

Värmeisolering Anvisningar

Dessa anvisningar ingår i Finlands byggbestämmelsesamling, om vilken har förordnats i ministeriets för inrikesärendena beslut (867/75). Dessa anvisningar ersätter de den 12 november 1975 utfärdade anvisningarna C 4 Bestämning av värmegenomgångstal och isoleringsarbetets utförande.

Helsingfors den 27 oktober 1978

Avdelningschef Olavi Syrjänen
Överdirektör

Överingenjör Esko Mononen

INNEHÅLL

- 1 Definitioner och beteckningar
- 2 Beräkning av värmegenomgångstal
- 3 Konstruktiv utformning och arbetsutförande
 - 3.1 Värmeisoleringen i konstruktionen
 - 3.2 Skydd mot vind
 - 3.3 Skydd mot invändig fukt
 - 3.4 Hantering och lagring av isoleringsmaterial
 - 3.5 Montering av isoleringsmaterial
- 4 Värmeledningstal för byggnadsmaterial och -varor
- 5 Värmemotstånd
 - 5.1 Värmemotstånd hos pappskikt
 - 5.2 Värmemotstånd hos luftskikt
 - 5.3 Värmemotstånd hos mark
- 6 Fönstrets värmegenomgångstal
 - 6.1 Ljusöppningens värmegenomgångstal
 - 6.2 Karm- och bågdelens värmegenomgångstal
 - 6.3 Fönstrets genomsnittliga värmegenomgångstal

1 Definitioner och beteckningar

Värmemotstånd (M eller m)

anger byggnadsdels eller materialskikts motstånd mot värmeöverföring. I byggnadsdels värmemotstånd M hänförs övergångsmotstånden (m_s och m_u). Som enhet används m^2K/W .

Invändig eller utvändig övergångsmotstånd (m_2 eller m_u)

anger värmeöverföringsmotståndet hos gränsskiktet mellan byggnadsdelen och luftskiktet. Som enhet används m^2K/W .

Värmeledningstal (λ)

anger den värmemängd, som vid stationära förhållanden per tidsenhet passerar genom ett homogent materialskikt av en ytenhets storlek och en längdenhets tjocklek, då temperaturskillnaden mellan ytorna är av en enhets storlek. Som enhet används $W/m K$.

Värmegenomgångstal (k)

anger den värmemängd, som vid stationära förhållanden per tidsenhet passerar genom en byggnadsdel av en enhets storlek, då temperaturskillnaden mellan luftskiktet på ömse sidor om byggnadsdelen är av en enhets storlek. Som enhet används W/m^2K .

2 Beräkning av värmegenomgångstal

Värmegenomgångstalet k hos byggnadsdel, beräknas enligt formeln $k = \frac{1}{M}$, där M är värmemotståndet hos byggnadsdel.

Värmemotståndet M hos byggnadsdel beräknas enligt formeln 1, om materialskikten i byggnadsdelen är jämntjocka och värmeströmningen sker vinkelrätt mot materialskikten.

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

$m_1, m_2 \dots$ = värmemotståndet hos materialskikt 1, 2, ...

$$\text{där } m_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} \text{ och } m_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}$$

$d_1, d_2 \dots$ = tjockleken av materialskiktet 1, 2, ... (i meter)

$\lambda_1, \lambda_2 \dots$ = normalt värmeledningstal för materialskiktet 1, 2, ...

m_i = värmemotståndet för oventilerat luftskikt

m_m = värmemotstånd hos mark

m_a, m_b = normalt värmemotstånd för materialskiktet a, b, ...

För summan $m_s + m_u$ används följande beräkningsvärden:

för byggnadsdelar vettande mot det fria

0,20 m^2K/W

för byggnadsdelar vettande mot vindskyddat utrymme

0,30 m^2K/W

Ifall isoleringsskiktets tjocklek i en takkonstruktion varierar, kan som isoleringsskiktets tjocklek användas medelvärdet, om isoleringen är belagd på betongplatta och minimitjockleken inte underskrider medelvärdet med mer än 20 procent.

Finnes i materialskiktet i skiktets plan jämsides olikartade områden vars värmemotstånd i storlek ej skiljer sig mer än fyra gånger från varandra, beräknas det genomsnittliga värmemotståndet enligt formeln 2.

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

m_A, m_B, \dots = områdenas A, B ... värmemotstånd

p_A, p_B, \dots = områdenas A, B ... ytor i förhållande till hela materialskiktets yta.

Vid beräkning av värmegenomgångstalet skall i allmänhet hänsyn tas till värmemotståndets nedsättning på grund av köldbryggor. Köldbryggor förorsakas t.ex. av förstyvningar och kramlor av metall. Värmegenomgångstalet k hos byggnadsdel kan antas öka med $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ då $\varnothing 4 \text{ mm}$ kramlor av rostfritt stål används till ett antal av 4 st/m^2 och med $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ då $\varnothing 4 \text{ mm}$ kopparkramlor används till ett antal av 4 st/m^2 .

Inverkan av köldbryggor vid vägg- och bjälklagsanslutningar beaktas ej vid beräkning av byggnadsdels värmegenomgångstal. Dock skall hänsyn tas till köldbryggorna vid isoleringens konstruktiva utformning.

Värmemotstånd hos ventilerad luftspalt och det utanför detta befintliga materialskiktet får beaktas vid beräkning av värmegenomgångstalet endast, om luftskiktets och det utanför detta befintliga materialskiktets inverkan på konstruktionen utretts skilt för sig.

3 Konstruktiv utformning och arbetsutförande

3.1 Värmeisoleringen i konstruktioner

Värmeisoleringen i konstruktioner bör vara lämplig för sitt användningsändamål. Den bör bibehålla sina egenskaper i förhållanden under arbetstiden samt fungera på planerligt sätt under konstruktionens livstid.

I planer anges användningen av isoleringar i konstruktioner så, att ur dessa framgår det skydds- och monteringsätt, som förutsatts av det i värmeisoleringsberäkningarna använda λ_n -värdet. Isoleringsmaterialet och dess egenskaper bör väljas så, att isoleringsmaterialet helt fyller det utrymme, som reserverats för värmeisolering. Eventuella belastningar, som påverkar isoleringen under arbetet och användningen skall beaktas vid val av isolering.

I planer skall man sträva till rätlinjiga konstruktiva lösningar i isoleringsutrymmets gränssytor, för att den erforderliga bearbetningen blir så liten som möjlig. Ifall så inte kan göras, skall arbetssättet eller metoden för fyllning av isoleringsutrymmet på kantområdena visas.

3.2 Skydd mot vind

Värmeisoleringen i en för bindpåverkan utsatt byggnadsdel skall skyddas på ett ändamålsenligt

sätt mot vindens menliga påverkningar. Vindskyddet bör vara genomgående täckande och så tätt, att det förhindrar obehärskade luftströmmars trängning genom konstruktionen eller in i konstruktionen (t.ex. genom springor eller ett luftgenomsläppligt isoleringsmaterial), vilka väsentligt nedsätter isoleringsförmågan. Särskilt skall vindskyddet beaktas i anslutningen mellan yttervägg och grundmur, i ytterväggarnas hörn, i anslutningen mellan yttervägg och vindsbjälklag samt i öppningarnas poster.

I ytterväggen erfordras inget separat vindsskyddsskikt, ifall konstruktionen utanför värmeisoleringen är som sådan vindtät.

3.3 Skydd mot invändig fukt

Ifall på värmeisoleringens kalla sida finns ett tätt skikt, vars ångmotstånd är stort jämfört med isoleringsskiktets ångmotstånd, skall det tillses, att varm luft och vattenånga inte i oläglig utsträckning kan intränga i konstruktionens kallare del. Sådan byggnadsdel bör utrustas med en på ett tillräckligt varmt ställe placerad ångspärr, vars ångmotstånd är större (minst femfaldig) än det konstruktions ångmotstånd, som är på den kallare sidan, eller omätlig samling av fukt bör förhindras genom ventilation. Skarvarna och förbindningarna i ångspärrer skall utföras omsorgsfullt.

3.4 Hantering och lagring av isoleringsmaterial

Isoleringsmaterial skall hanteras och lagras samt under isoleringsarbetet skyddas på så sätt, att isoleringsmaterialen inte blir fuktiga och inte heller på annat sätt skadas.

3.5 Montering av isoleringsmaterial

Isoleringsmaterialstyckena skall monteras på sin plats så, att det väl ansluter sig till omgivande ytor samt till varandra och helt fyller ut det för isoleringen avsedda utrymme. Isoleringstyckena bör normalt vara så stora som möjligt, hela och tillräckligt måttnoggranna, för att i isoleringen eller i dess anslutningsställen inte blir menliga springor eller tomrum. Skarvarna får inte normalt placeras mot varandra då flere isoleringsskikt används. Eventuella tomrum i isoleringen skall repareras medels användandet av samma isoleringsmaterial eller till värmeledningsförmågan tillräckligt gott isoleringsmaterial. Färdig isolering får inte belastas på så sätt, att den kan skadas eller ihoptryckas till tunnare än planerat.

4 Värmeledningstal för byggnadsmaterial och -varor

I kolumn 5 i tabell 1 har angetts värden för praktiskt tillämpbar värmeledningstal (λ_n) för praktiska byggnadsverksamhetens behov tillämpliga byggnadsmaterial och icke typgodkända värmeisoleringsmaterial. De angivna värdena gäller under förutsättning, att materialets medeltemperatur är ca. $+10^\circ\text{C}$, vattenhalten normal (i enlighet med kolumn 4) och materialet är till torrdensiteten och övriga känneteckande egenskaper i enlighet med ställda krav. Härtill förutsätts, att materialet används på värmetekniskt ändamålsenligt sätt och med iakttagande av gott byggnadsätt. Detta innebär, att för mycket fuktighet inte får ansamlas i materialskiktet och att luftströmningar, som väsentligt nedsätter värmeisoleringsförmågan, ej uppstår i, genom eller omkring materialskiktet. Om det kan antas, att materialets vattenhalt överstiger det i ta-

bellen angivna värdet eller att skadliga luftströmningar uppkommer, skall värdet för praktiskt tillämpbar värmeledningsförmåga på motsvarande sätt ökas.

Värmeöverföring genom andra byggnadsdelar och -material (stödkonstruktioner, fogmaterial, förband, fästen, intag osv.) som passerar genom eller gränsar till värmeisoleringskiktet, förtunning av isoleringsskiktet t.ex. på grund av inträngande gjutmassa eller yttre tryck, ävensom värmekonvektion i ventilationsluftström, som eventuellt letts genom isoleringsskiktet, inräknas ej i isoleringsmaterialets normala värmeledningstal, utan de beaktas skilt för sig vid bestämning av konstruktionens värde.

Medels fotnoter till tabell 1 har för egentliga värmeisoleringsmaterial angetts flere olika värmeledningsvärden beroende på skydds- eller monteringsätt. Med skyddssättet (fotnoterna 1–4) beaktas täthetsgraden av ytorna, som skyddar isoleringen samt på andra sidan luftströmmens hastighet, som påverkar den oskyddade isoleringen. Med villkor för monteringsätt (fotnoterna 6 och 7) strävar man till att säkra, att i isoleringsskiktet eller mellan isoleringen och de tätande ytorna ej blir luftspringor eller tomrum samt med villkoret 8 därtill

det, att isoleringsmaterialets cellgassammansättning ej väsentligt ändras på grund av diffusion under isoleringsmaterialets användningstid.

Typgodkända värmeisoleringsmaterial, vilka har bättre värmeledningsvärden än de i tabell 1 angivna λ_n -värdena anges i typgodkännandeförteckningen. I typgodkännandebeslut anges praktiskt tillämpbara värmeledningstal (λ_n) för dessa material och de villkor för skydds- och monteringsätt, som motsvarar dessa.

I tabell 1 används följande beteckningar:

ρ materialets högsta medeldensitet eller gränser inom vilka medeldensiteten får variera.

I fråga om murade väggar anges i torrdensitetskolumnen murstenens torrdensiteter. För haltegel avses sasom torrdensitet bruttodensiteten, dvs. massan dividerad med volymvikt utan avdrag för hal.

λ_{10} värmeledningstal för materialet vid medeltemperaturen ca. $+10^\circ\text{C}$ efter uttorkning i förhållanden $+20^\circ\text{C}/65\%$.

w_n materialets genomsnittliga vattenhalt i byggnadsdel under bruksförhållanden

λ_n praktiskt tillämpbar värmeledningstal

Tabell 1.
Byggnadsmaterials praktiskt tillämpbara värmeledningsförmågor.

1	2	3	4	5	6
Material, vara	Torrdensitet ρ kg/m ³	Värmeledningstal λ_{10} W/m K	Vattenhalt w_n i % av torrsvikt	Praktiskt tillämpbar värmeledningstal λ_n W/m K	Fotnot-anmärkning
Isoleringsskivor och -mattor					
korkskiva (expanderad)	150	0,035	3	0,045 0,050	1), 2) eller 3) 4)
	200	0,040	3	0,050 0,055	1), 2) eller 3) 4)
träullsskiva	150–350	0,070	8	0,09 0,11	1) 3) eller 4)
mineralull 5)	15–300	0,040	0,5	0,050 0,055 0,060	1) 2) eller 3) 4)
träfiberskiva, impregnerad med bitumen	350	0,055	10	0,065	
träfiberskiva, porös	300	0,045	10	0,055	

- 1) Isoleringen är på bägge sidorna mot en tät yta (t.ex. betong, tegelbeklädnad, tät skiva, plastfolie, isoleringspapper o.dyl. med hållbar sammanfogning).
- 2) I vägg är isoleringens varma yta mot en tät yta och på den andra sidan finns ett vindskydd utan tätande fogning (t. ex. byggnadsskiva med stumfog och infästning med spikar eller byggnadspapper med tryckta men otätade överlappningsskarvar).
- 3) I vinds- eller bottenbjälklag är isoleringens ena sida mot en tät yta och på den andra sidan finns ett vindskydd utan tätande fogning eller ett luftrum, där strömningshastigheten är högst 1 m/s.
- 4) I vägg är isoleringens ena sida mot en tät yta och på den andra sidan finns en luftspalt eller ett luftutrymme, där strömningshastigheten kan vara större än 1 m/s.
- 5) Fibrens medelstjocklek är högst $8\ \mu\text{m}$, då $\rho = 15–30\ \text{kg/m}^3$, eljest högst $15\ \mu\text{m}$.

1	2	3	4	5	6
Material, vara	Torr- densitet	Värme- lednings- tal	Vatten- halt	Praktiskt tillämpbar värme- ledningstal	Fotnot- anmärkning
	ρ	λ_{10}	w_n	λ_n	
	kg/m ³	W/m K	i % av torrvikt	W/m K	
cellglasskiva	180 150 130	0,060 0,055 0,050		0,070 0,065 0,060	6) 6) 6)
cellplastskiva, av polystyren	30-60 17-29,9 10-16,9	0,033 0,037 0,044	2 2 2	0,041 0,045 0,050 0,055	1), 2) eller 3) 4) 1), 2) eller 3) 4)
cellplastskiva, av strängsprutad polystyren, innehållande stormolekyler gas	35-40	0,030	2	0,037 0,041	1), 2) eller 3) 4)
cellplast, av polyuretan, expanderat med stormolekyler gas	30-60	0,026 0,019	2	0,030 0,033 0,037 0,024	1) och 7) 1), 2) eller 3) 4) 8)
Lättbetong					
hardad lättbetong i element i vindbjälklag över torr lokal	450 500 600	0,10 0,12 0,15	4 4 4	0,12 0,14 0,17	
i bottenbjälklag mot ouppvärmt utrymme	450 500 600	0,10 0,12 0,15	6 6 6	0,13 0,15 0,18	
i yttervägg ovan markytan	400 450 500	0,08 0,11 0,12	6 6 6	0,11 0,13 0,15	
i yttervägg ovan markytan med ytbeklädnad	400 450 500	0,08 0,11 0,12	4 4 4	0,10 0,12 0,14	10) 10) 10)
i yttervägg under markytan	500	0,12	15	0,20	9)
hardad lättbetong murad inomhus och med ytbeklädnad utomhus	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)
ovan markytan	400 450 500	0,09 0,11 0,12	6 6 6	0,18 0,19 0,21	11) 11) 11)
under markytan	500 600	0,12 0,15	15 15	0,25 0,28	9) 9)
ovan markytan med tunna fogar eller med limfogar	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)
under markytan med tunna fogar eller med limfogar	500 600	0,12 0,15	15 15	0,21 0,23	9) 9)
Lättgrusbetong					
i element ovan markytan	800 650	0,21 0,16	4 4	0,23 0,20	11) 11)
under markytan	800 650	0,21 0,16	10 10	0,27 0,23	12) 12)

6) Isoleringsskivorna har skarvats t.ex. med bitumen.

7) Isoleringen har expanderats i det för isoleringen avsedda utrymmet.

8) Isoleringen har expanderats i ett utrymme, som beträffande diffusion av gaser kan anses vara tät sasom i plåtlada eller motsvarande.

9) Gäller för med bitumen bestruken källarmur då källarutrymmet är uppvärmt och väl ventilerat. Förse källarmuren med kapillärbrytande med icke diffusionshinderande materialskikt (t.ex. av mineralull eller luftspaltbildande skiva), får i kolumn 5 angivna värmeledningstal minskas med 0,02 W/m K.

1	2	3	4	5	6
Material, vara	Torr- densitet	Värme- lednings- tal	Vatten- halt	Praktiskt tillämpbar värme- ledningstal	Fotnot- anmärkning
	ρ	λ_{10}	w_n	λ_n	
	kg/m ³	W/m K	i % av torrvikt	W/m K	
lättgrusbetong, murad i block, 10 mm fogar ovan markytan, full fog	650	0,16	4	0,25	11)
ovan markytan, strängmurning	650	0,16	4	0,21	11)
mot markytan, full fog	650	0,16	7	0,26	9)
lättgrusbetong, staplad i block som invändig isolering	650	0,16	2	0,19	
som utvändig isolering ovan markytan	650	0,16	4	0,20	11)
mot markytan	650	0,16	10	0,23	12)
platsgjuten kompakt lättgrusbetong	1600	0,75	3	0,80	
	1400	0,60	3	0,65	
	1200	0,46	3	0,50	
	1000	0,35	3	0,40	
gjutna isoleringar av lättgrusbetong i vinds- och bottenbjälklag	600	0,15	2	0,17	
	500	0,13	2	0,14	
	400	0,11	2	0,13	
mot markytan	600	0,15	6	0,20	
	500	0,13	6	0,17	
	400	0,11	6	0,15	
Sågspånbetong					
i torra utrymmen	1 300	0,35	1	0,45	
Fyllnadsmaterial 13)					
krossad lättbetong	400		4	0,15	
lättgrus					
i vinds- och bottenbjälklag	320	0,09	0,5	0,10	14)
	280	0,08	0,5	0,09	14)
mot markytan	320		6	0,13	
	280		6	0,12	
koksaska	700		3	0,25	14)
kutterspån					
löst utfylld	80		12	0,14	
packad	120		12	0,08	
masugnsslugg, granulerad	250		0,5	0,12	14)
	150		0,5	0,10	14)
mineralull, maskinellt blåstrad	50–90	0,040	0,5	0,055	15)
sågspån					
löst utfylld	120		12	0,12	
packad	200		12	0,08	
cellplast, kulor av polystyren	10–20		2	0,06	

10) Med ytbeklädnad avses skivbeklädnad utanför väl ventilerad luftspalt.

11) Gäller för putsad vägg, som ej är utsatt för slagregn. Om ytsikt, som förhindrar vatten att intränga, saknas i vägg utsatt för slagregn, kan betydligt större vattenhaltsvärden än normalt uppträda i väggen. Då värmeisoleringsförmågan i hög grad försämras vid ökande vattenhalt, bör värmeledningstalet för byggnadsmaterial i dylika väggar ökas med 4 % för varje ytterligare procent vattenhalt. För härdad lättbetong antas fogtjockleken utgöra 12 mm vid murning, 3 mm i tunna fogar och 1 mm vid limning. Värdena på λ_n har avsetts för normalstorleken 200 x 600 mm. Andra fogtjocklekar och format kan förekomma, varvid fogarnas andel kan förändra värdena på λ_n .

12) Gäller för utvändig isolering av grundmur av betong.

13) De angivna värmeledningstalen är tillämpliga endast för fyllningar i torra utrymmen. Då materialet har kontakt med marken bestäms värmeledningstalet på grundvalen av motsvarande större vattenhalt.

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

15) Riven stenull, fiberns medeltjocklek högst 8 // m.

1	2	3	4	5	6
Material, vara	Torr- densitet	Värme- lednings- förmåga	Vatten- halt	Praktiskt tillämpbar värme- ledningstal	Fotnot- anmärkning
	ρ kg/m ³	λ_{10} W/m K	w_n i % av torrvikt	λ_n W/m K	
Diverse byggnadsmaterial och varor					
asbestcementskiva	1 800	0,40	2	0,60	
asbestcilikatskiva	800	0,13	4	0,19	
	600	0,12	4	0,18	
asfalt	1 200			0,80	
betong	2 300	0,90	2	1,7	
hålstenar av betong, murade	1 400	0,42	3	0,55	
massivstenar av betong, murade	2 000	0,70	2	1,2	
bitumen	1 050			0,18	
granit, gnejs	2 700			3,5	
kalksandstenar, murade	1 900	0,70	3	0,95	
gipsskiva	900			0,23	
spånskiva	600	0,13	10	0,14	
	400	0,11	10	0,12	
putsbruk					
cementbruk	2 000	0,70	2	1,2	
kalkcementbruk	1 800	0,65	2	1,0	
kalkbruk	1 700	0,50	2	0,90	
tegelstenar, murade					
massivstenar, hålstenar av stor format (bredd \geq 160 mm)	1 700	0,60	1	0,70	
	1 500	0,50	1	0,60	
	1 300	0,45	1	0,50	
hålstenar och cellstenar (minst 19 hål)	1 500	0,60	1	0,70	
	1 300	0,50	1	0,60	
trä, furu, gran	500	0,12	16	0,14	
träfiberskiva					
hård	1 000	0,12	8	0,13	
medelhård	800	0,10	9	0,11	

5 Värmemotstånd

5.1 Värmemotstånd hos pappskikt

Tabell 2

Värmemotstånd m_a hos pappskikt

Pappskiktets läge	Värmemotstånd m^2K/W
Med en sida mot fast material t.ex. brädvägg ¹⁾	0,02
Mellan fasta material ¹⁾	0,04

1) Värmemotståndet inbegriper såväl pappskiktets värmemotstånd som värmemotståndet hos det tunna luftskikt som bildas mellan pappskiktet och det fasta materialet, brädväggen o.dyl. Pappskiktet får ej vara sådant, att det medför kondensering av vattenånga i konstruktionen.

5.2 Värmemotstånd hos luftskikt

5.2.1 Värmemotstånd hos ventilerad luftspalt

Värmemotstånd hos ventilerad luftspalt får ej beaktas vid beräkningarna om inte luftskiktets och det utanför detta befintliga materialskiktets inverkan på konstruktionen utretts skilt för sig.

5.2.2 Värmemotstånd hos oventilerad luftspalt

Värmemotstånden i tabellerna 3 och 4 avser oventilerad luftspalt.

Tabell 3

Värmemotstånd, m_i hos oventilerad luftspalt m_i

Luftskiktet begränsas av trä, tegel, betong eller annan yta med motsvarande strålningskoefficient.

Luftskiktets tjocklek mm	Värmemotstånd m_i m^2K/W	
	Luftspalten horisontal, värmen överförs uppåt eller luftspalten vertikal	Luftspalten horisontal, värmen överförs nedåt
5	0,10	0,11
10	0,13	0,14
20	0,16	0,18
≥ 50	0,17	0,21

Tabell 4

Värmemotstånd, m_i hos oventilerad luftspalt

Luftskiktets begränsas på andra sidan av ren, torr, metallisk aluminiumyta.

Luftskiktets tjocklek mm	Värmemotstånd m_i m^2K/W	
	Luftspalten horisontal, värmen överförs uppåt, aluminiumyta upptill eller luftspalten vertikal	Luftspalten horisontal, värmen överförs nedåt, aluminiumyta upptill
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 Värmemotstånd hos mark

5.3.1 Allmänt

Markens värmemotstånd får beaktas vid beräkning av värmemotstånden hos golv direkt på mark och hos yttervägg i källare. Härvid tillämpas i punkter-

na 5.3.2–5.3.4 angivna värmemotståndsvärden, såvida värmeströmningen under byggnaden blir föremål för noggrannare beräkningar eller provning.

5.3.2 Mark under byggnad

Vid beräkning av markens värmemotstånd under byggnad antas det på markytan vilande bottenbjälklagets randfält uppdelat i ett yttre och ett inre område enligt fig. 5. För markens värmemotstånd m_m tillämpas vid beräkningarna värdena i kolumn 3 och 4 i tabell 5. Övergångsmotståndena ingår inte i värdena i tabell 5.

Värdena i tabellen kan användas, om bottenplattans yttre yta ligger högst 300 mm ovanom markytan intill byggnaden och jordlagret under bottenplattan är minst 1,2 m tjockt.

Vid beräkning av värmemotståndet hos golvkonstruktion och marken under byggnad antas marken börja under dräneringslagret, dock högst 200 mm under golvplattan.

Är dräneringslagret av grus eller makadam minst 150 mm tjockt, antas lagrets värmemotstånd vara 0,2 m^2K/W .

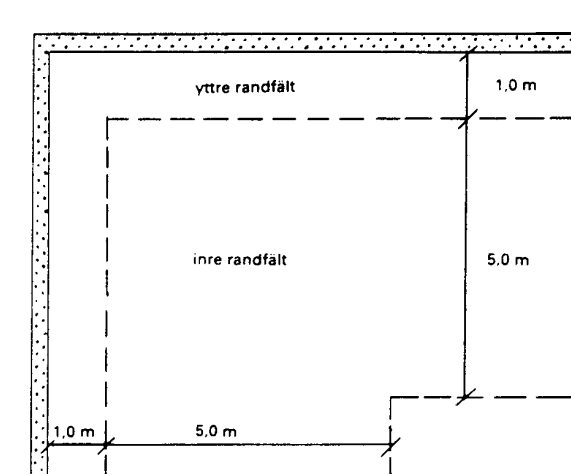


Fig. 5

Fältindelning av golv direkt på mark

Tabell 5

Praktiskt tillämpbara värmeledningstal och värmemotstånd hos mark

Jordart	Praktiskt tillämpbar värmeledningstal λ_n W/m K	Värmemotstånd hos mark m_m m^2K/W			
		Under golv på mark		Intill källaryttervägg	
		Yttre randfält	Inre randfält	0–1 m under markytan	1–2 m under markytan
1	2	3	4	5	6
Lera Sand och grus, dränerade	1,4	0,80	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

5.3.3 Mark intill källaryttvägg

Intill källaryttvägg användes som markens värmemotstånd m_m de värden som anges i kolumn 5 och 6 i tabell 5.

5.3.4 Mark under källargolv

Om källares golv är beläget minst 1,0 m under markytan, kan för värmemotståndet m_m de värden användas som i kolumn 4 i tabell 5 angetts för det inre randfältet. För högre beläget källargolv används samma värden som i punkt 5.3.2 för golv i markytans plan.

6 Fönstrets värmegenomgångstal

6.1 Ljusöppningens värmegenomgångstal

Med ljusöppning avses det genomskinliga område, som bildas av glas- eller andra materialskikt. Om i samma ljusöppning finns olika stora glasdelar, anses ljusöppningens area vara lika med den största glasrutans area. Vid bestämning av värmegenomgångstalet av ett kupolformat fönster anses som ljusöppningens area den av öppningens kanter begränsade planytans (projektionsytans) area.

Värmegenomgångstalet k_v hos ljusöppningen av ett fönster med normala glas räknas med formeln (3). Det erhållna talvärdet anges med tre betydande siffror avrundat till närmast större eller lika stort tal, som slutar med 0 eller 5.

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

$m_s + m_u$ är summan av det inre och yttre övergångsmotståndet (tabell 6)

$m_{i1,2,\dots,n}$ är luftspaltens 1, 2, ..., n värmemotstånd (tabell 7)

Tabell 6

Summan av inre och yttre övergångsmotståndet $m_s + m_u$ vid fönstret

Fönstrets läge	$m_s + m_u$ m ² K/W
vertikal	0,20
horisontal	0,18

Tabell 7

Värmemotståndet hos vertikalt luftskikt

Glasavstånd mm	Glasavståndens värmemotstånd m_i m ² K/W 1)		
	Antal rutor		
	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) I de angivna m_i -värdena har beaktats den förminska effekten, som det hermetiskt slutna fönstrets kantlist och eventuell svag ventilation i det kopplade fönstrets luftskikt förorsakar.

Värmemotståndet hos ett horisontalt luftskikt erhålls genom att subtrahera 20 % av värdena i tabell 7.

Formeln (3) kan inte användas, ifall en kontrollerad luftströmning för byggnadens ventilationsbehov leds mellan glaset (frisk, frånluft- eller återluftfönster), och inte heller tabell 7, ifall det i ljusöppningen finns materialskikt, vilka släpper igenom eller väsentligt reflekterar långvågig strålning eller det i hermetiskt slutna utrymmen mellan glaset finns annan fyllnadsgas än luft. I ovan nämnda fall skall fönstrets värmegenomgångstal bestämmas skilt t.ex. genom provning.

6.1.1 Kopplat fönster

Värdena för ljusöppningens värmegenomgångstal k_v hos kopplade fönster anges i tabell 8 förutsatt, att fönstret har tätats så, att luftskikten mellan rutorna ventileras endast i den mån det erfordras för undvikandet av kondens i glasytorna.

Tabell 8

Ljusöppningens värmegenomgångstal k hos kopplade fönster

Glasavstånd mm	Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v , W/m ² K	
	Antal rutor	
	2	3
20...30	2,75	1,90
30...120	2,75	1,85

6.1.2 Hermetiskt slutet fönster

Med hermetiskt slutet fönster avses ett fönster, i vilket luftskiktet mellan rutorna är fullständigt tätt (hermetiskt) slutet.

Värdena för ljusöppningens värmegenomgångstal k_v hos hermetiskt slutna fönster anges i tabell 9.

Tabell 9

Ljusöppningens värmegenomgångstal k hos hermetiskt slutet fönster

Glasavstånd mm	Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v , W/m ² K	
	Antal rutor	
	2	3
6		2,45
9		2,20
12	2,90	2,00
15	2,85	1,95

6.1.3 Kombinerat fönster

Med kombinerat fönster avses ett fönster, vars ljusöppning innehåller både en hermetiskt slutna enhet och en separat ruta eller flera hermetiskt slutna enheter. Värdena för ljusöppningens värmegenomgångstal hos kombinerat fönster anges i tabell 10.

Tabell 10

Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v hos kombinerat fönster

Fönstertyp	Glasavstånd mm	Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v W/m ² K
hermetiskt sluten enhet och en enkel ruta	12/20. . .120	1,95
	15/20. . .120	1,90
två hermetiskt slutna enheter	12/20. . .120/12	1,50
	15/20. . .120/15	1,45

6.1.4 Takfönster

Värdena för ljusöppningens värmegenomgångstal hos kupolformade takfönster anges i tabell 11.

Tabell 11

Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v hos takfönster

Antal luftskikt	Ljusöppningens värmegenomgångstal k_v , W/m ² K
1	3,1
2	2,1

I kupoler bör man sträva till att använda jämntjocka luftskikt mellan rutorna för att undvika kondens inom kantområdet.

6.2 Karm- och bågdelen värmegenomgångstal

Ifall karm- och bågdelen är homogen (t.ex. sedvanlig träkonstruktion), räknas dess värmegenomgångstal k_p ur formeln (4). Det erhållna talvärdet anges med tre betydande siffror avrundat till närmast större eller lika stort tal, som slutar med 0 eller 5.

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

δ är karm- och bågdelen genomsnittliga tjocklek, m

λ är karm- och bågmaterialets värmeledningstal, W/m K

β är en korrektionsfaktor, som beaktar den i verkligheten tredimensionala värmeströmningen, hos öppningsbara fönster $\beta = 0,7$ och hos fasta fönster $\beta = 0,8$

$m_s + m_u$ är summan av övergångsmotstånd (tabell 6)

Formeln (4) kan inte användas för ihåliga och/eller profilerade karm- och bågdelar. Dessas värmegenomgångstal skall vid behov bestämmas skilt t.ex. genom provning.

6.3 Fönstrets genomsnittliga värmegenomgångstal

Fönstrets genomsnittliga värmegenomgångstal k räknas ur formeln (5). Det erhållna talvärdet anges med två betydande siffror.

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

A_v är ljusöppningens area

A är fönstrets area, begränsad av kantyttermått