

Undersökning av oventilerat parallelltak med ånggenomsläppligt underlagstak:

Torra tak

Oventilerat parallelltak med ånggenomsläppligt underlagstak (Tyvek Pro) uppvisar en god säkerhet mot fuktskador. Trots att konstruktionen under laborieförhållanden blivit utsatt för fuktkonvektion, kondens och vattenläckage har det inte skett några skador. Vidare visar undersökningen att det blir lägre fukttillstånd i konstruktionen med cellulosa-isolering än med mineralulls-isolering, detta på grund av att cellulosa-isoleringen är lufttätare.

Tio olika konstruktioner har varit utsatta för fuktdiffusion, fuktkonvektion, utvändigt kondens, temperaturvariationer, vattenläckage med mera i en klimatkammare under tre månader. De mest intressanta skillnaderna har framkommit genom att jämföra fuktförhållandena i;

- oventilerade gentemot ventilerade parallelltak,
- cellulosa-isolerade gentemot mineralulls-isolerade parallelltak,
- parallelltak med ett invändigt "tätt skikt" gentemot ett öppet skikt.

Det mest gynnsamma utförandet visade sig vara, enligt figur 1, det med cellulosa-isolering.

En monteringsundersökning för underlagstaket (Tyvek Pro) vid blåsning av lösfyllnadsisolering visar att det krävs fyra extraläkt mellan varje takbjälke med grövre dimension än ströläkten för att hålla nere underlagstaket och skapa erforderlig vattenavrinning, samt att vertikal montering av underlagstaket är att föredra framför horisontell montering.

För att verifiera laborieförsöken genomfördes i Norge under våren 2000 en fältstudie av oventilerade parallelltak med underlagstaket Tyvek Pro. De fuktkvoter som mättes upp i takkonstruktionerna var förvånansvärt låga cirka 0,10 kg/kg i yttre delen av takbjälkarna under mars månad som är en tid då man kan förvänta sig de högsta värdena under året.

Fuktdimensionering

För att skapa ett parallelltak med god fuktssäkerhet krävs en konstruktionslösning som är vattentät mot nederbörd och utvändigt kondens men samtidigt tillåter uttorkning för att byggfukt, fuktkonvektion och fuktdiffusion inifrån inte ska ackumuleras i konstruktionen och orsaka höga fukttillstånd. Kondens på grund av fuktkonvektion (luftläckage) är en vanlig skadeorsak i takkonstruktioner. Fuktig luft strömmar då ut via otätheter i konstruktionen och kondenserar mot kallare partier längre ut i konstruktionen. Luftläckage är praktiskt svårt att undvika och kan förekomma vid anslutningar, mellan tak/vägg och vägg/golv, och vid håltagningar, genomföringar med mera.

da för att förhindra diffusion av fukt inifrån att ackumuleras i konstruktionen.

Det konventionella ventilerade parallelltaket

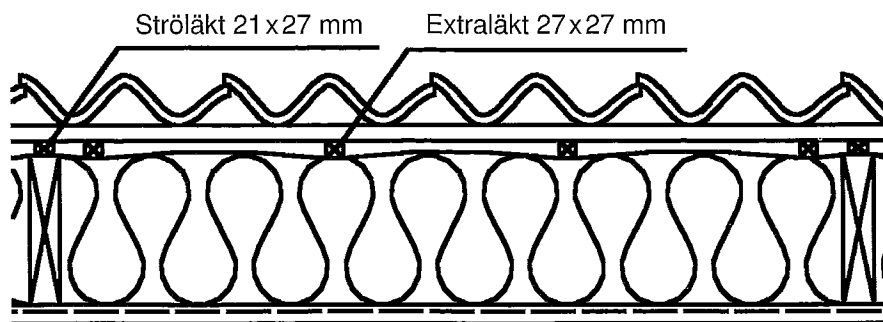
Konventionella parallelltakskonstruktioner har en ventilationsspalt därför att underlagstaket är vatten- och ångtätt. Ventilationsspalten har både fördelar och nackdelar. Dock kan ventilationsspalten medverka till ökad fuktkonvektion genom konstruktionen dessutom kan kall luft blåsa in och försämra isoleringsförmågan i isoleringen. Vidare kan utomhusluft kondensera i ventilationsspalten och yrsnö och slagregn kan tränga in i ventilationsspalten vid taknock och takfot. Ur energisynpunkt är det en nackdel med ventilationsspalten i jämförelse med utan ventilationsspalt, eftersom man får plats med större isoleringstjocklek i det oventilerade parallelltaket. Många av nackdelarna ökar risken för höga fuktförhållanden samt energiförluster i dessa takkonstruktioner.

Tidigare utredningar på ventilerade parallelltak har genomförts, under 80- och 90-talen för att kontrollera ventilationsspaltens effektivitet att ventilerar ut fukt. Det har visat sig att det kan förekomma förhöjda fuktnivåer i dessa konstruktioner. Utredningarna visar på att ventilationsfunktion ofta är bristfällig och att den kan ha en negativ effekt. (Janssens och Hens, 1999, Kunzel och Grosskinsky, 1989, Brant och Hansen, 1998)

Underlagstaket och dess egenskaper

Det finns praktisk erfarenhet från användning av Tyvek Pro i Europa under minst 18 år. Produkten har använts i flera länder under många år men den kom först för två år sedan till Sverige som underlagstak.

- Takpannor
- Bär- och ströläkt + fyra extraläkt
- Tyvek Pro
- Isolering
- Vindskyddsfolie/plastfolie (minst $Z = 10\ 000$ s/m)
- Gips
- Färg



Figur 1: Detaljsnitt av det undersökta oventilerade parallelltaket.

Artikelförfattare är
Lars Olsson, SP
Sveriges Provnings-
och Forsknings-
institut, Borås.



Många av dagens konstruktionslösningar fuktdimensioneras endast för ångdiffusion inifrån men dock inte för fuktkonvektion, byggfukt och små nederbörds-läckage. För att fukt inte ska ackumuleras i taket på grund av av dessa brister krävs en mycket ångöppen utsida. Vidare krävs det en ångtätare insida än utsida.

Materialet är helt vattentätt och samtidigt mycket ångöppet, vilket gör det möjligt att bygga slutna parallelltakskonstruktioner som medger stor uttorkningsmöjlighet.

Produkten/materialet är sammansatt av flera skikt med olika väv som är baserat på polyeten och polypropen (samlingsnamn

polyolefin). Polyetenfibrerna spins ut och formas samman till en folie. Fibrerna är korsvis lagda och de ligger så nära varandra att vatten i vätskefas inte kan tränga i mellan fibrerna men det är ett tillräckligt avstånd för att vatten i ångfas ska kunna vandra igenom materialet. Produkten har ett laminatskikt av glest utspunnet polypropenfiber på ovansidan för att göra den mer motståndskraftigt.

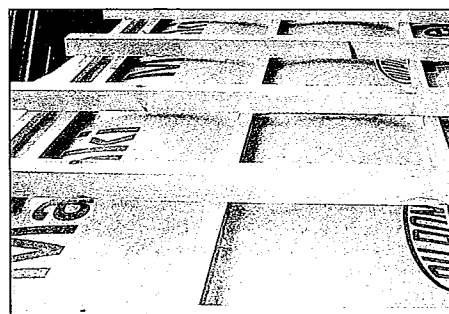
Produkten uppfyller de krav som ställs för underlagstak till exempel beträffande genomtrampningssäkerhet och vattentäthet, se tabell 1. Materialet har vissa begränsningar vad gäller motståndskraft mot ultraviolet strålning (UV-ljus). Därför rekommenderas att materialet inte exponeras för sol i mer än några månader. Vidare ska produkten förpackas på ett sådant sätt att den inte utsätts för ultraviolet strålning under eventuell utomhuslagring. Produkten bör inte användas i kontakt med impregne-



Figur 2: Resultat av blåsning utan extraläkt. Underlagstaket trycks mot bärläkten och vattenavledningen hindras.



Figur 3: Resultat av blåsning med tre extraläkt. Fortfarande trycks underlagstaket mot bärläkten.



Figur 4: Resultat av blåsning med fyra extraläkt. Vattnet kan avledas.

Tabell 1: Tekniska data för Tyvek (2001B) Pro. (Division Matak 1999)

Material		100 % Polyolefin
Vikt		cirka 145 g/m ²
Draghållfasthet	(ASTM D882)	8 kN/m
Brottöjning	(ASTM D882)	15 %
Rivhållfasthet	(DIN 53363)	100 N
Vattentäthet (SS 236805 / 200 mm VP)		Tät
Ånggenomgångsmotstånd (SS 021582)		1,1 x 10 ³ s/m
Genomtrampning (SP metod 0487)		2,5 kN
Typgodkännande nr:		0269/99

ringsmedlet Boracol (Sorensen och Strange, 1999).

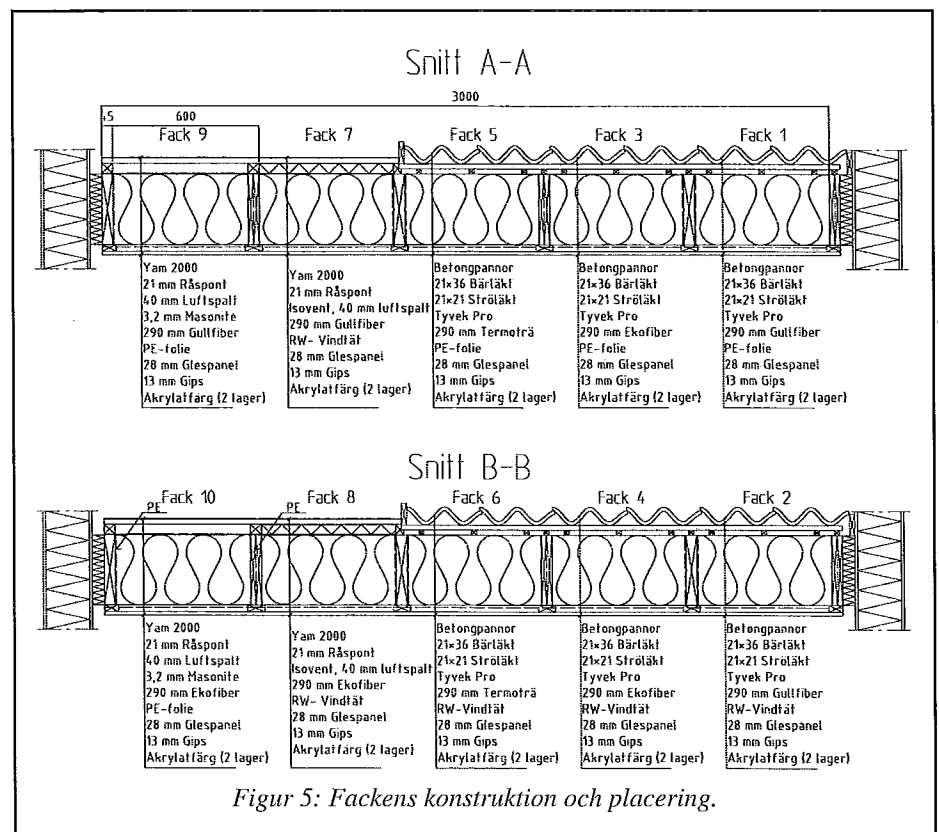
Underlagstaksfolier är normalt tunna varför man måste beakta att det finns risk för att skador kan uppkomma på materialet i kontakt med spetsiga föremål med mera. Impregnerat trä bör inte förekom-

ma ovanpå underlagstaksmaterial eftersom impregneringen kan minska vattnets ytspänning vilket möjligen innebär att vattnet kan rinna igenom.

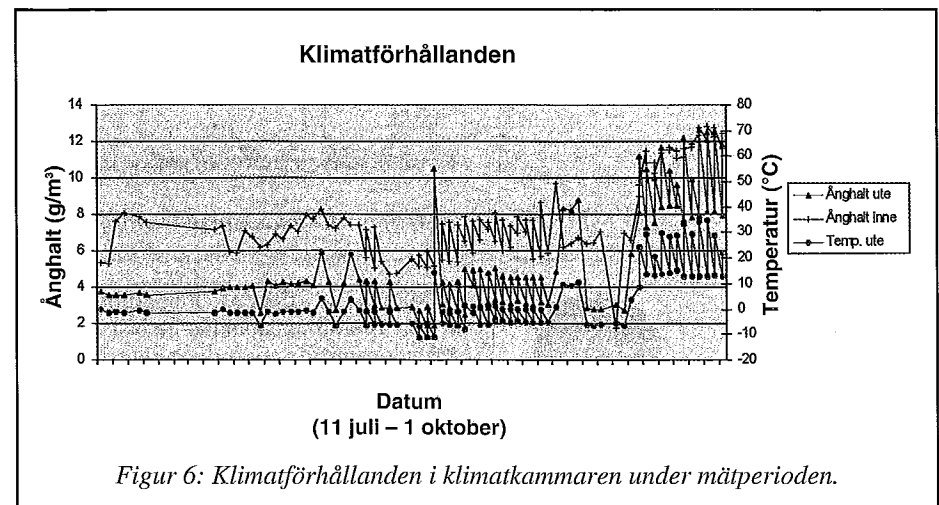
Blåsning av lösfnllnadsisolering i parallelltak

Vid blåsning av lösfnllnadsisolering i slutna konstruktioner utsätts de omgivande materialskikten för stora tryckkrafter. I fallet när isolering

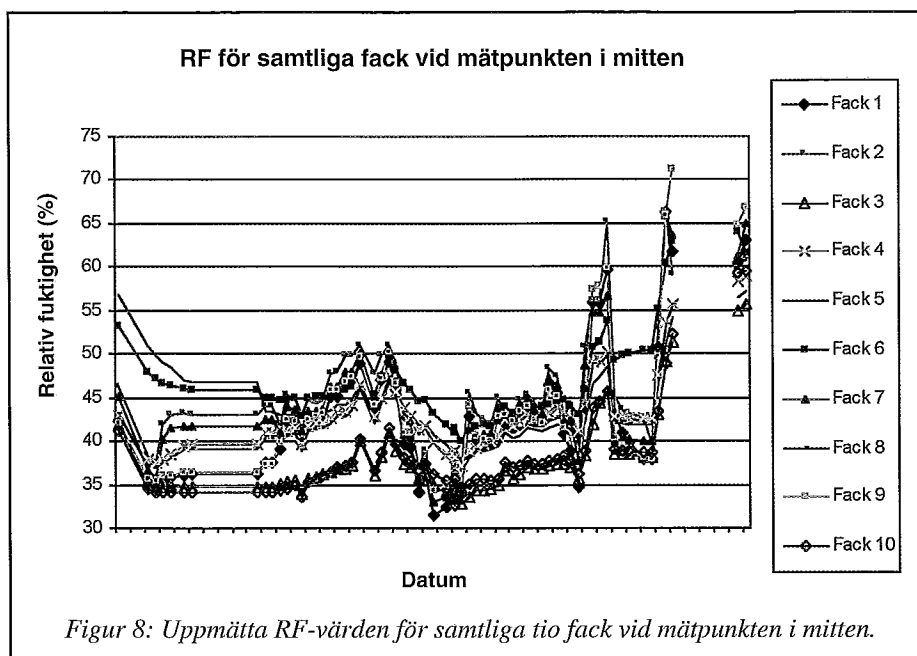
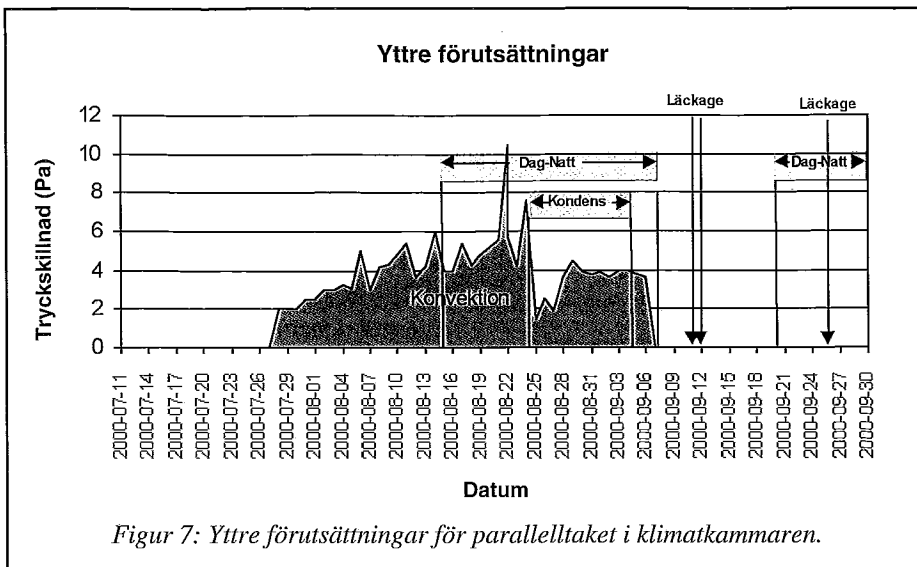
blåses direkt mot ett underlagstak inte är styvt, orsakar lufttrycket en utbuktning av underlagstaket. Konsekvensen blir att utifrån kommande vatten riskerar att leta sig in vid skarvar och fästpunkter, som hamnar i lågpunkter. För att förhindra att vatten rinner mot strörläk-



Figur 5: Fackens konstruktion och placering.



Figur 6: Klimatförhållanden i klimatkammaren under mätperioden.



ten/takbjälken, placeras extraläkt mellan de befintliga strörläktorna. Syftet med extraläkten är att skapa en lutning på underlagstaket, från takbjälken, samt att förhin-

dra att underlagstaket trycks upp mot bärläkten, se figur 1-4.

Undersökningen visar att fyra extraläkt krävs mellan varje takbjälke för att för-

hindra problem med utbuktning av underlagstaket, se figur 4. Två av extraläkten ska placeras nära (cirka 5 cm) takbjälkarna för att förhindra avrinning mot ordinarie strörläkt, och ytterligare två extraläkt mellan dessa för att förhindra att underlagstaket trycks upp mot bärläkten, se figur 1. Underlagstaket ligger då, nedtryckt, skilt från bärläkten med tillräckligt stort avstånd för att avrinningen av vatten inte ska förhindras eller ledas mot takbjälken.

Det är en fördel om underlagstaket monteras vertikalt, med skarvarna klämda under ordinarie strörläkt, eftersom isoleeringen annars kan läcka ut vid skarvarna under blåsningen. Dessutom blir konstruktionen tätare med klämda skarvar vilket förebygger fuktkonvektion.

Försöksuppställning av parallelltak i en klimatkammare

Ett snedtak, av typen parallelltak, bestående av olika konstruktioner utsattes för uteklimat på ena sidan och inneklimat på andra sidan. Parallelltaket är uppdelat i tio olika fack, en övre (A-A) och en undre (B-B) del av vardera 5 fack, se figur 5.

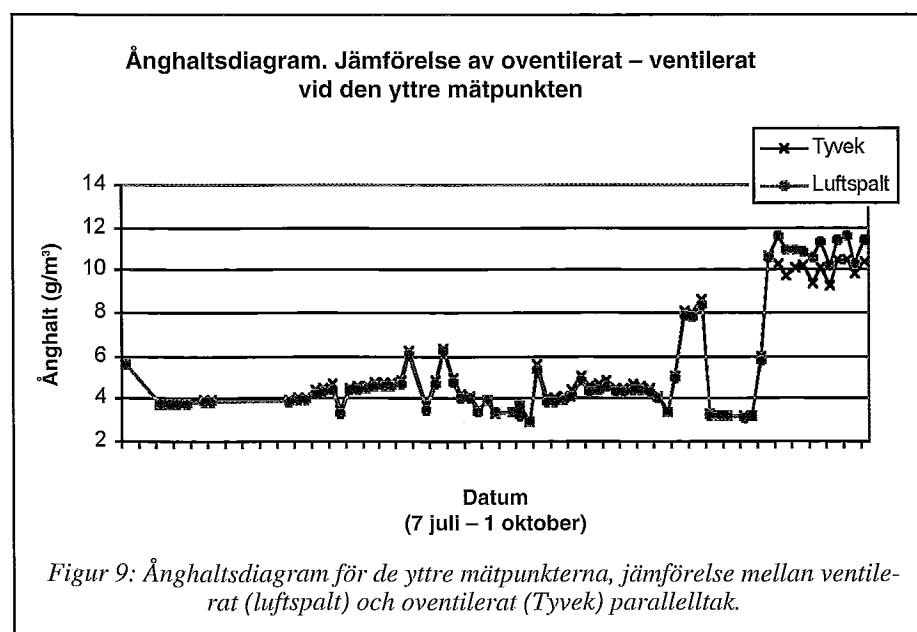
Uteklimatet har efterliknat ett så verkligt klimat som möjligt med temperaturvariationer både mellan dag och natt och under mätperioden, se figur 6. Taket har dessutom utsatts för förhållanden som kan inträffa i verkligheten avseende fuktkonvektion (hål i tätskikt), nederbörds-läckage (tillförsel av fritt vatten), utvändigt kondens (vattensprayning) och ångdiffusion (inomhusbefuktning), se figur 7.

Uppmätta värden

Uppmätta RF-nivåer vid de yttre mät-punkterna har legat inom intervallet 50-80 procent, i mitten 30-70 procent, se figur 8, och vid de inre mät-punkterna inom intervallet 20-75 procent. För de beräknade RF-nivåerna (med yttre mät-punktens ånghaltsvärden och yttre tätskiktets temperatur), utanför de yttre mät-punkterna, på insidan av det yttre tätskiktet har intervallet legat på 70-100 procent.

För att kunna urskilja varför olika fukt-tillstånd har uppkommit i de olika konstruktionerna har en uppdelning gjorts för material och konstruktionstyp. Vid jämförelse mellan ventilerat och oventilerat parallelltak uppmättes samma låga fukt-tillstånd i det ventilerade parallelltaket som i det oventilerade parallelltaket under den kalla perioden. Under den varma perioden (vår-fallet) steg fukt-tillståndet till risk-nivåer för de ventilerade parallelltaken med hård träfiberskiva men sjönk för de oventilerade parallelltaken, se figur 9. De ventilerade konstruktionerna med wellpapp hade liknande fukt-nivåer som Tyvek Pro-konstruktionerna vilket tyder på att dessa material medger fuktut-torkning. En iakttagelse var att wellpappen blev genomfuktad under kondensperioden.

Vid jämförelse mellan konstruktionerna med olika isoleringsmaterial är det ge-



delarna av konstruktionerna, se figur 12.

Byggfukten i Termoträ torkade ut fortare med en ångöppnare insida (fack 6), under första månaden, men därefter övertog ångdiffusionen inifrån och konstruktionen med plastfolie (fack 5) hade därefter lägre uppmätta fuktvärden än fack 6.

Undersökning av luftgenomsläpplighet

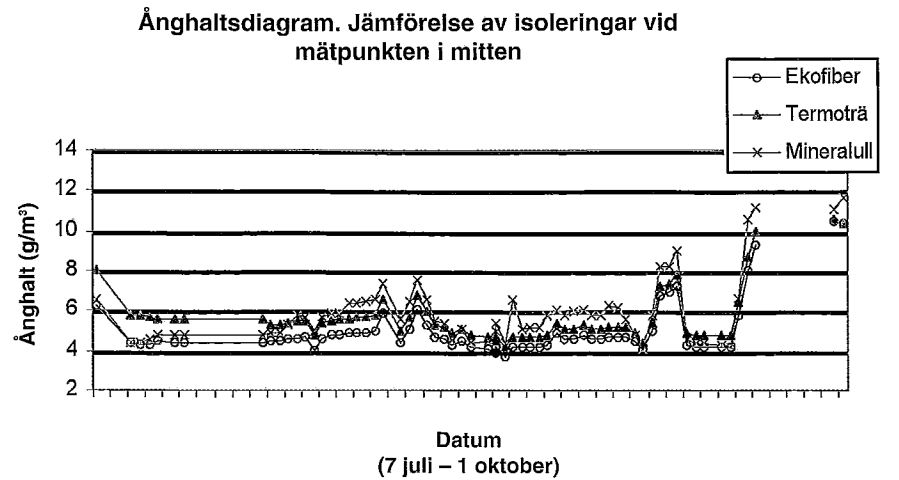
Konstruktionerna med cellulosa har i undersökningen visats ha lägre fuktillstånd än mineralull. Anledningen kan vara att cellulosaisolering är lufttätare vilket innebär att materialet försvårar fuktkonvektionen. Dessutom är materialet hygroskopiskt vilket innebär att fuktsvängningarna dämpas och medverkar till lägre fuktnivåtoppar.

I denna undersökning har luftflödet mätts genom konstruktionerna och luftflödet har varit hälften så stort genom cellulosaisoleringskonstruktionerna som genom mineralullsisoleringskonstruktionerna vid samma läckagearea ($d = 16 \text{ mm}$) och ungefär samma isoleringsdensitet ($46\text{--}63 \text{ kg/m}^3$), se tabell 2 på sidan 22.

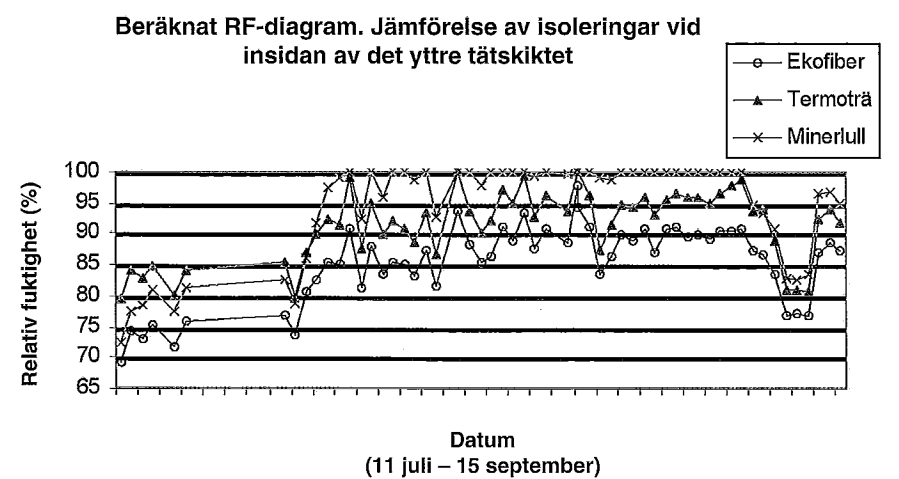
Slutsatser av mätningarna i klimatkammare

Ju mer diffusionsöppen konstruktionens yttre del är desto lättare har konstruktionen att torka ut under förutsättning att insidan är tät. Den hårda träfiberskivan är så pass ångtät att fukt från konvektion ackumuleras i konstruktionen vid otätheter. Detta visas både av uppmätta och beräknade värden, se figur 13. För konstruktionerna med Tyvek Pro och wellpapp är ångmotståndet i konstruktionens yttre del "obefintligt" och uttorkningen förhindras knappast.

Tyvär har inte kondens på grund av nattutstrålning kunnat skapats mer än under en kort period och därför kan de ventilerade konstruktionernas fuktsäkerhet vara överskattad i denna undersökning.



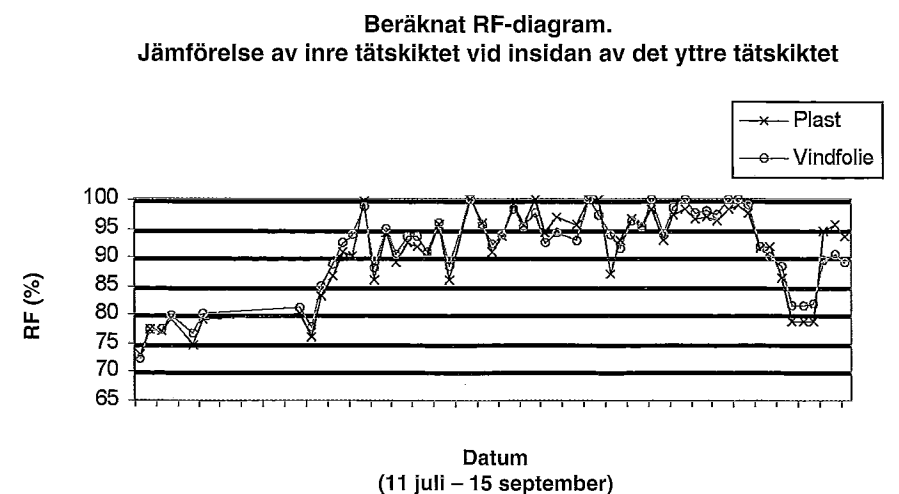
Figur 10: Ånghaltsdiagram för mätpunkterna i mitten, jämförelse mellan isoleringsmaterialen.



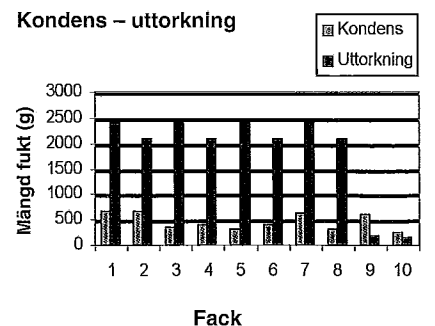
Figur 11: Beräknade RF-nivåer vid det yttre tätskiktet, jämförelse mellan isoleringsmaterialen.

nomgående högre fuktillstånd i mineralull än i cellulosa, observera att Termoträ innehöll byggfukt vid installationen, se figur 10 och 11)

Vid jämförelse mellan konstruktioner med olika invändiga tätskikt, plasfolie och vindskyddsfolie, var det obetydliga skillnader i beräknade fuktnivåer i de yttre



Figur 12: Beräknade RF-nivåer vid yttre tätskiktet, jämförelse mellan de invändiga tätskikten.



Figur 13: Diagram som visar beräknade värden för dels kondensen och dels uttorkningen för samtliga fack under konvektionsperioden. För fack 1-8 är uttorkningen flera gånger större än kondensmängden men för fack 9 och 10 ackumuleras fukten.

Tabell 2: Luftflödet (m³/h) genom facken vid olika tryckskillnader. Facken 1, 2, 7 och 9 har mineralullsisolering, övriga har cellulosaisolering. Densiteten är angiven i kg/m³.

	Fack 9 54 kg/m ³	Fack 7 50 kg/m ³	Fack 5 59 kg/m ³	Fack 3 63 kg/m ³	Fack 1 58 kg/m ³
2 Pa	0,24	0,24	0,10	0,12	0,24
3,5 Pa	0,31	0,34	0,14	0,16	0,31
4,5 Pa	0,34	0,37	0,17	0,18	0,35
6 Pa	0,36	0,43	0,24	0,24	0,44
r ₅₀ *	2,20	2,40	1,09	1,21	2,33

	Fack 10 59 kg/m ³	Fack 8 59 kg/m ³	Fack 6 56 kg/m ³	Fack 4 57 kg/m ³	Fack 2 46 kg/m ³
2 Pa	0,07	0,11	0,14	0,12	0,22
3,5 Pa	0,11	0,17	0,19	0,19	0,33
4,5 Pa	0,12	0,20	0,24	0,23	0,38
6 Pa	0,17	0,23	0,29	0,30	0,48
r ₅₀ *	0,81	1,23	1,49	1,43	2,39

*Motsvarande flöde vid 50 Pa.

Trots detta uppvisar den oventilerade konstruktionen lägre fuktillstånd. Tidigare undersökningar påvisar att fukt utifrån tillförs i ventilerade konstruktioner och kan orsaka förhöjda fuktillstånd.

Då ett ångöppet och vattentätt underlagstak (till exempel Tyvek Pro) används behövs ingen ventilationsspalt, se figur 1. Vidare kan det vara fördelaktigt att an-

vända cellulosaisolering framför mineralullsisolering därför att cellulosaisolering är ett betydligt lufttätare material. ■

Referenser

Brandt, E, Hansen, M., (1998) *Undersökelse af vventilerade undertage*, SBI-rapport 292, Statens Byggeforskningsin-

Undersökningen, *Torra tak*, är utförd på SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, som ett 20-poängs examensarbete under magisterutbildning i byggt teknik av Lars Olsson och Anders Ehnlund, Högskolan i Borås, oktober 2000.

stitut, Hörsholm, Danmark, ISBN 87-563-0985-6.

Division Matak, (1999) Tyvek Pro, produktblad, Trelleborg Building System, Höganäs.

Janssens, A., Hens, H., (1999), *Heat and Moisture Response of Vented and Compact Cathedral Ceilings: A test House Evaluation*, ASHRAE-symposium, University of Leuven, Belgium.

Kunzel, H., Grosskinsky, T., (1989), *Fully insulated and non-ventilated, Tyvek*, Fraunhofer Institute, Holzkirchen. (Reprinted from; "Das Dachdecker-Hardware", No. 24/89 Technical Topics – The Pitched Roof).

Olsson, L., Ehnlund, A., (2000) *Torra tak*, SP arbetsrapport 2000:26, Borås.

Sorensen, N., Strange, N., (1999), *Undertage – en nedslående undersogelse*, BYG netop, Danmark.

Glöm inte att förnya Din helårsprenumeration på *Bygg & teknik för 2001!*



VEGETATION FÖR TAK OCH BJÄLKLÄG

Besök oss på vårens och sommarens mässor

Sydbygg, Malmö 6-8 mars Monter A309
Bygg & Anläggning, Göteborg 24-27 april Monter B08:12
Bo01, Malmö 17 maj-16 sept. Här anlägger Veg Tech mer än 3000 m² takvegetation fördelat på 15 objekt. Här kan du också beskåda våra system för vattenrening, erosionskydd, infiltration, bullerdämpning, fasadvegetation, slambehandling mm.



Veg Tech

Fagerås 340 30 Vislanda
Tel 0472 303 16 Fax 0472 300 23
www.vegtech.se info@vegtech.se