

Kleintje

U en Rc waarden

U- en Rc-waarden van bouwkundige constructies



September 2007

ISBN: 978-90-5044-152-0

© ISSO

Samenvatting

De noodzaak van een goed geïsoleerde en luchtdichte gevel is de laatste jaren alleen maar belangrijker geworden door de lagere vermogens in combinatie met laag temperatuurverwarming en bijvoorbeeld warmtepompen. Een niet goed geïsoleerde of luchtdichte gevel leidt snel tot comfortklachten en/of een verhoogd energiegebruik. De praktijk is dat in eerste instantie het probleem wordt gezocht bij de installatie, waarbij de installatieontwerper dan moet aantonen dat het probleem niet door de installatie maar door de gevel wordt veroorzaakt. Deze situatie kan worden voorkomen als de bouwer de U en Rc-waarden van de gevel bepaalt en uitvoert volgens de NEN 1068 en de NPR 2068, hoewel deze normen rekening houden met verouderings- en montage-invloeden is het dringend aan te bevelen dat de bouwer de U- of Rc-waarde met behulp van thermografie controleert. Ook dient de U en Rc-waarde van de gevel door de bouwer te worden gecontroleerd en gedocumenteerd. Tevens kunnen hiermee bijvoorbeeld "warmtelekken" worden opgespoord en verholpen. De luchtdichtheid kan door de bouwer worden gecontroleerd door een zogenoemde opblaasproef volgens de NEN 2686. In het kleintje "U en Rc-waarden" is uitgegaan van de wettelijk verplichte NEN 1068 en NPR 2068 waar rekening is gehouden met invloeden van montage en veroudering van het isolatiemateriaal op de U en Rc-waarden.

Het kleintje "U en R_c -waarden" is gebaseerd op ISSO-publicatie 60 "U en R_c -waarden van bouwkundige constructies".

In het kleintje "U en R_c -waarden" zijn voor verschillende bouwkundige constructies tabellen met de U en R_c -waarden gegeven. De hierbij gehanteerde uitgangspunten zijn bij de tabellen vermeld. Met behulp van de tabellen kan de installatieontwerper snel en op relatief eenvoudige wijze de U- of R_c -waarde bepalen.

De tabellen zijn gebaseerd op constructies met evenwijdige vlakken zonder koude bruggen. Voor meer ingewikkeldere situaties met koude bruggen is men aangewezen op ISSO-publicatie 60 en de daaronder liggende normen NEN 1068 en de NPR 2068.

Als men het effect voor koude bruggen als forfaitaire waarde mee wil nemen bij de warmteverliesberekening dan moet voor buitenwanden de U-waarde in de tabellen met 0,1 worden verhoogd.

Voorwoord

ISSO

ISSO verzamelt kennis en informatie voor de installatiesector. Theoretisch goed onderbouwde kennis die direct praktisch toepasbaar is. Hierbij is een van de primaire doelen het vaststellen van kwaliteitseisen bij de realisatie van installaties in gebouwen. Deze kwaliteitspecificaties worden op een objectieve en transparante wijze vastgesteld door adviseurs en installateurs en de voor het betreffende onderwerp belanghebbenden zoals: opdrachtgevers, gebouwbeheerders, gebruikers en de toeleveringsindustrie. ISSO faciliteert hierbij door het laten uitvoeren van onderzoek, het organiseren van het overleg met de marktpartijen en door het uitbrengen van publicaties waarin de resultaten zijn vastgelegd. Deze publicaties worden als normstellende publicaties gebruikt bij projecten en in het onderwijs. Met de ISSO-publicaties geeft de installatiesector (adviseurs en installateurs) aan op welke wijze en met welke kwaliteitsniveaus zij installaties ontwerpen en realiseren. Hierbij is een intensieve en goede samenwerking met de genoemde partijen noodzakelijk. Het doet ons dan ook een genoegen te constateren dat deze samenwerking zich steeds verder uitbreidt ook naar de kleinere installatie bedrijven. Het zakboekje kleintje "U- en R_c -waarden" is hiervan een goed voorbeeld. U- en R_c -waarden van bouwkundige constructies zijn belangrijke gegevens voor bepaling van het warmteverlies en het energiegebruik van gebouwen. Deze bouwkundige gegevens vormen de basis voor het installatieontwerp en de installatieontwerper heeft er belang bij dat deze gegevens betrouwbaar zijn. In het kleintje U- en R_c -waarden zijn verschillende tabellen opgenomen met daarin vermeld de U- en R_c -waarden van verschillende bouwkundige constructies. Met deze tabellen heeft de installatieontwerper een middel om snel de grootte van de U- of R_c -waarde te bepalen. De tabellen en uitgangspunten zijn gebaseerd op ISSO-publicatie 60 "U- en R_c -waarden van bouwkundige constructies". ISSO hoopt met het kleintje "U- en R_c -waarden" de installatieontwerper een praktisch hulpmiddel te hebben verschaft om snel voor verschillende situaties de U- of R_c -waarde van bouwkundige constructies te bepalen.

UNETO-VNI

ISSO heeft op verzoek van en in samenwerking met UNETO-VNI dit kleintje U- en R_c -waarden ontwikkeld. Deze publicatie sluit aan op de behoefte, ontstaan door het huidige bouwbesluit en de ontwikkelingen op het gebied van duurzaam bouwen waardoor er telkens constructies met een zeer hoge warmteweerstand moeten worden gerealiseerd. Met kleintje U- en R_c -waarden kan de R_c -waarde van alle voorkomende constructies worden bepaald.

Naarmate er steeds energiearmmer wordt gebouwd en de overcapaciteiten van verwarmingsinstallatie door de komst van lagetemperatuurverwarming en warmtepompen tot het verleden behoren, is het correct functioneren van de verwarmingsinstallatie afhankelijk geworden van de juiste uitvoering van de bouwkundige schil. Of de gewenste isolatiegraad, de afwezigheid van koudebruggen en de gewenste luchtdichtheid ook in de praktijk worden behaald, kan in geval van verwarmingsklachten d.m.v. thermografie of opblaasproeven worden onderzocht. De bouwer kent in het kader van kwaliteitsborging hiervoor mogelijke procedures en onderzoeksfirma's. Het is in Nederland nog niet standaard om iedere woning op te leveren met een prestatiecertificaat van luchtdichtheid en voldoende thermische isolatie. Naarmate er energiearmmer zal worden gebouwd, zal hier meer aandacht naar moeten uitgaan.

Symboolenlijst Oppervlakte [m²]

A		
d	Dikte	[m]
R _{be}	Warmteweerstand beplating	[(m ² .K)/W]
R _{ce}	Warmteweerstand van een cementlaag	[(m ² .K)/W]
R _c	Warmteweerstand van een scheidingsconstructie	[(m ² .K)/W]
R _{db}	Warmteweerstand dakbedekking	[(m ² .K)/W]
R _{pan}	Warmteweerstand dakpannen en luchtlaag	[(m ² .K)/W]
R _{pl}	Warmteweerstand van een pleisterlaag	[(m ² .K)/W]
R _{si}	Warmte overgangsweerstand aan de zijde van de ingaande warmtestroom	[(m ² .K)/W]
R _{se}	Warmte overgangsweerstand aan de zijde van de uitgaande warmtestroom	[(m ² .K)/W]
R _{sp}	Warmteweerstand spouw/luchtlaag	[(m ² .K)/W]
U	Warmte doorgangscoefficiënt van een scheidingsconstructie	[W/(m ² .K)]
α	Correctiefactor waarin optredende inwendige convectie en/of uitvoeringsinvloeden zijn verdisconteerd	[-]
λ	Warmte geleidingscoëfficiënt	[W/(m.K)]

Grafische symbolenlijst

Nummer van de laag in de constructie	Symbool voor de laag in de constructie
1. Steen of houtlaag	
2. Steen of houtlaag	
3. Isolatielaag	

4. Spouw of luchtlaag	
5. Spouw of luchtlaag	
6. Pleisterlaag	
7. Cementlaag	
8. Beplating	
9. Dakbedekking	
10. Grindlaag	
11. Dakpannen	
12. Beplating	

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het kleintje "U- en R_c-waarden" is bedoeld om snel en op eenvoudige wijze een U- en R_c-waarde te bepalen. De U- en R_c-waarden zijn voor verschillende gebouw constructies: buitenmuren, binnenmuren, vloeren en plafonds, daken, ramen en deuren in tabellen vermeld. De U-waarde is gelijk aan de omgekeerde waarde van de warmteweerstand R_c plus de warmteovergangsweerstanden van de lucht aan weersijden van de constructie.

Zowel de U-waarde als de R_c-waarde kan worden gebruikt om het warmteverlies door een constructie te berekenen. De U- en R_c-waarden zijn afhankelijk van de uitvoering van de constructie, de dikten van de verschillende lagen en warmtegeleidingcoëfficiënt van een laag. Hiervoor zijn in de tabellen keuzen gemaakt waartussen men kan interpoleren. Waarden voor de warmtegeleidingcoëfficiënt van verschillende materialen zijn gegeven in bijlage B.

1.2 Toepassingsgebied

De vermelde U- en R_c-waarden zijn van toepassing voor bouwkundige constructies bestaande uit een of meer evenwijdige lagen. In de tabellen is rekening gehouden met een correctie op veroudering van het isolatiemateriaal en een correctie voor uitvoeringsinvloeden. Deze correctie zijn conform de NEN 1068. Voor meer ingewikkelde constructies met niet evenwijdige lagen, aansluit- of hoekverbindingen (koudebruggen) is men aangewezen op de ingewikkelde berekeningsmethoden in de NEN 1068 of NPR 2068.

Om ingewikkeld rekenwerk te vermijden mag volgens de NEN 1068 voor buitenwanden 0,1 bij de U-waarde in de tabellen worden opgeteld om het effect van koude bruggen mee te nemen, zie onderstaand voorbeeld.

Voorbeeld

Voor een buitenmuur met isolatie wordt in een tabel een U-waarde afgelezen van 0,33 W/(m².K). Volgens de warmteverliesberekening in ISSO-publicatie 50 moet voor buitenwanden rekening gehouden worden met koudebruggen. De eenvoudigste manier is om uit te gaan van de forfaitaire toeslag van 0,1. De U-waarde van de constructie met koudebruggen wordt dan:

$$0,33 + 0,1 = 0,43 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

In bijlage A wordt kort ingegaan op berekening van de U- en R_c-waarde.

1.3 Wettelijke eisen en kwaliteitseisen

Wettelijke eisen

In het BouwBesluit (2003) zijn eisen gesteld aan de minimale waarde voor de R_c-waarde van buitenwanden en eisen gesteld aan de maximale U-waarden van deuren en ramen.

In onderstaande tabel zijn deze waarden gegeven.

Tabel 1.01 Wettelijke eisen R_c- en U-waarden buitenwanden

Constructie	Nieuwbouw		Bestaande bouw	
	R _{c,min} (m ² .K)/W	U _{max} W/(m ² .K)	R _{c,min} *) (m ² .K)/W	R _{c,min} **) (m ² .K)/W
Dak	2,5	-	1,3	-
Begane grondvloer	2,5	-	1,3	-
Buitenwand	2,5	-	1,3	-
Deur, raam met kozijn	-	4,2	-	-

*) Bij bestaande bouw met gedeeltelijke vernieuwing kunnen de Burgemeester en wethouder ontheffing verlenen voor de nieuwbouweis tot een minimum van 2,5-1,2=1,3.

**) Voor bestaande bouw zijn er geen eisen voor deuren en ramen en hiermee gelijk te stellen constructies.

Kwaliteitseisen

In het kader van duurzaam bouwen en/of om de energieprestatie $EPC \leq 0,8$ voor nieuwbouw te halen worden hogere warmteweerstanden toegepast en glassoorten met een lagere U-waarde dan de BouwBesluit eisen. In onderstaande tekst zijn enkele waarden gegeven voor de warmteweerstand van buitenwanden en de U-waarden van glas om aan de huidige EPC-eis van 0,8 of lager te voldoen.

- Buitenwand, dak en vloer: $R_c = 3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
- Dak, vloer: $R_c = 3,5 \text{ tot } 4 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
- HR⁺⁺ glas (zonder kozijn): $U \sim 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- Geïsoleerde deuren: $U \sim 2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Bestaande woningen

Woningen gebouwd in de jaren 50 en 60 hebben geen isolatie of zijn achteraf geïsoleerd (spouwvulling):

- Buitenwand zonder isolatie: $R_c = 0,32 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
- Buitenwand 5 cm isolatie: $R_c = 1,36 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

1.4 Normen en technische richtlijnen

Voor berekening van de U- en R_c -waarden zijn er twee normen:

- NEN 1068, "Thermische isolatie van gebouwen, rekenmethode", oktober 2001;
- NPR 2068, "Thermische isolatie van gebouwen, vereenvoudigde rekenmethoden", januari 2002.

De NEN 1068 wordt in het BouwBesluit aangewezen en is dus wettelijk verplicht.

Een vereenvoudiging voor berekening van de U- en R_c -waarde is gegeven in de NPR 2068.

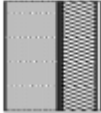
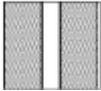
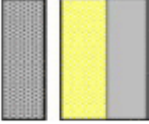
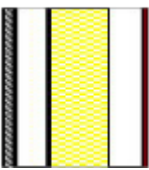
ISSO-publicatie 60 geeft een toelichting op beide normen en verwijst naar een internetapplicatie (www.isso-digitaal.nl) waar op basis van invoergegevens de U- en R_c -waarden van een constructie kan worden berekend.

Het kleintje "U- en R_c -waarden" geeft op basis van bovengenoemde normen en ISSO-publicatie 60 voor verschillende constructies met evenwijdige vlakken in tabellen de U- en R_c -waarde. Tevens is op basis van het kleintje "U- en R_c -waarden" een computerprogramma ontwikkeld waarmee de tabellen met U- en R_c -waarden uit het kleintje voor andere invoergegevens worden berekend. Dit computerprogramma is te vinden op (www.isso-digitaal.nl).

2 Buitenmuren

2.1 Overzicht buitenmuren

Nr.	Doorsnede	Beschrijving
1		Een steenlaag

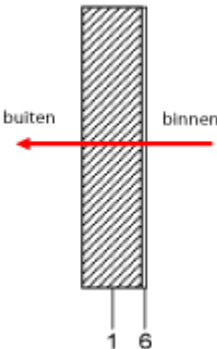
2		Twee steenlagen
3		Twee steenlagen met spouw
4		Twee steenlagen met isolatie
5		Twee steenlagen met spouw en isolatie
6		Een steenlaag met isolatie
7		Een steenlaag met isolatie en spouw
8		Een steenlaag met isolatie en spouw
9		Een steenlaag met isolatie en spouw
10		Niet steenachtig 2 spouwen en isolatie
11		Niet steenachtig met spouw en isolatie

12		Metalen wand met spouw en isolatie
----	---	------------------------------------

2.2 Tabellen met U- en R_c-waarden

Buitemuren

1. Een steenlaag

	1=	grindbeton	λ =	2,3	W/m·K
		lichtbeton	λ =	1,4	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1,5	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	1,2	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R _{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W
grindbeton	2,3	10	4,50	0,05
		15	4,11	0,07
		20	3,79	0,09
		25	3,52	0,11
		30	3,28	0,14
lichtbeton	1,4	30	2,60	0,22
		40	2,21	0,28
kalkzandsteen	1,5	21,4	3,16	0,15
		32,6	2,58	0,22
		43,8	2,18	0,29
metselbaksteen	1,2	21	2,88	0,18
		32	2,30	0,26

		43	1,91	0,35
--	--	----	------	------

Opmerkingen:

- Er is uitgegaan van een vochtige constructie;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

2. Twee steenlagen

	1=	grindbeton	λ	2,3	W/m·K
			=		
		kalkzandsteen	λ	1,5	W/m·K
			=		
		metselbaksteen	λ	1,2	W/m·K
			=		
	2=	kalkzandsteen	λ	1	W/m·K
			=		
		metselbaksteen	λ	0,7	W/m·K
			=		
		beton	λ	0,95	W/m·K
			=		
6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	$m^2 \cdot K/W$	
7=	cementlaag	R_{ce}	0,01	$m^2 \cdot K/W$	
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	$m^2 \cdot K/W$	
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$	
	correctie uitvoering	α	0,05		

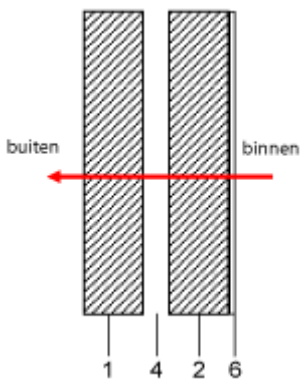
Laag 1			Laag 2					
			kalkzandsteen 1 W/m·K dikte 10,2 cm		metselbaksteen 0,7 W/m·K dikte 10 cm		beton 0,95 W/m·K dikte 10 cm	
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
grindbeton	2,3	10	3,04	0,16	2,72	0,20	3,01	0,16
		15	2,86	0,18	2,57	0,22	2,83	0,18
		20	2,70	0,20	2,44	0,24	2,68	0,20
		25	2,56	0,22	2,33	0,26	2,54	0,22
		30	2,43	0,24	2,22	0,28	2,41	0,24
kalkzandsteen	1,5	21,4	2,36	0,25	2,16	0,29	2,34	0,26
		32,6	2,02	0,32	1,87	0,36	2,01	0,33
		43,8	1,77	0,40	1,65	0,43	1,76	0,40

metselbaksteen	1,2	21	2,20	0,28	2,03	0,32	2,19	0,29
		32	1,85	0,37	1,72	0,41	1,84	0,37
		43	1,59	0,46	1,50	0,50	1,58	0,46

Opmerkingen:

- Laag 7 is waterdichte cementlaag;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

3. Twee steenlagen met spouw

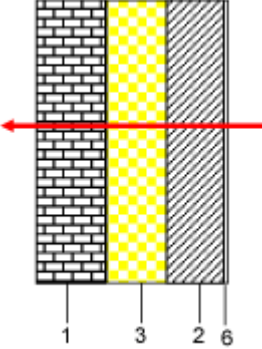
	1=	grindbeton	λ =	2,3	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1,5	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	1,2	W/m·K
	2=	kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	0,7	W/m·K
		lichtbeton	λ =	0,95	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 2					
			kalkzandsteen 1 W/m·K dikte 10,2 cm		metselbaksteen 0,7 W/m·K dikte 10 cm		lichtbeton 0,95 W/m·K dikte 10 cm	
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
grindbeton	2,3	10	2,04	0,32	1,89	0,36	2,02	0,32
		15	1,95	0,34	1,82	0,38	1,94	0,34
kalkzandsteen	1,5	10,2	1,94	0,34	1,81	0,38	1,93	0,35
metselbaksteen	1,2	10	1,89	0,36	1,76	0,40	1,88	0,36

Opmerking:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

4. Twee steenlagen met isolatie

	1=	baksteen	λ =	1,2	W/m·K
	2=	lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1		Laag 3		Laag 2							
baksteen		isolatie		lichtbeton $\lambda = 0,45 \text{ W/m·K}$				kalkzandsteen $\lambda = 1 \text{ W/m·K}$			
				10 cm		15 cm		10,2 cm		21,4 cm	
λ W/m·K	dikt e cm	λ_{reken} W/m·K	dikt e cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
1,2	10	0,035	5	0,55	1,66	0,52	1,77	0,58	1,55	0,55	1,65
			6	0,48	1,93	0,45	2,04	0,50	1,82	0,48	1,93
			8	0,38	2,48	0,36	2,58	0,39	2,36	0,38	2,47
			10	0,31	3,02	0,30	3,13	0,32	2,91	0,31	3,02
			12	0,27	3,57	0,26	3,67	0,28	3,45	0,27	3,56
			14	0,23	4,11	0,23	4,22	0,24	4,00	0,23	4,10
			16	0,21	4,66	0,20	4,76	0,21	4,54	0,21	4,65
		0,04	5	0,60	1,49	0,57	1,60	0,65	1,38	0,60	1,48
			6	0,53	1,73	0,50	1,84	0,56	1,62	0,53	1,72
			8	0,42	2,21	0,40	2,31	0,44	2,09	0,42	2,20
			10	0,35	2,68	0,34	2,79	0,37	2,57	0,35	2,68
			12	0,30	3,16	0,29	3,26	0,31	3,04	0,30	3,15
			14	0,26	3,64	0,26	3,74	0,27	3,52	0,26	3,63

		0,045	16	0,23	4,11	0,23	4,22	0,24	4,00	0,23	4,10
			5	0,65	1,36	0,61	1,47	0,71	1,25	0,66	1,35
			6	0,57	1,57	0,54	1,68	0,61	1,46	0,58	1,56
			8	0,46	2,00	0,44	2,10	0,49	1,88	0,46	1,99
			10	0,39	2,42	0,37	2,52	0,40	2,30	0,39	2,41
			12	0,33	2,84	0,32	2,95	0,35	2,73	0,33	2,83
			14	0,29	3,26	0,28	3,37	0,30	3,15	0,29	3,26
			16	0,26	3,69	0,25	3,79	0,27	3,57	0,26	3,68

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

5. Twee steenlagen met spouw en isolatie

	1=	baksteen	λ =	1,2	W/m·K
	2=	lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (15 mm)	R_{sp}	0,17	m ² ·K/W
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

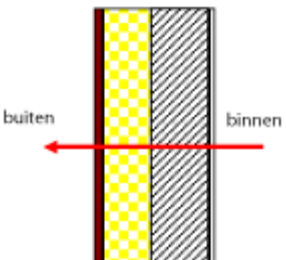
Laag 1		Laag 3		Laag 2							
baksteen		isolatie		lichtbeton $\lambda = 0,45 \text{ W/m·K}$				kalkzandsteen $\lambda = 1 \text{ W/m·K}$			
				10 cm		15 cm		10,2 cm		21,4 cm	
λ	dikt	λ_{reken}	dikt	U	R_c	U	R_c	U	R_c	U	R_c

W/m·K	e cm	W/m·K	e cm	W/m²·K	m²·K/W	W/m²·K	m²·K/W	W/m²·K	m²·K/W	W/m²·K	m²·K/W
1,2	10	0,035	5	0,50	1,82	0,48	1,93	0,53	1,71	0,50	1,82
			6	0,44	2,10	0,42	2,20	0,46	1,98	0,44	2,09
			8	0,36	2,64	0,34	2,75	0,37	2,53	0,36	2,63
			10	0,30	3,18	0,29	3,29	0,31	3,07	0,30	3,18
			12	0,26	3,73	0,25	3,83	0,26	3,61	0,26	3,72
			14	0,23	4,27	0,22	4,38	0,23	4,16	0,23	4,27
			16	0,20	4,82	0,20	4,92	0,21	4,70	0,20	4,81
		0,04	5	0,55	1,65	0,52	1,76	0,58	1,54	0,55	1,65
			6	0,48	1,89	0,46	2,00	0,51	1,78	0,49	1,88
			8	0,39	2,37	0,38	2,47	0,41	2,25	0,40	2,36
			10	0,33	2,84	0,32	2,95	0,34	2,73	0,33	2,84
			12	0,29	3,32	0,28	3,43	0,30	3,21	0,29	3,31
			14	0,25	3,80	0,25	3,90	0,26	3,68	0,25	3,79
			16	0,23	4,27	0,22	4,38	0,23	4,16	0,23	4,27
		0,045	5	0,59	1,52	0,56	1,63	0,63	1,41	0,59	1,51
			6	0,53	1,73	0,50	1,84	0,56	1,62	0,53	1,73
			8	0,43	2,16	0,41	2,26	0,45	2,04	0,43	2,15
			10	0,36	2,58	0,35	2,69	0,38	2,47	0,36	2,57
			12	0,32	3,00	0,30	3,11	0,33	2,89	0,32	3,00
			14	0,28	3,43	0,27	3,53	0,29	3,31	0,28	3,42
			16	0,25	3,85	0,24	3,96	0,26	3,74	0,25	3,84

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

6. Een steenlaag met isolatie

	1=	grindbeton	λ =	1,9	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	0,7	W/m·K
	3=	isolatie	λ	0,035	W/m·K

			=		
			λ	0,04	W/m·K
			=		
			λ	0,045	W/m·K
			=		
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
	8=	beplating	R_{be}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
grindbeton	1,9	15	5	0,61	1,47	0,68	1,30	0,75	1,16
			6	0,52	1,74	0,59	1,53	0,65	1,38
			8	0,41	2,28	0,46	2,01	0,51	1,80
			10	0,33	2,83	0,38	2,49	0,42	2,22
			12	0,28	3,37	0,32	2,96	0,36	2,64
			14	0,24	3,91	0,28	3,44	0,31	3,07
			16	0,22	4,46	0,24	3,91	0,27	3,49
kalkzandsteen	1	21,4	5	0,57	1,59	0,63	1,42	0,68	1,29
			6	0,49	1,87	0,55	1,66	0,60	1,50
			8	0,39	2,41	0,43	2,14	0,48	1,93
			10	0,32	2,95	0,36	2,61	0,40	2,35
			12	0,27	3,50	0,31	3,09	0,34	2,77
			14	0,24	4,04	0,27	3,57	0,30	3,20
			16	0,21	4,59	0,24	4,04	0,26	3,62
metselbaksteen	0,7	21	5	0,54	1,68	0,60	1,51	0,65	1,37
			6	0,47	1,95	0,52	1,74	0,57	1,59
			8	0,38	2,49	0,42	2,22	0,46	2,01
			10	0,31	3,04	0,35	2,70	0,38	2,43

		12	0,27	3,58	0,30	3,17	0,33	2,86
		14	0,23	4,13	0,26	3,65	0,29	3,28
		16	0,21	4,67	0,23	4,13	0,26	3,70

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

7. Een steenlaag met isolatie spouw

	1=	grindbeton	λ =	1,9	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	0,7	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
	8=	beplating	R_{be}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

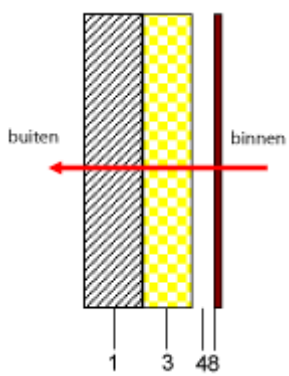
Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
grindbeton	1,9	15	5	0,56	1,64	0,62	1,47	0,67	1,33
			6	0,49	1,91	0,54	1,71	0,59	1,55
			8	0,38	2,45	0,43	2,18	0,47	1,97
			10	0,32	3,00	0,36	2,66	0,39	2,39

			12	0,27	3,54	0,30	3,13	0,34	2,82
			14	0,24	4,09	0,27	3,61	0,30	3,24
			16	0,21	4,63	0,24	4,09	0,26	3,66
kalkzandsteen	1	21,4	5	0,52	1,77	0,57	1,60	0,62	1,46
			6	0,46	2,04	0,50	1,83	0,55	1,68
			8	0,37	2,58	0,41	2,31	0,44	2,10
			10	0,31	3,13	0,34	2,79	0,37	2,52
			12	0,26	3,67	0,29	3,26	0,32	2,94
			14	0,23	4,21	0,26	3,74	0,28	3,37
			16	0,20	4,76	0,23	4,21	0,25	3,79
metselbaksteen	0,7	21	5	0,50	1,85	0,55	1,68	0,59	1,55
			6	0,44	2,12	0,48	1,92	0,52	1,76
			8	0,36	2,66	0,39	2,39	0,43	2,18
			10	0,30	3,21	0,33	2,87	0,36	2,60
			12	0,26	3,75	0,29	3,34	0,31	3,03
			14	0,22	4,30	0,25	3,82	0,28	3,45
			16	0,20	4,84	0,22	4,30	0,25	3,87

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

8. Een steenlaag met isolatie en spouw

	1=	grindbeton	λ =	2,3	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1,5	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	1,2	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (15 mm)	R_{sp}	0,17	m ² ·K/W

8=	beplating	R_{be}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
grindbeton	2,3	15	5	0,54	1,67	0,60	1,50	0,65	1,37
			6	0,47	1,94	0,52	1,74	0,57	1,58
			8	0,38	2,49	0,42	2,22	0,46	2,00
			10	0,31	3,03	0,35	2,69	0,38	2,43
			12	0,27	3,58	0,30	3,17	0,33	2,85
			14	0,23	4,12	0,26	3,64	0,29	3,27
			16	0,21	4,66	0,23	4,12	0,26	3,70
kalkzandsteen	1,5	21,4	5	0,52	1,75	0,57	1,58	0,62	1,44
			6	0,46	2,02	0,50	1,81	0,55	1,65
			8	0,37	2,56	0,41	2,29	0,44	2,08
			10	0,31	3,11	0,34	2,77	0,37	2,50
			12	0,26	3,65	0,29	3,24	0,32	2,92
			14	0,23	4,19	0,26	3,72	0,28	3,35
			16	0,20	4,74	0,23	4,19	0,25	3,77
metselbaksteen	1,2	21	5	0,51	1,78	0,56	1,61	0,61	1,47
			6	0,45	2,05	0,50	1,84	0,54	1,69
			8	0,36	2,59	0,40	2,32	0,44	2,11
			10	0,30	3,14	0,34	2,80	0,37	2,53
			12	0,26	3,68	0,29	3,27	0,32	2,96
			14	0,23	4,23	0,26	3,75	0,28	3,38
			16	0,20	4,77	0,23	4,23	0,25	3,80

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Warmteweerstand beplating heeft weinig invloed op U of R_c ;

- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

9. Een steenlaag met isolatie en spouw

	1=	kalkzandsteen	λ =	1,5	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	1,2	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
	8=	beplating	R_{be}	0,05	m ² ·K/W
	12=	beplating	R_{be}	0,16	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

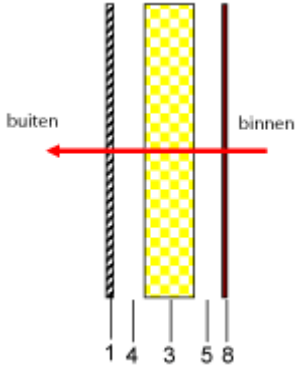
Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
kalkzandsteen	1,5	10,2	5	0,51	1,79	0,56	1,62	0,60	1,49
			6	0,45	2,06	0,49	1,86	0,54	1,70
			8	0,36	2,60	0,40	2,33	0,44	2,12
			10	0,30	3,15	0,34	2,81	0,37	2,54
			12	0,26	3,69	0,29	3,29	0,32	2,97
			14	0,23	4,24	0,25	3,76	0,28	3,39
			16	0,20	4,78	0,23	4,24	0,25	3,81
metselbaksteen	1,2	10	5	0,51	1,80	0,55	1,63	0,60	1,50
			6	0,45	2,08	0,49	1,87	0,53	1,71
			8	0,36	2,62	0,40	2,35	0,43	2,14
			10	0,30	3,16	0,33	2,82	0,37	2,56

		12	0,26	3,71	0,29	3,30	0,32	2,98
		14	0,23	4,25	0,25	3,78	0,28	3,41
		16	0,20	4,80	0,23	4,25	0,25	3,83

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Warmteweerstand beplating heeft weinig invloed op U of R_c ;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

10. Niet steenachtig 2 spouwen en isolatie

	1=	naaldhout	λ =	0,17	W/m·K
		triplex	λ =	0,23	W/m·K
		metalen plaat	λ =	200	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4,5=	spouw (50 mm)	R_{pl}	0,18	m ² ·K/W
	8=	beplating	R_{be}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,17	1,6	5	0,51	1,80	0,55	1,63	0,60	1,50
			6	0,45	2,08	0,49	1,87	0,53	1,71
			8	0,36	2,62	0,40	2,35	0,43	2,14
			10	0,30	3,16	0,33	2,82	0,37	2,56

			12	0,26	3,71	0,29	3,30	0,32	2,98
			14	0,23	4,25	0,25	3,78	0,28	3,41
			16	0,20	4,80	0,23	4,25	0,25	3,83
triplex	0,23	0,75	5	0,52	1,75	0,57	1,58	0,62	1,44
			6	0,46	2,02	0,50	1,81	0,55	1,65
			8	0,37	2,56	0,41	2,29	0,44	2,08
			10	0,31	3,11	0,34	2,77	0,37	2,50
			12	0,26	3,65	0,29	3,24	0,32	2,92
			14	0,23	4,19	0,26	3,72	0,28	3,35
			16	0,20	4,74	0,23	4,19	0,25	3,77
metalen plaat	200	0,2	5	0,53	1,71	0,58	1,54	0,63	1,41
			6	0,46	1,99	0,51	1,78	0,56	1,62
			8	0,37	2,53	0,41	2,26	0,45	2,05
			10	0,31	3,07	0,34	2,73	0,38	2,47
			12	0,26	3,62	0,30	3,21	0,33	2,89
			14	0,23	4,16	0,26	3,69	0,29	3,32
			16	0,21	4,71	0,23	4,16	0,26	3,74

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Warmteweerstand beplating mag worden verwaarloosd;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

11. Niet steenachtig met spouw en isolatie

	1=	naaldbout	λ =	0,17	W/m·K
		metalen plaat	λ =	200	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
	8=	houten beplating	R_{be}	0,05	m ² ·K/W

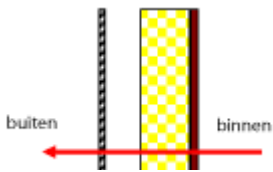
12=	houten beplating	R_{be}	0,16	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,17	0,95	5	0,51	1,78	0,56	1,61	0,61	1,47
			6	0,45	2,05	0,50	1,85	0,54	1,69
			8	0,36	2,59	0,40	2,32	0,44	2,11
			10	0,30	3,14	0,34	2,80	0,37	2,53
			12	0,26	3,68	0,29	3,27	0,32	2,96
			14	0,23	4,23	0,26	3,75	0,28	3,38
			16	0,20	4,77	0,23	4,23	0,25	3,80
metalen plaat	200	0,2	5	0,53	1,72	0,58	1,55	0,63	1,42
			6	0,46	2,00	0,51	1,79	0,55	1,63
			8	0,37	2,54	0,41	2,27	0,45	2,06
			10	0,31	3,08	0,34	2,74	0,38	2,48
			12	0,26	3,63	0,29	3,22	0,33	2,90
			14	0,23	4,17	0,26	3,70	0,29	3,33
			16	0,20	4,72	0,23	4,17	0,26	3,75

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Warmteweerstand beplating mag worden verwaarloosd;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

12. Metalen wand met spouw en isolatie

	1=	metalen plaat	λ =	200	$W/m \cdot K$
	3=	isolatie	λ =	0,035	$W/m \cdot K$
			λ	0,04	$W/m \cdot K$

		=		
		λ	0,045	W/m·K
		=		
4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
8=	metalen plaat	R_{be}	0	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
	correctie uitvoering	α	0,05	

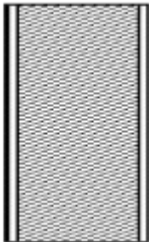
Laag 1			Laag 3							
				isolatie λ in W/m·K						
				0,035		0,04		0,045		
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	
metalen plaat	200	0,2	5	0,59	1,52	0,66	1,35	0,72	1,22	
			6	0,51	1,80	0,57	1,59	0,62	1,43	
			8	0,40	2,34	0,45	2,07	0,49	1,86	
			10	0,33	2,88	0,37	2,54	0,41	2,28	
			12	0,28	3,43	0,31	3,02	0,35	2,70	
			14	0,24	3,97	0,27	3,50	0,30	3,13	
			16	0,21	4,52	0,24	3,97	0,27	3,55	

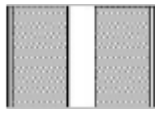
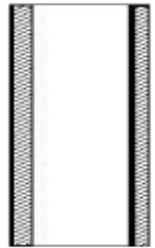
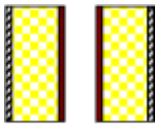
Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Laag 1 heeft weinig invloed op U en R_c ;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

3 Binnenmuren

3.1 Overzicht binnenmuren

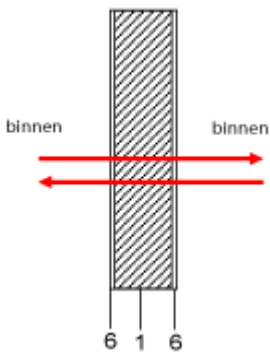
Nr.	Doorsnede	Beschrijving
1		Een steenlaag

2		Twee steenlagen met spouw
3		Een steenlaag met isolatie
4		Twee steenlagen met isolatie
5		Twee houtlagen met spouw
6		Houten wand met isolatie
7		Houten wand met spouw en isolatie
8		Dubbele houten wand met spouw en isolatie

3.2 Tabellen met U- en R_c- waarden

Binnenmuren

1. Een steenlaag

	1=	grindbeton	λ =	1,7	W/m·K
		lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
		metselbaksteen	λ =	0,7	W/m·K
		gipsblokken	λ =	0,31	W/m·K

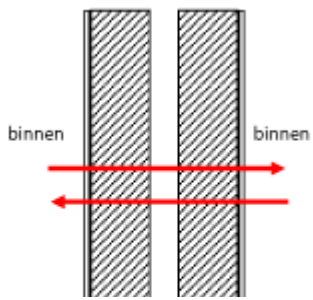
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{se}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				
	λ $W/m \cdot K$	d cm	U $W/m^2 \cdot K$	R_c $m^2 \cdot K/W$
grindbeton	1,7	10	2,93	0,08
		15	2,70	0,11
		20	2,51	0,14
lichtbeton	0,45	10	2,01	0,24
		15	1,66	0,34
		20	1,41	0,45
		25	1,23	0,55
kalkzandsteen	1,0	10,2	2,61	0,12
		21,4	2,04	0,23
		32,6	1,68	0,34
metselbaksteen	0,7	10	2,37	0,16
		21	1,75	0,31
		32	1,39	0,46
gipsblokken	0,31	7	2,00	0,24
		10	1,69	0,33

Opmerkingen:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen pleisterlaag maar tegels zelfde waarden aanhouden.

2. Twee steenlagen met spouw

	1=	lichtbeton	λ =	0,45	$W/m \cdot K$
		kalkzandsteen	λ =	1	$W/m \cdot K$
		gipsblokken	λ =	0,31	$W/m \cdot K$
	2=	lichtbeton	λ =	0,45	$W/m \cdot K$

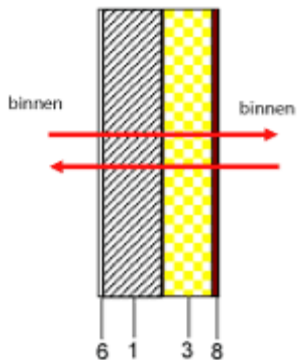
	kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
	gipsblokken	λ =	0,31	W/m·K
4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{se}	0,13	m ² ·K/W
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 2					
			lichtbeton 0,45 W/m·K dikte 10 cm		kalkzandsteen 1 W/m·K dikte 10,2 cm		gipsblokken 0,31 W/m·K dikte 10 cm	
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
lichtbeton	0,45	10	1,14	0,62	1,31	0,51	1,02	0,72
		15	1,01	0,73	1,15	0,61	0,92	0,82
kalkzandsteen	1	10,2	1,31	0,51	1,54	0,39	1,16	0,60
gipsblokken	0,31	10	1,02	0,72	1,16	0,60	0,93	0,81

Opmerkingen:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen pleisterlaag maar tegels zelfde waarden aanhouden.

3. Een steenlaag met isolatie

	1=	lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
		gipsblokken	λ =	0,31	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W

8=	beplating	R_{be}	0,02	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,13	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

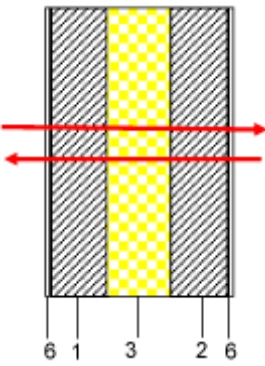
Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
lichtbeton	0,45	10	5	0,54	1,60	0,59	1,43	0,64	1,30
			6	0,47	1,87	0,52	1,67	0,57	1,51
			8	0,37	2,41	0,42	2,14	0,46	1,93
			10	0,31	2,96	0,35	2,62	0,38	2,35
			12	0,27	3,50	0,30	3,09	0,33	2,78
			14	0,23	4,05	0,26	3,57	0,29	3,20
			16	0,21	4,59	0,23	4,05	0,26	3,62
kalkzandsteen	1	10,2	5	0,57	1,48	0,64	1,31	0,69	1,18
			6	0,50	1,76	0,55	1,55	0,61	1,39
			8	0,39	2,30	0,44	2,03	0,48	1,82
			10	0,32	2,84	0,36	2,50	0,40	2,24
			12	0,27	3,39	0,31	2,98	0,34	2,66
			14	0,24	3,93	0,27	3,46	0,30	3,09
			16	0,21	4,48	0,24	3,93	0,27	3,51
gipsblokken	0,31	10	5	0,51	1,69	0,56	1,52	0,61	1,39
			6	0,45	1,97	0,49	1,76	0,54	1,60
			8	0,36	2,51	0,40	2,24	0,44	2,03
			10	0,30	3,05	0,34	2,71	0,37	2,45
			12	0,26	3,60	0,29	3,19	0,32	2,87
			14	0,23	4,14	0,25	3,67	0,28	3,30
			16	0,20	4,69	0,23	4,14	0,25	3,72

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;

- Voor metselbaksteen 10 cm dik waarden lichtbeton kiezen;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

4. Twee steenlagen met isolatie

	1=	lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
	2=	lichtbeton	λ =	0,45	W/m·K
		kalkzandsteen	λ =	1	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,014	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,13	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1		Laag 3		Laag 2							
lichtbeton		isolatie		lichtbeton $\lambda = 0,45 \text{ W/m·K}$				kalkzandsteen $\lambda = 1 \text{ W/m·K}$			
				10 cm		20 cm		10,2 cm		21,4 cm	
λ W/m·K	dikt e cm	λ_{reken} W/m·K	dikt e cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
0,45	10	0,035	5	0,49	1,80	0,44	2,01	0,51	1,68	0,49	1,79
			6	0,43	2,07	0,39	2,28	0,45	1,96	0,43	2,06
			8	0,35	2,61	0,32	2,83	0,36	2,50	0,35	2,61
			10	0,29	3,16	0,28	3,37	0,30	3,04	0,29	3,15
			12	0,25	3,70	0,24	3,91	0,26	3,59	0,25	3,70
			14	0,22	4,25	0,21	4,46	0,23	4,13	0,22	4,24
			16	0,20	4,79	0,19	5,00	0,20	4,68	0,20	4,78
		0,04	5	0,53	1,63	0,48	1,84	0,56	1,51	0,53	1,62
			6	0,47	1,87	0,43	2,08	0,50	1,75	0,47	1,86
			8	0,38	2,34	0,36	2,55	0,40	2,23	0,39	2,33
			10	0,32	2,82	0,30	3,03	0,34	2,70	0,33	2,81

			12	0,28	3,29	0,27	3,51	0,29	3,18	0,28	3,29
			14	0,25	3,77	0,24	3,98	0,26	3,66	0,25	3,76
			16	0,22	4,25	0,21	4,46	0,23	4,13	0,22	4,24
		0,045	5	0,57	1,50	0,51	1,71	0,61	1,38	0,57	1,49
			6	0,51	1,71	0,46	1,92	0,54	1,59	0,51	1,70
			8	0,42	2,13	0,38	2,34	0,44	2,02	0,42	2,12
			10	0,36	2,55	0,33	2,77	0,37	2,44	0,36	2,55
			12	0,31	2,98	0,29	3,19	0,32	2,86	0,31	2,97
			14	0,27	3,40	0,26	3,61	0,28	3,29	0,27	3,39
			16	0,24	3,82	0,23	4,04	0,25	3,71	0,25	3,82

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

5. Twee houtlagen met spouw

	1=	triplex	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,1	W/m·K
		gipsplaat	λ =	0,31	W/m·K
	2=	triplex	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,1	W/m·K
		gipsplaat	λ =	0,31	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,18	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,13	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1		Laag 2		
		triplex 0,17 W/m·K dikte 0,95 cm	spaanplaat 0,1 W/m·K dikte 1 cm	gipsplaat 0,31 W/m·K dikte 1 cm

	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W
triplex	0,17	0,95	1,90	0,27	1,76	0,31	1,99	0,24
spaanplaat	0,10	1	1,76	0,31	1,64	0,35	1,83	0,29
gipsplaat	0,31	1	1,99	0,24	1,83	0,29	2,08	0,22

Opmerkingen:

- Met afwerklaag (behang) zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

6. Houten wand met isolatie

	1 =	triplex	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,1	W/m·K
		gipsplaat	λ =	0,31	W/m·K
	3 =	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
		overgangsweerstand	R _{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{se}	0,13	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
triplex	0,17	0,95	5	0,58	1,45	0,65	1,28	0,71	1,15
			6	0,50	1,73	0,56	1,52	0,62	1,36
			8	0,40	2,27	0,44	2,00	0,49	1,79
			10	0,33	2,82	0,37	2,48	0,40	2,21
			12	0,28	3,36	0,31	2,95	0,35	2,63
			14	0,24	3,90	0,27	3,43	0,30	3,06

			16	0,21	4,45	0,24	3,90	0,27	3,48
spaanplaat	0,10	1	5	0,56	1,54	0,61	1,37	0,67	1,24
			6	0,48	1,81	0,54	1,61	0,59	1,45
			8	0,38	2,35	0,43	2,08	0,47	1,87
			10	0,32	2,90	0,35	2,56	0,39	2,29
			12	0,27	3,44	0,30	3,04	0,34	2,72
			14	0,24	3,99	0,27	3,51	0,29	3,14
			16	0,21	4,53	0,24	3,99	0,26	3,56
gipsplaat	0,31	1	5	0,60	1,41	0,67	1,24	0,73	1,11
			6	0,52	1,68	0,58	1,48	0,63	1,32
			8	0,40	2,23	0,45	1,95	0,50	1,74
			10	0,33	2,77	0,37	2,43	0,41	2,17
			12	0,28	3,31	0,32	2,91	0,35	2,59
			14	0,24	3,86	0,27	3,38	0,31	3,01
			16	0,21	4,40	0,24	3,86	0,27	3,44

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

7. Houten wand met spouw en isolatie

	1=	triplex	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,1	W/m·K
		gipsplaat	λ =	0,31	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (20 mm)	R_{sp}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,13	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,13	m ² ·K/W

	correctie uitvoering	α	0,05	
--	----------------------	----------	------	--

Laag 1			Laag 3							
				isolatie λ in W/m·K						
				0,035		0,04		0,045		
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	
triplex	0,17	0,95	5	0,53	1,62	0,59	1,45	0,64	1,31	
			6	0,47	1,89	0,51	1,68	0,56	1,53	
			8	0,37	2,43	0,41	2,16	0,45	1,95	
			10	0,31	2,98	0,35	2,64	0,38	2,37	
			12	0,26	3,52	0,30	3,11	0,33	2,80	
			14	0,23	4,07	0,26	3,59	0,29	3,22	
			16	0,21	4,61	0,23	4,07	0,26	3,64	
spaanplaat	0,10	1	5	0,51	1,70	0,56	1,53	0,60	1,40	
			6	0,45	1,97	0,49	1,77	0,53	1,61	
			8	0,36	2,52	0,40	2,24	0,44	2,03	
			10	0,30	3,06	0,34	2,72	0,37	2,46	
			12	0,26	3,61	0,29	3,20	0,32	2,88	
			14	0,23	4,15	0,25	3,67	0,28	3,30	
			16	0,20	4,69	0,23	4,15	0,25	3,73	
gipsplaat	0,31	1	5	0,55	1,57	0,60	1,40	0,65	1,27	
			6	0,48	1,84	0,53	1,64	0,57	1,48	
			8	0,38	2,39	0,42	2,12	0,46	1,90	
			10	0,31	2,93	0,35	2,59	0,39	2,33	
			12	0,27	3,48	0,30	3,07	0,33	2,75	
			14	0,23	4,02	0,26	3,54	0,29	3,17	
			16	0,21	4,56	0,23	4,02	0,26	3,60	

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

8. Dubbele houten wand met spouw en isolatie

	1=	triplex	λ	0,17	W/m·K
			=		

		spaanplaat	λ =	0,1	W/m·K
		gipsplaat	λ =	0,31	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (20 mm)	R_{sp}	0,17	m ² ·K/W
	8=	houten plaat	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
	overgangsweerstand		R_{si}	0,13	m ² ·K/W
	overgangsweerstand		R_{se}	0,13	m ² ·K/W
	correctie uitvoering		α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
triplex	0,17	0,95	10	0,31	3,02	0,34	2,68	0,37	2,41
			12	0,26	3,56	0,29	3,15	0,32	2,83
			16	0,20	4,65	0,23	4,10	0,25	3,68
			20	0,17	5,74	0,19	5,06	0,21	4,53
			24	0,14	6,82	0,16	6,01	0,18	5,37
			28	0,12	7,91	0,14	6,96	0,15	6,22
			32	0,11	9,00	0,12	7,91	0,14	7,07
spaanplaat	0,10	1	10	0,30	3,10	0,33	2,76	0,36	2,49
			12	0,26	3,64	0,29	3,24	0,31	2,92
			16	0,20	4,73	0,22	4,19	0,25	3,76
			20	0,16	5,82	0,19	5,14	0,21	4,61
			24	0,14	6,91	0,16	6,09	0,17	5,46
			28	0,12	8,00	0,14	7,04	0,15	6,30
			32	0,11	9,09	0,12	8,00	0,13	7,15

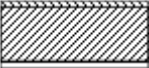
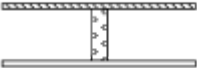
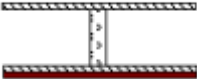
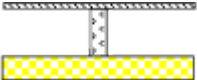
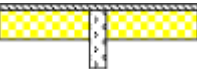
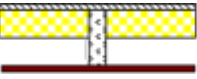
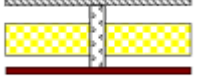
gipsplaat	0,31	1	10	0,31	2,97	0,35	2,63	0,38	2,37
			12	0,26	3,51	0,30	3,11	0,33	2,79
			16	0,21	4,60	0,23	4,06	0,26	3,64
			20	0,17	5,69	0,19	5,01	0,21	4,48
			24	0,14	6,78	0,16	5,96	0,18	5,33
			28	0,12	7,87	0,14	6,92	0,16	6,17
			32	0,11	8,96	0,12	7,87	0,14	7,02

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer $\text{W/m}\cdot\text{K}$;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

4 Vloeren en plafonds

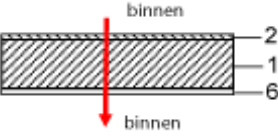
4.1 Overzicht vloeren en plafonds

Nr.	Doorsnede	Beschrijving
1		Steenachtig
2		Steenachtig met isolatie
3		Steenachtig met spouw en isolatie
4		Houten vloer met spouw
5		Houten vloer met spouw
6		Houten vloer met spouw en isolatie
7		Houten vloer met isolatie
8		Houten vloer met spouw en isolatie
9		Houten vloer met twee spouwen en isolatie

4.2 Tabellen met U- en R_c-waarden

Vloeren/plafonds

1. Steenachtig

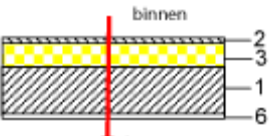
	1=	grindbeton	λ =	1,9	W/m·K
	2=	estrisch (beton)	λ =	0,5	W/m·K
		houten dekvloer	λ =	0,17	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 2			
			estrisch (beton) 0,5 W/m·K dikte 3 cm		houten dekvloer 0,17 W/m·K dikte 1,5 cm	
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
grindbeton	1,9	10	2,22	0,11	2,10	0,14
		15	2,10	0,14	1,99	0,16
		20	2,00	0,16	1,90	0,19

Opmerking:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

2. Steenachtig met isolatie

	1=	grindbeton	λ =	1,9	W/m·K
	2=	estrisch (beton)	λ =	0,5	W/m·K
		houten dekvloer	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W

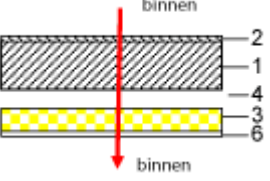
	overgangsweerstand	R_{se}	0,17	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1		Laag 3		Laag 2			
grindbeton		isolatie		estrisch (beton) 0,5 W/m·K dikte 3 cm		houten dekvloer 0,17 W/m·K dikte 1,5 cm	
λ W/m·K	dikte cm	λ_{reken} W/m·K	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
1,9	15	0,035	5	0,54	1,50	0,54	1,52
			6	0,47	1,77	0,47	1,79
			8	0,38	2,31	0,37	2,34
			10	0,31	2,86	0,31	2,88
			12	0,27	3,40	0,27	3,43
			14	0,23	3,94	0,23	3,97
			16	0,21	4,49	0,21	4,52
		0,04	5	0,60	1,33	0,59	1,35
			6	0,53	1,56	0,52	1,59
			8	0,42	2,04	0,42	2,07
			10	0,35	2,52	0,35	2,54
			12	0,30	2,99	0,30	3,02
			14	0,26	3,47	0,26	3,50
			16	0,23	3,94	0,23	3,97
		0,045	5	0,65	1,19	0,64	1,22
			6	0,57	1,41	0,56	1,43
			8	0,46	1,83	0,46	1,86
			10	0,39	2,25	0,38	2,28
			12	0,33	2,67	0,33	2,70
			14	0,29	3,10	0,29	3,13
			16	0,26	3,52	0,26	3,55

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

3. Steenachting met spouw en isolatie

	1=	grindbeton	λ =	1,9	W/m·K
	2=	estrisch (beton)	λ =	0,5	W/m·K
		houten dekvloer	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,21	m ² ·K/W
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

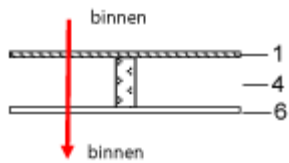
Laag 1		Laag 3		Laag 2			
grindbeton		isolatie		estrisch (beton) 0,5 W/m·K dikte 3 cm		houten dekvloer 0,17 W/m·K dikte 1,5 cm	
λ W/m·K	dikte cm	λ_{reken} W/m·K	dikte cm	U W/m ² ·K	R_e m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_e m ² ·K/W
1,9	15	0,035	5	0,49	1,70	0,48	1,72
			6	0,43	1,97	0,43	1,99
			8	0,35	2,51	0,35	2,54
			10	0,29	3,06	0,29	3,08
			12	0,25	3,60	0,25	3,63
			14	0,22	4,14	0,22	4,17
			16	0,20	4,69	0,20	4,72
		0,04	5	0,54	1,53	0,53	1,55
			6	0,48	1,76	0,47	1,79
			8	0,39	2,24	0,38	2,27
			10	0,33	2,72	0,32	2,74
			12	0,28	3,19	0,28	3,22
			14	0,25	3,67	0,25	3,70

	0,045	16	0,22	4,14	0,22	4,17
		5	0,58	1,39	0,57	1,42
		6	0,51	1,61	0,51	1,63
		8	0,42	2,03	0,42	2,06
		10	0,36	2,45	0,35	2,48
		12	0,31	2,87	0,31	2,90
		14	0,27	3,30	0,27	3,33
		16	0,25	3,72	0,24	3,75

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

4. Houten vloer met spouw

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
	4=	spouw (150 mm)	R_{sp}	0,22	m ² ·K/W
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
naaldhout	0,14	1,9	1,47	0,34
triplex/hardhout	0,17	1,5	1,57	0,30

Opmerking:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

5. Houten vloer met spouw

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex	λ	0,17	W/m·K

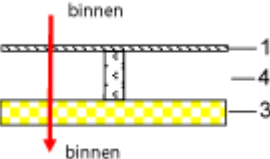
		=		
2=	triplex	λ =	0,17	W/m·K
	geen laag			
4=	spouw (150 mm)	R_{sp}	0,22	m ² ·K/W
8=	beplating	R_{be}	0,05	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 2			
			triplex 0,17 W/m·K dikte 0,95 cm		geen laag R=0 m ² ·K/W	
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
naaldhout	0,14	1,9	1,31	0,42	1,41	0,37
triplex	0,17	1,85	1,36	0,40	1,46	0,34

Opmerkingen:

- Geen opmerkingen.

6. Houten vloer met spouw en isolatie

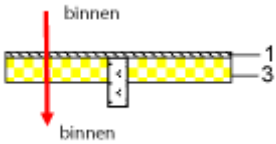
	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw (150 mm)	R_{sp}	0,22	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,14	1,9	5	0,49	1,68	0,54	1,51	0,58	1,38
			6	0,44	1,96	0,48	1,75	0,52	1,59
			8	0,35	2,50	0,39	2,23	0,42	2,02
			10	0,30	3,04	0,33	2,70	0,36	2,44
			12	0,25	3,59	0,28	3,18	0,31	2,86
			14	0,22	4,13	0,25	3,66	0,28	3,29
			16	0,20	4,68	0,22	4,13	0,25	3,71
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,51	1,64	0,55	1,47	0,60	1,34
			6	0,44	1,91	0,49	1,71	0,53	1,55
			8	0,36	2,45	0,40	2,18	0,43	1,97
			10	0,30	3,00	0,33	2,66	0,37	2,39
			12	0,26	3,54	0,29	3,13	0,32	2,82
			14	0,23	4,09	0,25	3,61	0,28	3,24
			16	0,20	4,63	0,23	4,09	0,25	3,66

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

7. Houten vloer met isolatie

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
		overgangsweerstand	R _{si}	0,17	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{se}	0,17	m ² ·K/W

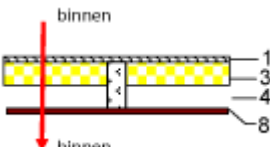
	correctie uitvoering	α	0,05	
--	----------------------	----------	------	--

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,14	1,9	5	0,55	1,47	0,61	1,30	0,66	1,17
			6	0,48	1,75	0,53	1,54	0,58	1,38
			8	0,38	2,29	0,42	2,02	0,47	1,81
			10	0,32	2,83	0,35	2,49	0,39	2,23
			12	0,27	3,38	0,30	2,97	0,33	2,65
			14	0,23	3,92	0,26	3,45	0,29	3,08
			16	0,21	4,47	0,23	3,92	0,26	3,50
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,57	1,43	0,63	1,26	0,68	1,13
			6	0,49	1,70	0,54	1,50	0,60	1,34
			8	0,39	2,24	0,43	1,97	0,48	1,76
			10	0,32	2,79	0,36	2,45	0,40	2,18
			12	0,27	3,33	0,31	2,92	0,34	2,61
			14	0,24	3,88	0,27	3,40	0,30	3,03
			16	0,21	4,42	0,24	3,88	0,26	3,45

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

8. Houten vloer met spouw en isolatie

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K

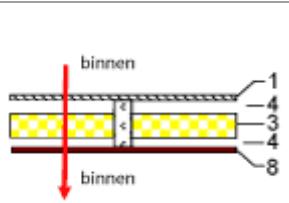
4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,21	$m^2 \cdot K/W$
8=	beplating	R_{be}	0,05	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,17	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,17	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3							
				isolatie λ in $W/m \cdot K$						
				0,035		0,04		0,045		
	λ $W/m \cdot K$	dikte cm	dikte cm	U $W/m^2 \cdot K$	R_c $m^2 \cdot K/W$	U $W/m^2 \cdot K$	R_c $m^2 \cdot K/W$	U $W/m^2 \cdot K$	R_c $m^2 \cdot K/W$	
naaldhout	0,14	1,9	5	0,49	1,72	0,53	1,55	0,57	1,42	
			6	0,43	1,99	0,47	1,79	0,51	1,63	
			8	0,35	2,54	0,38	2,27	0,42	2,05	
			10	0,29	3,08	0,32	2,74	0,35	2,48	
			12	0,25	3,63	0,28	3,22	0,31	2,90	
			14	0,22	4,17	0,25	3,69	0,27	3,32	
			16	0,20	4,71	0,22	4,17	0,24	3,75	
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,50	1,68	0,54	1,51	0,58	1,37	
			6	0,44	1,95	0,48	1,74	0,52	1,59	
			8	0,35	2,49	0,39	2,22	0,43	2,01	
			10	0,30	3,04	0,33	2,70	0,36	2,43	
			12	0,26	3,58	0,28	3,17	0,31	2,86	
			14	0,22	4,12	0,25	3,65	0,28	3,28	
			16	0,20	4,67	0,22	4,12	0,25	3,70	

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

9. Houten vloer met twee spouwen en isolatie

	1=	naaldhout	λ =	0,14	$W/m \cdot K$
		triplex/hardhout	λ =	0,17	$W/m \cdot K$
	3=	isolatie	λ	0,035	$W/m \cdot K$

		=		
		λ	0,04	W/m·K
		=		
		λ	0,045	W/m·K
		=		
4=	spouw (50 mm)	R_{sp}	0,21	m ² ·K/W
8=	beplating	R_{be}	0,05	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{si}	0,17	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{se}	0,17	m ² ·K/W
	correctie uitvoering	α	0,05	

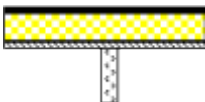
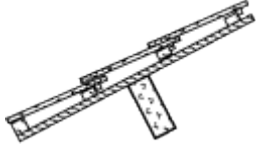
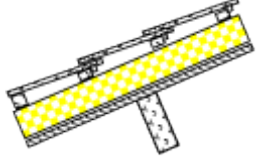
Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,14	1,9	5	0,44	1,92	0,48	1,75	0,51	1,62
			6	0,39	2,19	0,43	1,99	0,46	1,83
			8	0,32	2,74	0,36	2,47	0,39	2,25
			10	0,28	3,28	0,30	2,94	0,33	2,68
			12	0,24	3,83	0,27	3,42	0,29	3,10
			14	0,21	4,37	0,24	3,89	0,26	3,52
			16	0,19	4,91	0,21	4,37	0,23	3,95
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,45	1,88	0,49	1,71	0,52	1,57
			6	0,40	2,15	0,44	1,94	0,47	1,79
			8	0,33	2,69	0,36	2,42	0,39	2,21
			10	0,28	3,24	0,31	2,90	0,34	2,63
			12	0,24	3,78	0,27	3,37	0,29	3,06
			14	0,21	4,32	0,24	3,85	0,26	3,48
			16	0,19	4,87	0,21	4,32	0,24	3,90

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

5 Daken

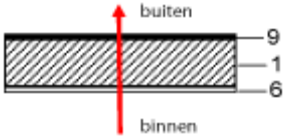
5.1 Overzicht daken

Nr.	Doorsnede	Beschrijving
1		Steenachtig
2		Steenachtig met isolatie
3		Steenachtig met isolatie (omgekeerd dak)
4		Metalen dak met isolatie
5		Houten dak
6		Houten dak met isolatie
7		Houten dak met spouw en isolatie
8		Houten dak met spouw en isolatie
9		Houten dak met isolatie
10		Houten dak met dakpannen
11		Houten dak met dakpannen en isolatie

5.2 Tabellen met U- en R_c-waarden

Daken

1. Steenachtig

	1 =	lichtbeton	λ	0,95	W/m·K
			=		
			λ	0,45	W/m·K
			=		
			λ	0,2	W/m·K
			=		
	6 =	pleisterlaag	R _{pl}	0,02	m ² ·K/W

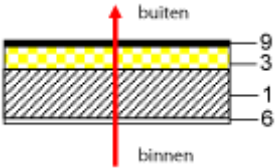
9=	dakbedekking	R_{db}	0	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				
	λ $W/m \cdot K$	d cm	U $W/m^2 \cdot K$	R_c $m^2 \cdot K/W$
lichtbeton	0,95	10	3,96	0,11
		15	3,30	0,16
		20	2,83	0,21
lichtbeton	0,45	10	2,75	0,22
		15	2,13	0,33
		20	1,74	0,44
lichtbeton	0,2	10	1,59	0,49
		15	1,15	0,73
		20	0,91	0,96

Opmerking:

- Zonder pleisterlaag zelfde waarden aanhouden.

2. Steenachtig met isolatie

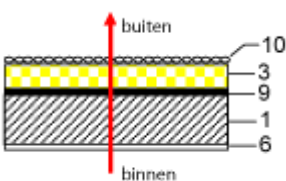
	1=	beton	λ =	1,9	$W/m \cdot K$
			λ =	0,95	$W/m \cdot K$
	3=	isolatie	λ =	0,035	$W/m \cdot K$
			λ =	0,04	$W/m \cdot K$
			λ =	0,045	$W/m \cdot K$
	6=	pleisterlaag	R_{pl}	0,02	$m^2 \cdot K/W$
	9=	dakbedekking	R_{db}	0	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
beton	1,9	15	5	0,63	1,45	0,71	1,28	0,78	1,15
			6	0,54	1,72	0,60	1,52	0,67	1,36
			8	0,42	2,26	0,47	1,99	0,52	1,78
			10	0,34	2,81	0,38	2,47	0,43	2,20
			12	0,29	3,35	0,32	2,94	0,36	2,63
			14	0,25	3,90	0,28	3,42	0,31	3,05
			16	0,22	4,44	0,25	3,90	0,28	3,47
	0,95	15	5	0,60	1,52	0,67	1,35	0,73	1,22
			6	0,52	1,80	0,58	1,59	0,64	1,43
			8	0,40	2,34	0,45	2,07	0,50	1,86
			10	0,33	2,88	0,37	2,54	0,41	2,28
			12	0,28	3,43	0,32	3,02	0,35	2,70
			14	0,24	3,97	0,28	3,50	0,31	3,13
			16	0,21	4,52	0,24	3,97	0,27	3,55

Opmerking:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K.

3. Steenachtig met isolatie (omgekeerd dak)

	1=	beton	λ =	1,9	W/m·K
			λ =	0,95	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	6=	pleisterlaag	R _{pl}	0,02	m ² ·K/W
	9=	dakbedekking	R _{db}	0	m ² ·K/W

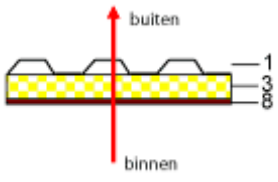
10=	grindlaag	R_{gr}	0	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
beton	1,9	15	5	0,66	1,38	0,74	1,22	0,81	1,10
			6	0,57	1,62	0,63	1,44	0,70	1,29
			8	0,45	2,10	0,50	1,86	0,55	1,68
			10	0,37	2,57	0,41	2,28	0,46	2,05
			12	0,32	3,02	0,35	2,68	0,39	2,42
			14	0,28	3,46	0,31	3,08	0,34	2,77
			16	0,25	3,89	0,28	3,46	0,31	3,12
	0,95	15	5	0,63	1,44	0,70	1,29	0,76	1,17
			6	0,55	1,69	0,61	1,51	0,67	1,36
			8	0,43	2,17	0,48	1,93	0,53	1,74
			10	0,36	2,63	0,40	2,34	0,44	2,12
			12	0,31	3,08	0,35	2,75	0,38	2,48
			14	0,27	3,52	0,31	3,14	0,34	2,83
			16	0,24	3,95	0,27	3,52	0,30	3,18

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Correctie natte isolatie volgens NEN 1068.

4. Metalen dak met isolatie

	1=	metaal	λ =	50	$W/m \cdot K$
	3=	isolatie	λ =	0,035	$W/m \cdot K$
			λ =	0,04	$W/m \cdot K$

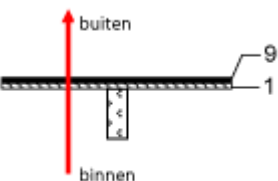
		λ =	0,045	W/m·K
8=	beplating	R_{be}	0,01	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{si}	0,1	m ² ·K/W
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3							
				isolatie λ in W/m·K						
				0,035		0,04		0,045		
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	
metaal	50	0,3	5	0,67	1,36	0,75	1,19	0,83	1,06	
			6	0,56	1,64	0,64	1,43	0,71	1,27	
			8	0,43	2,18	0,49	1,91	0,54	1,70	
			10	0,35	2,72	0,40	2,38	0,44	2,12	
			12	0,29	3,27	0,33	2,86	0,37	2,54	
			14	0,25	3,81	0,29	3,34	0,32	2,97	
			16	0,22	4,36	0,25	3,81	0,28	3,39	

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

5. Houten dak

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,15	W/m·K
	9=	dakbedekking	R_{db}	0	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{si}	0,1	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

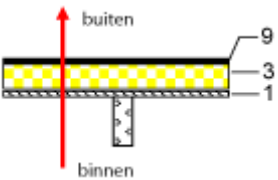
Laag 1

	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W
naaldhout	0,14	1,6	4,13	0,10
triplex/hardhout	0,17	1,5	4,60	0,08
spaanplaat	0,15	2	3,84	0,12
		3	3,09	0,18
		5	2,22	0,31

Opmerkingen:

- Geen opmerkingen.

6. Houten dak met isolatie

	1=	triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,15	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	9=	dakbedekking	R _{db}	0	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{si}	0,1	m ² ·K/W
		overgangsweerstand	R _{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

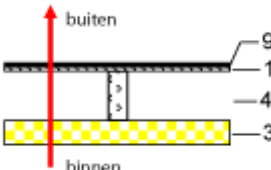
Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,63	1,44	0,71	1,27	0,78	1,14
			6	0,54	1,71	0,61	1,51	0,67	1,35
			8	0,42	2,25	0,47	1,98	0,52	1,77
			10	0,34	2,80	0,38	2,46	0,43	2,19
			12	0,29	3,34	0,33	2,93	0,36	2,62

spaanplaat	0,15	3	14	0,25	3,89	0,28	3,41	0,31	3,04
			16	0,22	4,43	0,25	3,89	0,28	3,46
			5	0,59	1,54	0,66	1,37	0,72	1,24
			6	0,51	1,82	0,57	1,61	0,63	1,45
			8	0,40	2,36	0,45	2,09	0,50	1,88
			10	0,33	2,90	0,37	2,56	0,41	2,30
			12	0,28	3,45	0,31	3,04	0,35	2,72
			14	0,24	3,99	0,27	3,52	0,30	3,15
			16	0,21	4,54	0,24	3,99	0,27	3,57

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

7. Houten dak met isolatie en spouw

	1=	triplex/hardhout	λ	0,17	W/m·K
			=		
		spaanplaat	λ	0,15	W/m·K
			=		
	3=	isolatie	λ	0,035	W/m·K
			λ	0,04	W/m·K
			λ	0,045	W/m·K
			=		
	4=	spouw	R_{sp}	0,16	m ² ·K/W
	9=	dakbedekking	R_{db}	0	m ² ·K/W
overgangsweerstand			R_{si}	0,1	m ² ·K/W
overgangsweerstand			R_{se}	0,04	m ² ·K/W
correctie uitvoering			α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,58	1,59	0,64	1,42	0,70	1,29

			6	0,50	1,86	0,56	1,66	0,61	1,50
			8	0,39	2,41	0,44	2,13	0,48	1,92
			10	0,32	2,95	0,36	2,61	0,40	2,35
			12	0,28	3,50	0,31	3,09	0,34	2,77
			14	0,24	4,04	0,27	3,56	0,30	3,19
			16	0,21	4,58	0,24	4,04	0,27	3,62
spaanplaat	0,15	3	5	0,54	1,70	0,60	1,53	0,65	1,39
			6	0,47	1,97	0,53	1,76	0,57	1,61
			8	0,38	2,51	0,42	2,24	0,46	2,03
			10	0,31	3,06	0,35	2,72	0,39	2,45
			12	0,27	3,60	0,30	3,19	0,33	2,88
			14	0,23	4,15	0,26	3,67	0,29	3,30
			16	0,21	4,69	0,23	4,15	0,26	3,72

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

8. Houten dak met isolatie en spouw

	1=	triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,15	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	4=	spouw	R_{sp}	0,16	m ² ·K/W
	8=	beplating	R_{be}	0,02	m ² ·K/W
	9=	dakbedekking	R_{db}	0	m ² ·K/W
		overgangswaerstand	R_{si}	0,1	m ² ·K/W
		overgangswaerstand	R_{se}	0,04	m ² ·K/W
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1

Laag 3

				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R _c m ² ·K/W
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,57	1,61	0,63	1,44	0,69	1,31
			6	0,49	1,88	0,55	1,68	0,60	1,52
			8	0,39	2,43	0,44	2,15	0,48	1,94
			10	0,32	2,97	0,36	2,63	0,40	2,37
			12	0,27	3,51	0,31	3,11	0,34	2,79
			14	0,24	4,06	0,27	3,58	0,30	3,21
			16	0,21	4,60	0,24	4,06	0,26	3,64
spaanplaat	0,15	3	5	0,54	1,72	0,59	1,55	0,64	1,41
			6	0,47	1,99	0,52	1,78	0,57	1,63
			8	0,37	2,53	0,42	2,26	0,46	2,05
			10	0,31	3,08	0,35	2,74	0,38	2,47
			12	0,27	3,62	0,30	3,21	0,33	2,89
			14	0,23	4,16	0,26	3,69	0,29	3,32
			16	0,21	4,71	0,23	4,16	0,26	3,74

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

9. Houten dak met isolatie

	1=	naaldhout	λ =	0,14	W/m·K
		triplex	λ =	0,17	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	9=	dakbedekking	R _{db}	0	m ² ·K/W
	8=	beplating	R _{be}	0,05	m ² ·K/W
	12=	beplating	R _{be}	0,05	m ² ·K/W

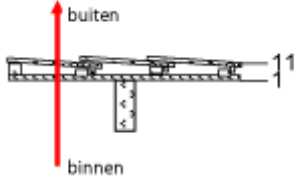
	overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
	overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
	correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1			Laag 3						
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W	U W/m²·K	R _c m²·K/W
naaldhout	0,14	1,6	5	0,59	1,56	0,65	1,39	0,72	1,26
			6	0,51	1,83	0,57	1,63	0,62	1,47
			8	0,40	2,37	0,45	2,10	0,49	1,89
			10	0,33	2,92	0,37	2,58	0,41	2,31
			12	0,28	3,46	0,31	3,05	0,35	2,74
			14	0,24	4,01	0,27	3,53	0,30	3,16
			16	0,21	4,55	0,24	4,01	0,27	3,58
triplex	0,17	1,25	5	0,60	1,52	0,67	1,35	0,74	1,22
			6	0,52	1,79	0,58	1,59	0,64	1,43
			8	0,40	2,34	0,45	2,06	0,50	1,85
			10	0,33	2,88	0,37	2,54	0,41	2,28
			12	0,28	3,42	0,32	3,02	0,35	2,70
			14	0,24	3,97	0,28	3,49	0,31	3,12
			16	0,21	4,51	0,24	3,97	0,27	3,54

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 $W/m \cdot K$;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

10. Houten dak met dakpannen

	1 =	naaldhout	λ =	0,14	$W/m \cdot K$
		triplex/hardhout	λ =	0,17	$W/m \cdot K$
		spaanplaat	λ =	0,15	$W/m \cdot K$
	11 =	dakpannen	R_{pan}	0,06	$m^2 \cdot K/W$

overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				
	λ W/m·K	d cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
naaldhout	0,14	1,6	3,34	0,16
triplex/hardhout	0,17	1,5	3,64	0,13
spaanplaat	0,15	2	3,15	0,18
		3	2,63	0,24
		5	1,97	0,37

Opmerkingen:

- Geen opmerkingen.

11. Houten dak met dakpannen en isolatie

	1=	triplex/hardhout	λ =	0,17	W/m·K
		spaanplaat	λ =	0,15	W/m·K
	3=	isolatie	λ =	0,035	W/m·K
			λ =	0,04	W/m·K
			λ =	0,045	W/m·K
	11=	dakpannen	R_{pan}	0,06	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{si}	0,1	$m^2 \cdot K/W$
		overgangsweerstand	R_{se}	0,04	$m^2 \cdot K/W$
		correctie uitvoering	α	0,05	

Laag 1				Laag 3					
				isolatie λ in W/m·K					
				0,035		0,04		0,045	
	λ W/m·K	dikte cm	dikte cm	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W	U W/m ² ·K	R_c m ² ·K/W
triplex/hardhout	0,17	1,5	5	0,61	1,50	0,68	1,32	0,75	1,19

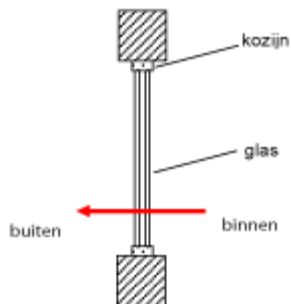
			6	0,52	1,77	0,59	1,56	0,65	1,40
			8	0,41	2,31	0,46	2,04	0,51	1,83
			10	0,33	2,86	0,38	2,52	0,42	2,25
			12	0,28	3,40	0,32	2,99	0,36	2,67
			14	0,24	3,94	0,28	3,47	0,31	3,10
			16	0,22	4,49	0,24	3,94	0,27	3,52
spaanplaat	0,15	3	5	0,57	1,60	0,64	1,43	0,69	1,30
			6	0,50	1,87	0,55	1,67	0,61	1,51
			8	0,39	2,42	0,44	2,15	0,48	1,93
			10	0,32	2,96	0,36	2,62	0,40	2,36
			12	0,27	3,51	0,31	3,10	0,34	2,78
			14	0,24	4,05	0,27	3,57	0,30	3,20
			16	0,21	4,59	0,24	4,05	0,27	3,63

Opmerkingen:

- Isolatiemateriaal λ_{reken} is ongeveer 0,04 W/m·K;
- Geen rekening gehouden met dampremmende lagen.

6 Ramen

6.1 Tabel met U-waarden glas en kozijnen



type glas	Uglas	Kozijn		
		Hout of kunststof	Metaal met thermische onderbreking	Metaal zonder thermische onderbreking
	U_{glas} W/(m ² ·K)	U_{raam} W/(m ² ·K)	U_{raam} W/(m ² ·K)	U_{raam} W/(m ² ·K)
enkel glas	5,8	5,20	5,40	6,20
dubbel glas	3,2	3,20	3,60	4,40
HR glas	2	2,30	2,80	3,60

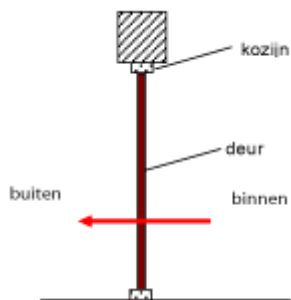
HR ⁺ glas	1,6	2,00	2,50	3,30
HR ⁺⁺ glas	1,2	1,80	2,20	3,00

Opmerkingen:

- Geen opmerkingen.

7 Deuren

7.1 Tabel met R_e-waarden deuren met en zonder glas



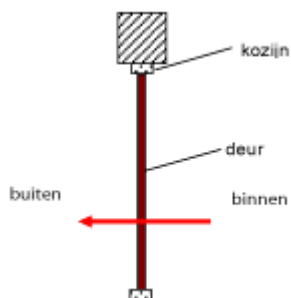
type deur	U_{deur} $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
houten buitendeur	3,40
houten buitendeur geïsoleerd	2,00
metalen buitendeur	4,70
houten buitendeur met 20% glas	3,36
houten scheidingsdeur binnen	2,80

Opmerking:

- Een geïsoleerde deur is een deur zonder glas.

7 Deuren

7.1 Tabel met R_e-waarden deuren met en zonder glas



type deur	U_{deur} $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
-----------	---

houten buitendeur	3,40
houten buitendeur geïsoleerd	2,00
metalen buitendeur	4,70
houten buitendeur met 20% glas	3,36
houten scheidingsdeur binnen	2,80

Opmerking:

- Een geïsoleerde deur is een deur zonder glas.

Bijlage B Richtwaarden voor de Warmtegeleidingscoëfficiënt λ van bouwmaterialen

Isolatiematerialen	λ_{reken} W/(m.K)
Minerale wol	0,04
Glaswol	0,04
Polystyreen	0,04
Polyurethaan (PUR)	0,035
Polyisocyanuraat (PIR)	0,035
Spouwmuurisolatie achteraf aangebracht	0,045

Steenachtig	λ_{reken} W/(m.K)
Gevelklinkers (droog - nat)	0,8 - 1,3
Kalkzandsteen (droog- nat)	1,0 - 1,5
Gipsbeton (GIBO) (droog- nat)	0,23- 0,6
Grindbeton (droog - nat)	1,9 - 2,3
Licht beton (droog - nat)	0,95 - 1,4
Cement pleisterlaag (droog - nat)	0,95 - 1,5
Kalk pleisterlaag (droog - nat)	0,7 - 0,8

Hout	λ_{reken} W/(m.K)
Hardhout (droog - nat)	0,17- 0,23
Naaldhout (droog - nat)	0,14 - 0,17
Triplex-multiplex (droog - nat)	0,17- 0,23
Spaanplaat (droog)	0,15

Voor samengestelde constructies wordt door de fabrikant/leverancier meestal de R_c -waarde gegeven.

Bijlage C Warmteovergangsweerstanden

De volgende situaties worden onderscheiden:

- warmtetransport van de lucht (omgeving) naar de constructie R_{si} ;
- Warmtetransport van de constructie naar de lucht (omgeving) R_{se} ;
- Warmtetransport in een luchtlaag (spouw) binnen de constructie R_{sp} .

Dit warmtetransport is een combinatie van geleiding, convectie en straling en wordt in rekening gebracht met een warmteovergangsweerstand. In onderstaande tabellen zijn waarden gegeven.

Constructie	R_{si} ($m^2.K$)/W	R_{se} ($m^2.K$)/W
Buitenmuur	0,13	0,04
Binnenmuur	0,13	0,13
Vloeren/plafonds grenzend aan binnenruimten		
Warmtestroom van boven naar beneden	0,17	0,17
Warmtestroom van beneden naar boven	0,1	0,1
Vloeren grenzend aan de buitenlucht		
Warmtestroom van boven naar beneden	0,17	0,04
Daken		
Warmtestroom van beneden naar boven	0,1	0,04

Constructie (spouw)	R_{sp} ($m^2.K$)/W
Buitenmuur (50 mm)	0,18
Binnenmuur (50 mm)	0,18
Vloeren/plafonds	
Warmtestroom van beneden naar boven (50 mm)	0,16
Warmtestroom van boven naar beneden (50 mm)	0,21
Daken	
Warmtestroom naar boven (50 mm)	0,16

Literatuurlijst

- [1] ISSO-publicatie 60 "U- en R_c -waarden van bouwkundige constructies", ISSO, 2004;
- [2] NEN 1068, "Thermische isolatie van gebouwen", 2001;
- [3] NPR 2068, "Thermische isolatie van gebouwen, vereenvoudigde rekenmethoden", 2002;
- [4] ISSO-publicatie 51 "Warmteverliesberekening voor woningen en woongebouwen", ISSO, maart 2003.

Voorwoord

ISSO

ISSO verzamelt kennis en informatie voor de installatiesector. Theoretisch goed onderbouwde kennis die direct praktisch toepasbaar is. Hierbij is een van de primaire doelen het vaststellen van kwaliteitseisen bij de realisatie van installaties in gebouwen. Deze kwaliteitspecificaties worden op een objectieve en transparante wijze vastgesteld door adviseurs en installateurs en de voor het betreffende onderwerp belanghebbenden zoals: opdrachtgevers, gebouwbeheerders, gebruikers en de toeleveringsindustrie. ISSO faciliteert hierbij door het laten uitvoeren van onderzoek, het organiseren van het overleg met de marktpartijen en door het uitbrengen van publicaties waarin de resultaten zijn vastgelegd. Deze publicaties worden als normstellende publicaties gebruikt bij projecten en in het onderwijs. Met de ISSO-publicaties geeft de installatiesector (adviseurs en installateurs) aan op welke wijze en met welke kwaliteitsniveaus zij installaties ontwerpen en realiseren. Hierbij is een intensieve en goede samenwerking met de genoemde partijen noodzakelijk. Het doet ons dan ook een genoegen te constateren dat deze samenwerking zich steeds verder uitbreidt ook naar de kleinere installatie bedrijven. Het zakboekje "Kleintje U- en R_c-waarden" is hiervan een goed voorbeeld. U- en R_c-waarden van bouwkundige constructies zijn belangrijke gegevens voor bepaling van het warmteverlies en het energiegebruik van gebouwen. Deze bouwkundige gegevens vormen de basis voor het installatieontwerp en de installatieontwerper heeft er belang bij dat deze gegevens betrouwbaar zijn. In het kleintje U- en R_c-waarden zijn verschillende tabellen opgenomen met daarin vermeld de U- en R_c-waarden van verschillende bouwkundige constructies. Met deze tabellen heeft de installatieontwerper een middel om snel de grootte van de U- of R_c-waarde te bepalen. De tabellen en uitgangspunten zijn gebaseerd op ISSO-publicatie 60 "U- en R_c-waarden van bouwkundige constructies". ISSO hoopt met het kleintje U- en R_c-waarden de installatieontwerper een praktisch hulpmiddel te hebben verschaft om snel voor verschillende situaties de U- of R_c-waarde van bouwkundige constructies te bepalen.

UNETO-VNI

ISSO heeft op verzoek van en in samenwerking met UNETO-VNI dit kleintje U- en R_c-waarden ontwikkeld. Deze publicatie sluit aan op de behoefte, ontstaan door het huidige bouwbesluit en de ontwikkelingen op het gebied van duurzaam bouwen waardoor er telkens constructies met een zeer hoge warmteweerstand moeten worden gerealiseerd. Met kleintje U- en R_c-waarden kan de R_c-waarde van alle voorkomende constructies worden bepaald.

Naarmate er steeds energiearmmer wordt gebouwd en de overcapaciteiten van verwarmingsinstallatie door de komst van lagetemperatuurverwarming en warmtepompen tot het verleden behoren, is het correct functioneren van de verwarmingsinstallatie afhankelijker geworden van de juiste uitvoering van de bouwkundige schil.

Of de gewenste isolatiegraad, de afwezigheid van koudebruggen en de gewenste luchtdichtheid ook in de praktijk worden behaald, kan in geval van verwarmingsklachten d.m.v. thermografie of opblaasproeven worden onderzocht. De bouwer kent in het kader van kwaliteitsborging hiervoor mogelijke procedures en onderzoeksfirma's. Het is in Nederland nog niet standaard om iedere woning op te leveren met een prestatiecertificaat van luchtdichtheid en voldoende thermische isolatie. Naarmate er energiearmmer zal worden gebouwd, zal hier meer aandacht naar moeten uitgaan.