

Isolering



# Kooltherm® – Hvordan yder- væggens tykkelse påvirker dagslysindfald

Et whitepaper



---

# Indholdsfortegnelse

---

<b>Resumé</b>	<b>3</b>
<b>Introduktion</b>	<b>4</b>
Dagslys og sundhed	4
Trivsel i boligen	4
<b>Analyse</b>	<b>5</b>
Peutz' universelle beregningsmodel	5
Konstruktioner af ydervægge	6
<b>Resultater</b>	<b>10</b>
<b>Konklusioner</b>	<b>11</b>
<b>Appendiks</b>	<b>12</b>
Appendiks A – U-værdiberegninger og forudsætninger	12
Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligning	15
Appendiks C – Referencer	23

---

# Resumé

---

Mængden af dagslys, der trænger ind i en bygning, kan påvirkes af tykkelsen på ydervæggene, som afhænger af den type isolering, der anvendes for at opnå de krævede U-værdier. Tykkere vægge kan føre til lavere niveauer af dagslys i rummet.

Kingspan Insulation bad Peutz BV om at udføre beregninger for at vurdere forskellen i dagslysniveauer i et rum med forskellige ydervægstykkelser og vindueskonfigurationer.

Ydervægskonstruktioner bestående af beton-sandwichelementer, hulmursisolering, ventilerede regnskærm samt trækonstruktioner, alle med to forskellige isoleringsmaterialer, blev sammenlignet på baggrund af data fra Peutz' beregninger. De anvendte isoleringsmaterialer var Kingspan Kooltherm® og et typisk alternativt isoleringsprodukt. Der blev beregnet tre forskellige U-værdier for hver konstruktion: 0,15, 0,12 og 0,09 W/(m<sup>2</sup>·K).

For en given U-værdi er konstruktioner med Kingspan Kooltherm® tyndere end tilsvarende konstruktioner med andre isoleringsmaterialer, på grund af Kooltherms lavere varmeledningsevne.

Den vigtigste konklusion er, at uanset hvilken U-værdi og vindueskonfiguration der blev anvendt, medførte konstruktioner med Kingspan Kooltherm® et øget dagslysfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner med andre isoleringsmaterialer.

Beregningerne i dette whitepaper viser tydeligt, at Kingspan Kooltherm® kan betragtes som det foretrukne isoleringsvalg i situationer, hvor et øget dagslysfald er et ønsket resultat for bygherrer, ejere, investorer og beboere.



# Introduktion

## Dagslys og sundhed

Dagslysets betydning for menneskers sundhed får stadig større opmærksomhed.

Eksposering for rigeligt dagslys i dagtimerne og mørke om natten er afgørende for at opretholde en sund døgnrytme og et stabilt søvn-vågen-mønster (Ticleanu, 2021). Utilstrækkelig adgang til naturligt lys kan forstyrre kroppens indre ur og føre til problemer som søvnbesvær og depression.

Symptomer på vinterdepression (Seasonal Affective Disorder – SAD) – herunder nedtrykkethed, lav energi, træthed, øget appetit og vægtstigning – kan reduceres gennem øget eksposering for dagslys.

Selvom for store mængder ultraviolet (UV) stråling kan være skadelige for huden, er en passende mængde dagslys nødvendig for at opretholde sunde niveauer af D-vitamin. Mangel på D-vitamin kan føre til engelsk syge (rachitis) hos børn og knogleskørhed hos voksne. Derudover kan sollys bidrage til at dræbe mange typer bakterier og vira.

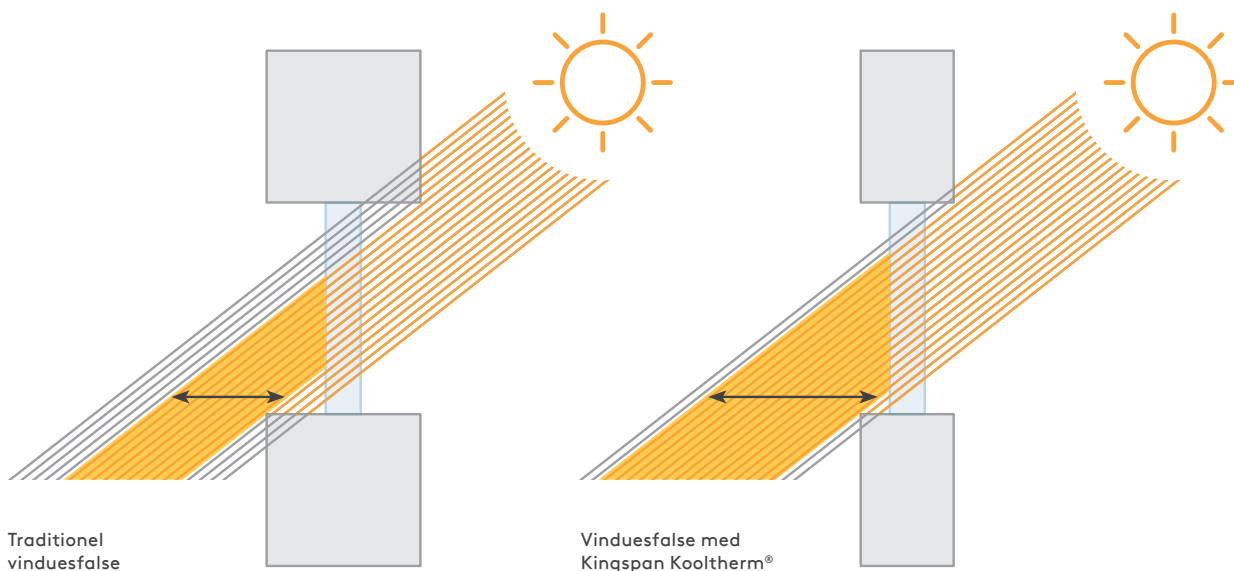
## Trivsel i boligen

God adgang til dagslys er noget, de fleste mennesker forventer i deres hjem. Et større dagslysindfald giver bedre lysforhold til både arbejde og fritid og bidrager samtidig til en mere behagelig og energieffektiv bolig.

Mere dagslys kan reducere behovet for kunstig belysning og samtidig mindske varmebehovet i vinterperioden takket være solindfaldet. Der skal dog tages højde for risikoen for overophedning i sommermånederne, især i bygninger med passiv solvarme. Kvaliteten og mængden af dagslys i et rum afhænger primært af to forhold:

1. De ydre omgivelser – herunder vejrforhold, tidspunkt på dagen, årstid og eventuel skygge fra nærliggende bygninger eller vegetation.
2. Bygningens udformning – vinduernes størrelse og placering, rummets dybde og form samt farverne på de indvendige overflader.

En faktor, der er særlig relevant i dette whitepaper, er tykkelsen af bygningens ydervægge. Den afhænger af den valgte isoleringstype og de ønskede U-værdier. Tykkere vægge kan føre til mindre dagslysindfald, som vist skematisk i figuren nedenfor.



# Analyse

## Peutz' universelle beregningsmodel

Kingspan Insulation bad Peutz BV om at udføre beregninger for at vurdere forskellen i dagslysindfald i et rum med forskellige ydervægstykkelser og vindueskonfigurationer\*.

Der blev taget udgangspunkt i fire forskellige vindueskonfigurationer, som er vist i tabel 6 (side 9). I alle tilfælde blev der anvendt det samme rum med en bredde på 5 m, en dybde på 3,5 m og en loftshøjde på 2,8 m. De indvendige overfladers refleksionsgrader var 30 % for gulvet (mørkegråt tæppe), 70 % for væggene (lysegrå maling) og 80 % for loftet (hvid maling). Der blev ikke taget højde for omkringliggende bygninger, møbler eller andre genstande.

Beregningerne blev udført ved hjælp af den avancerede Radiance-software til lyssimulering. Der blev anvendt en standard CIE-overskyet himmel, og der blev oprettet et arbejdsplan i modelrummet i en højde af 0,7 m over gulvniveau, med en 0,5 m randzone langs væggene, som blev udeladt fra beregningen. Et gitter med 100 mm mellemrum blev lagt hen over arbejdsplanet, hvilket resulterede i 1120 målepunkter i krydsningerne. For hvert punkt blev dagslysfaktoren beregnet, og herefter blev den gennemsnitlige dagslysfaktor (MDF) bestemt som middelværdien af de 1120 punkter.

Beregningerne blev udført ved hjælp af Monte Carlo raytracing med fem refleksioner i overensstemmelse med standarden NPR 4057:2022.

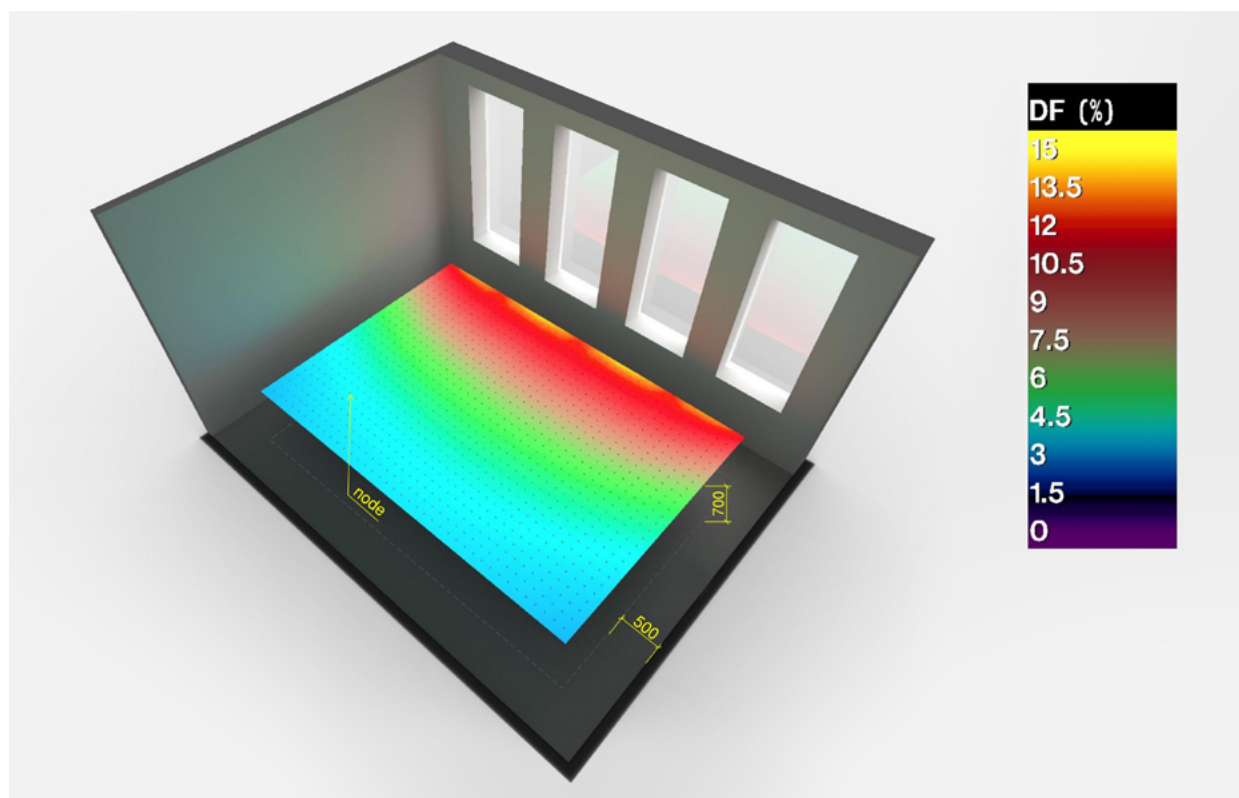
Resultaterne fra Peutz' beregningsmodel blev samlet i en universel datatabel med oplysninger om ydervægstykkelse og tilhørende middelværdier af dagslysfaktoren (MDF) for hver vindueskonfiguration.

**Dagslysfaktor** – forholdet mellem lysniveauet inde i bygningen og lysniveauet udenfor. Mere præcist er det forholdet mellem den samlede dagslysbelysning på et referencepunkt i rummet og den udvendige belysning på et vandret plan under en uforhindret CIE-standard overskyet himmel. En dagslysfaktor på 1 % betyder eksempelvis, at belysningen indendørs er 1/100 af den udvendige belysning (BR 209:2022).

**Arbejdsplan** – et vandret plan i rummet placeret i arbejds højde.

**CIE-standard overskyet himmel** – en matematisk model af en himmel dækket af tætte skyer, defineret i ISO 15469:2004 Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky.

\*En kopi af Peutz-rapporten kan rekvireres ved henvendelse til Kingspan Insulations marketingafdeling: [anja.cronholm@kingspan.com](mailto:anja.cronholm@kingspan.com)



Figur 1: Modelrum, der viser arbejdsplan og målepunkter samt eksempel på fordeling af dagslysfaktor.

# Analyse

## Ydervægskonstruktioner

Beton-sandwichelementer, vægge med ventilerede regnskærme, hulmure og trækonstruktioner er blandt de mest anvendte byggemetoder. Traditionelt anvendes mineraluldsprodukter som isolering i disse konstruktioner.

Udfordringen ved traditionelle isoleringsmaterialer er dog, at de har en lavere termisk ydeevne end de mest effektive isoleringsløsninger på markedet. Det betyder, at væggene bliver tykkere – og at dagslysfaldet dermed reduceres – sammenlignet med konstruktioner, hvor der anvendes mere højeffektiv isolering som Kingspan Kooltherm®.

For hver af de nævnte vægtyper er den samlede vægtykkelse blevet beregnet med to forskellige isoleringsmaterialer. De anvendte isoleringstyper varierede afhængigt af konstruktionstypen. Der blev beregnet tre forskellige U-værdier for hver konstruktion: 0,15, 0,12 og 0,09 W/(m<sup>2</sup>·K). En U-værdi på 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K) er standardkravet for ydervægge (ved ændret anvendelse) i henhold til det danske bygningsreglement (BR18). De fleste bygherrer tilstræber dog lavere U-værdier for at opnå bedre energieffektivitet, og derfor blev også 0,12 og 0,09 W/(m<sup>2</sup>·K) inkluderet i beregningerne.

Værdien 0,09 W/(m<sup>2</sup>·K) repræsenterer et ambitiøst mål for høj energieffektivitet og viser, hvilket niveau der kan opnås, når man optimerer konstruktionens isolering og anvender en fabric first-tilgang – det vil sige et designprincip,

hvor bygningens klimaskærm prioriteres for at reducere energiforbruget gennem passiv ydeevne frem for tekniske installationer.

Til reference findes de detaljerede beregninger for U-værdien 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K) i Appendiks A.

## Beton-sandwichelementer

De anvendte isoleringsmaterialer er Kingspan Kooltherm® K20 med en varmeledningsevne på 0,021 W/(m·K) og en mineraluldsisolering med en varmeledningsevne på 0,034 W/(m·K).

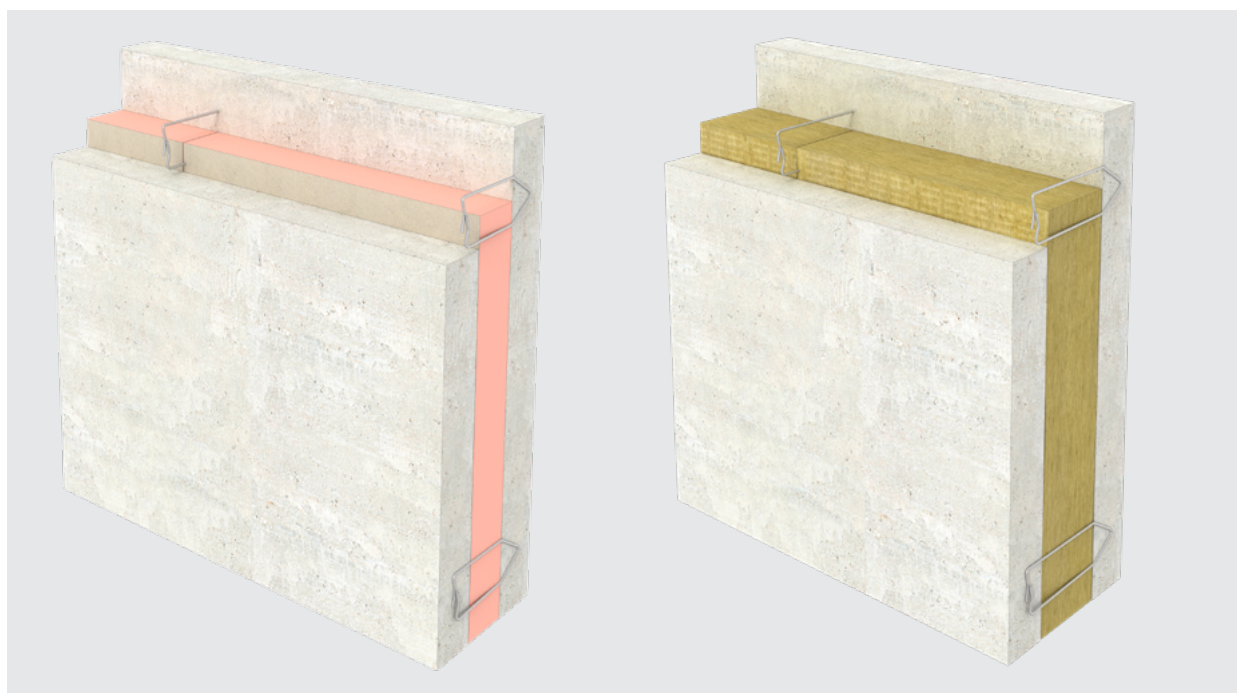
De to typer beton-sandwichelementer er illustreret i figur 2.

De beregnede vægtykkelser for hver kombination af U-værdi og isoleringsmateriale er vist i tabel 1 nedenfor.

For en given U-værdi er konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K20 markant tyndere end den tilsvarende konstruktion med mineraluld, takket være Kooltherms lavere

U-værdi (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Samlet vægtykkelse med mineraluld (mm)	Samlet vægtykkelse med Kingspan Kooltherm® K20 (mm)
0.15	449	370
0.12	508	410
0.09	608	470

Tabel 1: Samlet vægtykkelse ved forskellige U-værdier.



Figur 2: Betonsandwichelementkonstruktioner med Kingspan Kooltherm® K20 (til venstre) og mineraluldsisolering (til højre).

# Analyse

varmeledningsevne.

## Ventileret regnskærm på betonunderlag

De anvendte isoleringsmaterialer er Kingspan Kooltherm® K21 (N) med en varmeledningsevne på 0,021 W/(m·K) og mineraluldsisolering med en varmeledningsevne på 0,033 W/(m·K).

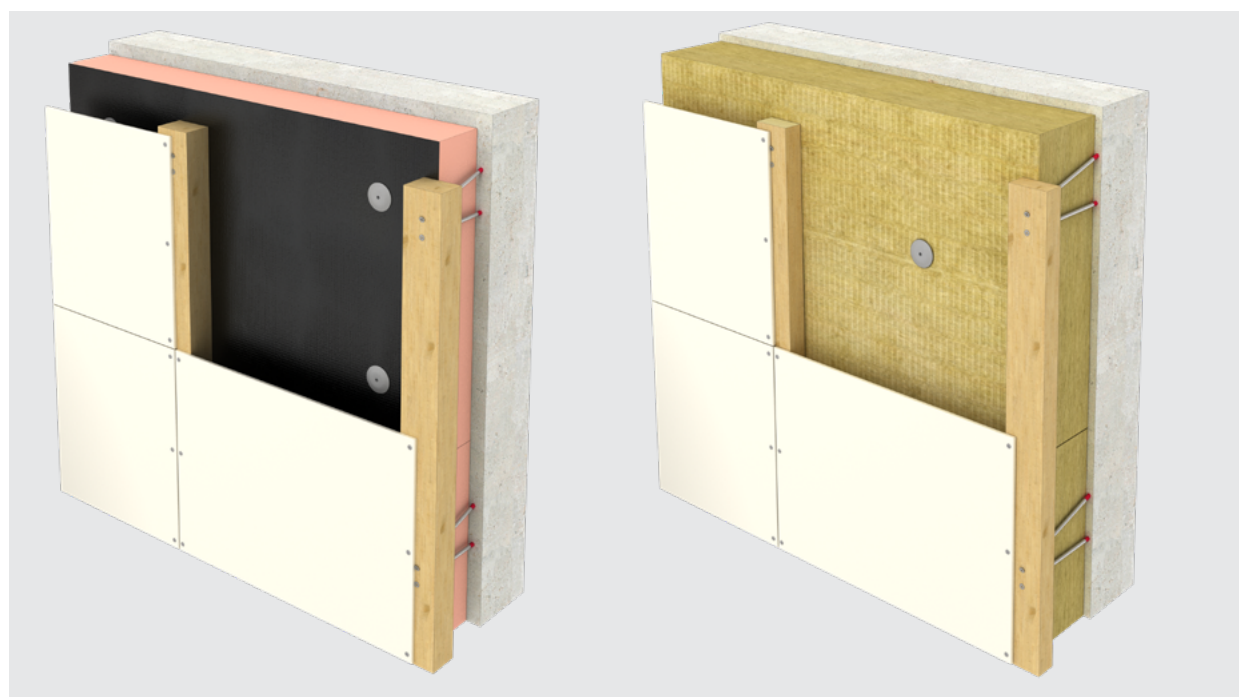
De to vægtyper med ventileret regnskærm er vist i figur 3.

Tabel 2 nedenfor viser vægtykkelserne for de forskellige kombinationer af U-værdi og isoleringsmateriale.

For en given U-værdi er konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K21 (N) markant tyndere end den tilsvarende konstruktion med mineraluld, som følge af Kooltherms lavere varmeledningsevne.

U-værdi (W/(m²K))	Samlet vægtykkelse med mineraluld (mm)	Samlet vægtykkelse med Kingspan Kooltherm® K21 (N) (mm)
0.15	394	324
0.12	449	364
0.09	539	414

Tabel 2: Samlet vægtykkelse ved forskellige U-værdier.



Figur 3: Ventilerede regnskærmskonstruktioner med Kingspan Kooltherm® K21 (N) (venstre) og mineraluldsisolering (højre).

# Analyse

## Hulmure

De anvendte isoleringsmaterialer er Kingspan Kooltherm® K8 D med en varmeledningsevne på 0,021 W/(m·K) og mineraluldsisolering med en varmeledningsevne på 0,032 W/(m·K).

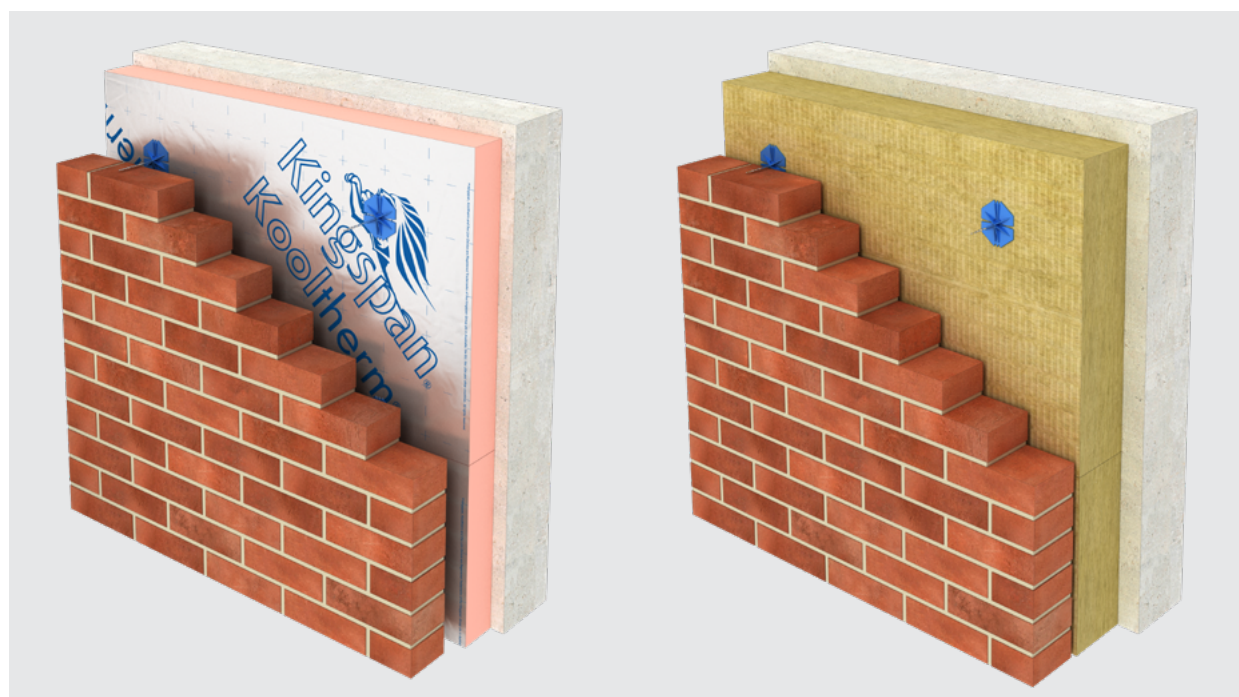
De to hulmurskonstruktioner er vist i figur 4.

Tabel 3 nedenfor viser vægtykkelserne for de forskellige kombinationer af U-værdi og isoleringsmateriale.

For en given U-værdi er konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K8 D markant tyndere end den tilsvarende konstruktion med mineraluld på grund af Kooltherms lavere

U-værdi (W/(m²K))	Samlet vægtykkelse med mineraluld (mm)	Samlet vægtykkelse med Kingspan Kooltherm® K8 D (mm)
0.15	480	416
0.12	533	456
0.09	621	506

Tabel 3: Samlet vægtykkelse ved forskellige U-værdier



Figur 4: Hulmurskonstruktioner med Kingspan Kooltherm® K8 D (venstre) og mineraluldsisolering (højre).

# Analyse

## Trækonstruktioner

De anvendte isoleringsmaterialer er Kingspan Kooltherm® K12 D med en varmeledningsevne på 0,021 W/(m·K) og mineraluldsisolering med en varmeledningsevne på 0,034 W/(m·K).

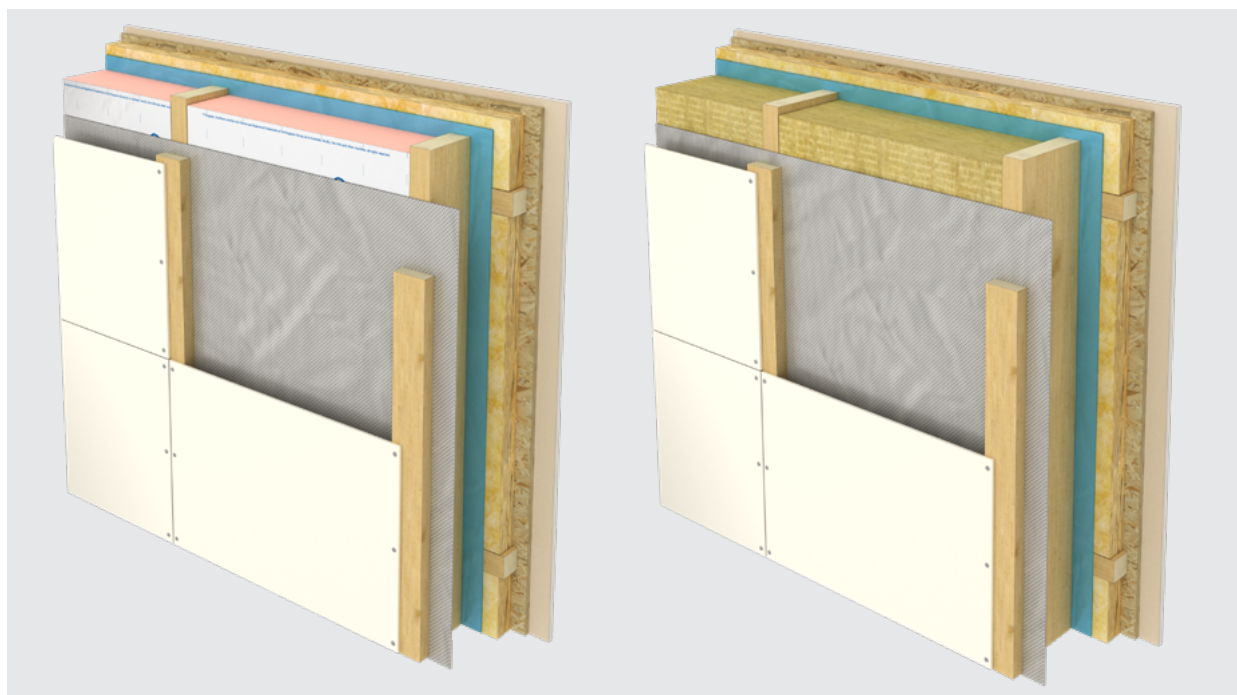
De to typer trækonstruktioner er vist i figur 5.

Tabel 4 nedenfor viser vægtykkelserne for de forskellige kombinationer af U-værdi og isoleringsmateriale.

For en given U-værdi er konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K12 D markant tyndere end den tilsvarende konstruktion med glasuld på grund af Kooltherms lavere varmeledningsevne.

U-værdi (W/(m²K))	Samlet vægtykkelse med mineraluld (mm)	Samlet vægtykkelse med Kingspan Kooltherm® K12 D (mm)
0.15	323	261
0.12	391	311
0.09	503	381

Tabel 4: Samlet vægtykkelse ved forskellige U-værdier



Figur 5: Trækonstruktioner med Kingspan Kooltherm® K12 D (venstre) og mineraluldsisolering (højre).

# Resultater

På baggrund af de beregnede vægtykkelser, og de gennemsnitlige dagslysfaktorer (MDF) fra Peutz' beregningsmodel, er MDF-værdierne blevet sammenlignet for hver af de fire nævnte vægtyper, isoleret med enten Kingspan Kooltherm® eller et traditionelt isoleringsmateriale. Tabel 5 nedenfor viser den procentvise stigning i MDF for hver konstruktionstype, når der anvendes Kingspan Kooltherm® sammenlignet med traditionel isolering. De bagvedliggende MDF-resultater findes i Appendiks B.

For alle undersøgte U-værdier og vindueskonfigurationer gav vægkonstruktionerne med Kingspan Kooltherm® et forbedret dagslysfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner med traditionelle isoleringsmaterialer. Forbedringen varierede fra 4,79 % til 18,93 %, afhængigt af konstruktionstype og U-værdi. Generelt gjaldt, at jo lavere U-værdi, desto større procentvis forbedring i dagslysfald.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m²K))	Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® sammenlignet med væg isoleret med traditionel isolering			
		Beton-sandwich-element isoleret med Kingspan Kooltherm® K20 vs mineraluld	Ventileret regnskærm på betonunderlag isoleret med Kingspan Kooltherm® K21 (N) vs mineraluld	Hulmur isoleret med Kingspan Kooltherm® K8 D vs mineraluld	Trækonstruktion isoleret med Kingspan Kooltherm® K12 D vs mineraluld
<b>1</b>					
	0.15	6.15%	5.34%	4.95%	4.79%
	0.12	7.66%	6.59%	5.93%	6.17%
	0.09	10.89%	9.87%	9.00%	9.60%
<b>2</b>					
	0.15	10.59%	9.16%	8.60%	7.93%
	0.12	13.06%	11.37%	10.03%	10.55%
	0.09	18.93%	17.05%	15.71%	16.57%
<b>3</b>					
	0.15	6.48%	5.84%	5.27%	5.17%
	0.12	8.20%	6.86%	6.53%	6.74%
	0.09	11.69%	10.45%	9.63%	10.36%
<b>4</b>					
	0.15	8.75%	7.73%	7.13%	6.84%
	0.12	11.11%	9.50%	8.55%	8.93%
	0.09	15.89%	14.14%	12.98%	13.81%

Tabel 5: Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) ved brug af Kingspan Kooltherm® sammenlignet med traditionel isolering.

---

# Konklusioner

---

Beregningerne i dette whitepaper viser tydeligt, at Kingspan Kooltherm® giver en målbar forbedring af dagslysindfaldet sammenlignet med traditionelle isoleringsmaterialer.

I alle de analyserede tilfælde – uanset U-værdi og vindueskonfiguration – viste konstruktioner isoleret med Kingspan Kooltherm® et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner med mineraluldsbaseret isolering.

Dette skyldes primært Kooltherms lave varmeledningsevne, som muliggør slankere vægkonstruktioner og dermed større lysåbninger.

Det fremgår derfor tydeligt, at Kingspan Kooltherm® kan betragtes som det foretrukne isoleringsvalg i situationer, hvor et øget dagslysindfald er et ønsket resultat – både for bygherrer, ejere, investorer og beboere.

---

# Appendiks A – U-værdiberegninger og forudsætninger

---

Dette appendiks viser U-værdiberegninger for en U-værdi på  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  som reference.

Beregningerne er udført i henhold til Bygningsreglementet (BR18). Ifølge reglementet må facader (ydervægge) i nybyggeri have en U-værdi på højst  $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  for at opfylde energikravene. Ved ændret anvendelse af en ydervæg er der krav til ydervæggen på maksimalt  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  skal overholdes. Dette opnås typisk med mindst 200 mm isolering.

Isoleringstykkelsen i beregningerne er rundet til nærmeste millimeter, der giver den ønskede U-værdi (afrundet til to decimaler). Af hensyn til overskuelighed er der ikke anvendt dobbelt- eller tredobbelt lag isolering i eksemplerne – i praksis vil det dog ofte være nødvendigt afhængigt af produktets tilgængelige tykkelser.

---

## Overflademodstand

Den interne overflademodstand ( $R_{si}$ ) er sat til  $0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , som er standardværdien for vandret varmeflow ifølge EN ISO 6946:2017.

Den eksterne overflademodstand ( $R_{se}$ ) er sat til  $0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , i overensstemmelse med samme standard.

---

## Underkonstruktion til ventileret regnskærm på betonunderlag

Den ventilerede regnskærm er monteret på trælægter, som er fastgjort til betonunderlaget med rustfri stålfæstninger (varmeledningsevne =  $17,000 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ).

# Appendiks A – U-værdiberegninger og forudsætninger

## U-værdier for beton-sandwichelementer

Beton-sandwichelement med mineraluld

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Beton	70	1.400
2	Mineraluld	229	0.034
3	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>449</b>	

Tabel 7: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Antallet af sandwichpladeankre i beregningen er 2 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 2 × 7,0 mm, og de er fremstillet af rustfrit stål med en varmeledningsevne på 17,000 W/(m·K).

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

Beton-sandwichelement med Kingspan Kooltherm® K20

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Beton	70	1.400
2	Kingspan Kooltherm® K20	150	0.021
3	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>370</b>	

Tabel 8: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Antallet af sandwichpladeankre i beregningen er 2 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 2 × 7,0 mm, og de er fremstillet af rustfrit stål med en varmeledningsevne på 17,000 W/(m·K).

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

## U-værdier for ventileret regnskærm på betonunderlag

Ventileret regnskærm på betonunderlag med mineraluld

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Fiber-cementplade	16	-
2	Luftspalte	28	-
3	Mineraluld	200	0.033
4	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>394</b>	

Tabel 9: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Den ventilerede regnskærm er monteret på trælægter, der er fastgjort til betonunderlaget med rustfrie skruer (varmeledningsevne = 17,000 W/(m·K)). Antallet af isoleringsbeslag er 4 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 4.0 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

Ventileret regnskærm på betonunderlag med Kingspan Kooltherm® K21 (N)

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Fiber-cementplade	16	-
2	Luftspalte	28	-
3	Kingspan Kooltherm® K21 N	130	0.021
4	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>324</b>	

Tabel 10: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Den ventilerede regnskærm er monteret på trælægter, der er fastgjort til betonunderlaget med rustfrie skruer (varmeledningsevne = 17,000 W/(m·K)). Antallet af isoleringsbeslag er 4 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 4.0 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

# Appendiks A – U-værdiberegninger og forudsætninger

## U-værdier for hulmur

Hulmur med mineraluld

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Murværk (tegl)	108	1.000
2	Luftspalte	28	
3	Mineraluld	194	0.032
4	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>480</b>	

Tabel 11: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Antallet af isoleringsbeslag er 4 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 4.0 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

Hulmur med Kingspan Kooltherm® K8 D

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Murværk (tegl)	108	1.000
2	Luftspalte	28	
3	Kingspan Kooltherm® K8 D	130	0.021
4	Beton	150	1.400
	<b>Samlet</b>	<b>416</b>	

Tabel 12: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Antallet af isoleringsbeslag er 4 stk./m<sup>2</sup> med en diameter på 4.0 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

## U-værdier for trækonstruktioner

Trækonstruktion med mineraluld

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Fiber-cementplade	16	-
2	Luftspalte	28	-
3	Mineraluld mellem træreglar (10 % træ)	212	0.034
4	Mineraluld mellem træreglar (7,5% træ)	45	0.037
5	OSB-plade	9	-
6	Gipsplade	13	-
	<b>Samlet</b>	<b>323</b>	

Tabel 13: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Det primære isoleringslag og installationslaget er begge beregnet med 45 mm træreglar (varmeledningsevne = 0,13 W/(m·K). I det primære lag er træreglarne placeret med en afstand på 600 mm, og i installationslaget med en afstand på 450 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

Trækonstruktion med Kingspan Kooltherm® K12 D

Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Fiber-cementplade	16	-
2	Luftspalte	28	-
3	Kingspan Kooltherm® K12 D mellem træreglar (10% træ)	150	0.021
4	Mineraluld mellem træreglar (7,5% træ)	45	0.037
5	OSB-plade	9	-
6	Gipsplade	13	-
	<b>Samlet</b>	<b>261</b>	

Tabel 14: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

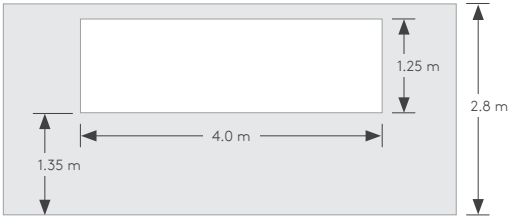
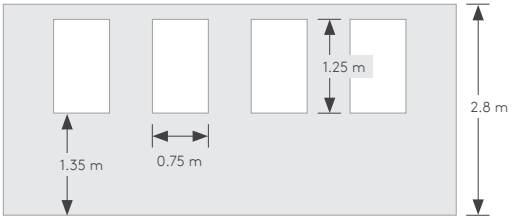
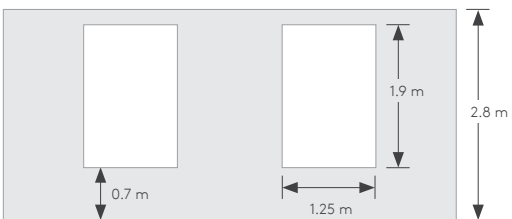
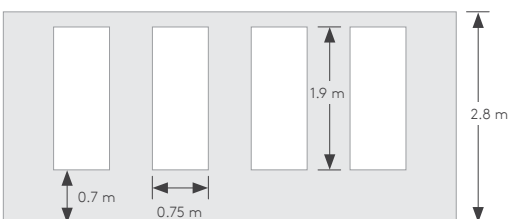
Det primære isoleringslag og installationslaget er begge beregnet med 45 mm træreglar (varmeledningsevne = 0,13 W/(m·K). I det primære lag er træreglarne placeret med en afstand på 600 mm, og i installationslaget med en afstand på 450 mm.

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

## Beton-sandwichelementer

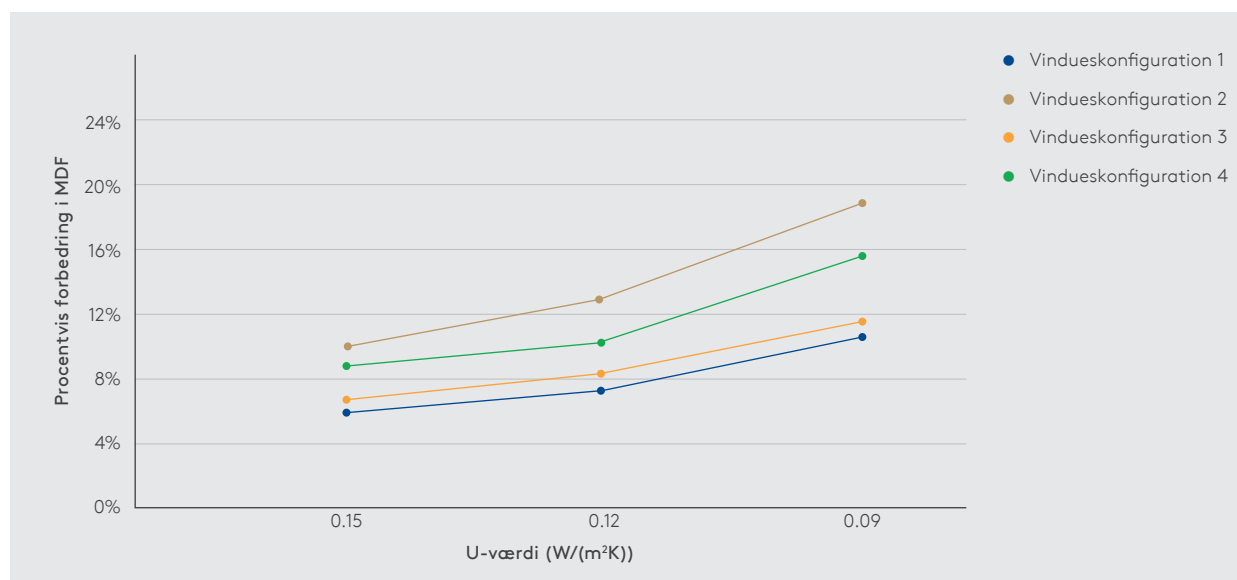
Tabel 15 nedenfor viser resultaterne af dagslysberegningerne for beton-sandwichelementer.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m <sup>2</sup> K))	MDF for væg isoleret med mineraluld (%)	MDF for væg isoleret med Kingspan Kooltherm K20 (%)	Procentvis stigning i MDF for beton-sandwichelementer med Kingspan Kooltherm® K20 vs. mineraluldsisolering
<b>1</b>				
	0.15	6.83%	7.25%	<b>6.15%</b>
	0.12	6.53%	7.03%	<b>7.66%</b>
	0.09	6.06%	6.72%	<b>10.89%</b>
<b>2</b>				
	0.15	3.87%	4.28%	<b>10.59%</b>
	0.12	3.60%	4.07%	<b>13.06%</b>
	0.09	3.17%	3.77%	<b>18.93%</b>
<b>3</b>				
	0.15	5.25%	5.59%	<b>6.48%</b>
	0.12	5.00%	5.41%	<b>8.20%</b>
	0.09	4.62%	5.16%	<b>11.69%</b>
<b>4</b>				
	0.15	5.37%	5.84%	<b>8.75%</b>
	0.12	5.04%	5.60%	<b>11.11%</b>
	0.09	4.53%	5.25%	<b>15.89%</b>

Tabel 15: Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for forskellige isoleringstyper, U-værdier og vindueskonfigurationer for beton-sandwichelementer

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

Figur 6 viser den procentvise stigning i dagslysindfald for beton-sandwichelementer isoleret med Kingspan Kooltherm® K20 sammenlignet med konstruktioner isoleret med mineraluld.



Figur 6: Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for beton-sandwichelementer med Kingspan Kooltherm® K20 vs. mineraluldsisolering.

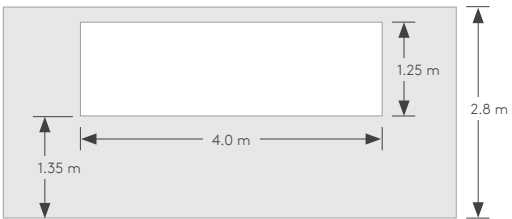
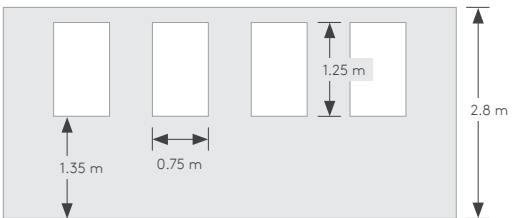
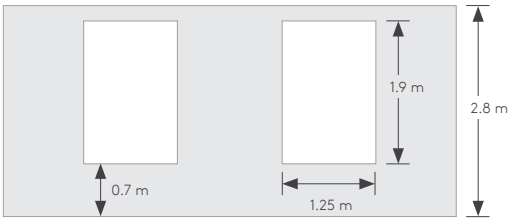
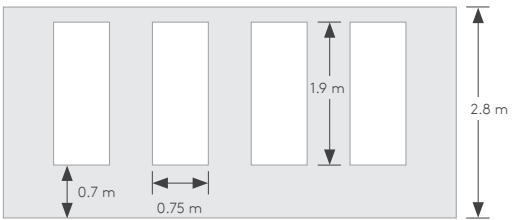
## Hovedresultater

- For alle analyserede U-værdier og vindueskonfigurationer gav konstruktioner med Kingspan Kooltherm® K20 et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld. Forbedringen lå i intervallet 6,15 % til 18,93 %.
- Det største dagslysindfald blev opnået ved vindueskonfiguration 1, som bestod af ét stort, vandret vindue med målene 4,0 × 1,25 m, placeret over arbejdsplanet.
- Den højeste samlede dagslysfaktor var 7,25 %, målt ved vindueskonfiguration 1 i konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K20 og U-værdi 0,15 W/(m²·K) – altså den tyndeste vægkonstruktion i beregningen.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

## Ventileret regnskærm på betonunderlag

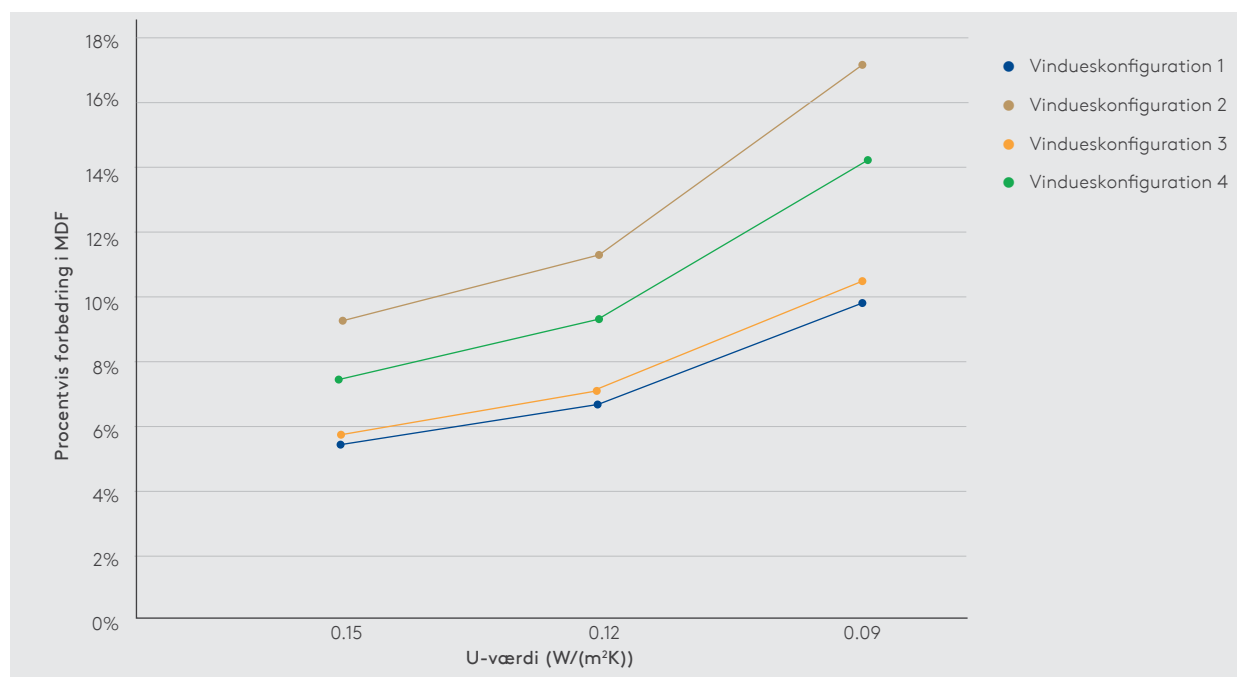
Tabel 16 nedenfor viser resultaterne af dagslysberegningerne for ventilerede regnskærme monteret på betonunderlag.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m <sup>2</sup> K))	MDF for væg isoleret med mineraluld (%)	MDF for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K21 (N) (%)	Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K21 (N) vs mineraluldsisolering
<b>1</b>				
	0.15	7.12%	7.50%	<b>5.34%</b>
	0.12	6.83%	7.28%	<b>6.59%</b>
	0.09	6.38%	7.01%	<b>9.87%</b>
<b>2</b>				
	0.15	4.15%	4.53%	<b>9.16%</b>
	0.12	3.87%	4.31%	<b>11.37%</b>
	0.09	3.46%	4.05%	<b>17.05%</b>
<b>3</b>				
	0.15	5.48%	5.80%	<b>5.84%</b>
	0.12	5.25%	5.61%	<b>6.86%</b>
	0.09	4.88%	5.39%	<b>10.45%</b>
<b>4</b>				
	0.15	5.69%	6.13%	<b>7.73%</b>
	0.12	5.37%	5.88%	<b>9.50%</b>
	0.09	4.88%	5.57%	<b>14.14%</b>

Tabel 16: Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for forskellige isoleringstyper, U-værdier og vindueskonfigurationer for ventileret regnskærm på betonunderlag.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

Figur 7 illustrerer den procentvise forbedring i dagslysfald for ventilerede regnskærme på betonunderlag isoleret med Kingspan Kooltherm® K21 (N) sammenlignet med konstruktioner isoleret med mineraluld.



Figur 7: Procentvis forbedring i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for ventileret regnskærm på betonunderlag – Kingspan Kooltherm® K21 (N) vs. mineraluldsisolering.

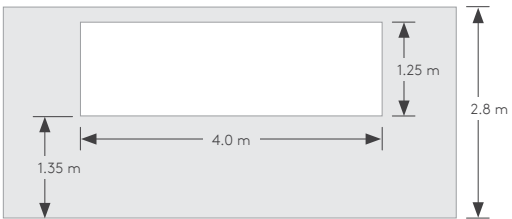
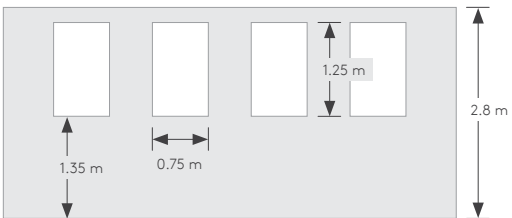
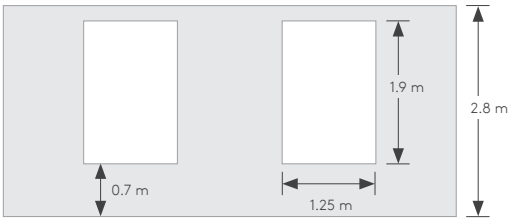
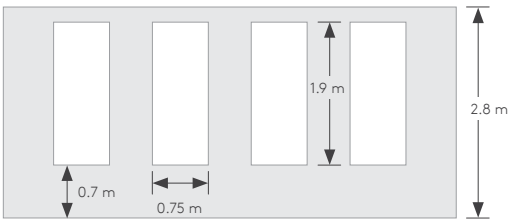
## Hovedresultater

- For alle kombinationer af U-værdi og vindueskonfiguration viste konstruktioner med Kingspan Kooltherm® K21 (N) et øget dagslysfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld. Forbedringen lå i intervallet 5,34 % til 17,05 %.
- Det største dagslysfald blev registreret ved vindueskonfiguration 1, som bestod af ét stort, vandret vindue med målene 4,0 × 1,25 m, placeret over arbejdsplanet.
- Den højeste samlede dagslysfaktor blev opnået ved vindueskonfiguration 1 for konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K21 (N) og en U-værdi på 0,15 W/(m²·K) – den tyndeste vægkonstruktion i modellen.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

## Hulmure

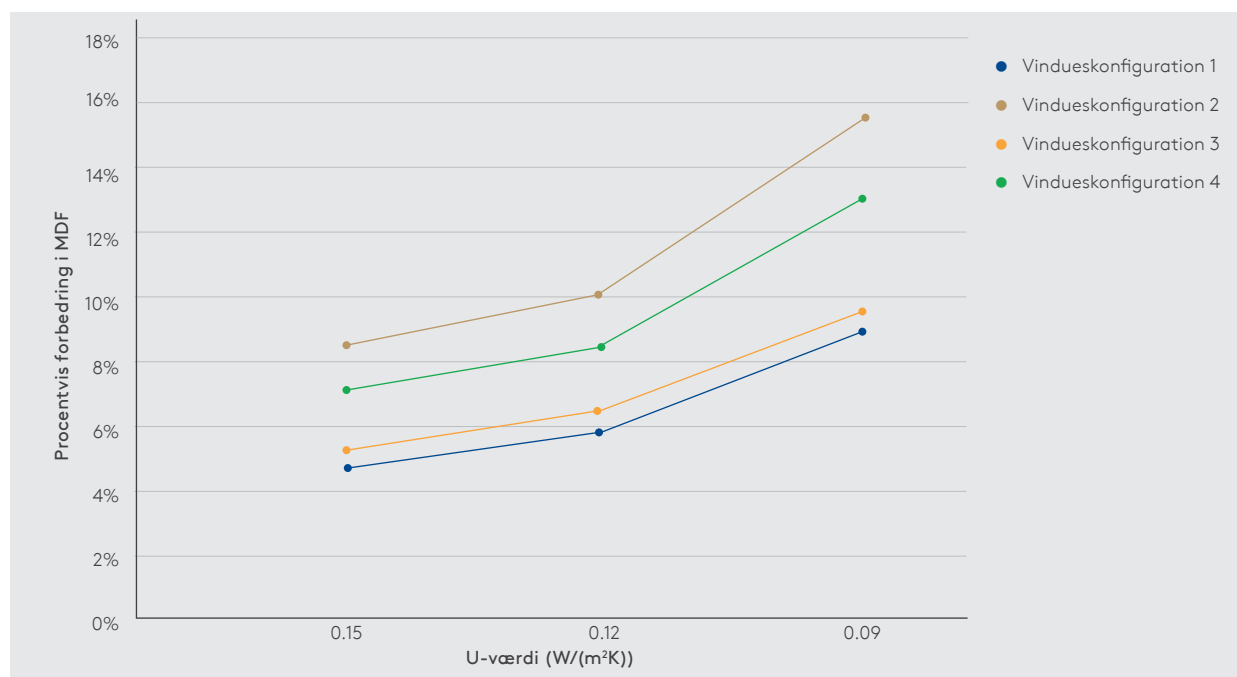
Tabel 17 nedenfor viser resultaterne af dagslysberegningerne for hulmure isoleret med Kingspan Kooltherm® K8 D og mineraluld.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m <sup>2</sup> K))	MDF for væg isoleret med mineraluld (%)	MDF for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K8 D (%)	Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K8 D vs. mineraluldisolering
<b>1</b>				
	0.15	6.67%	7.00%	<b>4.95%</b>
	0.12	6.41%	6.79%	<b>5.93%</b>
	0.09	6.00%	6.54%	<b>9.00%</b>
<b>2</b>				
	0.15	3.72%	4.04%	<b>8.60%</b>
	0.12	3.49%	3.84%	<b>10.03%</b>
	0.09	3.12%	3.61%	<b>15.71%</b>
<b>3</b>				
	0.15	5.12%	5.39%	<b>5.27%</b>
	0.12	4.90%	5.22%	<b>6.53%</b>
	0.09	4.57%	5.01%	<b>9.63%</b>
<b>4</b>				
	0.15	5.19%	5.56%	<b>7.13%</b>
	0.12	4.91%	5.33%	<b>8.55%</b>
	0.09	4.47%	5.05%	<b>12.98%</b>

Tabel 17: Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for forskellige isoleringstyper, U-værdier og vindueskonfigurationer for hulmure.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

Figur 8 illustrerer den procentvise forbedring i dagslysindfald for hulumre isoleret med Kingspan Kooltherm® K8 D sammenlignet med hulumre isoleret med mineraluld.



Figur 8: Procentvis forbedring i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for hulumre – Kingspan Kooltherm® K8 D vs. Mineraluldisolering

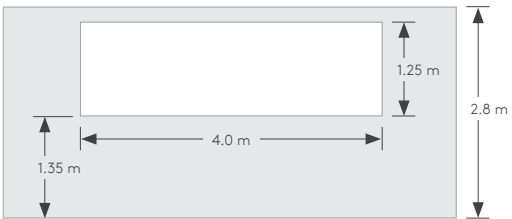
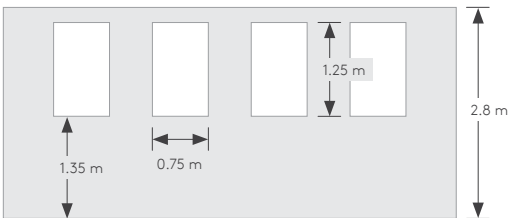
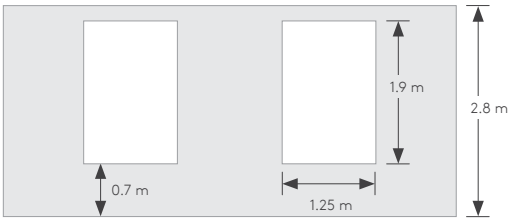
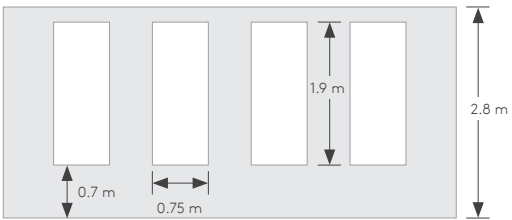
## Hovedresultater

- For alle kombinationer af U-værdi og vindueskonfiguration viste konstruktioner med Kingspan Kooltherm® K8 D et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld. Forbedringen lå i intervallet 4,95 % til 15,71 %.
- Det største dagslysindfald blev opnået ved vindueskonfiguration 1, som bestod af ét stort, vandret vindue med målene 4,0 × 1,25 m, placeret over arbejdsplanet.
- Den højeste samlede dagslysfaktor blev målt ved vindueskonfiguration 1 for konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K8 D og en U-værdi på 0,15 W/(m²·K) – den tyndeste vægkonstruktion i beregningen.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

## Trækonstruktioner

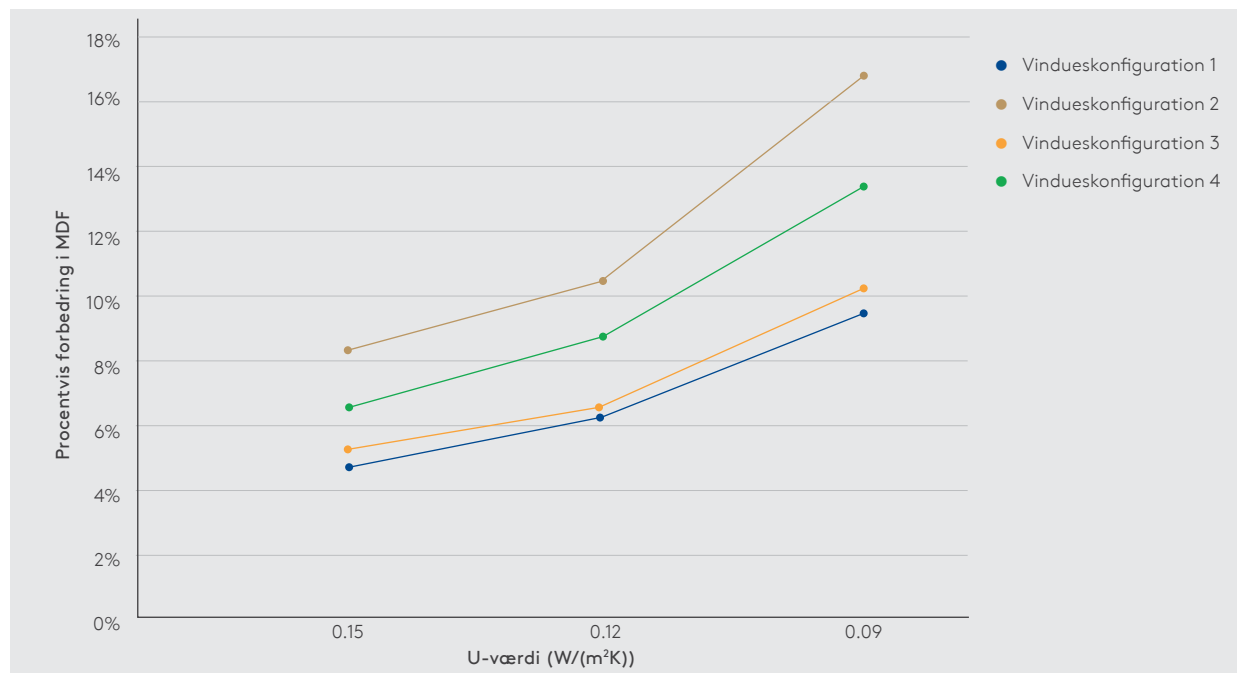
Tabel 18 nedenfor viser resultaterne af dagslysberegningerne for trækonstruktioner isoleret med Kingspan Kooltherm® K12 D sammenlignet med mineraluldsisolering.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m <sup>2</sup> K))	MDF for væg isoleret med mineraluld (%)	MDF for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K12 D (%)	Procentvis stigning i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for væg isoleret med Kingspan Kooltherm® K12 D vs. mineraluldsisolering
<b>1</b>				
	0.15	7.51%	7.87%	<b>4.79%</b>
	0.12	7.13%	7.57%	<b>6.17%</b>
	0.09	6.56%	7.19%	<b>9.60%</b>
<b>2</b>				
	0.15	4.54%	4.90%	<b>7.93%</b>
	0.12	4.17%	4.61%	<b>10.55%</b>
	0.09	3.62%	4.22%	<b>16.57%</b>
<b>3</b>				
	0.15	5.80%	6.10%	<b>5.17%</b>
	0.12	5.49%	5.86%	<b>6.74%</b>
	0.09	5.02%	5.54%	<b>10.36%</b>
<b>4</b>				
	0.15	6.14%	6.56%	<b>6.84%</b>
	0.12	5.71%	6.22%	<b>8.93%</b>
	0.09	5.07%	5.77%	<b>13.81%</b>

Tabel 18: Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for forskellige isoleringstyper, U-værdier og vindueskonfigurationer for trækonstruktioner.

# Appendiks B – Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) og sammenligninger

Figur 9 viser den procentvise forbedring i dagslysindfald for trækonstruktioner isoleret med Kingspan Kooltherm® K12 D sammenlignet med konstruktioner isoleret med mineraluld.



Figur 9: Procentvis forbedring i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for trækonstruktioner – Kingspan Kooltherm® K12 D vs. mineraluldsisolering

## Hovedresultater

- For alle kombinationer af U-værdi og vindueskonfiguration viste konstruktioner med Kingspan Kooltherm® K12 D et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld. Forbedringen lå i intervallet 4,79 % til 16,57 %.
- Det største dagslysindfald blev registreret ved vindueskonfiguration 1, som bestod af ét stort, vandret vindue med målene 4,0 × 1,25 m, placeret over arbejdsplanet.
- Den højeste samlede dagslysfaktor blev opnået ved vindueskonfiguration 1 i konstruktionen med Kingspan Kooltherm® K12 D og en U-værdi på 0,15 W/(m²·K) – den tyndeste vægkonstruktion i beregningen.

---

# Appendiks C - Referencer

---

Ticleanu C. Impacts of home lighting on human health.  
Lighting Research & Technology. 2021; 53 (5):453-475.

NPR 4057:2022. NEN. Daylight in buildings – guidance for  
NEN-EN 17037. NEN, 2022.

BR 209:2022. Site layout planning for daylight and sunlight.  
BRE, 2022.

Bygningsreglementet 2018 (BR18).

EN ISO 6946:2017 Building components and building elements  
- Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation  
methods.

---

# Kontakt

---

## Kingspan Insulation ApS

Kingspan Insulation ApS  
Langebjergvænget 18C  
4000 Roskilde, Danmark

T: +45 44 95 55 59  
E: [info@kingspaninsulation.dk](mailto:info@kingspaninsulation.dk)  
[www.kingspaninsulation.dk](http://www.kingspaninsulation.dk)

---

## Services

**Techline** (teknisk service)

T: +45 44 95 55 59  
E: [techline.dk@kingspan.com](mailto:techline.dk@kingspan.com)

De fysiske og kemiske egenskaber af produkterne fra Kingspan Insulation BV repræsenterer gennemsnitsværdier, der er blevet opnået under generelle accepterede testmetoder, og er underlagt normale produkttolerancer. Kingspan Insulation BV forbeholder sig ret til at ændre produktspecifikationer uden forudgående varsel. De oplysninger, tekniske detaljer, fastgørelses instruktioner mv. der er inkluderet i denne litteratur udleveres i god tro og er i overensstemmelse med formålet af Kingspan Insulation BV Billederne i dette dokument er kun beregnet til at give et helhedsindtryk af udseende af produktet og viser én ud af mange mulige applikationer/konstruktioner. Kingspan Insulation BV garanterer ikke, at de viste konstruktioner er i overensstemmelse med gyldige (lokale) bestemmelser/lovgivning. Anbefalingerne for brug skal kontrolleres med egnetheden og overholdelse af de faktiske behov, specifikationer og gældende love og forskrifter. For andre anvendelser, tilbyder Kingspan Insulation BV en teknisk rådgivningsservice som bør søges før anvendelse af Kingspan Insulation produkter, der ikke specifikt er beskrevet heri. Venligst kontroller at din udgave af litteraturen er den aktuelle ved at kontakte Kingspan Insulations markedsafdeling.

© Kingspan, Kooltherm og The Lion Device er registrerede varemærker af Kingspan Group plc i Danmark og andre lande. Alle rettigheder forbeholdt.



Udgave 1 | 11/2025

Scan QR-koden eller [klik her](#) for den mest opdaterede version af dette dokument.

