

Isolering



AlphaCore[®] – Hvordan ydervæggens tykkelse påvirker dagslysindfald

Et whitepaper




Kingspan[®]

Indholdsfortegnelse

Resumé	3
Introduktion	4
Dagslys og sundhed	4
Trivsel i boligen	4
Analyse	5
Peutz' universelle beregningsmodel	5
Ydervægskonstruktioner	6
Resultater	7
Konklusioner	9
Appendikser	10
Appendiks A – U-værdiberegninger og forudsætninger	10
Appendiks B – Referencer	12

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.

I dette whitepaper sammenlignes ydervægskonstruktioner bestående af armerede betonvægge med ventilerede regnskærme, hver isoleret med to forskellige isoleringsmaterialer, baseret på data fra Peutz' beregninger.

De anvendte isoleringsmaterialer er Kingspan AlphaCore® Pad (en mikroporøs silica-baseret isolering) og et generisk mineraluldsprodukt.

Der blev beregnet tre forskellige U-værdier for hver konstruktion: 0,15, 0,12 og 0,09 W/(m²·K).

For en given U-værdi er konstruktioner med Kingspan AlphaCore® Pad tyndere end de tilsvarende konstruktioner med mineraluld på grund af AlphaCore® Pads lavere varmeledningsevne.

Den vigtigste konklusion er, at uanset hvilken U-værdi og vindueskonfiguration der blev anvendt, gav konstruktioner med Kingspan AlphaCore® Pad et øget dagslysfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld.

Beregningerne i dette whitepaper viser tydeligt, at Kingspan AlphaCore® Pad kan betragtes som det foretrukne isoleringsvalg i bygninger, hvor materialerne i den ventilerede regnskærm skal opfylde Euroclass A1 eller A2-s1,d0, og hvor 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. Eksponering for rigeligt dagslys i dagtimerne og mørke om natten er afgørende for at opretholde en sund døgnrytme og et stabilt søvn-vågenmønster (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 nedtrykhed, lav energi, træthed, øget appetit og vægtstigning – kan reduceres gennem øget eksponering 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

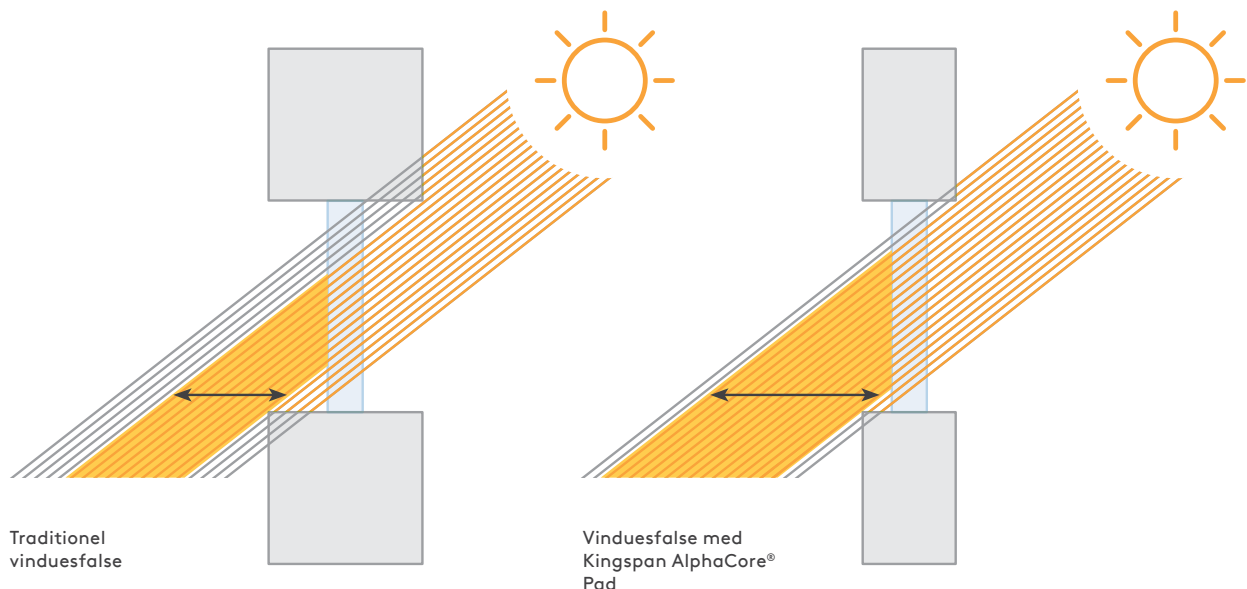
God adgang til dagslys er noget, de fleste mennesker forventer i deres hjem. Et større dagslysindfald giver bedre lysforhold til både arbejde og fritid og bidrager samtidig til en mere behagelig og energieffektiv bolig.

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. Denne 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 2 (side 7). I alle tilfælde blev der anvendt det samme rum: 5 m bredt, 3,5 m dybt og 2,8 m højt.

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 forhindringer.

Beregningerne blev udført ved hjælp af den avancerede Radiance-software til lyssimulering. Der blev anvendt en CIE-standard overskyet himmel, og der blev oprettet et arbejdsplan i modellen 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 placeret på arbejdsplanet, hvilket resulterede i 1.120 målepunkter i krydsningerne. For hvert punkt blev dagslysfaktoren beregnet, og middelværdien af disse punkter blev anvendt som den gennemsnitlige dagslysfaktor (MDF).

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

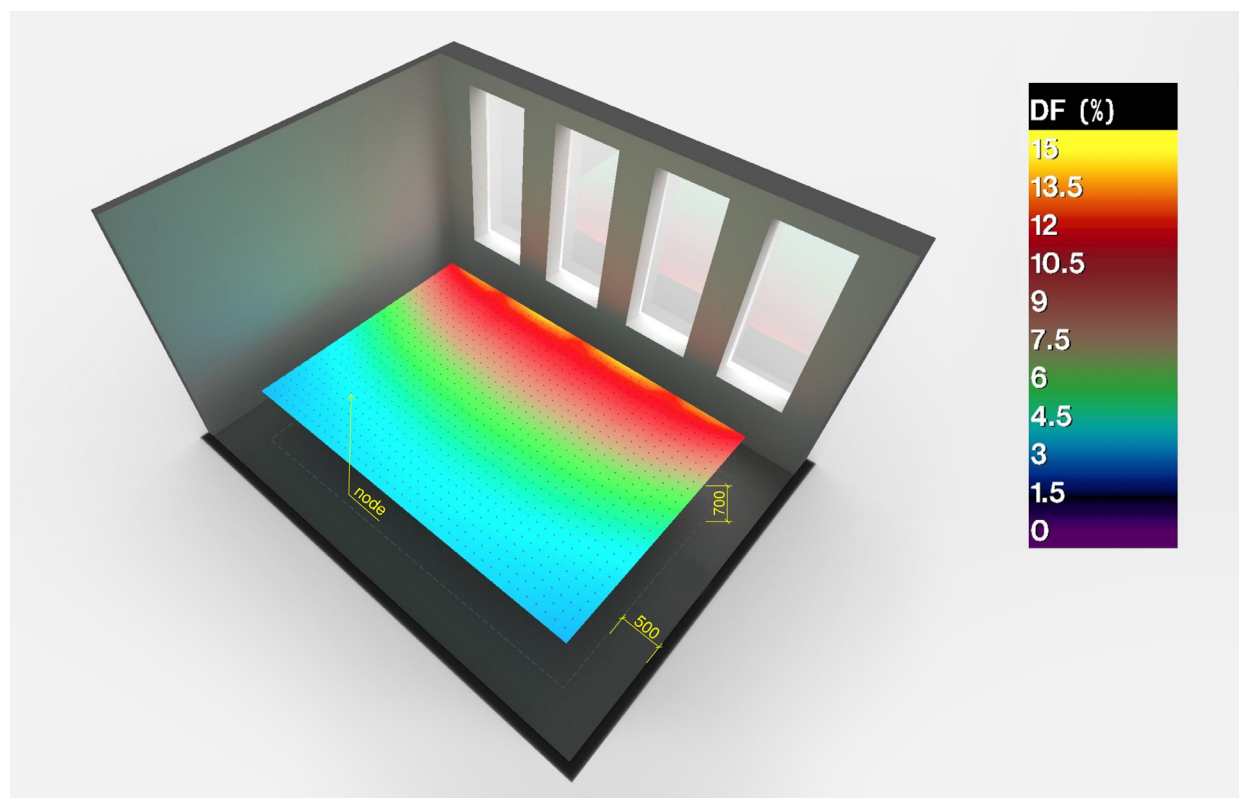
Resultaterne fra Peutz' beregninger blev samlet i en universel datatabel, som viser sammenhængen mellem ydervægstykkelse og den tilsvarende gennemsnitlige dagslysfaktor (MDF) for hver vindueskonfiguration.

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



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

Analyse

Ydervægskonstruktioner

I bygninger over en vis højde, der indeholder boligarealer, stilles der krav om, at de materialer, der anvendes i ydervægge, skal opfylde Euroclass A1 eller A2-s1,d0. Dette whitepaper tager udgangspunkt i en ydervægskonstruktion bestående af armeret beton med ventileret regnskærm – en typisk opbygning, som anvendes i højere bygninger, hvor brandkravene nødvendiggør brug af materialer i disse brandklasser.

I sådanne konstruktioner anvendes mineraluld normalt som isoleringsmateriale. Udfordringen ved mineraluld er dog, at det ligger i den nedre ende af skalaen for termisk ydeevne blandt almindeligt anvendte isoleringsmaterialer. Dette medfører tykkere ydervægge og dermed et lavere dagslysfald end det, der kan opnås med isoleringsmaterialer med bedre varmeisolerings – men som typisk ikke opfylder de krævede brandklasser.

Et relativt nyt isoleringsprodukt, Kingspan AlphaCore® Pad, er et mikroporøst silica-baseret isoleringsmateriale, som kombinerer forbedret termisk ydeevne med Euroclass A1-brandklassificering. Dermed giver det både slankere vægkonstruktioner og høj brandsikkerhed.

For den beskrevne vægopbygning er den samlede vægtykkelse beregnet for to forskellige isoleringsmaterialer:

- Kingspan AlphaCore® Pad med en varmeledningsevne på 0,020 W/(m·K)
- Mineraluld med en varmeledningsevne på 0,033 W/(m·K)

Der blev udført beregninger for tre forskellige U-værdier: 0,15, 0,12 og 0,09 W/(m²·K). En U-værdi på 0,15 W/(m²·K) er standardkravet for ydervægge (ved ændret anvendelse) ifølge Bygningsreglementet (BR18). Mange bygherrer tilstræber dog lavere U-værdier for at forbedre bygningens energieffektivitet, og derfor er 0,12 og 0,09 W/(m²·K) også inkluderet.

Værdien 0,09 W/(m²·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.

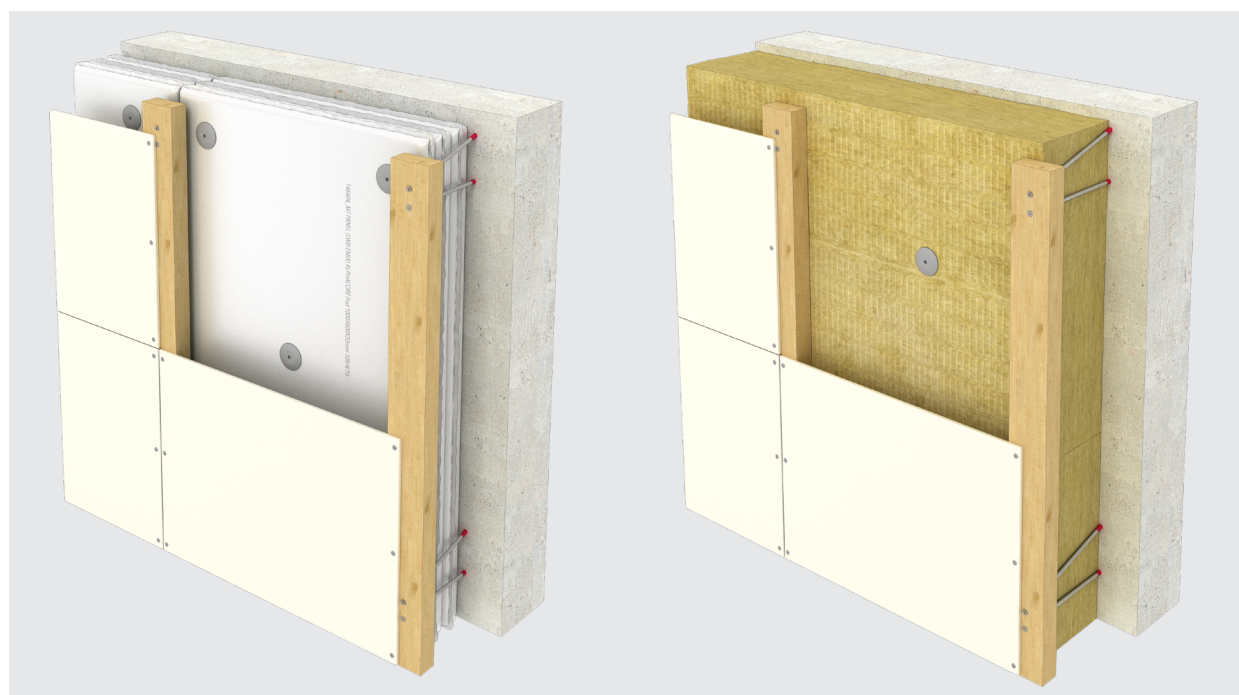
Til reference findes de detaljerede beregninger for U-værdien 0,15 W/(m²·K) i Appendiks A. Konstruktionerne er illustreret i figur 2.

Tabel 1 nedenfor viser vægtykkelserne for de forskellige kombinationer af U-værdi og isoleringsmateriale.

For en given U-værdi er konstruktionen med Kingspan AlphaCore® Pad markant tyndere end den tilsvarende konstruktion med mineraluld på grund af AlphaCore® Pads lavere varmeledningsevne.

U-værdi (W/(m ² ·K))	Samlet vægtykkelse med mineraluld (mm)	Samlet vægtykkelse med Kingspan AlphaCore® Pad (mm)
0.15	394	314
0.12	449	354
0.09	539	404

Tabel 1: Samlet vægtykkelse ved forskellige U-værdier

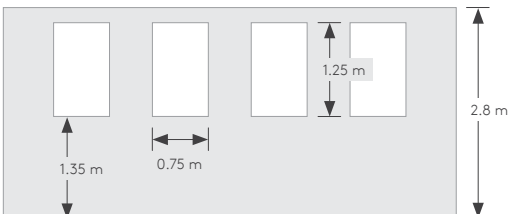
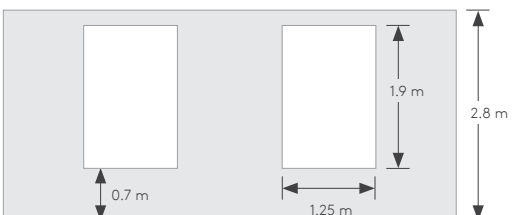
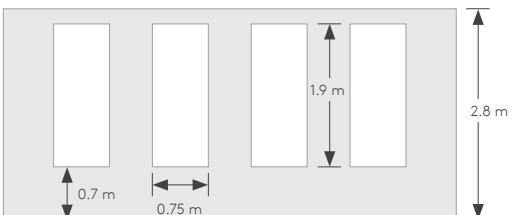


Figur 2: Ventilerede regnskærmskonstruktioner med Kingspan AlphaCore® Pad (venstre) og mineraluldsisolering (højre).

Resultater

På baggrund af de beregnede vægtykkelser og de gennemsnitlige dagslysfaktorer (MDF) fra Peutz' beregningsmodel er MDF-værdierne sammenlignet for den ovennævnte vægkonstruktion isoleret med henholdsvis Kingspan AlphaCore® Pad og mineraluld.

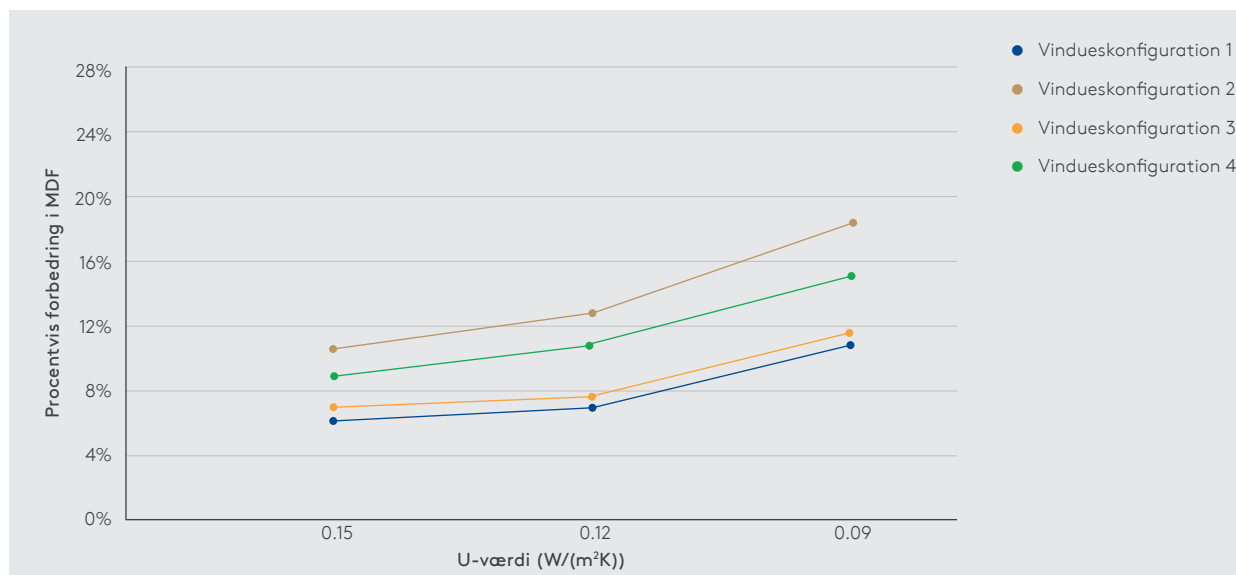
De gennemsnitlige dagslysfaktorer (MDF) og den procentvise forbedring i MDF for de forskellige U-værdier og vindueskonfigurationer fremgår af tabel 2 nedenfor.

Vindueskonfiguration	U-værdi (W/(m ² ·K))	MDF for væg isoleret med mineraluld (%)	MDF for væg isoleret med Kingspan AlphaCore® Pad (%)	Procentvis stigning i MDF for væg isoleret med Kingspan AlphaCore® Pad vs mineraluldsisolering (%)
1				
	0.15	7.12%	7.56%	6.18%
	0.12	6.83%	7.33%	7.32%
	0.09	6.38%	7.06%	10.66%
2				
	0.15	4.15%	4.59%	10.60%
	0.12	3.87%	4.36%	12.66%
	0.09	3.46%	4.10%	18.50%
3				
	0.15	5.48%	5.84%	6.57%
	0.12	5.25%	5.66%	7.81%
	0.09	4.88%	5.44%	11.48%
4				
	0.15	5.69%	6.20%	8.96%
	0.12	5.37%	5.94%	10.61%
	0.09	4.88%	5.63%	15.37%

Tabel 2: Gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) for forskellige isoleringstyper, U-værdier og vindueskonfigurationer.

Resultater

Figur 3 viser den procentvise forbedring i dagslysindfald for vægge isoleret med Kingspan AlphaCore® Pad sammenlignet med vægge isoleret med mineraluld.



Figur 3: Procentvis forbedring i gennemsnitlig dagslysfaktor (MDF) – Kingspan AlphaCore® Pad vs. mineraluldsisolering

Hovedresultater

- For alle kombinationer af U-værdi og vindueskonfiguration gav konstruktioner med Kingspan AlphaCore® Pad et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld. Forbedringen lå i intervallet 6,18 % til 18,50 %.
- 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 7,56 % og blev opnået ved vindueskonfiguration 1 for konstruktionen med Kingspan AlphaCore® Pad og en U-værdi på 0,15 W/(m²·K) – den tyndeste vægkonstruktion i beregningen.

Konklusioner

Beregningerne i dette whitepaper viser tydeligt, at Kingspan AlphaCore® Pad kan betragtes som det foretrukne isoleringsvalg i bygninger, hvor de materialer, der anvendes i ydervægge med ventileret regnskærm, skal opfylde Euroclass A1 eller A2-s1,d0.

Derudover dokumenterer beregningerne, at konstruktioner med Kingspan AlphaCore® Pad giver et øget dagslysindfald sammenlignet med tilsvarende konstruktioner isoleret med mineraluld.

Dette gør Kingspan AlphaCore® Pad særligt velegnet til projekter, hvor både brandsikkerhed og dagslys kvalitet er centrale krav for bygherrer, ejere, investorer og beboere.

Appendiks A - U-værdiberegninger og forudsætninger

Dette appendiks viser U-værdiberegningerne for en U-værdi på $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ som reference. Beregningerne er udført i overensstemmelse med EN ISO 6946:2017.

Isoleringstykkelsen er beregnet til nærmeste millimeter, der giver den foreskrevne U-værdi, og værdien er afrundet til to decimaler.

Af hensyn til overskuelighed er der ikke anvendt dobbelt- eller tredobbelt lag isolering – i praksis kan dette dog 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 for ventileret regnskærm

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

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
	Samlet	394	

Tabel 3: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Den ventilerede regnskærm er monteret på trælægter, der er fastgjort til betonunderlaget med rustfri stålbeslag (varmeledningsevne = 17,000 W/(m·K)).

Der er anvendt 4 isoleringsbeslag pr. m².

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m²·K)

Ventileret regnskærm på betonunderlag med Kingspan AlphaCore® Pad			
Lag	Materiale	Tykkelse (mm)	Varmeledningsevne (W/(m·K))
1	Fiber-cementplade	16	-
2	Luftspalte	28	-
3	Kingspan AlphaCore® Pad	120	0.020
4	Beton	150	1.400
	Samlet	314	

Tabel 4: Varmeegenskaber og lagtykkelser for konstruktionens hovedlag.

Den ventilerede regnskærm er monteret på trælægter, der er fastgjort til betonunderlaget med rustfri stålbeslag (varmeledningsevne = 17,000 W/(m·K)).

Der er anvendt 4 isoleringsbeslag pr. m².

Varmegennemgangskoefficient (U-værdi): 0,15 W/(m²·K)

Appendiks B - 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.

Contact Details

Kingspan Insulation ApS

Kingspan Insulation ApS
Langebjergvænget 18C
4000 Roskilde, Danmark

T: +45 44 95 55 59
E: info@kingspaninsulation.dk
www.kingspaninsulation.dk

Services

Techline (teknisk service)

T: +45 44 95 55 59
E: 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.

