerroin k lasketaan kaavalla (5). Saatu lukuarvo ilmoitetaan kahdella merkitsevällä numerolla.

$$k = k_v \frac{A_v}{A} + k_p \frac{A - A_v}{A} \quad (5)$$

A_v on valoaukonpinta-ala

A on karmin ulkoreunan rajoittama ikkunan pinta-ala

Tätä julkaisua myy

VALTION PAINATUSKESKUS
MARKKINOINTIOSASTO

Postimyynti

PL 516
00101 HELSINKI 10
Puh. 90-539011

Kirjakauppa

Annankatu 44
00100 HELSINKI 10
Puh. 90-17341

Denna publikation säljes av

STATENS TRYCKERICENTRAL
MARKNADSFÖRINGSÄVDELNINGEN

Postförsäljning

PB 516
00101 HELSINGFORS 10
Tel. 90-539011

Bokhandel

Annegatan 44
00100 HELSINGFORS 10
Tel. 90-17341

This publication can be obtained from

GOVERNMENT PRINTING CENTRE
MARKETING DEPARTMENT

Mail-order business

P.O. Box 516
SF-00101 HELSINKI 10
Phone 90-539011

Bookshop

Annankatu 44
00100 HELSINKI 10
Phone 90-17341
