

Insulation



# Fuktbeteende i betongsandwichelement

Torkprocessen för olika isoleringsmaterial och effekten på sunda byggnader



---

# Innehållsförteckning

---

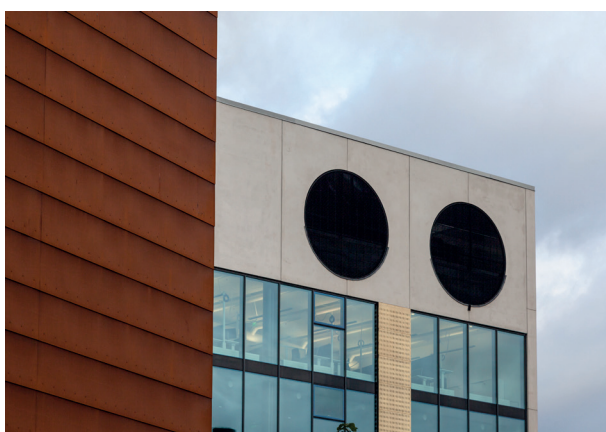
Sammanfattning	3
Introduktion	4
Bakgrund fukttransport	5
Forskning om fukt beteende	6
Diffusionsmotståndets effekt på torkperioden	7
Huvudsakliga slutsatser	8
Källor	9

# Sammanfattning

Denna tekniska rapport bygger på resultaten från en studie för att simulera effekterna hos värmeisolerande material på fukt beteendet hos betongsandwichelement i det kalla nordiska klimatet. I studien betraktades fyra olika typer av värmeisolerande material, från diffusionsöppna till diffusionströga material (mineralull, Kingspan Kooltherm® K3/K20, EPS och PIR).

De viktigaste slutsatserna är att:

- vid användning av Kooltherm® K3/K20 är torktiden för det inre betongskalet så gott som jämförbar med torktiden för sandwichelement som är isolerade med mineralull (tiden som krävs för att nå målfuktigheten är endast 17% längre);
- vid användning av EPS eller PIR kommer det att ta två till tre gånger längre tid än när Kooltherm® K3/K20 används för att uppnå samma målfuktighetsvärde (målfuktighetsvärdet är den nivå då isoleringen och strukturen är i sådant skick att risken för skador till följd av fukt och/eller risken för mögeltillväxt har minimerats);
- vid användning av Kooltherm® K3/K20 uppstår ingen kondens inom sandwichelementet medan vid användning av mineralull förekommer kondens inom elementet under det första året av torkning;
- bristen på kondens och det snabbtorkande beteendet hos sandwichelement som isolerats med Kooltherm® K3/K20 upphäver riskerna för mögeltillväxt och bidrar därmed till en hälsosam inomhusmiljö för människorna i byggnaden.



# Introduktion

Vi tillbringar mycket tid inomhus. Kvaliteten på inomhusluften i byggnader är mycket viktig för vår hälsa. En av de primära faktorerna som påverkar kvaliteten på inomhusluften är fukt. Fukt påverkar mögel- och svampbildning. Ansamlingar av fukt, särskilt kondens, i strukturen kan orsaka en mängd olika problem. En förhöjd fuktnivå kommer att reducera värmeprestandan hos de flesta, om inte alla, byggmaterial.

Om det inte förekommer fukt under konstruktionen av en ny byggnad, om fuktbelastningen är minimal eller om exponeringstiden är kort kan problem undvikas.

Fasader består av olika material med olika beteenden. Materialegenskaper och särskilt egenskaperna hos värmeisolering som används inom detta område påverkar fukttransporten och torktiden.

Betongsandwichelement är vanliga vid fasadkonstruktion i nordiska länder som Sverige, Finland, Norge, Danmark och i Baltikum. För att verifiera effekten av olika isoleringsmaterial på fuktnnehållet i betongsandwichelement anlätade Kingspan Insulation Oy Teknologiska forskningscentralen VTT Ab i Finland för att utföra en numerisk studie. VTT utförde jämförelseberäkningar mellan betongsandwichelement som isolerats med olika isoleringsmaterial. Resultaten från denna studie sammanfattas i denna tekniska rapport.

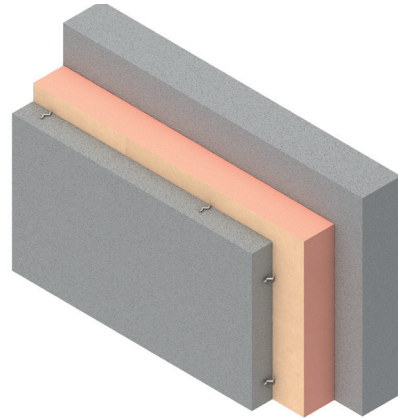


Bild 1. Exempel av en sandwich konstruktion med Kooltherm® K3/K20.



# Bakgrund fukttransport

Fukttransport genom diffusion är rörelserna hos molekyler i gasfasen i syfte att utjämna koncentrationen (eller rättare sagt partialtrycket). Det innebär att diffusion förflyttar molekyler från områden med högre koncentration till områden med lägre koncentration. I det nordiska klimatet är diffusionsriktningen för vattenånga så gott som uteslutande från byggnadens insida till utsidan. Fuktflöde kan emellertid ske i båda riktningarna under korta perioder sommartid samt under byggnadens konstruktionsperiod. Diffusionshastigheten beror på ångdiffusionsmotståndet hos de olika materiallagren i konstruktionen. Ångdiffusionsmotståndet indikerar till vilken nivå materiallagret i fråga står emot överföring av vattenånga. Det så kallade  $\mu$ -värdet för ett material används vanligen för att representera dess ångdiffusionsmotstånd:

$$\mu = \frac{\delta a}{\delta v} \quad \begin{array}{l} \delta a = \text{water vapour permeability of stagnant air [m}^2/\text{s]} \\ \delta v = \text{water vapour permeability of the material [m}^2/\text{s]} \end{array}$$

Med andra ord indikerar  $\mu$ -värdet således hur många gånger större materialets ångdiffusionsmotstånd är jämfört med ångdiffusionsmotståndet hos ett luftlager med samma tjocklek. Om  $\mu = 1$  är materialet lika genomträngligt för vattenånga som stillastående luft. Ett materials  $\mu$ -värde beror även på den gällande relativa luftfuktigheten och temperaturen.

Det totala ångdiffusionsmotståndet (och genomträngligheten) hos ett material beräknas utifrån en relativt komplicerad kombination av diverse fuktöverföringsmekanismer, huvudsakligen ångdiffusion och kapillärsugning, samt förändringar i den relativa luftfuktigheten.

För porösa material har kapillärsugningen stor betydelse för materialets fukt beteende över 90% relativ luftfuktighet.

Kooltherm® fenolisolering har en stängd cellstruktur. Det angivna stängda cellinnehållet (~ 97% uppmätt enligt relevant produktstandard) är högre än hos andra alternativa isoleringsmaterial.

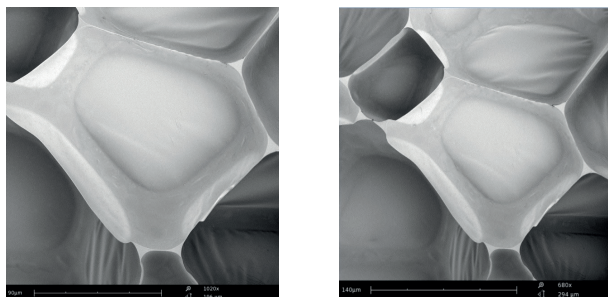


Bild 2. Bilder från svepelektronmikroskop (SEM) på produkten nedan visar att cellväggarna saknar visuella defekter eller deformationer.

Det höga stängda cellinnehållet betyder att Kooltherm® är nästan helt icke-poröst och att fukttransporten huvudsakligen utgörs av diffusion eftersom produkten innehåller obetydliga mängder kapillärvägar.

Ångdiffusionsmotståndet hos Kooltherm® fenolisolering förändras beroende på den omgivande fuktigheten (vilket går att se i tabell 1): i förhållanden med hög relativ luftfuktighet är dess ångdiffusionsmotstånd lägre och i förhållanden med låg relativ luftfuktighet är det högre.

Standard	Betingelser (RH at 23°C)	Tjocklek (mm)	Diffusionsmotstånd ( $\mu$ )
EN 12086; Set A	0 / 50%	60	211
EN 12086; Set B	0 / 85%	60	67
EN 12086; Set C	50 / 93%	60	23
EN 12086	85 / 93%	60	12

Tabell 1: Ångdiffusionsmotstånd uppmätt för Kooltherm® värmeisolering vid varierande nivåer av relativ luftfuktighet. Källa /1/.

# Forskning om fukt beteende

## Bakgrund

Under tillverkningen av betongsandwichelement innehåller den färska betongen mycket vatten. Isoleringsskivan placeras på ett fuktigt betonglager i formen och isoleringsskivan täcks sedan med ytterligare ett lager betong. Överskottsvattnet i betongen måste komma ut under torkperioden när elementen har installerats. Det inre betonglagret kommer att torka inåt och det yttre betonglagret kommer att torka utåt. Genom att använda ett mer diffusionsöppet isoleringsmaterial kommer även det inre betonglagret att kunna torka utåt och det yttre betonglagret kommer att kunna torka inåt beroende på den aktuella invändiga och utvändiga temperaturen samt relativa luftfuktigheten.

För att kvantifiera denna effekt genomförde forskningsinstitutet VTT numeriska simuleringar för att studera effekten av fukt beteendet hos värmeisoleringsmaterial på torkperioden hos betongstrukturer i det finska klimatet.

## Simuleringsmodell

För att studera beteendet hos fukt använde VTT en simuleringsmodell med följande egenskaper källa /1/:

- Isoleringsmaterialet, fenolskum (Kingspan Kooltherm® K3/K20), jämfördes med mineralull (MW), expanderad polystyren (EPS) och polyisocyanurat (PIR) som normalt sett har en gastät yta vid denna typ av användning.
- Oventilerade betongsandwichväggar analyserades under förhållanden som är representativa för det finska klimatet.
- Fasadstrukturerna utsattes för kraftigt regn. Solstrålning uteslöts.
- Den totala simuleringsperioden var fem år, med start på hösten.
- Målet var att studera torkprocessen för hela strukturen och torkprocessen för det inre betonglagret.
- Den huvudsakliga fuktkällan var inledande fukt i byggnaden från färsk betong. Torktiden fastställdes som den tid det tog för det genomsnittliga fukttätheten i det inre betonglagret att motsvara förutsättningarna för 85% relativ luftfuktighet.



Bild 3. Genomsnitt av betongsandwichstrukturen. Källa /1/.

Materiallager	Tjocklek (mm)	$\lambda$ -Värde (W/mK)	Diffusionsmotstånd ( $\mu$ )
Kooltherm® K20	120	0,020	12-211 (som funktion av relativ luftfuktighet, när den genomsnittliga relativa luftfuktigheten går från 25 till 89 % enligt tabell 1.)
Mineralull	210	0,035	1,3
Expanderad polystyren	210	0,035	40
PIR	130	0,022	50
Gastät yta på PIR Thermo™	1		10.000
Betong, w/c = 0,5	150 / 80	1,6	180

Tabell 2. Materialegenskaper som används i den numeriska analysen. Källa /1/.

# Diffusionsmotståndets effekt på torkperioden

## Torktider

Simuleringens resultat visar att ju mer diffusionsöppet materialet är, i desto större utsträckning tillåter materialet fukttransport från det inre betonglagret genom isoleringen och mot det yttre betonglagret. Fuktinnehållet i det inre lagret var känsligt för ångdiffusionsmotståndet hos värmeisoleringslagret.

Torktiden för det inre betonglagret var bara ca 17% längre för den simulerade väggen med Kooltherm® K3/K20 än för den simulerade väggen med mineralull. Den längsta torktiden (nästan 3 gånger längre än för Kooltherm® K3/K20) var för den simulerade väggen med PIR-isolering som har ångtät (gastät) yta (bild 4 och tabell 2). Källa /1/.

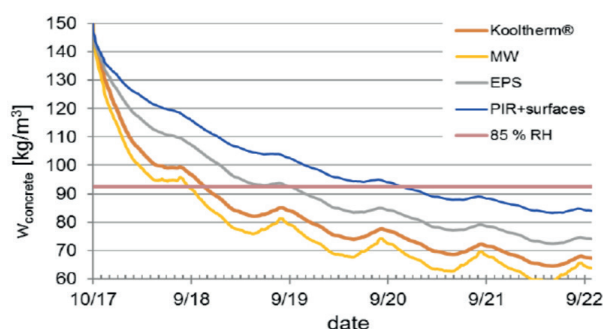


Bild 4. Normal fuktigheten i en 150mm tjock betong. Den relativ fuktighetens kritiska gräns för betong är 85%, detta motsvarar en fukthalt på 92,5 kg/m<sup>3</sup> (röd linje). Källa /1/ VTT rapport.

De unika egenskaperna hos Kooltherm® K3/K20 möjliggör relativt snabb uttorkning av de höga initiala fuktnivåerna till följd av vatten från tillverkningen av betongsandwichelementen. Detta väldigt fördelaktiga beteende hos Kooltherm® K3/K20 låter betongen torka inom en tidsperiod som är jämförbar med den för betongsandwichelement som isolerats med mineralull (MW), medan element som isolerats med expanderad polystyren (EPS) behöver ytterligare ett år för att torka och element som isolerats med polyisocyanurat (PIR) behöver upp till ytterligare två år.

## Fukt i applikationer och sund konstruktion

Betongsandwichelement börjar torka naturligt direkt efter att de tillverkats. Mellan ett år och 18 månader efter att konstruktionsarbetet påbörjades används de flesta byggnader redan av boende. Vid den tidpunkten måste betongsandwichelement vara i sådant skick att det inte finns risk för skadliga fuktskador och biologisk tillväxt av t.ex. mögel. Den kritiska nivån för detta är 85% relativ luftfuktighet som motsvarar ett fuktinnehåll i betongen på 92,5 kg/m<sup>3</sup>. Som grafen på bild 4 visar kan detta gränsvärde på 85% uppnås betydligt tidigare genom att använda sandwichelement med en isoleringskärna av antingen Kooltherm® K3/K20 eller mineralull.

I denna studie är Kooltherm® K3/K20 det enda högpresterande isoleringsmaterialet som kan uppnå gränsvärdet på 85% relativ luftfuktighet inom 18 månader.

## Kondens upptäcktes endast med mineralull

För betongsandwichelement som isolerats med Kooltherm® K3/K20, EPS och PIR identifierades ingen kondens under något skede inom den beräknade 5-årsperioden. För betongsandwichelement som isolerats med mineralull uppnåddes mättnadsförutsättningar på isoleringslagrets utvändiga yta. Med Kooltherm® K3/K20 och EPS-isolering var fukten jämnare distribuerad och det maximala fuktinnehållet låg under mättnadsnivån (tabell 3).

Betongsandwichevägg	Tid för att nå 85% relativ luftfuktighet (dagar)	Kondenstid och förhållande, 1:a året h/%
Mineralull	350	4325 / 49%
Kooltherm® K20	409	0 / -
EPS	722	0 / -
PIR + -yta	1132	0 / -

Tabell 3. Tid som krävdes för att det 150 mm tjocka invändiga betonglagret hos betongsandwichväggen skulle nå ett genomsnittligt fuktinnehåll motsvarande 85% relativ luftfuktighet (92,5 kg/m<sup>3</sup>), samt tiden det tog för kondens att uppstå på värmeisoleringsens utvändiga yta under det första året. Källa /1/.

## Sammanfattning

Kondens är inte tillåtet vid något stadie i konstruktionen. När Kooltherm® K3/K20 används uppnås torktid inom den nödvändiga perioden på 18 månader och kondens kan undvikas. På så vis kan Kooltherm® K3/K20 bidra till att skapa en hälsosam inomhusmiljö redan då byggnaden börjar användas.

---

# Huvudsakliga slutsatser

---

Kapaciteten för fukt att transporteras genom den isolerande kärnan garanterar en relativt snabb torktid för betongsandwichelement som isolerats med Kooltherm® K3/K20. Detta beteende gör Kooltherm® K3/K20 till ett väldigt lämpligt material för att användas som isolerande kärna vid våttillverkning av betongsandwichelement.

- Vid användning av Kooltherm® K3/K20 ligger torktiden till en kritisk luftfuktighetsnivå på 85% med god marginal inom den genomsnittliga tiden det tar för byggnader att börja användas.
- Torkning av den inre betongkärnan tog bara 17% längre tid med Kooltherm® K3/K20 än i fallet med nästan diffusionsöppen isolering av mineralull.
- Tack vare de utmärkta ångöverföringsegenskaperna hos Kooltherm® K3/K20 torkade betongsandwichskivan nästan tre gånger snabbare än vid användning av PIR.
- Vid användning av Kooltherm® K3/K20 uppstod ingen kondens inuti sandwichelementet medan vid användning av mineralull kunde kondens upptäckas inom elementet under det första året.
- Bristen på kondens och torkhastigheten som går att uppnå med Kooltherm® K3/K20 kan bidra till bra kvalitet på inomhusluften och till de boendes hälsa.



---

# Källor

---

- /1/ **Drying studies of concrete wall elements with Kooltherm® insulation. Forskningsrapport, VTT-CR-00711-18. 30p.**

Wufi (Wärme und Feuchte instationär) – Transient Heat and Moisture 6.0 Pro software, The Fraunhofer Institute for Building Physics IBP. 2016.

Mattila, H. Fuktprestanda hos värmeisoleringsmaterial som används i byggnader och god konstruktionspraxis (på finska). Proceedings of Rakennusfysiikka 2017. Tampere pp 449-454.

Determination of the hygrothermal material characteristic value. Interior insulation system and technology transfer of TU Dresden GmbH. 30p.

Thermal properties of boards made of phenolic foam. Test report L2-04/17. FIW Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V München. 3p.

Indoor Climate Association of Finland. Fuktkontroll på anläggningar (på finska Sisäilmäyhdistys Ry. Työmaan kosteudenhallinta).

The Building Information Foundation RTS. Att mäta relativ luftfuktighet hos betong. (På finska RT kortti 14-10675 1998. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus) 5p.

- /2/ **Kumaran, M.K 2001.**

Hygrothermal properties of Building materials. ASTM manual 40: Moisture analysis and condensation control in building envelopes, chapter 3. Philadelphia, USA, American society for testing an materials. Pp. 29-65.

- /3/ **Hygrothermal Performance of Timber-Framed External Walls in Finnish Climatic Conditions.**

Vinha, J. Tampere University of Technology. Publication 658.

---

# Kontaktuppgifter

---

## Kingspan Insulation AB

Aminogatan 34  
431 53 Mölndal

T: +46 (0) 31 13 50 50

E: [info@kingspaninsulation.se](mailto:info@kingspaninsulation.se)

[www.kingspaninsulation.se](http://www.kingspaninsulation.se)

De fysiska och kemiska egenskaperna för Kingspan Insulation AB-produkterna representerar ett medelvärde, som har erhållits under allmänt accepterade testmetoder. Kingspan Insulation AB förbehåller sig rätten att ändra produktspecifikationer utan föregående meddelande. Informationen, tekniska detaljer, anvisningar mm som ingår i denna litteratur hanteras i god tro och överensstämmer med tillämpningen riktad av Kingspan Insulation AB.

Bilderna i detta dokument är endast avsedda att ge ett globalt intryck av produktens utseende och visa en av många möjliga applikationer. Kingspan Insulation AB kan inte garantera att de visade applikationerna är i enlighet med giltiga (lokala) bestämmelser. Rekommendationer för användning bör verifieras om lämplighet och efterlevnad av faktiska krav, specifikationer och tillämpliga lagar och förordningar. För andra tillämpningar eller användningsvillkor, Kingspan Insulation AB en teknisk rådgivningstjänst rådgivningen eller som bör eftersträvas för användning av Kingspan Insulation-produkter som inte är specifikt beskrivna. Kontrollera att din kopia av litteraturen är aktuell genom att kontakta Kingspan avdelning för marknadsföring av isolering.

© Kingspan, Koaltherm och Lion Device är registrerade varumärken som tillhör Kingspan Group plc i EU och andra länder. Alla rättigheter förbehållna.  
TM Therma är ett varumärke som tillhör Kingspan Group plc

