

Värmeisolering
Anvisningar 2003

Miljöministeriets förordning om värmeisolering

Given i Helsingfors den 30 oktober 2002

Enlighet miljöministeriets beslut stadgas med stöd av 13 § i markanvändnings- och bygglagen (132/1999) från den 5 februari 1999:

Som ett godtagbart sätt i byggande är det möjligt att följa anvisningarna i bilaga 1 om värmeisolering.

Förslaget till anvisningar har anmälts enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 98/34/EG om informationsförfarande beträffande tekniska standarder och föreskrifter och informationssamhällets tjänster, sådant det lyder ändrat genom direktivet 98/48/EG.

Denna förordning träder i kraft den första oktober 2003.

Med denna förordning upphävs inrikesministeriets beslut om värmeisolering (C4) från den 27 oktober 1978.

Helsingfors den 30 oktober 2002

Minister *Suvi-Anne Siimes*

Överingenjör Raimo Ahokas

Värmeisolering

Anvisningar 2003

Innehåll

1	ALLMÄNT	5	VÄRMEMOTSTÅND
1.1	Tillämpningsområde	5.1	Övergångsmotstånd
2	BESTÄMNING AV VÄRMEGENOMGÅNGS- KOEFFICIENT	5.2	Värmemotstånd för luftskikt
2.1	Allmänt	5.3	Värmemotstånd för tunt materialskikt
2.2	Beräkning av värmegenomgångskoefficient	5.4	Konstruktioner mot mark
2.3	Köldbryggor	6	VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT FÖR FÖNSTER, DÖRR OCH VENTILATIONSLUCKA
2.4	Beaktande av luftströmmar i värmeisoleringen	6.1	Allmänt
3	PLANERING AV VÄRMEISOLERING OCH ISOLERINGSARBETE	6.2	Värmegenomgångskoefficient för fönstrets ljusöppning
3.1	Planering av värmeisolering	6.3	Värmegenomgångskoefficient för karm och ram
3.2	Hantering, lagring och montering av isolerings- material	6.4	Termisk växelverkan mellan karm- och ramdelen och glas
3.3	Skydd mot vind och luftströmmar	6.5	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient för fönster
4	VÄRMEKONDUKTIVITET HOS BYGGNADSMATERIAL	6.6	Värmegenomgångskoefficient för dörr och ventilationslucka
4.1	Projekteringsvärde och valmöjligheter för värmekonduktivitet		BILAGA
4.2	Praktiskt tillämpbara värmekonduktiviteter för byggnadsmaterial		INNEHÅLLSFÖRTECKNING AV BYGGBESTÄMMELSESAMLING

TECKENFÖRKLARINGAR

Anvisningar, som är i bred spalt innehåller godtagbara lösningar.

Förklaringar, som är kursiverade i smal spalt, ger ytterligare upplysningar samt innehåller hänvisningar till författningar, föreskrifter och anvisningar.

Värmeisoleringsmaterial

Byggnadsmaterial som i huvudsak eller förutom annat användningsområde väsentligen används för värmeisolerings.

Värmeisolering

Av ett eller flera isoleringsmaterial gjord isolering i en byggnadsdel.

Vindskydd

Materialsikt vars huvudsakliga uppgift är att förhindra skadlig luftströmning utifrån in i konstruktionens inre del och tillbaka.

Luftspärr

Materialsikt som förhindrar skadlig luftströmning genom en byggnadsdel från ena sidan till den andra.

Förklaring

Som luftspärr fungerar ofta ett materialsikt som lagts i byggnadsdelen av annat huvudsakligt skäl.

Köldbrygga

Konstruktionsdel som leder värme väl jämfört med omkringliggande material, och vid vilken tätheten på det värmeflöde som strömmar genom byggnadsdelens ytor fortlöpande är större än vid omgivande områden, på grund av temperaturskillnaden.

Linjeformig köldbrygga

Köldbrygga vars tvärsnitt längs konstruktionens yta är konstant likformig.

Punktformig köldbrygga

Köldbrygga som är lokal i konstruktionen och som inte har konstant likformigt tvärsnitt längs konstruktionens yta.

Värmekonduktivitet (λ), $W/(m \cdot K)$

Värmekonduktivitet anger värmeflödets täthet vid stationära förhållanden genom ett homogent materialskikt med längden en längdenhet då temperaturskillnaden mellan materialskiktets ytor är en enhet stor.

Genomsnittlig värmekonduktivitet (λ_{10}), $W/(m \cdot K)$

Genomsnittlig värmekonduktivitet anger det aritmetiska medelvärdet av de enskilda mätresultaten för materialets värmekonduktivitet då mätningarna har utförts vid 10 °C medeltemperatur.

Förklaring

Om ämnet är hygroskopiskt eller om ämnets värmekonduktivitet ändras på grund av ålder ska man uppges omständigheter och faktorer före mätningarna som påverkat fukthalten eller värmeledningens åldersförändring.

Praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet (λ_n), $W/(m \cdot K)$

Med byggnadsmaterialets praktiskt tillämpbara värmekonduktivitet avses projekteringsvärden för värmekonduktivitet som ges i dessa anvisningar eller i typgodkännandebeslut och som är avsedda att användas för den praktiska byggverksamhetens beräkningar.

Värmemotstånd (R), $(m^2 \cdot K)/W$

Värmemotstånd för ett homogent materialskikt eller en skiktad konstruktion i termiskt fortvarighetstillstånd anger förhållandet mellan temperaturdifferensen mellan de isotermska ytorna på konstruktionens respektive sidor och tätheten för värmeflödet som går genom materialskiktet.

Invändigt och utvändigt övergångsmotstånd (R_{si} och R_{se}), $(m^2 \cdot K)/W$

Anger värmeöverföringsmotståndet hos gränsskiktet mellan byggnadsdelens yta och omgivningen innanför eller utanför.

Värmegenomgångskoefficient (U), $W/(m^2 \cdot K)$

Värmegenomgångskoefficient U anger tätheten på värmeflödet som vid stationära förhållanden passerar genom en byggnadsdel när temperaturskillnaden mellan omgivningarna på byggnadsdelens ömse sidor är en enhet stor.

Punktformig tilläggs-konduktans (X), W/K

Punktformig tilläggs-konduktans anger tillägget till ett värmeflöde från en punktformig köldbrygga (t.ex. stålförband) genom en byggnadsdel i stationärt tillstånd när temperaturskillnaden mellan omgivningen på byggnadsdelens ömse sidor är en enhet stor.

Linjeformig tilläggs-konduktans (ψ), $W/(m \cdot K)$

Linjeformig tilläggs-konduktans anger tillägget till ett värmeflöde från en linjeformig köldbrygga (t.ex. balk) genom en byggnadsdel i stationärt tillstånd när temperaturskillnaden mellan omgivningen på byggnadsdelens ömse sidor är en enhet stor.

ALLMÄNT

1.1 Tillämpningsområde

1.1.1

Dessa anvisningar gäller för byggnadsdelar och konstruktioner som gränsar till det fria eller mark, i byggnader samt byggnadsdelar och konstruktioner mellan byggnadens olika utrymmen, bestämning av värmegenomgångskoefficienter för dessa samt planering och genomförande av värmeisolering. Anvisningarna gäller för konstruktioner utförda enligt god byggpraxis där inverkan från uppträdande små ofullkomligheter beaktas då man beräknar värmegenomgångskoefficienten.

Förklaring

Dessa anvisningar innehåller ett godtagbart sätt att konstatera kraven på värmegenomgångskoefficient

som uppställs i Finlands byggbestämmelsesamling del C3 uppfylls.

EN-standarderna för beräkning av värmegenomgångskoefficient för byggnadens mantel, byggnadsdelar och konstruktioner, samt EN-standarderna som kompletterar dessa beräkningsstandarder utgör ett regelverk som också kan användas för att bestämma värmegenomgångskoefficienten på ett godtagbart sätt.

1.1.2

Dessa anvisningar rör ej luftström som styrs genom värmeisoleringen, luft som läcker genom byggnadsdelar från en sida till en annan, solstrålning som faller på byggnaden eller beräkning av andra inverkanse värmelaster som varierar som funktioner av tiden.

2

BESTÄMNING AV VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT

2.1 Allmänt

2.1.1

I dessa anvisningar presenteras en metod för beräkning av värmegenomgångskoefficienten (U) för byggnadsdelar och konstruktioner. Även annan metod kan godkännas om dessa anvisningar inte kan tillämpas eller den alternativa beräkningsmetoden är minst lika noggrann som den som presenteras här. Även provresultat kan utnyttjas om beräkning är orimligt svår eller när de utgångsdata som behövs för beräkningarna bestäms genom prov.

Förklaring

Ett enskilt mätresultat för värmegenomgångskoefficient gäller endast för en undersökt provkonstruktion under mätförhållandena. När beräkningen av värmegenomgångskoefficienten är orimligt svår kan man dock uppskatta ett U -värde som lämpar sig för praktisk planering av konstruktionslösningen. I denna uppskattning skall man sträva efter att ta hänsyn till onoggrannheten i mätningen, praktisk variation hos konstruktionen och de material som ingår där, inverkan från materialens fukthalt enligt byggplanen samt eventuell permanent förändring av byggnadsmaterialens värmekonduktivitet under livslängden.

2.2 Beräkning av värmegenomgångskoefficient

2.2.1

Värmegenomgångskoefficienten (U) hos byggnadsdel beräknas genom att för byggnadsmaterial försedda med CE-märkning använda enligt EN-standarderna bestämda projekteringsvärden för värmekonduktivitet, i EN-standarderna angivna tabellerade projekteringsvärden för värmekonduktivitet, värden för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet (λ_n) eller andra, på godtagbart sätt bestämda värden för värmekonduktivitet som är tillämpliga för byggnadsdelen. Om det finns angivet flera λ_n -värden för samma ämne, väljer man med ledning av fotnot det värde som är tillämpligt för objektet.

Förklaring

Fotnoter med anknytning till värdena för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet finns i tabell 1 samt i typgodkännandebesluten för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet för isoleringsmaterial.

2.2.2

Värmeledningskoefficienten (U) beräknas enligt formeln (1).

$$U = 1 / R_T \quad (1)$$

R_T byggnadsdelens totala värmemotstånd från omgivning till omgivning

2.2.3

Det totala värmemotståndet R_T hos byggnadsdel beräknas enligt formeln (2) när materialskikten är jämntjocka och homogena och värmen överförs vinkelrätt mot materialskikten.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

där

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2 \dots R_m = d_m / \lambda_m$$

d_1, d_2, \dots, d_m tjockleken av materialskikt 1, 2, ... m, m

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ projekteringsvärde för värmekonduktivitet i materialskikt 1, 2, ... m, t.ex. praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet

R_g värmemotstånd för luftskikt i byggnadsdel

R_b värmemotstånd i marken

$R_{q1}, R_{q2}, \dots, R_{qn}$ värmemotstånd för tunt materialskikt 1, 2, ... n

$R_{si} + R_{se}$ summan av övergångsmotstånd på inner- och ytersida

Om tjockleken för homogent materialskikt varierar längs med konstruktionens plan kan man använda medelvärdet som tjocklek under förutsättning att den lokala minimitjockleken inte underskrider medelvärdet med mer än 20 %.

2.2.4

När byggnadsdel är inhomogen på så att den innehåller materialskikt parallella med ytor där det finns delområden med olika värmekonduktivitet bredvid varandra, beräknas värmemotståndet R_j för det inhomogena materialskiktet enligt formeln (3).

$$1 / R_j = f_a / R_{aj} + f_b / R_{bj} + \dots + f_n / R_{nj} \quad (3)$$

f_a, f_b, \dots, f_n de homogena delområdenas a, b, ... n relativa andel av det inhomogena materialskiktets j totalarea

$R_{aj}, R_{bj}, \dots, R_{nj}$ värmemotstånden för de homogena delområdena a, b, ... n i det inhomogena skiktet j, där $R_{aj} = d_j / \lambda_{aj}, R_{jb} = d_j / \lambda_{bj}, \dots, R_{jn} = d_j / \lambda_{nj}$

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ projekteringsvärde för värmekonduktivitet i materialskikt 1, 2, ... n, t.ex. praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet

2.2.5

Om projekteringsvärdena för intilliggande materialskikt skiljer sig mer än femfalt från varandra, kan inte formel (3) tillämpas. I så fall behandlas materialet med den större värmekonduktiviteten som en köldbrygga enligt punkt 2.3.

2.2.6

Det totala värmemotståndet R_T hos en byggnadsdel som innehåller inhomogena skikt beräknas med formeln (4) och värmeledningskoefficienten U beräknas med formeln (1).

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{se} \quad (4)$$

R_1, R_2, \dots, R_n värmemotstånd för inhomogent materialskikt 1, 2, ... n beräknat med formeln (3)

ΣR summan av värmemotstånd för homogena materialskikt, luftskikt, tunna materialskikt och mark

$R_{si} + R_{se}$ summan av inner- och ytersidans övergångsmotstånd

Förklaring

R_T -värde beräknat med formel (4) är ett undre närmvärde för totalt värmemotstånd.

2.3 Köldbryggor

2.3.1

Karakteristiska, regelbundet återkommande köldbryggor i konstruktionen beaktas när värmeledningskoefficientens kravenlighet kontrolleras. Detta berör bland annat förband, klackar samt stöd- och stomkonstruktioner som är typiska för konstruktionen på hela det område där det utgör mantel.

2.3.2

Enstaka köldbryggor som av olika skäl görs i byggnadens mantel behöver inte beaktas vid beräkning av värmeledningskoefficienten. En enstaka köldbrygga kan utgöras av anslutning mellan botten- eller mellanbjälklag och yttervägg, stöd för balkong, pelare genom bottenbjälklag, fastighetstekniska komponenter som är placerade i konstruktionen eller liknande separat planerade och utförda enstaka lösningar.

Förklaring

Konstruktionens temperatur avviker från den omgivande konstruktionen vid en köldbrygga. Följden av detta kan bli att temperaturförhållandena försämras lokalt, att ytan smutsas ned och i värsta fall att fukt kondenseras i konstruktionens inneryta och djupare in i konstruktionen. Konstruktionerna skall planeras så vid alla köldbryggor att nämnda fuktolägenheter inte uppstår och så att man uppnår de temperaturförhållanden som anges i byggbestämmelsesamlingens del D2 inom vistelseområdet.

2.3.3

När projekteringsvärdet för värmekonduktivitet hos materialet i köldbryggan avviker mer än fem gånger från omgivande material beräknas det tillägg som köldbryggorna orsakar till värmege-nomgångskoefficienten $\Delta U_{\Psi X}$ med formeln (5).

$$\Delta U_{\Psi X} = \Sigma \Psi_k (l_k / A) + \Sigma X_j (n_j / A) \quad (5)$$

Ψ_k linjeformig tilläggs-konduktans från sinsemellan lika linjeformiga köldbryggor k i byggnadsdel, $W/(m \cdot K)$

X_j punktformig tilläggs-konduktans från punktformiga, sinsemellan lika köldbryggor j i byggnadsdel, W/K

l_k sammanlagd längd av likadana linjeformiga köldbryggor i byggnadsdel, m

n_j antal likadana punktformiga köldbryggor i byggnadsdel

A byggnadsdelens area, m^2

Tilläggs-konduktansen (Ψ_k , X_j) för linjeformiga och punktformiga köldbryggor beräknas antingen med en beräkningsmetod som lämpar sig för ändamålet eller bestäms experimentellt.

2.3.4

Köldbryggor orsakas av t.ex. metallförstyvningar och förband. Värmege-nomgångskoefficienten U kan antas växa med $0,006 W/(m^2 \cdot K)$ vid användning av rostfria stålförband med diametern 4 mm $4 \text{ st}/m^2$ och med $0,05 W/(m^2 \cdot K)$ vid användning av kopparförband med diametern 4 mm $4 \text{ st}/m^2$.

2.4 Beaktande av luftströmmar i värmeisoleringen

2.4.1

Om inte inverkan från luftströmmar i isoleringens små springor, luftspalter och i luftgenomsläpplig isolering har beaktats i projekteringsvärdet för värmekonduktiviteten, bedöms inverkan från luftströmmarna som ökar värmeförlusterna separat och tas med i beräkningen som tillägg till byggnadsdelens värmege-nomgångskoefficient.

Förklaring

EN-standard för beräkning av värmege-nomgångskoefficient förutsätter att man beaktar avvikelser från ideala förhållanden i isoleringen vid beräkning av värmege-nomgångskoefficienten.

Den praktiskt tillämpbara värmekonduktiviteten (λ_n) för isoleringsmaterial tar hänsyn till inverkan från små luftströmmar i värmeisoleringen.

2.4.2

För att ta hänsyn till inverkan från luftflöden i värmeisoleringen görs ett tillägg (ΔU_g) till värmege-nomgångskoefficienten (U). Storleken på tillägget beror på hur värmeisoleringen är monterad, på hur den är skyddad och på hur stor är isoleringsmaterialets luftgenomsläpplighet. Då tilläggets storlek uppskattas ska man använda en tillförlitlig undersökning eller utredning som stöd.

PLANERING AV VÄRMEISOLERING OCH ISOLERINGSARBETE

3.1 Planering av värmeisolering

3.1.1

Isoleringsmaterial skall vara lämpliga för sina ändamål och fylla uppställda krav. Isoleringsmaterialen skall behålla sina egenskaper under konstruktionens livslängd. I planerna skall det anges tillräckliga uppgifter om vilka isoleringsmaterial som använts, värmeisoleringens konstruktion och mått samt vid behov detaljer om utförandet av isoleringsarbetet för att det skall gå att bedöma om kraven uppfylls.

3.1.2

Vid val av isolering och skydd av isoleringen skall man beakta sådana belastningar som isoleringen utsätts för både under byggandet och i användningen av konstruktioner. Vid dimensionering av isoleringen skall man beakta sådana eventuella permanenta förändringar i egenskaperna hos värmeisoleringen och utrymmet, som är oundvikliga men godtagbara.

3.1.3

Som projekteringsvärde för värmekonduktivitet för CE-märkt isoleringsmaterial används det projekteringsvärde som bestäms enligt EN-standarder. Som projekteringsvärde för andra isoleringsmaterial används värde för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet (λ_n), som vad gäller monterings- och skyddsåttbeskrivning är tillämpligt för konstruktion som granskas, eller något annat projekteringsvärde för värmekonduktivitet som bestämts på annat godtagbart sätt. Planerna skall vara så detaljerade att monterings- och skyddsått som krävs för valet av λ_n -värde framgår.

3.1.4

I planerna specificeras det avsedda isoleringsmaterialet eller uppges egenskaper som krävs för isoleringsmaterialet. Vid planering av isoleringsutrymmen i konstruktionerna bör man sträva efter lösningar där isoleringen kan göras med arbetsmetoder som lämpar sig för det valda isoleringsmaterialet. I svåra fall bör arbetsmetoden anges. Förväntad sättning hos mineral- eller träfiberisolering som installeras genom torrblåsning i öppet isoleringsutrymme över vindsbjälklag tas med i beräkningen genom att bestämma blåst isoleringstjocklek till större än planerat.

3.2 Hantering, lagring och montering av isoleringsmaterial

3.2.1

På byggplatsen kontrolleras att isoleringsmaterialen motsvarar planerna och isoleringsmaterialen är skyddade mot väta och skador. Om isoleringsmaterialet avviker från planerna eller inte kan identifieras säkert skall det klarläggas att kvaliteten på det överensstämmer med planerna före användning.

3.2.2

Innan isoleringsmaterialet monteras kontrolleras konstruktionernas isoleringsutrymmen och eventuella brister korrigeras. Monteringens utföras noggrant så att isoleringen fyller det avsedda utrymmet så felfritt som möjligt. Isolering som läggs i flera skikt skall läggas så att skikten överlappas. Eventuella fel och brister repareras med samma eller motsvarande isolering.

3.2.3

Isoleringsarbetet skall förläggas till ett skede då de konstruktioner som skyddar värmeisoleringen är färdiga eller görs direkt efter isoleringen. Vid behov används tillfälliga skydd. Den färdiga isoleringen får inte belastas på skadligt sätt eller pressas ihop tunnare än planerat. Fiberisolering av vindsbjälklag som blåses in i öppet isoleringsutrymme installeras klart när konstruktioner som skyddar mot vind och regn är tillräckligt klara och sådana arbeten som kräver vistelse inom det isolerade området är utförda. Det isolerade området förses vid behov med gångbroar för senare tillträde.

3.3 Skydd mot vind och luftströmmar

3.3.1

Om det krävs ett vindskydd för att man ska kunna tillämpa isoleringsmaterialets projekteringsvärde och det i konstruktionen inte ingår någon skikt som också fungerar som vindskydd, skall värmeisoleringen skyddas med ett separat vindskydd. Vindskyddets luftgenomgångstal får vara högst $10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$.

3.3.2

Vindskydd är ett skikt som ligger mot värmeisoleringen och täcker den helt. Vindskyddet får inte ha öppna hål eller springor som leder till värmeisoleringen. Man bör särskilt sörja för täthet i vindskyddets skarvar, väggarnas nedre kanter och hörn samt vid fönster- och dörröppningar m.fl. genomföringar.

3.3.3

Skarvar och kanter för vindskydd som görs av skivor passas om möjligt mot fast yta. Fästningarna bör vara av ett sådant slag och placeras så tät skarvarna inte öppnar sig efter monteringen. Skarvar hos tunna vindskydd av papp eller liknande tätas exempelvis genom att vindskydden läggs omlott och sätts under press mellan fasta ytor. Samma metod, eller någon annan metod som garanterar motsvarande täthet, tillämpas också vid vindskyddets kanter och hörn.

3.3.4

Det är ofta ändamålsenligt att låta vindskyddet för ytterväggar gå ända upp ovanför nivån för ovansidan av vindsbjälklagets värmeisolering för att skydda isoleringens kantytter. Om det finns en rymlig ventilerad luftspalt (höjd ≥ 200 mm) ovanför horisontellt eller svagt sluttande vindsbjälklag och det vid dess kanter finns en takfotkonstruk-

tion som stryper luftflödet (t.ex. vanlig brädkonstruktion med springor) kan det heltäckande vindskyddet uteslutas om detta är tillåtet enligt villkoren för projekteringsvärdet för isoleringsmaterialens värmekonduktivitet. Intill takkanten är det dock orsak att montera vindskyddsremсор eller vindriktare som styr ventilationsluftflödet om luftflödet kan medföra olägenhet för värmeisoleringens funktion eller om isoleringsmaterialet kan röra på sig av vindens inverkan.

3.3.5

För att förhindra en okontrollerad luftström genom konstruktionen från en sida till en annan behövs det minst ett skikt i konstruktionen som fungerar som luftspärr. Denna finns ofta på värmeisoleringens varma sida. Om det inte finns någon särskild luftspärr i konstruktionen måste minst ett skikt som är fäst i värmeisoleringen ha så låg luftgenomsläpplighet att det kan fungera som sådant.

3.3.6

Luftspärren planeras och konstrueras så lufttäthet så att ett ventilationssystem i planerlig användning normalt förmår skapa undertryck i byggnadens innerutrymmen, och vistelseområdet uppnås de temperaturförhållanden som anges i byggbestämmelsesamlingens del D2.

4

VÄRMEKONDUKTIVITET HOS BYGGNADSMATERIAL

4.1 Projekteringsvärde och valmöjligheter för värmekonduktivitet

4.1.1

Som projekteringsvärde för värmekonduktivitet kan för CE-märkta produkter användas projekteringsvärden som bestäms enligt EN-standarder, i EN-standarder presenterade tabellerade projekteringsvärden för värmekonduktivitet, i tabell 1 kolumn 5 angivna värden för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet (λ_n) samt i typgodkännandebeslut för värmeisoleringsmaterial angivna värden för praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet (λ_n) eller projekteringsvärden för värmekonduktivitet som erhållits på annat godtagbart sätt.

4.1.2

Genom ett tillägg till projekteringsvärdet för ämnets värmekonduktivitet tar man hänsyn till spridning i ämnets värmekonduktivitet på grund av

tillverkningstekniska skäl, planerlig fukthalt i materialet på plats och permanenta förändringar i värmekonduktivitet under livslängden. Som projekteringsvärde för värmekonduktivitet används i allmänhet ett värde som gäller vid 10 °C temperatur för materialet. Vid behov kan projekteringsvärdet ändras till att motsvara annan medeltemperatur, varvid temperaturens inverkan på materialets värmekonduktivitet beaktas.

4.1.3

Inverkan från små luftströmmar i värmeisoleringen, inre och genomgående, beaktas som tillägg till värmekonduktivitetens projekteringsvärde eller byggnadens värmegenomgångskoefficient. Om man använder λ_n -värden behöver man inte göra något separat tillägg till värmegenomgångskoefficienten, förutsatt att kraven för montering och skydd av värmeisoleringen uppfylls. Om man använder något annat projekteringsvärde för värmekonduktivitet, där hänsyn inte har tagits till inverkan

från dessa luftströmmar, uppskattas deras inverkan separat och tas med i beräkningen som tillägg till byggnadsdelens värmegenomgångskoefficient.

Förklaring

EN-produktstandarderna samt EN-standarden för bestämning av projekteringsvärde för isoleringsmaterials värmekoduktivitet formar en helhet för att bestämma projekteringsvärde för isoleringsmaterials värmekoduktivitet. Detta värde inkluderar inte inverkan från små luftflöden som tas med i beräkningen separat som ett tillägg till värmegenomgångskoefficienten.

4.2 Praktiskt tillämpbar värmekoduktivitet för byggnadsmaterial

4.2.1

Den praktiskt tillämpbar värmekoduktiviteten (λ_n) tar hänsyn till de tillägg och korrigeringar som återges i punkterna 4.1.2 och 4.1.3. Om inte annat anges i samband med λ_n -värdet gäller angivna värden vid medeltemperaturen 10 °C.

4.2.2

De λ_n -värden som anges i tabell 1 kolumn 5 gäller under sedvanliga bruksförhållanden för konstruktionerna i Finland under förutsättning att materialets torrsvikt och andra specificerade egenskaper uppfyller uppställda krav och att materialet används på ett ur värmeteknisk synpunkt ändamålsenligt sätt och enligt god byggpraxis.

4.2.3

Då materialskikten monteras och skyddas följs de krav som anges i punkt 4.2.4 och fotnoterar för λ_n -värden (tabell 1 eller typgodkännandebeslut för praktiskt tillämpbar värmekoduktivitet för isoleringsmaterial). Om det finns flera λ_n -värden för materialet väljs det som baserat på fotnoterna motsvarar det planerade användningssättet. Om ingen av fotnoterna motsvarar det planerade användningssättet, utreds det λ_n -värde som avses användas i beräkningarna separat.

4.2.4

De λ_n -värden för isoleringsmaterial som anges i tabell 1 gäller produkter som saknar gällande typgodkännande för λ_n -värde. Vad gäller krav på hur isoleringsmaterialen monteras- och skyddas hänvisar tabell 1 fotnot 1) till följande krav från vilka man kan avvika i sammanhang som anges i övriga fotnoter till tabell 1:

- En av isoleringens ytor (i allmänhet innerytan) ligger alltid mot en yta som är tät för luftströmningar (t.ex. betong, tegelmur, tät skiva, plastfolie, tätpapp eller dylikt, som är beständigt fogat)

- Den ena ytan för vertikala och lutande isoleringar (lutning > 30 ° i förhållande till horisontalplan) har ett vindskydd [luftgenomsläpplighetstal $\leq 10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ om inte annat tillåts i villkoren för isoleringsmaterialets praktiskt tillämpbara värmekoduktivitet] som t.ex. byggskiva med spikfastsättning eller byggnadspapper med överlappande fog i press
- Ovanför vindsbjälklag som lutar högst 30 ° mot horisontalplanet finns ett rymligt luftutrymme med höjden minst 200 mm på alla punkter (alldeles intill takfoten dock minst 50 mm), och som i alla sina kanter är försedd med en luftstryppande takfots- eller kantkonstruktion
- För bottenbjälklag med kryppgrund finns under isoleringen överallt en luftspalt vars alla kanter är skyddade av en sammanhängande och med ventilationsöppningar försedd grundmur eller motsvarande skyddande konstruktion
- På undersidan av värmeisoleringen i det beständigt dränerade bottenbjälklaget mot mark finns överallt ett dräneringsskikt som förhindrar kapillärstigning.

4.2.5

Om ämnets genomsnittliga fukthalt är högre än värdet som anges i tabell 1 kolumn 4 ökas λ_n -värdet i motsvarande grad baserat på en utredning som görs separat.

4.2.6

I materialets λ_n -värde ingår i allmänhet inte värmeöverföring som sker genom andra byggnadsdelar eller material som går igenom materialskiktet eller avslutas mot det (stödkonstruktioner, fogmaterial, förband, fästen). Inverkan från uttunning av materialskiktet (nedtryckning, yttre tryck etc) ingår heller inte om detta inte har angivits i fotnoter till tabell 1. Dessa förhållanden beaktas separat vid beräkning av värmegenomgångskoefficienten.

4.2.7

I tabell 1 avses med torrdenstet ämnets största tillåtna genomsnittliga torrdenstet eller gränser inom vilka den genomsnittliga torrdensteten får variera. För murade väggar anges i torrdenstet-kolumnen torrdensteten för murstenen. För hålstén används bruttovikt som torrdenstet, det vill säga massan delad med volymen utan hänsyn till hålreducering.

4.2.8

Med fukthalt (w_n) avses den genomsnittliga fukthalt som samlas i ämnet vid normal användning och vars inverkan är inräknad i λ_n -värdet.

TABELL 1. BYGGNADSMATERIALS PRAKTISKT TILLÄMPBARA VÄRMEKONDUKTIVITET.

Material, vara	Torr- densitet	Värme- konduktivitet	Fukt- halt	Praktiskt tillämpbar värme- konduktivitet	Fotnot- anmärkning
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m · K)	W_n % av torr- densitet	λ_n W/(m · K)	
VÄRMEISOLERINGSMATERIAL					
korkskiva (expanderad)	150	0,035	3	0,045	1)
			3	0,050	2)
	200	0,040	3	0,050	1)
			3	0,055	2)
träullskiva	150—350	0,070	8	0,080	3)
			8	0,10	4)
träfiberskiva, bitumenhaltig	350	0,055	10	0,065	5)
	träfiberskiva, porös	300	0,045	10	0,055
mineralullskiva och -matta 8)	10—300	0,045	0,5	0,055	1)
			0,5	0,060	2)
				0,070	6)
				0,10	7)
cellplastskiva, av expanderad polystyren	30—60	0,033	2	0,041	1)
			2	0,045	2)
				0,050	6)
				0,060	7)
	17—29,9	0,037	2	0,045	1)
			2	0,050	2)
				0,055	6)
				0,065	7)
	13—16,9	0,041	2	0,050	1)
			2	0,055	2)
				0,065	6)
cellplastskiva, av sträng- sprutad polystyren drivgas CFC 12 x)	22—45	0,030	2	0,037	1)
			2	0,041	2) eller 6)
				0,045	7)
				0,050	9)
annan drivgas	22—45	0,037	2	0,045	1)
			2	0,050	2) eller 6)
				0,055	7)
				0,060	9)

1) Isoleringen är skyddad enligt krav återgivna i punkt 4.2.4.

2) Isoleringens andra sida ligger mot en tät yta och på den andra sidan finns en annan luftspalt eller utrymme än luftspalt för vinds- eller bottenbjälklag med kryppgrund som avses i punkt 4.2.4.

Material, vara	Torr-	Värme-	Fukt-	Praktiskt	Fotnot-
	densitet	konduktivitet	halt	tillämpbar	anmärkning
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m · K)	W_n % av torr-	värme-	
			densitet	konduktivitet	
				λ_n W/(m · K)	
cellplast, av polyuretan drivgas CFC 11 x)	30—60	0,026	2	0,030	3) och 10)
			2	0,033	1)
			2	0,037	2) eller 6)
				0,045	7)
		0,019	2	0,024	11)
drivgas pentan	30—60	0,030	2	0,033	3) och 10)
			2	0,037	1)
			2	0,041	2) eller 6)
				0,050	7)
		0,024	2	0,030	11)
cellglasskiva	180	0,060		0,070	12)
	150	0,055		0,065	12)
	130	0,050		0,060	12)
lättgrus i vindsbjälklag	250—320	0,09	0,5	0,10	3)
	300—330	0,10	0,5	0,11	3)
i golvbjälklag mot mark	250—320	0,09	6	0,13	6)
som frostisolering	250—320	0,09	30	0,17	7)
Maskinellt blåsta fiberisoleringar i vindsbjälklag xx)					
glasull	18—50	0,050	0,5	0,060	1)
stenull	30—60	0,050	0,5	0,060	1)
träfiberisolering	30—60	0,050	12	0,060	1)

- 3) Isoleringen ligger på båda sidor mot en tät yta (t.ex. betong, tegelbeklädnad, tät skiva, plastfilm, isoleringspapper eller liknande med hållbar skarvning).
- 4) Isoleringens ena sida ligger mot en tät yta och på andra sidan är det spalt eller utrymme med luft.
- 5) Oberoende av skyddsmetod i konstruktioner som håller sig torra.
- 6) I sockelgenomföring, som vertikal isolering mot mark innanför sockel, i golvbjälklag mot mark i ouppvärm utrymme eller i golvbjälklag mot mark direkt mot marken.
- 7) Som isolering mot mark på utsidan av grundmur eller källarvägg eller mellan jordlager.
- 8) Medeldiameter för fiber är högst 6 μm , då $\rho = 10...30 \text{ kg/m}^3$, annars högst 15 μm .
- 9) I takkonstruktioner ovanför vattenisolering.
- 10) Isoleringsmaterialet är expanderat i isoleringsutrymmet och fyller ut det helt.
- 11) Isoleringsmaterialet har expanderats mellan metallskikt som är minst 50 μm tjocka och är fastlimmat mot bägge skikten över hela deras yta.
- 12) Isoleringsskivor är skarvade med t.ex. bitumen.
- x) Tillverkningen av CFC-produkter är förbjuden men dessa produkter finns i gamla konstruktioner.
- xx) I den blåsta isoleringstjockleken ingår sjunkmån som för mineralull är 5 % och för träfiberisolering 20 % av den planerade isoleringstjockleken.

Material, vara	Torr- densitet ρ kg/m ³	Värme- konduktivitet λ_{10} W/(m · K)	Fukt- halt W_n % av torr- densitet	Praktiskt tillämpbar värme- konduktivitet λ_n W/(m · K)	Fotnot- anmärkning
HÄRDAD LÄTTBETONG					
Som element	400	0,095	4	0,10	
i vindsbjälklag	450	0,11	4	0,12	
över torr lokal	500	0,12	4	0,135	
	600	0,15	4	0,175	
i bottenbjälklag mot	450	0,11	4	0,12	
ouppvärt utrymme	500	0,12	4	0,135	
	600	0,15	4	0,175	
i yttervägg ovan markytan	400	0,095	6	0,105	
	450	0,11	6	0,125	
	500	0,12	6	0,14	
ytbetäckt i yttervägg	400	0,095	4	0,10	14)
ovan markytan	450	0,11	4	0,12	14)
	500	0,12	4	0,135	14)
i yttervägg under markytan	500	0,12	10	0,16	13)
i element med tunna fogar eller	400	0,11	4	0,12	14)
med limfogar inomhus och	450	0,12	4	0,13	14)
som ytbeklädnad utomhus	500	0,13	4	0,145	14)
	600	0,16	4	0,185	14)
ovanför markytan	400	0,11	6	0,125	15)
	450	0,12	6	0,135	15)
	500	0,13	6	0,15	15)
under markytan	500	0,13	10	0,17	13)
	600	0,16	10	0,20	13)

13) Gäller bitumenbestrykt källarvägg när källaren är uppvärmd och väl ventilerad. Om källarväggen förses med materialskikt som bryter kapillärstigning men tillåter diffusion (t.ex. mineralull eller skiva som skapar luftspalt) får värme-konduktiviteterna angivna i kolumn 5 minskas med 0,02 W/(m · K).

14) Med ytbeklädnad avses skivbeklädnad utanför väl ventilerad luftspalt.

15) Gäller rappad vägg som inte är utsatt för regn i sned vinkel. Om vatteninträning inte är förhindrad i väggar som är utsatta för regn i sned vinkel, skall λ_n -värde ökas från det angivna med 4 % för lättbetong och 2,5 % för lättgrusbetong för varje procentenhet som fukthalten ökar med.

Material, vara	Torr-	Värme-	Fukt-	Praktiskt	Fotnot-
	densitet	konduktivitet	halt	tillämpbar	
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m · K)	W_n % av torr-	värme-	anmärkning
			densitet	konduktivitet	
				λ_n W/(m · K)	
LÄTTGRUSBETONG					
i element	800	0,22	4	0,24	15)
ovanför markytan	650	0,18	4	0,20	15)
under markytan	800	0,22	10	0,29	16)
	650	0,18	10	0,23	16)
lätigrusbetong murad i block, 10 mm fog					
ytterväggar					
full fog	650	0,22	4	0,24	15)
strängfog	650	0,18	4	0,20	15)
källarväggar eller grundmur					
full fog	650	0,22	7	0,25	
strängfog	650	0,18	7	0,21	
kompakt lätigrusbetong					
platsgjuten	1600	0,60	3	0,70	
eller som element	1400	0,48	3	0,55	15)
	1200	0,39	3	0,45	16)
	1000	0,30	3	0,35	
gjutna isoleringar av lätigrusbetong i vinds- och bottenbjälklag					
	600	0,16	2	0,17	
	500	0,12	2	0,13	
	400	0,10	2	0,11	
mot mark					
	600	0,16	6	0,19	
	500	0,12	6	0,15	
	400	0,10	6	0,12	
SÅGSPÅNSBETONG					
i torra utrymmen	1300	0,35	1	0,45	
FYLLNADSMATERIAL 17)					
krossad lättribetong	400		4	0,15	
koksaska	700		3	0,25	18)
kutterspån,					
löst	80		12	0,14	
packad	120		12	0,08	
masugnsslagg, granulerad	250		0,5	0,12	18)
	150		0,5	0,10	18)
sågspån,					
löst	120		12	0,12	
packat	200		12	0,08	
cellplastspån av polystyren	10—20		2	0,08	

16) Gäller yttre isolering för grundmur av betong.

17) De angivna värmekonduktivitetsvärdena gäller endast för fyllningar i torra utrymmen. Om materialet har kontakt med mark bestäms värmekonduktiviteten med motsvarande högre vattenhalt som grund.

18) Då fyllnadsmaterialet används som isolering av vindsbjälklag utan ovanliggande tätande skikt skall det angivna λ_n -värdet ökas med 0,02 W/(m · K).

Material, vara	Torr- densitet	Värme- konduktivitet	Fukt- halt	Praktiskt tillämpbar värme- konduktivitet	Fotnot- anmärkning
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m · K)	W_n % av torr- densitet	λ_n W/(m · K)	
BYGGSKIVOR					
fibercementskiva	1800	0,40	2	0,60	
	800	0,13	4	0,19	
	600	0,12	4	0,18	
gipsskiva	800	0,20		0,21	
	900	0,22		0,23	
trägipsskiva	1200	0,24		0,25	
cementspånskiva	1100	0,21	7	0,23	
spånskiva	600	0,13	9	0,14	
träfiberskiva					
hård	1000	0,12	8	0,13	
halvhård	800	0,10	9	0,11	
faner					
björkfaner	700	0,15	8	0,16	
blandfaner	600	0,13	8	0,14	
granfaner	500	0,12	8	0,13	
DIVERSE BYGGNADSMATERIAL OCH VAROR					
asfalt	2200			0,7	
betong	2000		2	1,2	
	2300		2	1,7	
hålstenar av betong, murade	1400	0,42	3	0,55	
massivstenar av betong, murade	2000	0,70	2	1,2	
bitumen	1000			0,13	
kalksandstenar, murade	1900	0,70	3	0,95	
putsbruk					
cementbruk	2000	0,70	2	1,2	
kalkcementbruk	1800	0,65	2	1,0	
kalkbruk	1700	0,50	2	0,90	
tegelstenar, murade					
hålstenar	1500	0,50	1	0,60	
	1300	0,45	1	0,50	
	1700	0,60	1	0,70	
massivstenar	1500	0,55	1	0,65	
	1300	0,50	1	0,60	
trä, furu, gran	450	0,10	14	0,12	
metaller					
koppar (ren)	8900			370	
aluminium (ren)	2700			220	
duraluminium (koppar 3 - 5%)	2700			160	
mässing	8400			120	
zink	7100			110	
tenn	7300			65	
järn, stål	7900			50	
bly	11300			35	
rostfritt stål	7900			17	

Material, vara	Torr- densitet	Värme- konduktivitet	Fukt- halt	Praktiskt tillämpbar värme- konduktivitet	Fotnot- anmärkning
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/(m · K)	W_n % av torr- densitet	λ_n W/(m · K)	
plaster					
akryl	1050			0,20	
polykarbonat	1200			0,21	
PTFE	2200			0,23	
PVC, hård	1390			0,18	
PVC, 40 % mjukgörare	1200			0,14	
polyeten HD	980			0,40	
polyeten LD	920			0,32	
polystyren	1050			0,18	
polyacetat	1410			0,30	
fenolharts	1600			0,5	
polypropylen	910			0,22	
EPDM	1150			0,20	
PMMA (akrylat)	1180			0,18	
polyuretan	1200			0,25	
polyamid	1130			0,25	
epoxiharts	1200			0,23	
silikon	1200			0,30	
gummi					
polyisobutylen	920			0,13	
butyl	1200			0,24	
polysulfid				0,19	
neopren	1240			0,23	
glas	2500			1,0	
tättnings- och isoleringsmaterial					
nylon	1140			0,23	
uretan (i vätskeform)				0,36	
silikonskum				0,12	
vinyl (elastisk)				0,12	
polyetylenkum	36			0,06	
jordarter					
lera eller silt	1500			1,5	
sand, grus, morän	2000			2,0	
stensorter					
basalt	2800			3,5	
kalksten	2300			2,5	
granit	2700			2,8	
sandsten	2300			2,0	
naturlig pimpsten	400			0,08	
vatten, 10 °C				0,6	
is, 0 °C				2,2	
is, -10 °C				2,5	
snö, mjuk	200			0,12	
snö, packad	500			0,70	

5

VÄRMEMOTSTÅND

5.1 Övergångsmotstånd

5.1.1

Som övergångsmotstånd hos byggnadsdelar som gränsar till det fria används de värden som anges i tabell 2.

TABELL 2. ÖVERGÅNGSMOTSTÅND R_{si} OCH R_{se} PÅ IN- OCH UTSIDA

Övergångsmotstånd på insida R_{si} , ($m^2 \cdot K$)/W			Övergångsmotstånd på utsida R_{se} , ($m^2 \cdot K$)/W		
Värmeflödets riktning					
horisontellt	uppåt	nedåt	horisontellt	uppåt	nedåt
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Värden mellan 0° – 90° fås genom linjär interpolation.

5.2 Värmemotstånd hos luftskikt

5.2.1

Ett oventilerat luftskikt är en stängd luftspalt i byggnadsdel som saknar öppning utifrån för luftström.

5.2.2

Ett luftskikt kan räknas som ett oventilerat luftskikt om det i konstruktionsdelar utanför det inte finns någon värmeisolering och om det utifrån leder in små öppningar. Öppningarna får inte vara placerade så att de medger ventilationsflöde genom luftskiktet från ena kanten till den andra. Dessutom förutsätts att öppningarnas sammanlagda storlek inte överskrider följande gränsvärden.

- 5 cm^2/m per längdenhet vertikalt luftskikt i vertikal konstruktion
- 5 cm^2/m^2 per ytenhet horisontellt luftskikt

5.2.3

Som värmemotstånd hos oventilerat luftskikt används de värden som anges i tabell 3.

5.2.4

Ett ventilerat luftskikt är en luftspalt i byggnadsdel genom vilken det går en ventilerande luftström från byggnadsdelens ena kant till den andra. Det ventilerade luftskiktet är antingen svagt ventilerat eller väl ventilerat beroende på storleken för de öppningar som leder till luftspalten.

TABELL 3. VÄRMEMOTSTÅND R_g HOS OVENTILERAT LUFTSKIKT

Begränsningsytornas emissivitet	Luftspaltens tjocklek d_g mm	Värmemotstånd R_g , ($m^2 \cdot K$)/W		
		Värmeströmmens riktning		
		horisontellt	uppåt	nedåt
i vanliga fall:	5	0,11	0,11	0,11
inga reflekterande ytor	10	0,15	0,15	0,15
	20	0,17	0,16	0,18
$\epsilon > 0,8$	50–100	0,18	0,16	0,21
en reflekterande yta	5	0,17	0,17	0,17
	10	0,27	0,23	0,29
$\epsilon < 0,2$	20	0,36	0,25	0,43
	50–100	0,34	0,27	0,61

Värdena som anges i nedre delen av tabell 3 gäller endast om den reflekterande ytan fortlöpande är ren och har en lägre emissivitet än 0,2.

5.2.5

Luftskiktet är svagt ventilerat när arean för de öppningar som gränsar till det fria är inom följande gränser:

- mer än $5 \text{ cm}^2/\text{m}$, men högst $15 \text{ cm}^2/\text{m}$ per längdenhet vertikal luftspalt i vertikal konstruktion
- mer än $5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, men högst $15 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ per ytenhet horisontellt luftskikt

5.2.6

Som värmemotstånd hos svagt ventilerat luftskikt får användas hälften av värmemotståndet som anges i tabell 3 för motsvarande oventilerat luftskikt. Om konstruktionens värmemotstånd från luftskiktet till omgivningen utanför är större än $0,15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ används värdet $0,15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ i beräkningarna för denna konstruktions del.

5.2.7

För ett väl ventilerat luftskikt gäller att den sammanlagda arean för öppningar som leder till luftskiktet är större än $15 \text{ cm}^2/\text{m}$ (vertikala konstruktioner) eller $15 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ (horisontella konstruktioner).

5.2.8

Om det i konstruktionen finns ett väl ventilerat luftskikt får inte värmemotståndet för luftskiktet och inte heller för konstruktionens del utanför luftspalten beaktas då man beräknar konstruktionens totala värmemotstånd.. Värdena för insidans övergångsmotstånd (R_{si}) i tabell 2 kan i dessa fall dock användas som övergångsmotstånd för den del av den inre konstruktionen som gränsar mot luftskiktet.

5.2.9

Värmemotståndet för mekaniskt ventilerad luftspalt får inte tas med i beräkningarna om inte luftspaltens och de omgivande materialskiktens inverkan på konstruktionen har utretts särskilt.

5.2.10

Ventilationens inverkan på konstruktionens totala värmemotstånd kan bestämmas genom en särskild undersökning, om de anvisningar som presenteras här lämpar sig dåligt (t.ex. ventilationspringor) eller om en annan metod ger noggrannare resultat än i dessa anvisningar.

5.2.11

I takkonstruktioner där det blir ett fritt utrymme mellan det värmeisolerade, i allmänhet horisontella vindsbjälklaget och det sluttande yttertaket kan utrymmet betraktas som ett termiskt homogent skikt med värmemotstånd enligt tabell 4.

TABELL 4. VÄRMEMOTSTÅND R_g HOS UTRYMME UNDER TAK

Takets konstruktionstyp	Värmemotstånd R_u , ($\text{m}^2 \cdot \text{K)/W}$
1. tegeltak, tak av takpappsbitar eller med motsvarande underlag eller motsvarande materiallager	0,2
2. som 1., men med lågemissivitetssyta som aluminiumskikt på underlagets undersida	0,3
3. sammanhängande takpappstäckning inklusive underlag eller motsvarande taktäckning utan öppningar	0,3

Förklaring

Värdena i tabell 4 avser ett ventilerat utrymme och yttertakskonstruktion ovanför detta. I värdena ingår inte yttre övergångsmotstånd (R_{se}).

5.3 Värmemotstånd hos tunt materialskikt

5.3.1

Tunna, relativt täta materialskikt är bl.a. plastfolier, byggnadspapper, filt- och pappskikt vars luftgenomsläpplighetstal är högst $10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$. Värmemotstånd för dessa anges i tabell 5.

TABELL 5. VÄRMEMOTSTÅND R_q HOS TUNT MATERIALSKIKT

Materialsiktets läge	Värmemotstånd R_q , ($\text{m}^2 \cdot \text{K)/W}$
Med en sida mot fast underlag t.ex. brädvägg *)	0,02
Mellan fasta ytor *)	0,04

*)Värmemotståndet inbegriper såväl materialskiktets värmemotstånd som värmemotståndet hos det tunna luftskikt som bildas mellan materialskiktet och den fasta ytan, brädskiktet eller dylikt.

5.4 Konstruktioner mot mark

5.4.1

Byggnadsdelar mot mark skall vara värme- och fuktekniskt funktionella så att önskad isoleringsgrad uppnås och så att inte fukt, tjäle eller kalla ytor medför olägenhet. Vid planering och genomförande bör man ta hänsyn till markytans form, jordarternas egenskaper, grundvattennivån och ytvattenavrinningen.

5.4.2

Innerytans temperatur i konstruktionen i närheten av övergången mellan yttervägg och golv mot mark får inte bli för låg med tanke på trivseln. Värmeisoleringen i ytterväggar, bottenbjälklag och grundmur skall placeras så i förhållande till varandra att det inte uppstår skadliga köldbryggor där konstruktionerna möts.

5.4.3

Om grundläggningsdjupet för uppvärmd byggnad hamnar ovanför det naturliga frostfria djupet skall grunderna skyddas med frostisolering. Isoleringsmaterialet samt isoleringens läge och värmemotstånd väljs med en planlig funktion under byggnadens livslängd som mål.

5.4.4

Om inte noggrannare beräkningar eller prov görs beräknas totalvärmemotståndet för byggnadsdelar mot mark enligt punkterna 5.4.5–5.4.11.

5.4.5

Bottenbjälklag och källarvägg antas vara uppdelade i rand- och innerfält enligt figurerna 2 och 3. Som värmemotstånd för mark (R_b) används de värden som anges i tabell 6, där hänsyn tagits till det yttre övergångsmotståndet (R_{se}). Det förutsätts då att grundläggning och bottenbjälklag är permanent dränerade genom ändamålsenliga lösningar för täckdikning och för att leda bort ytvatten. Även inspektionsrör och inspektionsbrunnar för dräneringsrör skall täckas med ett tätt lock, ett jordlager, ett värmeisoleringslager eller liknande för att förhindra kontakt med luften och för att skydda mot tjäle.

5.4.6

Markens värmemotstånd får beaktas då man beräknar värmemotståndet för golv mot mark och källaryttervägg mot mark. Man använder då värdena för värmemotstånd som anges i tabell 6 om inte värmeflödet under byggnaden fastställs med hjälp av noggrannare beräkningar eller prov.

5.4.7

Som värmemotstånd för markgrund under bottenbjälklag mot mark används de värden som anges i tabell 6, kolumnerna 3 och 4. På motsvarande sätt används värdena i tabell 6 kolumnerna 5 och 6 som värmemotstånd för mark utanför källarvägg.

5.4.8

Värdena i tabell 6 kan användas om golvkonstruktionens undersida är högst 300 mm högre än omgivande markyta och jordlagret under dräneringslagret är minst 1 m tjockt.

Förklaring

Som undersida av golvkonstruktion betraktas den konstruktionsyta som gränsar mot dräneringslagrets ovasida.

5.4.9

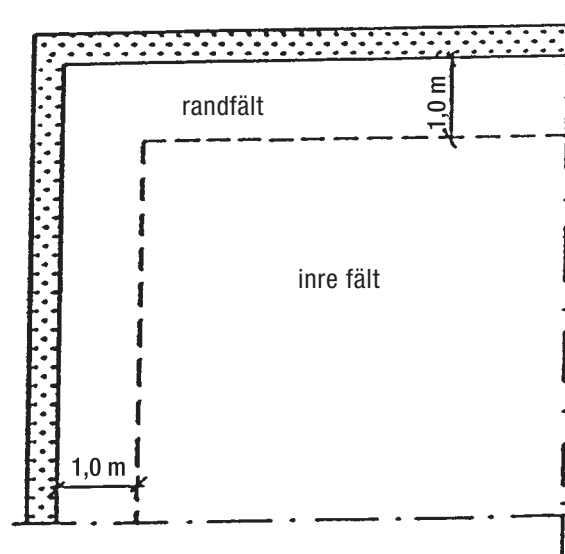
Vid beräkning av värmemotstånd för golvkonstruktion och markgrund anses markgrunden börja under dräneringslagret, dock högst 200 mm under golvkonstruktionens undersida.

5.4.10

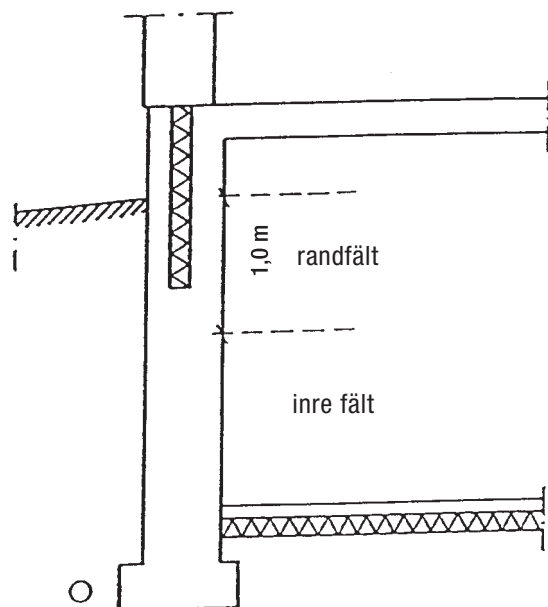
Värmemotståndet hos ett minst 200 mm tjockt dräneringslager av grus eller makadam är $0,20 (m^2 \cdot K)/W$.

5.4.11

Om källargolv är beläget minst 1 m under markytan kan för värmemotståndet R_b beräknas utifrån de värden som anges för inre fält i tabell 6 kolumn 4. För källargolv som är belägna högre används samma värden som i punkt 5.4.5 för golv i markytans plan.



Figur 1. Fältindelning av bottenbjälklag direkt mot mark.



Figur 2. Fältindelning av väggdel mot mark.

TABELL 6. VÄRMEMOTSTÅND R_p HOS MARK NÄR GRUND OCH BOTTENBJÄLKLAG ÄR BESTÄNDIGT DRÄNERADE

Jordart	Praktiskt tillämpbar värmekonduktivitet λ_n W/m K	Värmemotstånd R_p hos mark m ² K/W			
		Markgrund under golvplatta		Mark intill grundmur	
		randfält	inre fält	randfält	inre fält
1	2	3	4	5	6
Lera Sand och grus, dränerade	1,4	0,8	3,20	0,40	1,60
Silt Sand och grus, ej dränerade Morän	2,3	0,50	2,00	0,25	1,00
Berg	3,5	0,30	1,20	0,15	0,60

VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT FÖR FÖNSTER, DÖRR OCH VENTILATIONSLUCKA

6.1 Allmänt

6.1.1

Kravenligheten för varje olika konstruktionstyp av fönster, dörr och ventilationslucka i det planerade objektet kontrolleras separat (byggbestämmelsesamlingen, del C3). Den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten beräknas eller mäts för den vanligaste storleken på fönster, dörr eller ventilationslucka i objektet för varje konstruktionstyp. För konstruktioner med annan storlek behöver inte U-värdet redovisas. I beräkningarna behöver inte beaktas gångjärn, trycken eller liknande beslag i fönster, dörrar eller ventilationsluckor.

Förklaring

Med fönstrets ljusöppning avses det genomskinliga område som bildas av glas eller andra materialskikt. Med fönstrets stomme avses fönstrets icke öppningsbara karmkonstruktion som avgränsas mot fönsteröppningens kanter och de öppningsbara ramdelar som är fastsatta i karmen med gångjärn. I fönster som inte går att öppna fästs glaset i allmänhet direkt i karmkonstruktionen varvid ramdelen saknas i stommen.

I kupolformade fönster anses ljusöppningens area vara den planyta (projektionsyta) som begränsas av bågen, monteringsöppningen eller schaktets innerkanter.

Dörr och ventilationslucka omfattar i allmänhet en karmdel där en eller två öppningsbara dörrblad eller luckdelar för en ventilationsluckas är fästa med gångjärn. Dörrblad kan innehålla en ogenomskinlig tillsluten del med stom- och ramverk och en glasad ljusöppning. Den öppningsbara luckan i en ventilationslucka omfattar i allmänhet en tillsluten del med stom- och ramkonstruktioner.

För beräkning av värmegenomgångskoefficienten hos fönster och dörr anges en metod även i EN-standarderna.

6.1.2

För att visa att fönsterkonstruktion fyller kraven räcker det att man påvisar att de krav som anges i byggbestämmelsesamlingens del C3 uppfylls för en fönsterkonstruktion med storleken minst 1,4 m² beräknat efter karmens yttermått.

6.2 Värmegenomgångskoefficient för fönstrets ljusöppning

6.2.1

Ljusöppningens värmegenomgångskoefficient U_g beräknas med formeln (6).

$$U_g = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{sj}} \quad (6)$$

$R_{si} + R_{se}$ summan av det inre och yttre övergångsmotståndet (tabell 2).

λ_j glasets eller det genomskinliga materialskiktets j värmekonduktivitet, W/(m · K)

d_j glasets eller det genomskinliga materialskiktets j tjocklek, m

R_{sj} luftspaltens j värmemotstånd, (m² · K)/W

6.2.2

Värmemotståndet hos luftspalten i ett horisontellt fönster fås genom att man minskar värdena i tabell 7 med 20 %. Värden mellan 0°–90° fås genom linjär interpolation.

6.2.3

På ytor som putsas används endast tvättbara låg-emissionsytbehandlingar.

Förklaring

Utrymmet mellan glaset i en ljusöppning kan antingen vara luftfyllt eller så kan där finnas annan fyllnadsgas. Ytorna som avgränsar luftspalterna kan antingen vara vanliga glasytor med emissiviteten 0,837 eller en av ytorna kan ha en beläggning med låg emissivitet. Värmemotstånd för olika slags glas mellanrum anges i tabell 7.

TABELL 7. VÄRMEMOTSTÅND R_s FÖR ETT GLASMELLANRUM I VERTIKAL LJUSÖPPNING MED TVÅ OCH TRE GLAS SAMT MED OLIKA Fyllnadsgaser och YTEMISSIVITET

Värmemotstånd R_s , m^2K/W ^{x)}												
Glasavstånd, mm / Antal glas	Luft emissivitet				Argon emissivitet				Krypton emissivitet			
	0,04	0,16	0,4	0,837	0,04	0,16	0,4	0,837	0,04	0,16	0,4	0,837
9 / 2	0,336	0,280	0,214	0,154	0,462	0,362	0,258	0,176	0,715	0,502	0,322	0,204
12 / 2	0,438	0,348	0,251	0,173	0,597	0,440	0,296	0,193	0,745	0,516	0,328	0,206
15 / 2	0,536	0,407	0,280	0,186	0,707	0,498	0,321	0,203	0,702	0,495	0,319	0,203
18 / 2	0,539	0,408	0,281	0,187	0,688	0,488	0,316	0,202	0,647	0,467	0,308	0,198
9 / 3	0,336	0,280	0,214	0,154	0,462	0,362	0,258	0,176	0,715	0,502	0,322	0,204
12 / 3	0,438	0,348	0,251	0,173	0,597	0,440	0,296	0,193	0,909	0,590	0,356	0,217
15 / 3	0,536	0,406	0,280	0,186	0,724	0,506	0,324	0,205	0,903	0,587	0,355	0,217
18 / 3	0,630	0,458	0,303	0,196	0,843	0,561	0,345	0,213	0,864	0,571	0,349	0,215
20 / 2	0,527	0,401	0,277	0,185								
25 / 2	0,491	0,380	0,267	0,181								
30 / 2	0,445	0,352	0,253	0,174								
30-300 / 2	0,442	0,350	0,252	0,174								
20 / 3	0,671	0,480	0,313	0,200								
25 / 3	0,647	0,467	0,307	0,198								
30 / 3	0,613	0,449	0,300	0,195								
30-300 / 3	0,573	0,427	0,290	0,191								

x) Emissiviteten för den andra ytan är 0,837

6.2.4

I tabellerna 8 och 9 anges färdigräknade värden för ljusöppningens värmegenomgångskoefficient.

TABELL 8. LJUSÖPPNINGENS VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT FÖR ISOLERGLAS

Ljusöppningens värmegenomgångskoefficient, U_g , $W/(m^2 \cdot K)$										
Glasavstånd, mm / Antal glas	Luft emissivitet			Argon emissivitet			Krypton emissivitet			
	0,04	0,16	0,837	0,04	0,16	0,837	0,04	0,16	0,837	
9 / 2	1,9	2,2	3,0	1,6	1,8	2,8	1,1	1,5	2,6	
12 / 2	1,6	1,9	2,8	1,3	1,6	2,7	1,1	1,4	2,5	
15 / 2	1,4	1,7	2,7	1,1	1,5	2,6	1,1	1,4	2,5	
18 / 2	1,4	1,7	2,7	1,2	1,5	2,6	1,1	1,5	2,6	
9 / 3	1,2	1,3	2,0	0,9	1,1	1,9	0,6	0,8	1,7	
12 / 3	0,9	1,1	1,9	0,7	0,9	1,7	0,5	0,7	1,6	
15 / 3	0,8	1,0	1,8	0,6	0,8	1,7	0,5	0,8	1,6	
18 / 3	0,7	0,9	1,7	0,6	0,8	1,6	0,5	0,8	1,6	

TABELL 9. VÄRMEGENOMGÅNGSKOEFFICIENT FÖR KOMBINERAT FÖNSTER, GLASAT MED SEPARAT RUTA OCH TVÅGLAS ISOLERRUTA

Glasavstånd, mm isolerglas/ separat ruta	Ljusöppningens värmeegenomgångskoefficient, U_g , W/(m ² · K)											
	Luft emissivitet				Argon emissivitet				Krypton emissivitet			
	0,04	0,16	0,4	0,837	0,04	0,16	0,4	0,837	0,04	0,16	0,4	0,837
9 / 20-125	1,4	1,5	1,7	1,9	1,2	1,3	1,6	1,8	0,9	1,1	1,4	1,7
12 / 20-125	1,2	1,4	1,6	1,8	1,0	1,2	1,5	1,8	0,9	1,1	1,4	1,7
15 / 20-125	1,1	1,3	1,5	1,8	0,9	1,1	1,4	1,7	0,9	1,1	1,4	1,7
18 / 20-125	1,0	1,2	1,5	1,8	0,9	1,1	1,4	1,7	0,9	1,1	1,4	1,7

Förklaring

Med kombinerat fönster avses ett fönster vars ljusöppning innehåller både isoler- och separata rutor.

6.3 Värmeegenomgångskoefficient för karm och ram**6.3.1**

Värmeegenomgångskoefficienten (U_f) för karm och ram till ett sedvanligt träfönster beräknas med formeln (7).

$$U_f = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \frac{\beta \cdot d}{\lambda_n}} \quad (7)$$

d genomsnittlig tjocklek för karm- och ramdel, m

λ_n karm- och ramdelens praktiskt tillämpbara värmekonduktivitet

β korrektionsfaktor som beaktar det i verkligheten flerdimensionella värmeflödet, 0,7

$R_{si} + R_{se}$ summan av övergångsmotstånd (tabell 2)

6.4 Termisk växelverkan mellan karm- och ramdelen och glas**6.4.1**

Den ökade värmeförlust som uppträder vid ljusöppningens kant och som är specifik för anslutningen mellan glas och ramkonstruktion beaktas som en linjeformig tilläggs-konduktans (Ψ_g) i anslutningskonstruktionen. Om noggrannare beräkningar inte görs kan värdena i tabell 10 användas som värde för den metalliska kantlisten i en hermetisk ruta. Värdet för den linjeformiga tilläggs-konduktansen för en separat ruta monterad i trä- eller plastram är 0 W/(m · K).

TABELL 10. TILLÄGGSKONDUKTANS Ψ_g ORSAKAD AV DEN METALLISKA KANTLISTEN I ISOLERRUTA.

Tilläggs-konduktans Ψ_g , W/(m · K)			
Karm- och rammaterial	Två eller tre glas, inga ytbeläggningar, gas- eller luftspalt	Tre glas, lågemissivitetsbeläggning i en av gasspalterna	Två glas med lågemissivitetsbeläggning, tre glas med två lågemissivitetsbeläggningar, gas eller luftspalt
Trä och plast	0,04	0,05	0,06
Metall med köldspärr	0,06	-	0,08
Metallram utan köldspärr	0	-	0,02

6.5 Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient för fönster

6.5.1

Fönstrets genomsnittliga värmegenomgångskoefficient (U_w) beräknas med formeln (8). Det erhållna talvärdet anges med två signifikanta siffror.

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f} \quad (8)$$

A_g ljusöppningens area, m^2

U_g ljusöppningens värmegenomgångskoefficient, $W/(m^2 \cdot K)$

A_f karm- och ramdelens projektyta i glasets plan, m^2

U_f karm- och ramdelens värmegenomgångskoefficient, $W/(m^2 \cdot K)$

l_g längd för linjeformig köldbrygga som bildas i ljusöppningens kant, m

Ψ_g linjeformig tilläggs-konduktans för ljusöppningens kant, $W/(m \cdot K)$

6.6 Värmegenomgångskoefficient för dörr och ventilationslucka

6.6.1

Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_p) för ventilationslucka och den blinda delen av dörrblad beräknas enligt punkterna 2.2 och 2.3. Om det i samma dörröppning finns två dörrblad och en luftspalt däremellan används värdena i tabell 3 som värmemotstånd hos luftspalten. Det förutsätts då att det finns en tätning i springan mellan åtminstone det ena dörrbladet och karmen.

6.6.2

Värmegenomgångskoefficienten (U_f) för dörrens karmdel beräknas enligt punkt 6.3. Värmegenomgångskoefficient för ljusöppning i ett eventuellt fönster i dörren beräknas enligt punkt 6.2. Den linjeformiga tilläggs-konduktansen för kanterna till ljusöppning i dörrbladet beräknas enligt punkt 6.4.

6.6.3

Om det i samma dörröppning finns två dörrblad med fönster, betraktas fönstren som en konstruktion och värdena i tabell 3 används som värmemotstånd hos luftspalten mellan dem, under förutsättning att åtminstone det ena dörrbladet är försett med tätningar.

6.6.4

Om det i dörrbladets blinda del eller i ventilationslucka finns köldbryggor beaktas inverkan av de linjeformiga eller punktformiga köldbryggorna för den slutna delens och luckans genomsnittliga värmegenomgångskoefficient (U_p) enligt punkt 2.3.

6.6.5

Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_D) för dörr och ventilationslucka beräknas med formeln (9).

$$U_D = \frac{A_g U_g + A_p U_p + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_p + A_f} \quad (9)$$

A_g ljusöppningens area, m^2

U_g ljusöppningens värmegenomgångskoefficient, $W/(m^2 \cdot K)$

A_p area hos dörrbladets blinda del, m^2

U_p genomsnittligt värmegenomgångskoefficient för dörrbladets blinda del, $W/(m^2 \cdot K)$

A_f karmens projicerade yta i dörrbladets plan, m^2

U_f karmens värmegenomgångskoefficient, $W/(m^2 \cdot K)$

l_g längden på linjeformig köldbrygga som bildas i ljusöppningens kant, m

Ψ_g linjeformig tilläggs-konduktans för ljusöppningens kant, $W/(m \cdot K)$

BILAGA

Vägledande information

FINLANDS BYGGBESTÄMMELSESAMLING

Situationen 1.10.2003 enligt tillgänglig information dagen för utfärdande av denna förordning den 30.10.2002 (den aktuella innehållförteckningen www.ymparisto.fi)

A ALLMÄNN DEL			
A1	Tillsyn över byggarbet	Föreskrifter och anvisningar	2000
A2	Planerare av byggnader och byggnadsprojekt	Föreskrifter och anvisningar	2002
A3	Byggprodukter	Föreskrifter	1995
A4	Bruks- och underhållsanvisning för en byggnad	Föreskrifter och anvisningar	2000
A5	Planbeteckningar	Föreskrifter	2000
B KONSTRUKTIONERS HÅLLFASTHET			
B1	Konstruktioners säkerhet och belastningar	Föreskrifter	1998
B2	Bärande konstruktioner	Föreskrifter	1990
B3	Grundbyggnad	Föreskrifter	1976
B4	Betongkonstruktioner	Anvisningar	2001
B5	Konstruktioner av lättbetongblock	Anvisningar	1987
B6	Ståltunnplåtskonstruktioner	Anvisningar	1989
B7	Stålkonstruktioner	Anvisningar	1996
B8	Tegelkonstruktioner	Anvisningar	1989
B9	Konstruktioner av betongblock	Anvisningar	1993
B10	Träkonstruktioner	Anvisningar	2001
*	Nationella anpassningsdokument till Eurocode-förstandarder (NAD)		
C ISOLERINGAR			
C1	Ljudisolering och bullerskydd i byggnad	Föreskrifter och anvisningar	1998
C2	Fukt	Föreskrifter och anvisningar	1998
C3	Byggnadens värmeisolering	Föreskrifter	2003
C4	Värmeisolering	Anvisningar	2003
D VVS OCH ENERGIHUSHÅLLNING			
D1	Fastigheters vatten- och avloppsinstallationer	Föreskrifter och anvisningar	1987
D2	Byggnaders inomhusklimat och ventilation	Föreskrifter och anvisningar	2003
D3	Byggnaders energihushållning	Föreskrifter och anvisningar	1978
D4	VVS-ritningsbeteckningar	Anvisningar	1978
D5	Beräkning av effekt- och energibehovet för uppvärmning av byggnader	Anvisningar	1985
D6	Fva-arbetsledare	Föreskrifter	1990
D7	Effektivitetskrav för värmepannor	Föreskrifter	1997
E KONSTRUKTIV BRANDSÄKERHET			
E1	Byggnaders brandsäkerhet	Föreskrifter och anvisningar	2002
E2	Produktions- och lagerbyggnaders brandsäkerhet	Anvisningar	1997
E3	Små rökkanaler	Anvisningar	1988
E4	Bilgaragens brandsäkerhet	Anvisningar	1997
E7	Ventilationsanläggningars brandsäkerhet	Anvisningar	1980
E8	Murade eldstäder	Anvisningar	1985
E9	Brandsäkerheten i pannrum och bränsleförråd	Anvisningar	1997
F ALLMÄNN BYGGNADSPANERING			
F1	Att bygga tillgängligt och framkomligt	Föreskrifter och anvisningar	1997
F2	Säkerhet vid användning av byggnad	Föreskrifter och anvisningar	2001
G BOSTADSBYGGANDET			
G1	Bostadsplanering	Föreskrifter	1994
G2	Bostadsproduktion som staten stöder	Föreskrifter och anvisningar	1998