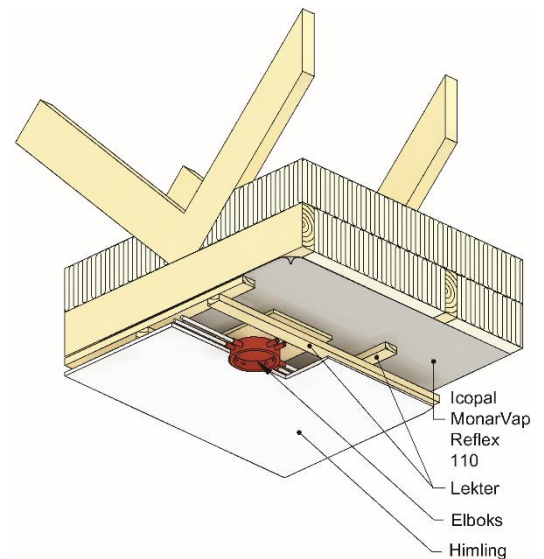
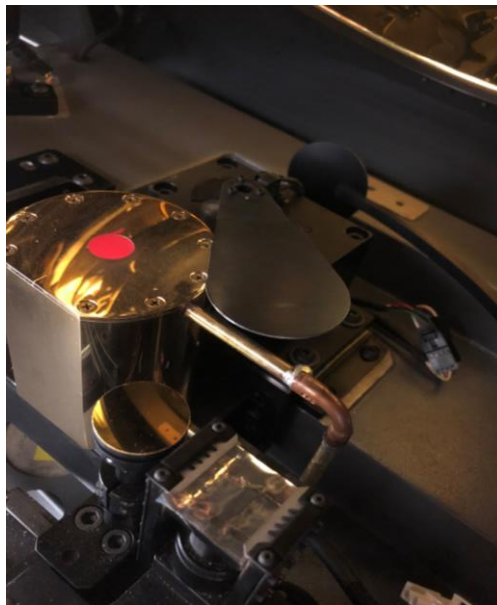


Rapport

Beregnete U-verdier for vegger og tak med Icopal MonarVap® Reflex 110 reflekterende dampsperre

Forfattere

Fredrik Slapø
Sivert Uvsløkk



SINTEF ByggforskPostadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000

byggforsk@sintef.no
<http://www.sintef.no/Byggforsk/>
Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Rapport 2018:00173

Beregnete U-verdier for vegger og tak med Icopal MonarVap® Reflex 110 reflekterende dampsperre

EMNEORD:Tak
Yttervegg
Varmeisolasjon
Reflekterende
dampsperre
U-verdi**VERSJON**

1

DATO

2018-05-07

FORFATTEREFredrik Slapø
Sivert Uvsløkk**OPPDRAGSGIVER(E)**

Icopal AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Snorre Semmingsen

PROSJEKTNR

102014678-3

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

10

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder beregnede U-verdier for et utvalg vegg- og takkonstruksjoner. Felles for alle konstruksjonene er at de har Icopal MonarVap® Reflex 110 reflekterende dampsperre, på varm side av en bindingskonstruksjon som forøvrig er isolert på vanlig måte med fire alternative mineralullvarianter med varmeledningsevne 0,038, 0,037, 0,034 og 0,032 W/mK.

På varm side av dampsperran er det foret på med lekter slik at det er et lukket, isolerende luftrom mellom den reflekterende dampsperran og den innvendige kledningen/himlingen. Beregnede U-verdier for mange aktuelle isolasjonstykkelser er vist i tabeller i rapporten.

UTARBEIDET AV

Fredrik Slapø

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Sivert Uvsløkk

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Ola Asphaug

SIGNATUR**RAPPORTNR**
2018:00173**ISBN**
ISBN-nummer**GRADERING**
Fortrolig**GRADERING DENNE SIDE**
Fortrolig

1 Innledning

SINTEF Byggforsk har på oppdrag fra Icopal AS beregnet varmegjennomgangskoeffisienten, U-verdien, til yttervegger og tak av isolert bindingsverk med varmereflekerende dampsperre og hulrom på varm side av bindingsverket. Hensikten med beregningene har vært å dokumentere hvilke U-verdier en kan oppnå med hulrom og reflekterende dampsperre i kombinasjon med aktuelle standard isolasjonstykkelser og hvilke isolasjonstykkelser som er nødvendige for å oppnå aktuelle U-verdikrav i TEK 17 og for passivhus. Beregningene vil bli brukt som grunnlag for U-verditabellene i SINTEF Teknisk Godkjenning 20608 Icopal MonarVap® Reflex 110 reflekterende dampsperre.

2 Metode

U-verdiberegningene er gjennomført i henhold til: "NS-EN ISO 6946:2007 Bygningskomponenter og – elementer Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient Beregningsmetode (ISO 6946:2007)" ved hjelp av et egenutviklet regnearkbasert beregningsprogram.

3 Konstruksjonsbeskrivelse

3.1 Felles for alle konstruksjonsalternativene

Felles for alle alternativene er at det er benyttet en reflekterende dampsperre mellom varm side av isolasjon/bindingsverk og innvendig utforing som gir et lukket hulrom mellom den reflekterende siden av dampsperran og innvendig kledning/himling.

De viktigste inngangsverdiene for de ulike konstruksjonsalternativene framgår av tabellene 1 til 6 sammen med beregnede hulromsmotstander og U-verdier.

Det er gjennomført beregninger for flere varianter av yttervegger og tak med tre varianter mineralullisolasjon med varmekonduktivitet henholdsvis 0,037, 0,034 og 0,032 W/mK for veggene og 0,038, 0,037, og 0,034 W/mK for takene.

I beregningene er det videre forutsatt at den siden av folien som vender mot hulrommet har et emisjonstall for varmestråling på 0,19 (refleksjonstall på 0,81). Verdien er valgt av SINTEF Byggforsk på bakgrunn av tester gjennomført hos SINTEF Byggforsk, Rapport Total Hemispherical Emissivity av Bjørn Petter Jelle 18.01.2018.

Isolasjonstykkelser, dimensjoner på bindingsverket, treandeler og arealandeler er gitt i U-verditabellene. Andel bindingsverk er angitt på to måter, som arealandel, i %, og som antall løpemeter bindingsverk pr. areal, m/m².

For ytterveggene er det gjort beregninger med to alternative vindsperrertyper, et rullprodukt med standardisert varmemotstand 0,03 m²K/W og 12,5 mm asfalt vindtett plater med varmemotstand 0,25 m²K/W.

Som innvendig kledning har vi brukt 12,5 mm gipsplate med en varmekonduktivitet på 0,25 W/mK for både vegger og tak som standard.

Varmekonduktivitet for tre er satt til 0,12 W/mK. Denne verdien er hentet fra NS-EN ISO 10456:2007 og gjelder for bartre med densitet opp til 450 kg/m³ ved 12 vekt-% trefuktighet.

I følge NS-EN 338 har fasthetsklassene C24 og C30 densiteter på henholdsvis 420 og 460 kg/m³ ved 12 vekt-% trefuktighet.

Ved U-verdiberegningene er det forutsatt at steget i I-profilene har en varmekonduktivitet på 0,30 W/mK og en tykkelse på 10 mm. Den verdien er basert på målinger av varmekonduktivitet på stegmateriale av både sponplater, trefiberplater og osb-plater med varmestrømsretning parallelt med stegplatene slik varmestrømsretningen er i praksis.

For alle veggene og sperretakene er det forutsatt luftet utvendig kledning/tekning. Samlet varmemotstand utvendig for vindsperresjiktet er derfor, i samsvar med reglene i NS-EN ISO 6946:2007, satt til samme verdi som innvendig varmeovergangsmotstand som er 0,13 m²K/W for vegger og 0,10 m²K/W for tak.

3.2 Bindingsverksvegger

For bindingsverksveggene av heltreprofiler er det forutsatt 36 mm tykke stendere og sviller og en andel bindingsverk på 3,5 m² som tilsvarer og en treandel på 12 %. Det er da tatt høyde for 1 m ekstra treprofil pr m² vegg i forhold til minimum. Denne ekstra treandelen skal ta høyde for ekstra stendere og losholter i forbindelse med vinduer, skillevegger og hjørner og er en typisk verdi for vegger i småhus. I andre vegger som utfyllingsvegger i boligblokker og yttervegger i rekkehus er andelen bindingsverk ofte større fordi vinduene utgjør en større andel av fasadearealet.

For vegger av I-profiler har vi forutsatt flenser av 45 mm x 45 mm heltre.

For veggene er det forutsatt innvendig påføring med 36 mm brede og 30 mm tykke lekter med c/c avstand 0,6 m. Når tykkelsen øker utover dette vil varmeoverføringen ved ledning i luft avta, mens varmeoverføring ved konveksjon vil øke omtrent tilsvarende slik at samlet varmemotstand for hulrommet vil bli omtrent konstant. De beregnede U-verdiene kan derfor brukes for alle tykkelser av lekter/hulrom mellom 30 mm og 48 mm.

3.3 Sperretak

For sperretak av heltre har vi forutsatt en profiltykkelse på 48 mm, høyde lik isolasjonstykkelsen og en arealandel bindingsverk på 8 % som tilsvarer en c/c avstand på 0,60 m.

For I-bjelker med høyde 400 mm er det brukt 60 mm brede og 45 mm høye flenser, mens det for lavere bjelkehøyder er forutsatt flenser med tværnitt 45 mm x 45 mm.

I takene er det brukt 23 mm tykke lekter, men U-verdien kan også brukes for tykkere lekter/hulrom.

3.4 Tak med W-tækstoler og kaldt, uluftet loft

For takene med kaldt uluftet loft er det forutsatt at undergurtene har en tykkelse på 48 mm og en høyde lik 148 mm, med isolasjon på oversiden av undergurtene. For det kalde loftet er samlet varmemotstand for loftsrommet og tekningen satt til 0,2 m²K/W. Utvendig overgangsmotstand, 0,04 W/m²K, kommer i tillegg. Det skiller ikke klart mellom luftet og uluftet kaldt loft i beregningsstandarden. I praksis vil varmemotstanden for et luftet loftsrom være lavere enn for et lukket loft, spesielt når det er litt vind. I takene er det brukt 23 mm tykke lekter, men U-verdien kan også brukes for tykkere lekter/hulrom.

4 Resultater

Beregnet varmemotstand for hulrom samt U-verdi for de ulike veggalternativene er vist i tabeller sammen med de viktigste inngangsverdiene.

Tabellene 1, 2 og 3 viser U-verdier for vegg og tabellene 4, 5 og 6 viser U-verdier for tak.

Når isolasjonstykkelsen er over 200 mm er det en forutsetning at det brukes to lag isolasjon med en konveksjonssperre mellom for at de beregnede U-verdiene skal gjelde. Konveksjonssperren må være et materiale som er lufttett og dampåpent, for eksempel en vindsperre.

En praktisk måte å gjøre dette på er å legge isolasjonen i to lag hvorav det ene laget har pålimt papir på en side slik at det blir en konveksjonssperre ca. midt i isolasjonssjiktet parallelt med innvendig kledning.

Uten konveksjonssperre kan det oppstå naturlig konveksjon i hulrom som er isolert med luftpermeabel isolasjon som mineralull. Konveksjonen øker med isolasjonslagets tykkelse, isolasjonens permeabilitet (luftgjennomslippelighet) og med temperaturforskjellen over isolasjonslaget. Det er permeabiliteten i lengderetningen, parallelt med fibrene, som har klart størst betydning.

Varmemotstanden til en innvendig utforing, med reflekterende dampsperre, bindingsverk/luftrom og innvendig kledning, er omtrent konstant og uavhengig av hulromstykkelsen så lenge den er over ca. 30 mm for vegger og over 20 mm for tak. U-verdiene i tabellene 1 – 6 kan derfor brukes også ved tykkere hulrom enn det som er oppgitt i tabellene.

Tabell 1, Vegg, isolasjon med varmekonduktivitet 0,037 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg veggkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning

Vindsperre		Konstruksjon	Hovedbindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig påføring	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	løpemet	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	m/m ²	%	mm	mm	m ² K/W	(W/m ² K)/(m/m ²)	W/m ² K	W/m ² K	
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,43	0,0067	0,122	0,12
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,43	0,0075	0,140	0,14
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,43	0,0086	0,165	0,16
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,43	0,0093	0,181	0,18
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,44	0,0100	0,200	0,20
0,5	rullprodukt	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,44	0,0119	0,253	0,25
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,43	0,0063	0,119	0,12
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,43	0,0070	0,136	0,14
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,43	0,0079	0,158	0,16
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,43	0,0084	0,173	0,17
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,44	0,0090	0,190	0,19
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,44	0,0105	0,239	0,24
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 350	3,49	15,7	350	30	0,43	0,0053	0,117	0,12
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 300	3,49	15,7	300	30	0,43	0,0060	0,135	0,13
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 250	3,49	15,7	250	30	0,43	0,0070	0,159	0,16
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 200	3,49	15,7	200	30	0,44	0,0084	0,193	0,19

Tabell 2, Vegg, isolasjon med varmekonduktivitet 0,034 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg veggkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning

Vindsperre		Konstruksjon	Hovedbindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig påføring	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	mm	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	mm	%	mm	mm	m ² K/W	(W/m ² K)/(m/m ²)	W/m ² K	W/m ² K	
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,42	0,0071	0,117	0,12
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,42	0,0080	0,134	0,13
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,42	0,0091	0,158	0,16
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,42	0,0099	0,173	0,17
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,43	0,0107	0,191	0,19
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,43	0,0128	0,243	0,24
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,43	0,0066	0,113	0,11
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,43	0,0073	0,129	0,13
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,43	0,0083	0,151	0,15
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,43	0,0089	0,165	0,16
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,43	0,0095	0,181	0,18
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,44	0,0111	0,228	0,23
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 350	3,49	15,7	350	30	0,43	0,0054	0,110	0,11
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 300	3,49	15,7	300	30	0,43	0,0062	0,127	0,13
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 250	3,49	15,7	250	30	0,43	0,0072	0,150	0,15
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 200	3,49	15,7	200	30	0,44	0,0087	0,183	0,18

Tabell 3, Vegg, isolasjon med varmekonduktivitet 0,032 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg veggkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning

Vindsperre		Konstruksjon	Hovedbindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig påføring	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	løpemet	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	m/m ²	%	mm	mm	m ² K/W	(W/m ² K)/(m/m ²)	W/m ² K	W/m ² K	
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,43	0,0073	0,112	0,11
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,43	0,0082	0,129	0,13
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,43	0,0094	0,152	0,15
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,43	0,0101	0,166	0,17
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,43	0,0110	0,184	0,18
0,5	rulleprodukt	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,44	0,0132	0,235	0,23
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 348	3,50	12,6	348	30	0,43	0,0068	0,109	0,11
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 298	3,50	12,6	298	30	0,43	0,0076	0,124	0,12
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 248	3,50	12,6	248	30	0,43	0,0086	0,145	0,15
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 223	3,50	12,6	223	30	0,43	0,0092	0,159	0,16
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 198	3,50	12,6	198	30	0,43	0,0098	0,175	0,18
12,5	asfalt vindtett	vegg	heltre	36 x 148	3,50	12,6	148	30	0,44	0,0115	0,220	0,22
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 350	3,49	15,7	350	30	0,43	0,0055	0,105	0,11
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 300	3,49	15,7	300	30	0,43	0,0062	0,121	0,12
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 250	3,49	15,7	250	30	0,43	0,0073	0,143	0,14
0,5	rulleprodukt	vegg	I-profil	45 x 200	3,49	15,7	200	30	0,43	0,0088	0,175	0,18

Tabell 4, Tak, isolasjon med varmekonduktivitet 0,038 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg takkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning/himling

Undertak		Konstruksjon	Bindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig nedforing	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	løpemet	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	m/m ²	%	mm	mm	m ² K/W	W/m ² K/(m/m ²)	W/m ² K	W/m ² K	
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 398	1,67	8,0	398	23	0,33	0,0083	0,105	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 348	1,67	8,0	348	23	0,33	0,0093	0,118	0,12
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 298	1,67	8,0	298	23	0,33	0,0105	0,137	0,14
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 248	1,67	8,0	248	23	0,33	0,0121	0,161	0,16
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 223	1,67	8,0	223	23	0,33	0,0131	0,177	0,18
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 198	1,67	8,0	198	23	0,33	0,0143	0,197	0,20
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	60 x 400	1,67	10,0	400	23	0,33	0,0053	0,100	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 350	1,67	7,5	350	23	0,33	0,0056	0,112	0,11
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 300	1,67	7,5	300	23	0,33	0,0064	0,129	0,13
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 250	1,67	7,5	250	23	0,33	0,0075	0,152	0,15
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 200	1,67	7,5	200	23	0,33	0,0091	0,187	0,19
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	400	23	0,33	0,0018	0,0924	0,09
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	350	23	0,33	0,0024	0,105	0,11
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	300	23	0,33	0,0033	0,122	0,12
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	250	23	0,33	0,0049	0,145	0,15
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	200	23	0,33	0,0079	0,180	0,18

Tabell 5, Tak, isolasjon med varmekonduktivitet 0,037 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg takkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning/himling

Undertak		Konstruksjon	Bindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig nedforing	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	løpemet	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	m/m^2	%	mm	mm	m^2K/W	$W/m^2K/(m/m^2)$	W/m^2K	W/m^2K	
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 398	1,67	8,0	398	23	0,33	0,0084	0,102	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 348	1,67	8,0	348	23	0,33	0,0094	0,116	0,12
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 298	1,67	8,0	298	23	0,33	0,0107	0,134	0,13
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 248	1,67	8,0	248	23	0,33	0,0123	0,158	0,16
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 223	1,67	8,0	223	23	0,33	0,0133	0,174	0,17
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 198	1,67	8,0	198	23	0,33	0,0145	0,193	0,19
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	60 x 400	1,67	10,0	400	23	0,33	0,0054	0,098	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 350	1,67	7,5	350	23	0,33	0,0057	0,109	0,11
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 300	1,67	7,5	300	23	0,33	0,0064	0,126	0,13
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 250	1,67	7,5	250	23	0,33	0,0075	0,149	0,15
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 200	1,67	7,5	200	23	0,33	0,0092	0,183	0,18
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	400	23	0,33	0,0018	0,0903	0,09
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	350	23	0,33	0,0024	0,103	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	300	23	0,33	0,0033	0,120	0,12
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	250	23	0,33	0,0049	0,142	0,14
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	200	23	0,33	0,0079	0,176	0,18

Tabell 6, Tak, isolasjon med varmekonduktivitet 0,034 W/m K

Beregnede U-verdier for et utvalg takkonstruksjoner med reflekterende dampsperre og utforing/hulrom mellom vanlig isolasjon og innvendig kledning/himling

Undertak		Konstruksjon	Bindingsverk		Andel bindingsverk		Isolasjonstykkel	Hulromstykkel innvendig nedforing	Varmemotstand hulrom	Tillegg for ekstra bindingsverk, ΔU	U-verdi	
tykkelse	type		type	dimensjon	løpemet	arealandel					før avrunding	etter avrunding
mm			mm	m/m ²	%	mm	mm	m ² K/W	W/m ² K/(m/m ²)	W/m ² K	W/m ² K	
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 398	1,67	8,0	398	23	0,33	0,0088	0,096	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 348	1,67	8,0	348	23	0,33	0,0098	0,109	0,11
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 298	1,67	8,0	298	23	0,33	0,0111	0,126	0,13
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 248	1,67	8,0	248	23	0,33	0,0129	0,149	0,15
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 223	1,67	8,0	223	23	0,33	0,0139	0,164	0,16
0,5	rulleprodukt	tak	heltre	48 x 198	1,67	8,0	198	23	0,33	0,0152	0,182	0,18
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	60 x 400	1,67	10,0	400	23	0,33	0,0055	0,091	0,09
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 350	1,67	7,5	350	23	0,33	0,0058	0,102	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 300	1,67	7,5	300	23	0,33	0,0066	0,118	0,12
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 250	1,67	7,5	250	23	0,33	0,0077	0,139	0,14
0,5	rulleprodukt	tak	I-profil	45 x 200	1,67	7,5	200	23	0,33	0,0094	0,171	0,17
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	400	23	0,33	0,0018	0,0837	0,08
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	350	23	0,33	0,0024	0,096	0,10
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	300	23	0,33	0,0034	0,111	0,11
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	250	23	0,33	0,0050	0,132	0,13
0,5	rulleprodukt	tak	W-takstol	48 x 148	1,67	8,0	200	23	0,33	0,0081	0,165	0,17



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no