

Kalla vindar – problem och förbättringar

Mögelpåväxt på kallvindar har blivit ett ökande problem, särskilt i nya småhus med mycket isolering på vindsbjälklaget. I denna artikel redovisas resultat från en fältundersökning av 21 kallvindar i småhus samt sammanfattande resultat från två forskningsprojekt på SP. Slutligen diskuteras möjliga förbättringar och ändringar av konstruktionen.

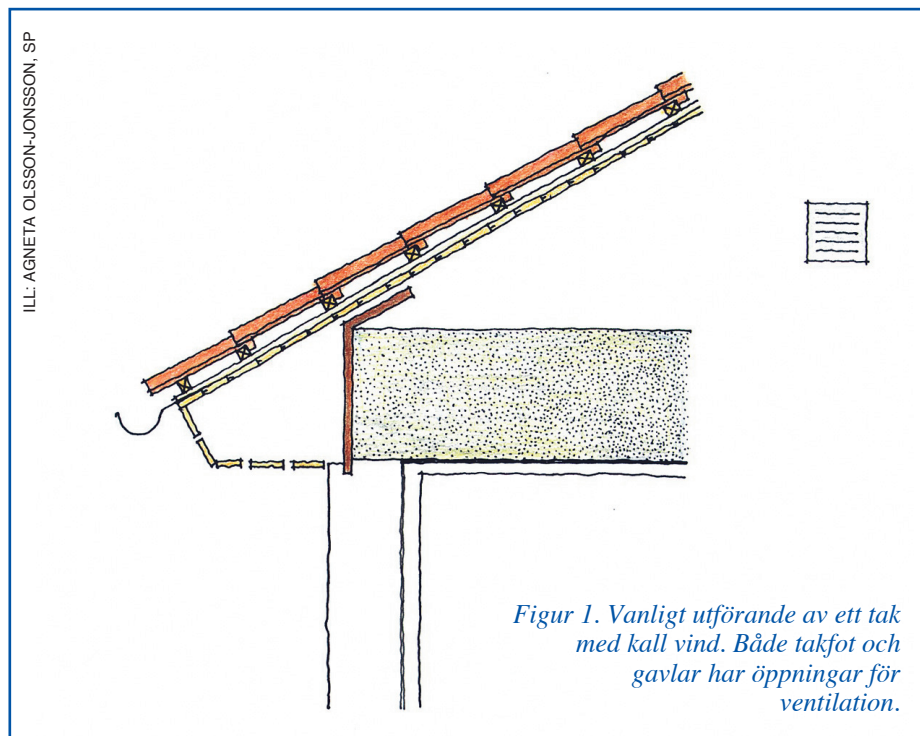
De flesta småhus har ett värmeisolerat bjälklag, en uteluftsventilerad kall vind och ett vattenavledande yttertak. Motivet till att ventilerar vinden har varit att hålla vinden kall och därmed förhindra ojämn snösmältning och istappsbildning.

I vindsutrymmet över ett välisolerat bjälklag blir klimatet som utomhus. Detta innebär att relativa fuktigheten under vinterhalvåret kommer att vara hög och under klara nätter är det vanligt att kondens uppstår på underlagstaket. Framför allt under höst och vår ger detta förutsättningar för mikrobiell tillväxt särskilt på underlagstaket.

Vår erfarenhet från skadeutredningar är att skador orsakas av följande:

- läckage av regn eller snö utifrån genom otätt yttertak
- kondens på grund av fuktkonvektion, det vill säga fuktig luft inifrån
- inbyggd fukt
- ibland förekommer även läckage från installationer, till exempel värmeväxlare, på vinden.

Störst risk för läckage och fuktinträning genom yttertaket är vid genomfö-



ringar vid skorsten, luftningsstammar med mera. Dessutom kan läckage ske under byggtiden innan takpannorna blivit lagda. Fuktkonvektion, det vill säga fuktig inomhusluft som via otätheter når vindsutrymmet, är en vanlig orsak till skador. Fuktkonvektion förekommer om det råder invändigt övertryck vid taknivå. Detta brukar vara fallet om huset ventileras med självdrag. Risken för skador är särskilt stor under byggtiden på grund av byggfukt och otätt bjälklag. Det kan tilläggas att fuktskador på grund av diffusion av fukt inifrån normalt inte är någon orsak till skador.

I de beskrivna skadorna är det sällan tillräckligt att öka ventilationen för att lösa problemen. Att ventilerar vinden med utomhusluft vintertid innebär ingen uttorkning av luften i vindsutrymmet. Om utelufts temperaturen är 0 °C och har en relativ fuktighet på 95 procent, vilket är det normala, är luften nästan fuktmättad. En kubikmeter av uteluften kan då bara ta upp 0,24 gram fukt per kubikmeter, vilket knappast gör vare sig till eller från (95 % RF, 0 °C: $v_{100\%} = 4,86 \text{ g/m}^3$, $v_{95\%} = 4,62 \text{ g/m}^3$).

I en del fall kan ventilationen till och med försämrar fuktförhållandena.

Fältundersökning av 21 kallvindar i småhus

I januari 2001 besiktigades kallvindar i 21 småhus av samma typ i Skåne. Husen var dels ett till tre år dels cirka tio år gamla. Tabell 1 visar fördelningen av undersökta vindar.

Prov togs från underlagstaken och mikroskopierades på mykologiskt laboratorium (Botaniska Analysgruppen, Göteborg). Provbitarna är bedömda med avseende på mängden hyfer och sporer. Spar-sam påväxt betraktas som normalt. Måttlig påväxt innebär en förhöjning som kan uppstå till exempel efter en kortare tids uppfuktning. Riklig påväxt tyder på att fuktpåverkan pågått under en längre tid.

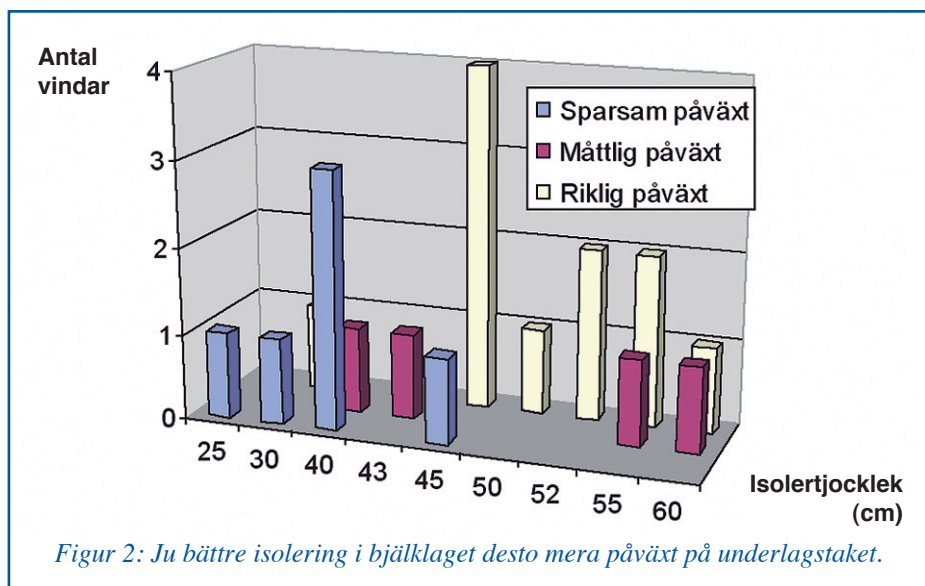
Av figur 2 framgår att det finns en samvariation mellan mikrobiell påväxt på

Tabell 1: Fördelning av underlagstak och byggnadsår för de 21 husen.

Antal hus	Plywood	Hård Board	Råspont
Byggår 1989–1992	7	4	2
Byggår 1998–2000	0	6	2



Artikelförfattare är **Ingemar Samuelson** och **Linda Hägerhed Engman**, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik, Byggnadsfysik och inomhusmiljö, Borås.



underlagstaket och bjälklagsisoleringens tjocklek. Riklig påväxt finns främst i de mycket välisolerade vindarna.

Vid besiktningen mättes temperatur och relativ fuktighet utomhus och på vindarna. Fuktillskottet (ånghalt vind minus ånghalt ute) har därefter beräknats. Generellt förekom det inga stora fuktillskott på vindarna. Tillskottet varierade mellan $-0,7$ och $+0,6$ g/m³. I ett antal vindar uppmättes ett negativt fuktillskott, detta kan ha berott på att tillfälligt mycket hög luftfuktighet i utomhusluften vid mättillfället. Ingen koppling kunde ses mellan uppmätt fuktillskott och mikrobiell påväxt på provbitarna av underlagstak.

Fem av underlagstaken med plywood bestod av grön plywood (sannolikt ursprungligen fungicidbehandlade). På fyra av dessa syntes svarta prickar och på alla förekom det riklig påväxt. Den gröna plywooden är enligt denna undersökning således inte mindre mottaglig för mögelpåväxt än den obehandlade. Enligt den mikrobiologiska analysen hade alla sju underlagstaken av plywood påväxt.

Underlagstak av hård board fanns i tio vindar. Generellt hade dessa underlagstak påväxt i mindre omfattning.

Fyra taken hade råspont. Två hade måttlig påväxt och två riklig.

Skillnaden mellan plywood och råspont bestod i att påväxten på plywooden oftare syntes för blotta ögat medan riklig påväxt på råsponten i de flesta fall endast kunde ses med lupp eller mikroskop.

Möjligheter till bättre takkonstruktioner

Det finns olika vägar att förbättra fuktsäkerheten på kalla vindar. En väg är att använda material som tål klimatet utan att ge upphov till skador i form av lukt, miss-

färgningar, nedbrytning eller mikrobiell påväxt. En annan är att skapa ett torrare klimat i vindsutrymmet. En tredje väg är att tänka om, och förändra konstruktionerna på ett mer genomgripande sätt.

Materialval

Underlagstaken utgörs idag i de flesta fall av trä eller träbaserade material (råspont,

plywood, hård board, behandlad wellpapp etcetera) vilka ofta utgör en god grund för mikrobiell tillväxt. För att förhindra påväxt har man ibland använt sig av fungicider. Dock har detta visat sig vara en tveksam lösning då många av medlen är alltför svaga för att ha verkan mot samtliga arter som kan förekomma. Behandlingen kan också behöva upprepas med jämna mellanrum. Att använda fungicider är generellt sett en tveksam väg att gå eftersom dessa i sig kan vara hälsovådliga och inte särskilt miljövänliga.

Ett alternativ till träbaserade underlagstak är papp, folier eller plåttak vilka normalt inte drabbas av besvärande påväxt. Att byta material kan emellertid innebära att andra problem kan uppstå. I tak med folie som underlagstak har man fått klagomål på oljud från vindsutrymmet när det blåser. Folien kan också rivas sönder av blåst i samband med monteringen. För plåttak kan knäppande ljud eller smatter uppstå vid regn. Att byta material kräver därför att detta utvärderas avseende flera aspekter än fuktsäkerhet.

Ändring av klimatet på vinden

Ett annat sätt att minska risken för mikrobiell tillväxt är att skapa ett torrare vindsutrymme. Avfuktning är en åtgärd som skulle kunna vara möjlig (på samma sätt som i en krypgrund), men detta kräver ytterligare installationer och extra energitillförsel. Istället kan den relativa fuktigheten sänkas genom att höja temperaturen i vindsutrymmet. Genom ganska enkla beräkningar kan man visa att en måttlig temperaturhöjning gör klimatet tillräckligt torrt.

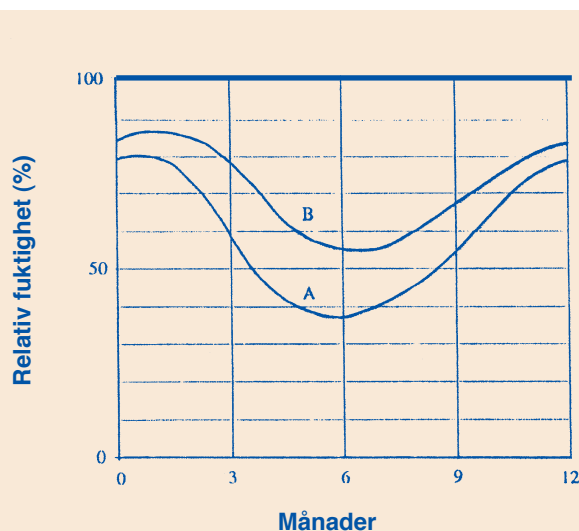
Av figur 3 framgår förväntade, beräknade relativa fuktigheter i ett vindsutrymme i Borås under ett års tid i en kall vind med (A) och utan (B) solstrålning. Som synes blir vindsutrymmet varmare och avsevärt torrare med det extra värmetillskott som solen ger.

Den relativa fuktigheten (RF) i vindsutrymmet följer svängningarna i årsklimatet. Att RF blir lägre vid högre temperatur visas i tabell 2. Som utomhusklimat har 0°C och 95 procent valts, vilket

ofta förekommer i södra Sverige under vinterhalvåret.

I äldre byggnader med måttligt isolerat vindbjälklag och med en varm murstock är det inte ovanligt att temperaturen är 5°C högre än ute. I normalfallet klarar sig dessa vindar från fuktskador.

Avancerade beräkningsmetoder. Mer avancerade modeller för beräkningar av fuktstillstånd på kalla vindar har tagits fram vid Chalmers tekniska högskola. I dessa modeller kan luftomsättning på kallvindar, och fuktkonvektion från bo-



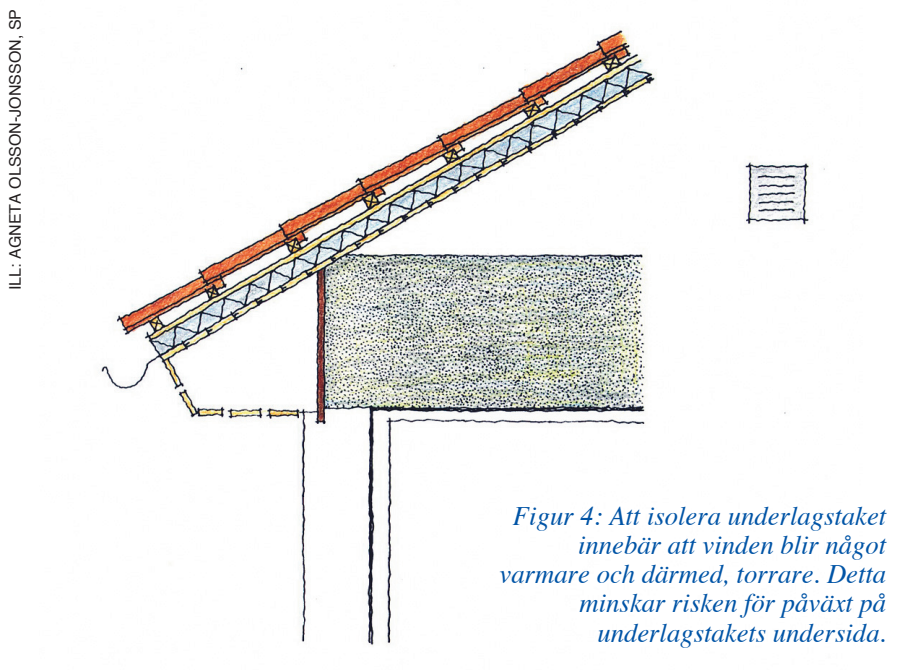
Figur 3: Beräknad medel-RF i ett vindsutrymme under ett års tid i Borås. Kurva A avser relativ fuktighet i en kall vind med den uppvärmning som solinstrålning ger, kurva B avser ett tak utan solstrålning.

Tabell 2: RF-sänkning per grad ökande temperatur i en kall vind jämfört med ett uteklimat av 0°C och 95 procent.

Uteklimat	0°C	95 %
Vindklimat	$+1^{\circ}\text{C}$	89 %
Vindklimat	$+2^{\circ}\text{C}$	83 %
Vindklimat	$+3^{\circ}\text{C}$	78 %
Vindklimat	$+4^{\circ}\text{C}$	73 %
Vindklimat	$+5^{\circ}\text{C}$	68 %

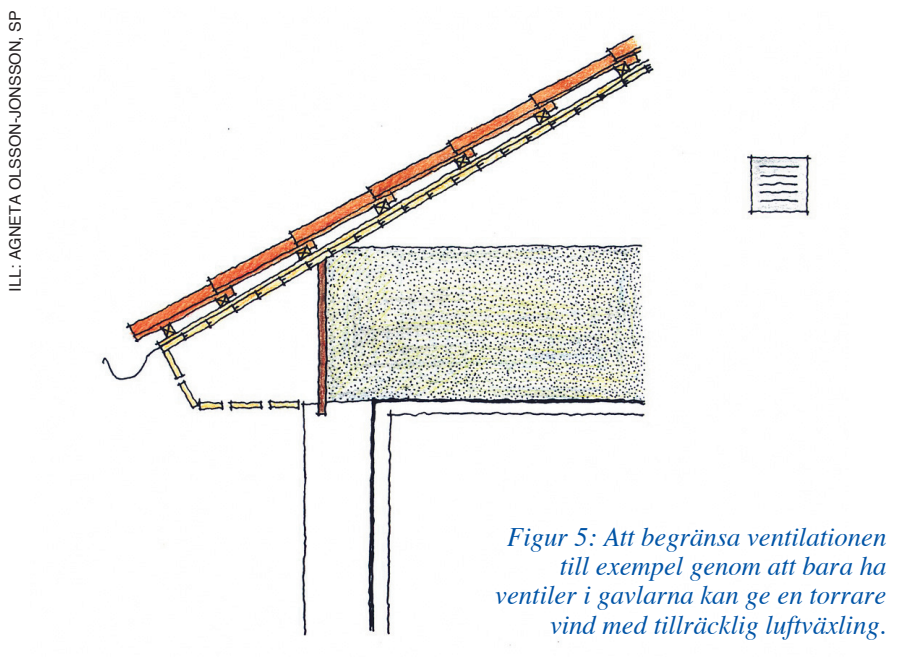
Tabell 3: Uppmätta temperaturer och relativa fuktigheter under två olika perioder (september och november 1991) för olika vindskonstruktioner.

Mätplats	Ventilation	Underlagstak	Isolering på underlagstaket	sept	sept	nov	nov
				Temp °C	RF %	Temp °C	RF %
Ute				11,6	68	2,4	87
A	Ja	Plastfolie	Nej	12,2	64	2,6	85
D (ref)	Ja	Plywood	Nej	12,5	63	3,0	82
C	Ja	Plywood	10 mm	12,8	60	3,5	78
B	Ja	Plywood	30 mm	13,0	59	3,7	78
E	Nej	Plywood	30 mm	13,9	55	4,4	74



staden upp till kallvinden, beräknas utifrån rådande vindförhållanden, ventilationsöppningar och ventilationssystem. Fuktbalans och temperatur på kallvinden

beräknas därefter med ett program som tar hänsyn till fukt- och värmelagring i materialen på kallvinden såväl som i byggnadens övriga klimatskal. För mer



information hänvisas till avdelningen för byggnadsteknologi på Chalmers (www.chalmers.se).

Erfarenheter från tidigare forskningsprojekt vid SP. I ett tidigare projekt vid SP har man studerat möjligheten att skapa högre temperaturer på vinden genom dels att begränsa ventilationen, dels att isolera underlagstaket på utsidan (under takpannorna). De olika konstruktioner som studerades var:

A; ventilerat vindsutrymme med ett underlagstak av polyetenfolie (Monarfol)

B; ventilerat vindsutrymme med ett underlagstak av 12 mm plywood, med 30 mm ovanpåliggande cellplastisolering direkt under takpannorna

C; ventilerat vindsutrymme med ett underlagstak av 12 mm plywood, med 10 mm ovanpåliggande cellplastisolering direkt under takpannorna

D; referensvindsutrymme med konventionellt utförande, det vill säga ventilerat utrymme med ett underlagstak av 12 mm plywood

E; oventilerat vindsutrymme med underlagstak av 12 mm plywood, med 30 mm ovanpåliggande cellplastisolering direkt under takpannorna.

Ett exempel på mätresultat från projektet framgår av tabell 3.

Tilläggsisolering av underlagstakets ovansida innebär en viss förbättring av fuktförhållandena i vindsutrymmet. Isoleringen innebär att vinden blir något varmare och därmed torrare. Några större skillnader mellan 10 och 30 mm tilläggsisolering på ovansidan av underlagstaket kunde inte utläsas.

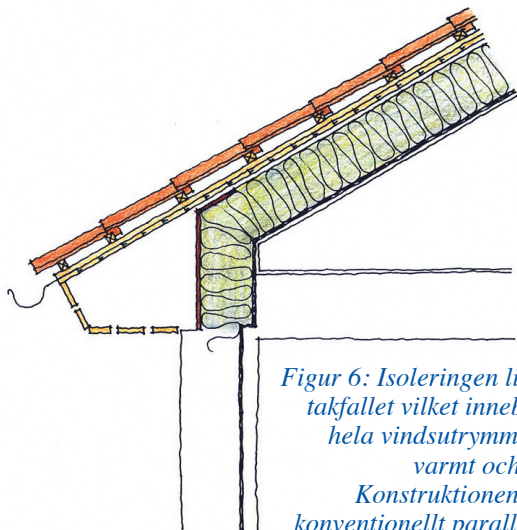
I ett annat projekt undersöktes om fuktigheten på vinden påverkas av fuktbuffering i isolermaterialet. Bakgrunden till projektet var en diskussion om fördelar och nackdelar hos olika isoleringsmaterial i detta avseende. Man framhöll att cellulosaisolering kan buffra fukt och därmed jämna ut fuktvariationerna i den kalla vinden. Mätningarna visade att effekten finns men att den inte är särskilt stor, det var mycket mera effektivt att begränsa ventilationen.

I det oventilerade vindsutrymmet, där inga yttre fuktällor förekom, var medelklimat torrare än i de övriga vindsutrymmena. Detta gällde speciellt under perioder då utomhusklimatet varierade mellan kalla och fuktiga nätter och varma dagar.

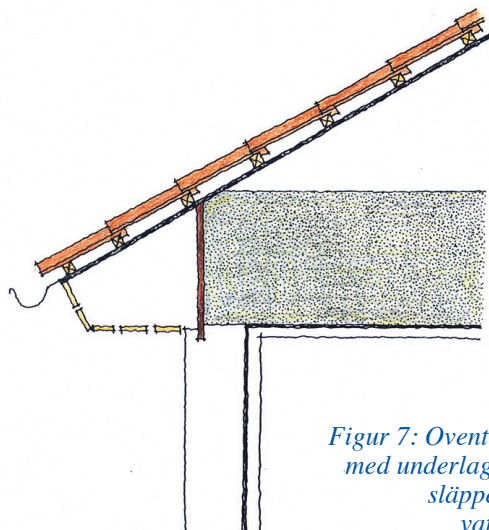
Det ska dock understrykas att eftersom en viss risk för fukttillförsel till vinden alltid finns genom inbyggd fukt, läckage av regnvatten och så vidare bör inte kallvinden vara helt oventilerad. En viss luftväxling bör enligt vår mening finnas på vinden för en extra säkerhet. Vår bedömning är att det räcker med någon eller några gallerventiler på gavlarna.

Ändrad konstruktion

Yttertak kan utföras som fullisolerade parallelltak (isolering i överramen). Vinds-



Figur 6: Isoleringen ligger i takfallet vilket innebär att hela vindsutrymmet blir varmt och torrt. Konstruktionen är ett konventionellt parallelltak.



Figur 7: Oventilerat tak med underlagstak som släpper genom vattenånga.

utrymmet blir då varmt och är i sin helhet innanför klimatskärmen.

Ett annat alternativ är en oventilerad vind med underlagstak som släpper genom vattenånga. Ett sådant underlagstak ska vara vattenavledande och lufttätt men ska tillåta ångdiffusion inifrån och ut. Materialet har samma egenskaper som Goretex-tyg.

Ett kallt tak enligt figur 7 bör fungera utan de skaderisker som ett traditionellt tak enligt figur 1 har. Även om det skulle

komma in fukt kan den fukten diffundera ut. Taket bör, enligt vår mening, utföras och utvärderas i verkliga byggnadsobjekt.

Det kan tilläggas att parallelltaket enligt figur 6 kan utföras oventilerat om man som tätskikt under pannorna använder ett ånggenomsläppligt underlagstak med samma egenskaper som beskrivits för taket i figur 7.

Sammanfattning

Kallvindar drabbas ofta av mikrobiell på-

växt på underlagstaket, både i nyare och äldre hus. En ökad mängd isolering har lett till kallare och fuktigare klimat på vinden vilket har gett en ökad känslighet för mikrobiell påväxt. Skador på kallvindar i befintliga hus begränsas lämpligen med noggrann tätning mot fuktkonvektion inifrån huset. I nyproduktion eller ombyggnad kan konstruktionen förbättras till exempel genom isolering på underlagstaket eller genom att använda diffusionsöppna material som underlagstak. ■