

Tak utan ventilationsspalt – en riskkonstruktion?

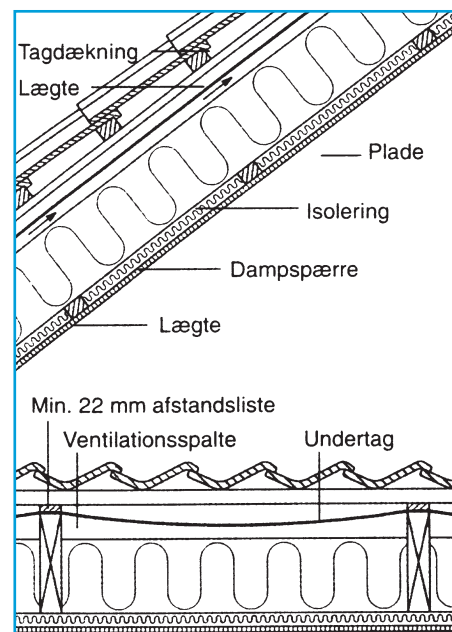
Tak brukar ventileras. Både branta tak och tak med mindre lutning brukar förses med luftspalt. Särskilt branta tak med stor ventilerad luftvolym anses behöva ventileras. Ofta sker ventilationen genom ventilationsöppningar såväl vid takfot och taknock som i gavlarna. Behovet av sådan luftning kan emellertid diskuteras och resultat från forskning vid SP visar att i ett väl isolerat tak utan tillförsel av fukt, dvs i ett tak som är såväl vattentätt som ångtätt och lufttätt, är ventilationen snarare till nackdel än fördel, se figur 2 och 3. Ventilationsluften tillför istället fukt som kan kondensera inne i taket under klara, kalla nätter. Ett oventilerat tak där det inte tillförs någon fukt är torrare än ett ventilerat. Undersökningarna visar också att i de fall ventilationen verkligen behövs för att torka ut en fukt-skada räcker flödet helt enkelt inte till. Luften är för kall för att kunna bära den fuktmängd som krävs för att hålla taket torrt. Orsaken till den låga temperaturen på ventilationsluften är den kraftiga värmeisoleringen i taket som innebär att luftspalten inte värms inifrån. Liknande resultat har erhållits vid forskningsinstitut i Tyskland, Danmark, Finland och USA.

Vilken funktion har ventilationen?

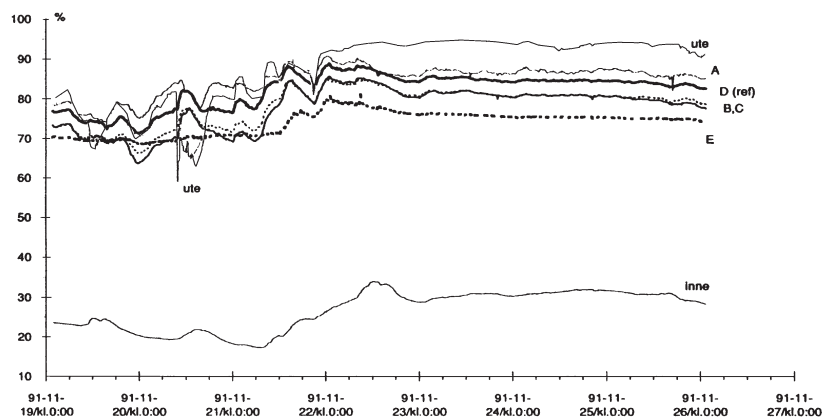
Det finns en utbredd tro att ventilationens uppgift är att föra bort fukt men historiskt sett har uppgiften varit en helt annan åtminstone i branta, ventilerade tak. Det är till viss del rätt att ventilationen ska säkerställa att taket är torrt, en begränsad mängd fukt i taket ska kunna torka ut innan skador kan ske. Normalt ska det emellertid inte ske någon fukt tillförsel

till taket. Bara om man misslyckas till exempel med tätheten mot regn eller tätheten mot tillförsel av fuktig inneluft kommer det att läcka in vatten eller kondensera fuktig luft och denna fukt behöver ledas bort eller torka ut. Men hur mycket sådan tillförsel av fukt ska man acceptera utan att skador uppstår? Ja egentligen kan man inte acceptera någon tillförsel alls i varje fall inte under vintern. Med dagens väl isolerade tak kommer luftspalten/vinden att ha ungefär samma temperatur som uteluften. Det innebär att ventilationsluften knappt kan föra bort någon fukt hur mycket man än ventilerar. Även en liten fukt tillförsel är således för mycket. Sommartid är det annorlunda. Då är taket varmt och även relativt måttlig ventilation kan föra bort stora mängder fukt.

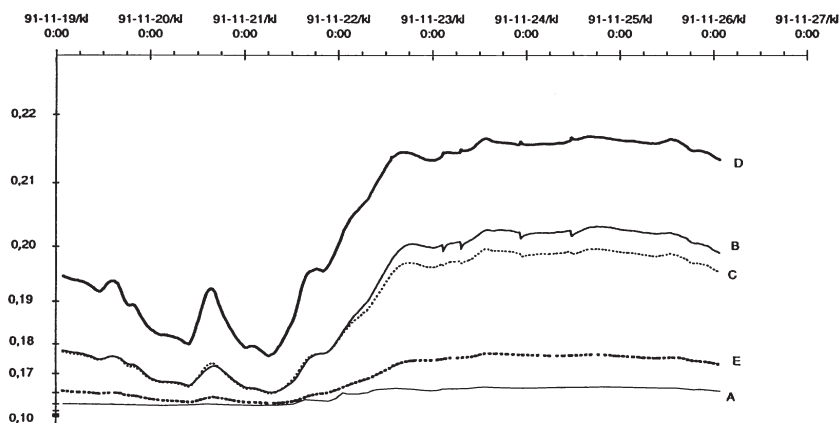
Ventilationens uppgift i ett välisolerat, modernt tak är att säkerställa att fukt inte stängs inne. Men denna funktion kan man uppnå på annat sätt vilket visas i denna artikel.



Figur 1. Skiss över ventilerad, traditionell takkonstruktion. Luftspalten under underlagstaket ska projekteras med en höjd på minst 70 mm om genomsnittshöjden ska bli 50 mm. Figuren är hämtad ur en dansk föreskrift för ventilerade tak.



Figur 2. Uppmätt relativ fuktighet i vindsutrymmet under en vecka i november för fem olika vindsutrymmen på ett provhus på SP. Bokstaven E betecknar den vind som är oventilerad.



Figur 3. Uppmätt fuktkvot i underlagstaket under en vecka i november i fem olika vindsutrymmen på ett provhus på SP. Bokstaven E betecknar den vind som är oventilerad, bokstaven A är en mätning gjord i en takstol.

Artikelförfattare är **Ingemar Samuelson**, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Borås.

Historiskt har ventilationens uppgift varit att hålla takytan kall för att undvika istappsbildning. I äldre dåligt isolerade tak läckte värme inifrån och ut. Detta gav en viss uppvärmning åt ventilationsluften som medförde att snön på taket smälte. Smältvattnet rann ut på takfoten där det frös och bildade istappar. Sådan istappsbildning sker inte i nya väl isolerade hus, eftersom värmeläckaget är mycket litet, och ventilationens uppgift är alltså inte att hålla takytan kall. Genom alla nya, välisolerade tak är värmeövergången så liten att den knappast innebär någon risk för snösmältning och istappsbildning. Ändå finns kravet på ventilation kvar på samma sätt i dagens byggregler som i gårdagens där ventilationen skulle hålla taket kallt. Numera motiveras kravet på ventilation från fuktsynpunkt. Detta är, som tidigare sagts, med en viss rätt, för om vatten läcker in eller fuktig luft kommer in i taket och kondenserar, ska det finnas en möjlighet för fukten att torka ut om inte förr så på sommaren. Även eventuell fukt från byggskedet ska kunna torka ut. Men kraven på luftflöden och på luftspalter med viss area behöver kanske inte se ut som de gör. Det räcker normalt med betydligt mindre ventilationsflöden såvitt man inte förändrar konstruktionen helt. Ett sätt att förändra konstruktionen utan att göra avkall på fuktsäkerheten beskrivs i denna artikel.

Fullisolerat tak utan luftspalt

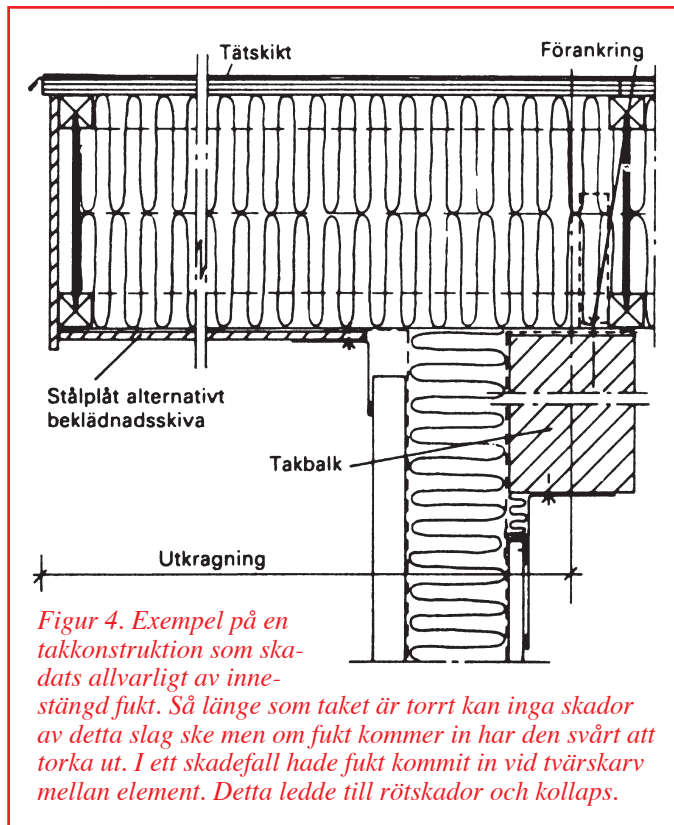
Att isolera hela utrymmet mellan ångtät utsida och ångtät insida utan att ventiler mellan skikten har ofta inneburit skador. Eventuell fukt kan inte torka ut och på sikt kan detta leda till rötskador och kollaps. I figur 4 nedan visas några exempel på konstruktioner där fukt har stängts inne och orsakat skador. Den typen av konstruktioner är olämplig och bör inte användas.

För att undvika skador av denna typ krävs att eventuell fukt inte kan stängas inne mellan täta skikt. Ett sätt är att taken förses med ventilation.

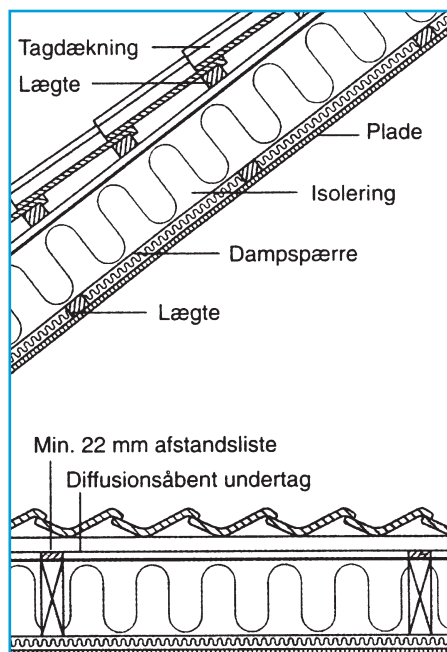
Här beskrivs ett annat system som säkerställer god fuktteknisk funktion. Förutsättningen för systemet är att underlagstaket har god ånggenomsläpplighet samtidigt som det är vattentätt och lufttätt.

Beskrivning av tak utan luftspalt

I figur 5 visas principen för ett fullisolerat snedtak utan luftspalt. Under takpannorna finns ett vattenavvisande skikt direkt ovanpå isoleringen. Detta skikt är lufttätt men ånggenomsläppligt. Det betyd-



Figur 4. Exempel på en takkonstruktion som skadats allvarligt av inestängd fukt. Så länge som taket är torrt kan inga skador av detta slag ske men om fukt kommer in har den svårt att torka ut. I ett skadefall hade fukt kommit in vid tvärskarv mellan element. Detta ledde till rötskador och kollaps.



Figur 5. Snitt genom fullisolerat tak utan luftspalt. Eventuell fukt som kommer in ska kunna torka ut med hjälp av diffusion genom underlagstaket.

der att fukt som kommer in under takpannorna kan avledas utan att fukta upp isoleringen. Det betyder också att fukt som på ett eller annat sätt ändå kommer in i taket har goda möjligheter att torka ut genom det ånggenomsläppliga skiktet. Taket behöver alltså inte ha någon luftspalt under skiktet. Det är tvärtom en fördel att inte ha någon luftspalt eftersom lufttäteten på detta sätt säkerställs med två lufttäta skikt.

Egenskaper hos underlagstaket

I Sverige marknadsförs för närvarande ett material för underlagstak med de här beskrivna egenskaperna. Underlagstakets egenskaper redovisas i tabell 1.

Det bör påpekas att det i Europa marknadsförs flera olika material med liknande egenskaper.

Egna beräkningar

I ett fullisolerat tak utan luftspalt, enligt figur 5, säkerställs lufttäteten med två täta skikt dels insidans ångspärr dels utsidans underlagstak. I ett konventionellt tak med luftspalt finns inget tätskikt på isoleringens utsida och lufttäteten är helt beroende av ångspärrens täthet. Om denna monteras slarvigt eller om genomföringar inte tätas kan funktionen äventyras. För att visa fördelen med två täta skikt har beräkningar utförts för några olika fall. Beräkningarna har gjorts av Jinkai Wang vid Institutionen för Byggnadsfysik vid CTH. Följande beräkningsförutsättningar gäller:

- Ett fullisolerat tak med plastfolie på insidan och underlagstak på utsidan har jämförts med ett tak med plastfolie på insidan och luftspalt på utsidan. Jämförelsen har gällt lufttäthet och därmed även säkerheten mot fuktskador på grund av konvektion.
- Beräkningarna visar luftflödet vid en konstant tryckskillnad mellan in- och utsida. Vid beräkningen förutsattes olika grader av otätheter i såväl plastfolien som underlagstaket.

Tabell 1. Egenskaper för Sverige nytt underlagstak.

Vattentäthet provad vid 200 mm vattenpelare enligt SS 23685	Tät
Ånggenomgångsmotstånd enligt SS 021582	$1,1 \times 10^3$ s/m
Ytvikt	cirka 145 g/m ²
Draghållfasthet (ASTM D882)	8 kN/m
Brottöjning (ASTM D882)	15 %
Rivhållfasthet (DIN 53363)	100 N
Genomtrampning (SP metod 0487)	2,5 kN
Värmeåldring 80 oC i 24 veckor därefter hållfasthetsprovning enligt ASTM D882	Klarar kraven i SPF verksnorm 2300 och 2500

Tabell 2. Resultat för olika kombinationer av otätheter på in- och utsidan.

	Springvidd i plastfolien, mm	Underlagstaket		Beräkningsresultat
		Springbredd, mm	Läge	
Fall 1	1	1	Mitt för springan i plastfolien	5,2
Fall 2	1	10	Mitt för springan i plastfolien	5,3
Fall 3	1	10	600 mm vid sidan om springan i plastfolien	3,6
Fall 4	1	Helt öppen utsida		9,3

□ Beräkningarna visar även risken för kondens på grund av konvektion under en vintersäsong.

Följande resultat erhöles för olika kombinationer av otätheter på in- och utsidan, se tabell 2. I samtliga beräkningsfall förutsätts att insidans plastfolie har en genomgående springa med en bredd av 1

mm. Underlagstaket förutsätts också ha en springa, dels mitt för plastfoliens dels 600 mm vid sidan om plastfoliens springa.

Beräkningen visar att vid en och samma otäthet i plastfolien på takets insida medverkar lufttätheten i underlagstaket till att minska flödet till cirka hälften eller

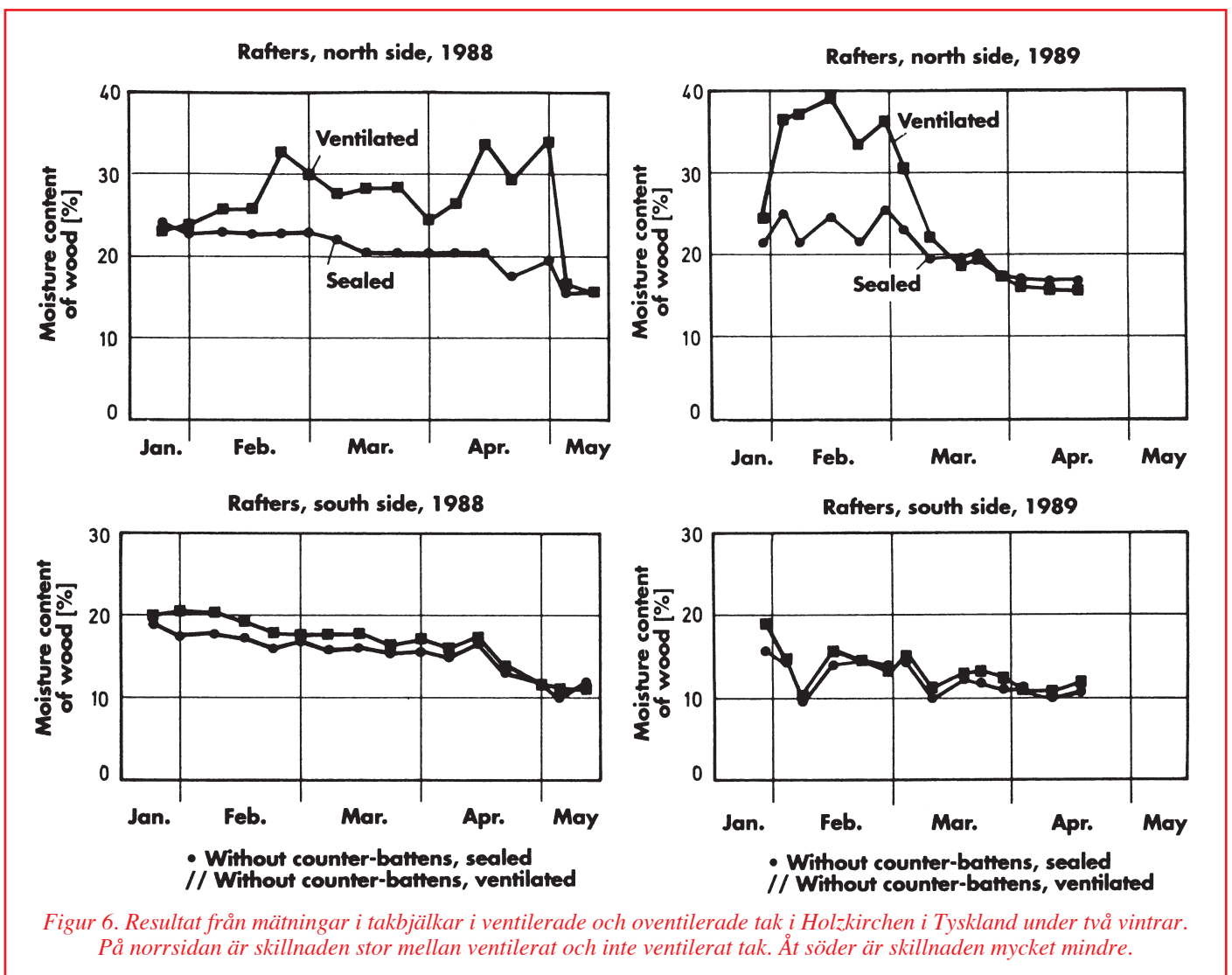
en tredjedel med lika stor eller till och med tio gånger så stor otäthet på utsidan.

Erfarenheter från Tyskland, Danmark och Finland

Vid Fraunhofer Institute für Bauphysik i Holzkirchen har man under flera år i slutet av 80-talet gjort såväl laboratorie- som fältundersökningar på tak med och utan luftspalt. Mätningarna gjordes på tak med en lutning av 30° i nord- och sydläge. Resultaten från fuktmätningar under vintrarna 1988 och 1989 visar att det är avsevärt fuktigare i de ventilerade taken än i de oventilerade, se figur 6.

Mot bakgrund av mätningarna föreslår man en principiell konstruktion enligt figur 7 på nästa sida för branta tak utan luftspalt.

Undersökningar vid SBI i Danmark visar blandade resultat. Där har man gjort såväl laboratorie- som fältförsök med många olika typer av underlagstak. Undersökningarna visar att diffusionsöppet undertak inte är en patentrösning med vars hjälp man i alla lägen undviker skador. Har taket konstruerats fel, dvs om fuktig inneluft kan läcka upp och kondensera i taket under vintern hjälper det inte med ett sådant undertak. I fuktiga lokaler måste fukten hindras att vandra



ut i konstruktionens kalla delar. Detta försäkras man sig om genom en fuktdimensionering som tar hänsyn till alla tänkbara fuktkällor och som med lufttäta och ibland även ångtäta skikt ger taket rätta funktioner. Sammanfattningsvis visade de danska undersökningarna:

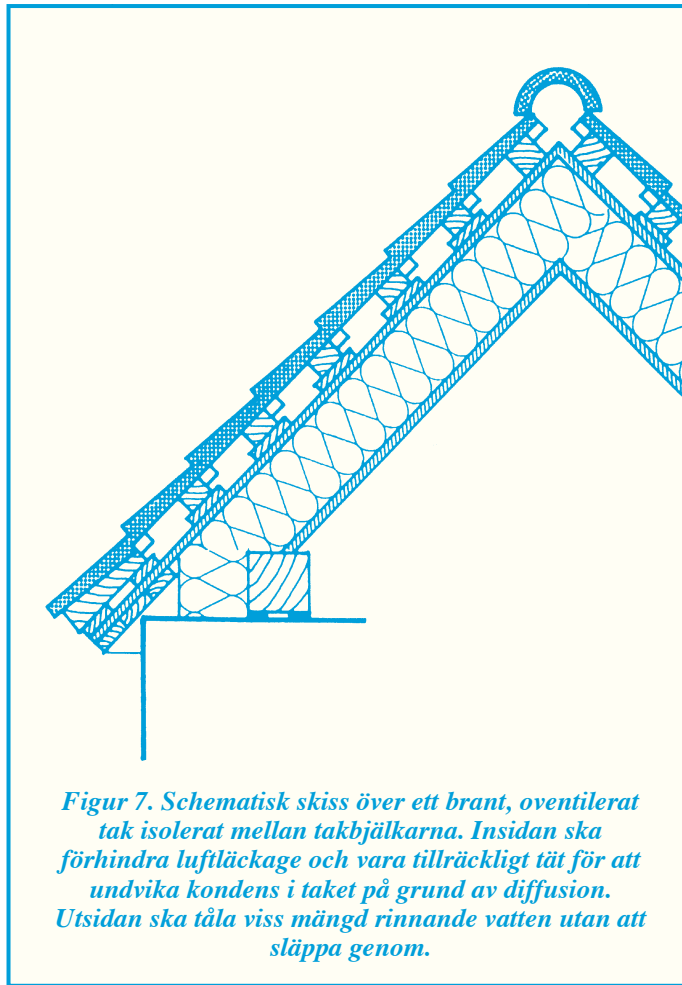
□ Att takbeläggning och underlagstak tillsammans ska vara täta för nederbörd. Detta gäller särskilt för slagregn som kan ge vatteninträngning under takpannor.

□ Underlagstakets ångmotstånd ska vara lågt.

□ Underlagstaket får inte ha så kallad tälteffekt, dvs om det rinner vatten på ovansidan får detta inte tränga genom vid beröring underifrån. (Flera av de provade underlagstaken visade denna effekt. När det rann vatten på ovansidan läckte dessa om de låg dikt an mot isoleringen).

□ Takets insida ska göras tillräckligt ång- och lufttät för att hindra diffusion och konvektion.

Vid undersökningar på VTT i Finland jämförde man konventionella ventilerade tak



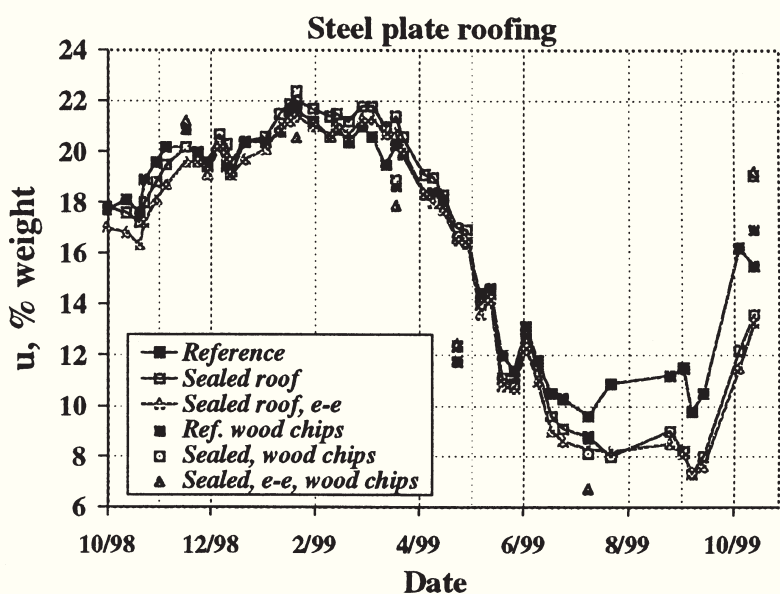
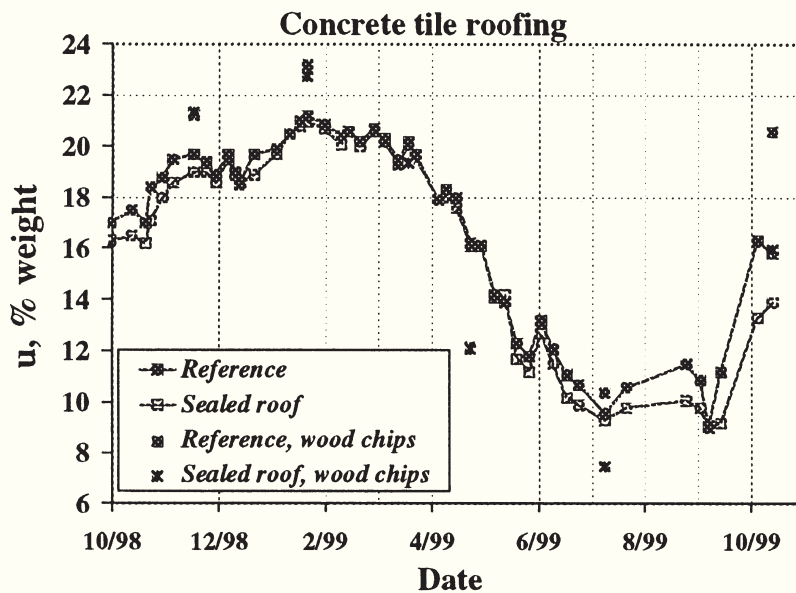
med tak utan luftspalt. Taken byggdes på ett provhus där man höll en konstant fuktbelastning under uppvärmningssäsongen. Båda taktyperna hade 250 mm isolering och båda taktyperna hade täckning av dels betongtakpannor dels plåt. Under ett års tid mätte man fukt, temperatur och värmeflöden i de olika taken och kom fram till följande resultat:

□ Ur fuktsynvinkel fungerade taken utan luftspalt lika bra eller bättre än taken med luftspalt.

□ Värmeflödet genom taken utan luftspalt var två till fyra procent lägre än genom taken med luftspalt.

Sammanfattning

Från många synpunkter är det rätt att isolera hela taket utan luftspalt förutsatt att hänsyn tas till rinnande vatten på utsidan och fukt inifrån. Rätt utförd konstruktion, i princip enligt figur 7, ger flera fördelar jämfört med ett ventilerat tak; ○ mindre risk för fuktskador, ○ mindre energiförluster till följd av större säkerhet mot luftläckage genom otätheter,



Figur 8. Uppmått fuktkvot i träreglar strax under underlagstaket. Mätningen är gjord på provhus i Finland. Resultaten visar ingen större skillnad mellan ventilerade och oventilerade tak.

○ lättare att bygga eftersom särskild luftspalt inte behöver anordnas. ■

Referenser

Samuelson, Ingemar, Fuktbalans i kalla vindsutrymmen. Betydelsen av ventilation och val av isoleringsmaterial, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP-Rapport 1995:69, Borås 1995.

Ojanen, Tuomo, Thermal and Moisture Performance of Tyvek 2001B Pro Sealed Cold Roof System in Northern European Climate Conditions, VTT Building Technology, Building Physics Summary Report 17.11.1999.

Johansson, Ulrika, Heat ageing of Tyvek 2001B Pro and Tyvek 1460B Soft, SP Swedish National Testing and Research Institute, Chemistry and Materials Technology, 99K11784A.

Brandt, Erik Bunch-Nielsen, Tommy, Undertage – et problemområde under

afklaring, Byggeindustrien nr 2 1997.

Brandt, Erik Hjørsløv Hansen, Morten, Undersøgelser av uventilerede undertage. Statens Byggeforskningsinstitut, SBI-Rapport 292 1998.

Brandt, Erik, Undertage og telteffekt, Byggeindustrien nr 3 1999.

Bunch-Nielsen, Tommy, Moisture Measurement in Roof at Gartnersvinget 4, DK 2830 Virum, Bygge- og Miljøteknik ApS Virum 1999.

Schulze, Horst, Die Bedeutung des Austrocknungsvermögens von Holzbau-teilen.

Künzel, H, Grossinsky, T, Fully insulated and non-ventilated – the best answer for the pitched or saddleback roof. Scientifically based results cast doubt on the present approach to roof ventilation. Das Dachdecker-Hantwerk 24/89

Wang, Jinkai, Simulation of air leakage in a roof structure, Byggnadsfysik CTH, Rapport jan 2000.