



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R86:1990

Renoverade flacka tak

**Erfarenheter från 500
omläggningar**

Rune Hanson

Bertil G Johnson

Sune Nilsson

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135491

Byggforskningsrådet

R86:1990

RENOVERADE FLACKA TAK

Erfarenheter från 500 omläggningar

Rune Hanson
Bertil G Johnson
Sune Nilsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880289-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Byggnads-
firman Viktor Hanson AB, Stockholm.

REFERAT

I rapporten redovisas en enkätundersökning bland byggnadsförvaltare om renovering av flacka tak. Undersökningen omfattar 500 omläggningar med olika metoder och material.

Sammanfattningsvis råder tre viktiga förutsättningar för ett bra resultat vid ombyggnad eller omläggning av ett tak:

- En säker och stabil konstruktion som ger vattenavledning och skydd mot fukt inifrån.
- Material som motstår de normala påfrestningarna under den förväntade livslängden.
- Ett fackmässigt arbetsutförande, såväl för själva takläggningen som för takets detaljer.

Någon helt säker ombyggnadsmetod har inte kunnat identifieras. Ett nytt uppstolpat vattentak ger den största säkerheten mot läckage. Även mycket flacka tak fungerar dock väl om vissa risklösningar undviks. Vid ombyggnad kan lägre lutningar accepteras än vad som i en tidigare rapport förordades för nybyggnad (1:20).

Den lösning som i synnerhet bör undvikas om man vill ha ett funktionssäkert tak är att bibehålla kvarstående vatten. Särskilt helklistrat eller helsvetsat bitumentätskikt på gammal SAL-papp är en riskfylld lösning.

Tak som tilläggsisolerats uppvisar ofta problem. Orsakerna är främst bristande formstabilitet och olämplig infästning.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R86:1990

ISBN 91-540-5256-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab Stockholm 1990

Innehåll

| | |
|---|----|
| Sammanfattning | 4 |
| 1 Projektets bakgrund och syfte | 7 |
| Projektets syfte | 7 |
| Ökad ombyggnad | 8 |
| Materialutvecklingen | 9 |
| 2 Renovering och ombyggnad | 13 |
| Utbudet av renoveringsmetoder | 13 |
| Tätskikt på flacka tak | |
| - krav och förväntad funktion | 14 |
| 3 Metoder och material för omläggning | 17 |
| Appliceringsmetoder | 17 |
| Omläggningsmetoderna | 18 |
| 4 Enkätmetoden | 31 |
| Uppläggning och genomförande | 31 |
| Enkätmaterialalets sammansättning | 32 |
| Representativitet och tillförlitlighet | 36 |
| Grunder för jämförelser och bedömningar | 38 |
| 5 Översiktliga jämförelser | 41 |
| Principlösningar | 42 |
| Takens olika egenskaper | 43 |
| Takens tätskikt | 45 |
| Sammanfattande kommentarer | 46 |
| 6 Studier av tätskikt | 47 |
| Bitumenmaterial | 47 |
| Övriga material | 50 |
| Sammanfattande kommentarer | 51 |
| 7 Metodlösningarna | 53 |
| Nytt tätskikt på det gamla | 53 |
| Nytt underlag på det gamla taket | 58 |
| 8 Betydelsen av takets lutning | 62 |
| Tak med vattenavrinning före omläggning | 62 |
| Tak utan vattenavrinning före omläggning | 62 |
| Skador och läckage | 63 |
| Sammanfattande kommentar | 68 |
| 9 Tilläggsisolering - underlag och infästning | 69 |
| Materialöversikt | 69 |
| Problem med mineralullsskivor | 69 |
| Problem med styrencellplast | 72 |
| Problem med takboard och "takelement" | 74 |
| Infästningsmetoder | 75 |
| 10 Slutsatser och reflexioner | 77 |
| Slutsatser av enkäten | 77 |
| Arbetsutförandets betydelse | 77 |
| Brandrisker vid takarbeten | 78 |
| Referenser | 80 |
| Bilaga: enkätformulär | 81 |

Sammanfattning

I rapporten "Lyckade och misslyckade tak" (1) redovisades en enkätundersökning om bl a erfarenheterna av de horisontella tak som vid slutet av 1960-talet började tillämpas - utan tidigare erfarenheter av denna lösning i vårt klimat. Det framgick att vart fjärde av dessa tak betraktades som misslyckat med behov av omläggning.

Renovering av taken började i större omfattning ske under 1980-talets första del. Omfattningen har efterhand ökat och renoveringsvolymen har under senare år varit större än nyproduktionen.

Vid valet av metod och material för omläggningarna har byggnadsförvaltarna - i avsaknad av samlad kunskap och egna erfarenheter - fått förlita sig på fabrikanter och entreprenörer. Flera nya material och system har lanserats, vilket ytterligare komplicerat situationen.

Denna studie är en fortsättning på den tidigare och har inriktats på renovering av flacka tak. Avsikten har varit att stämna av byggnadsförvaltarnas erfarenheter, även om flertalet omläggningar kanske skett för nyligen för att de långsiktiga resultaten skall kunna bedömas. Från den tidigare studien vet vi emellertid att ett från början felritt tak nästan alltid fungerar oklanderligt under hela sin livslängd. Tidiga problem förvärras däremot med tiden. Ställer man därför höga krav på takets prestanda under de första åren, kan man räkna med en god tillförlitlighet även på längre sikt.

Uppgifter i enkätundersökningen, liksom kompletterande skadeanalyser, pekar på följande tre viktiga förutsättningar för ett bra resultat vid ombyggnad eller omläggning av ett tak:

- En säker och stabil konstruktion som ger vattenavledning och skydd mot fukt inifrån.
- Material som motstår de normala påfrestningarna under den förväntade livslängden.
- Ett fackmässigt arbetsutförande, såväl för själva takläggningen som för takets detaljer.

Vid renovering är konstruktionen ofta svår att ändra. Likaså kan valet av material behöva göras med hänsyn till utseende, brandskydd etc.

Med hänsyn till de varierande kraven är det svårt att i praktiken finna någon helt säker ombyggnadsmetod. De 500 enkätsvaren har dock gjort det möjligt att gradera de olika metodernas säkerhet och identifiera direkt bristfälliga lösningar.

För ett tidigare horisontellt eller mycket flackt tak ger ett nytt uppstolpat vattentak den största säkerheten mot

läckage. Även denna relativt dyra metod kan dock ge problem, främst på grund av kondens i konstruktionen och svallis vid takfoten.

Omläggning med rostfri sömsvetsad plåt - också en relativt kostbar metod - väljs främst när underhållsfrihet, lång livslängd och brandsäkerhet prioriteras. Enkäten visar att läckage förekommit vid detaljer, vilket antyder att även de svetsade falsarna kräver god vattenavledning.

Även om ingen metod således kan anses som helt säker, finns ett flertal lösningar med goda prestande. Variationerna är dock betydande. Det har därför varit angeläget att studera hur faktorer som tätskikt, lutning och underlag inverkat på resultaten. Av dessa bearbetningar har framgått att det finns ett antal kombinationer som bör undvikas. Förfar man på detta sätt, torde alla metoder ge en acceptabel säkerhet.

Den lösning som i synnerhet bör undvikas om man vill ha ett funktionssäkert tak är att bibehålla kvarstående vatten, även om det finns metoder som är tydligt bättre än andra. Särskilt helklistrat eller helsvetsat bitumenttätskikt på gammal SAL-papp är en riskfylld lösning.

Även mycket flacka tak fungerar väl om risklösningarna undviks. Den minsta lutning på ca 1:20 som förordades i den tidigare rapporten tycks vara obehövlig vid ombyggnad. Orsaken är att den befintliga lutningen är faktisk - utan minustoleranser för utförandefel och ytterligare deformationer.

En framgångsrik renovering kräver inte dyra lösningar som nytt vattentak eller svetsad plåt. De tak som tidigare haft en tillräcklig lutning för att avleda allt vatten, såväl på takytorna som i rännalarna, har med framgång kunnat läggas om med ett nytt tätskikt direkt på det gamla. Därvid har strängklistring visat sig vara den säkraste infästningsmetoden.

Tak som tilläggsisolerats uppvisar ofta problem. Orsakerna är främst bristande formstabilitet (mjukhet och svällning) och olämplig infästning. Tilläggsisolering bör därför undvikas om taket inte kan ges god vattenavrinning.

Olika resultat av enkätbearbetningen antyder att arbetsutförandet har en stor inverkan. Takarbeten är alltid krävande på grund av väderförhållanden, tunga material, påfrestande infästning och skarvning m m. Man kan dock inte frigöra sig från tanken att respekten för noggrant arbete inte alltid är tillräcklig och att uppenbara brister i yrkeskunnande ibland föreligger. Svårigheten att utföra en god kontroll inverkar givetvis också.

Vid sidan av de nämnda varningarna framstår som en väsentlig slutsats att lättare och säkrare arbetsmetoder samt byggplatspersonalens kunskaper är viktiga att utveckla.

Valet av taklösning är alltid en avvägning mellan säkerhet och kostnad. Denna avvägning påverkas naturligtvis av den

verksamhet som bedrivs i byggnaden och vilka följderna kan bli av ett läckage. Genomgående kan sägas att risken är väsentligt större vid låg lutning.

Sammantaget kan slutsatserna i övrigt sammanfattas i följande rekommendationer:

- För ett tak med kvarstående vatten före ombyggnad utgör ett nytt vattentak den säkraste lösningen. Ny lutning med snedskurna isoleringsskivor får betraktas som ett kostnadsmässigt gott men något riskfyllt alternativ till det nya vattentaket.
- För ett tak med vattenavrinning är flertalet metoder acceptabla. Tilläggsisolering på alltför låga lutningar bör dock undvikas. Strängklistrade bitumentätskikt är i flertalet fall den mest ekonomiska lösningen.
- Fördelarna från energisynpunkt med plan tilläggsisolering på horisontella tak måste nogt vägas mot den ökade risk och högre kostnad som ombyggnaden kan föranleda.

Ett väl utfört flackt tak fungerar ofta väl så bra som ett brant tak med dess risker för snöras och högre kostnader för underhåll. En säkrare jämförelse i detta avseende kommer dock att göras i ett följande projekt.

Sammanfattningsvis har enkätmetoden visat sig kunna ge generellt användbara funktions- och ekonomidata på byggnadsdelnivå. Hur dessa kan användas skall också studeras i följande projekt.

1 Projektets bakgrund och syfte

I rapporten "Lyckade och misslyckade tak" (1) redovisades resultaten från en enkätundersökning bland fastighetsägare och förvaltare om cirka 2 000 tak. Av dessa var ca 1 000 flacka, dvs med en lutning mindre än 1:16.

Enkätundersökningen visade att de flacka taken i mer än 30 procent av fallen betraktades som antingen misslyckade eller behäftade med problem. En mycket tydlig skillnad rådde gentemot större lutningar. Branta tak betraktades aldrig som rent misslyckade, medan ventilerade låglutande tak uppvisade 15 procent misslyckanden och varma låglutande tak 11 procent. Därtill kom en ännu större andel som ansåg de låglutande taken problematiska. Att vart tredje tak uppfattas som behäftat med problem och vart sjunde som rent misslyckat är givetvis en otillfredsställande risknivå.

Riskerna visade sig vara tämligen små ned till en lutning av 1:20 - 1:30, vilket naturligtvis beror på att något kvarstående vatten normalt inte uppstår vid dessa lutningar. För horisontella tak eller låglutande tak med horisontella rännor var förhållandet tydligt avvikande. Av enkätens 1900 tak var 150 horisontella och ytterligare ca 700 hade rännor utan lutning. På dessa tak uppstod kvarstående vatten med ett kontinuerligt vattentryck som de uppenbarligen inte kunde motstå.

Åtskilliga av problemtaken befann sig i ett sådant tillstånd att de relativt omgående måste åtgärdas. Fastighetsägare och förvaltare har följaktligen framfört önskemål om en kartläggning och funktionsstudie av de på marknaden förekommande renoveringsprinciperna, särskilt för horisontella och flacka tak.

Projektets syfte

I detta projekt har vi studerat renoverings- och ombyggnadsmetoder för flacka tak - företrädesvis problemtak. Undersökningens syfte har först och främst varit att ta reda på hur man hittills genomfört renoveringar och vilka erfarenheter man har av de metoder och material som används. Förhoppningsvis skall erfarenheterna kunna tillämpas på framtidens tak vid såväl renovering som nybyggnad.

Som ett led i arbetet har vi gjort enkla kalkyler över de olika lösningarnas effektivitet i meningen teknisk funktion och skaderisker i förhållande till livslängdskostnaderna.

Projektet kan därtill ses som en investering för framtiden genom att konstruktioner och metoder inventeras medan kännedomen om dem och de föregående problemen fortfarande är levande. I linje med detta träffas överenskommelse med fastig-

hetsägaren/förvaltaren om tillstånd även för uppföljning när bättre drifterfarenheter föreligger.

Projektet har finansierats av BFR, SBUF och Fastighetsägareförbundet.

Ökad ombyggnad

"Plana tak", dvs horisontella och låglutande tak, byggdes i stor utsträckning mellan 1965 och 1975. Efterhand som problemen framträtt, har volymen av renovering och ombyggnad ökat sedan slutet av 1970-talet.

Mer än 5000 ombyggnader har redan gjorts. Branschen räknar för närvarande med att ombyggnadsvolymen är minst lika stor som nybyggandet. Ytterligare ca 10 000 tak bedöms vara i behov av genomgripande åtgärder.

Tabell 1.1. Takmarknaden 1988, översikt.

| Totalt (tusental m ²) | | |
|---|--------|-------|
| Flacka tak ($\leq 4^\circ$) | 8 500 | 48,6% |
| Branta och låglutande tak ($> 4^\circ$) | 9 000 | 51,4% |
| | 17 500 | |
| Flacka tak | | |
| Nyproduktion | 3 400 | 40,0% |
| Renovering, ombyggnad | 5 100 | 60,0% |
| | 8 500 | |

Det finns sannolikt ingen annan byggnadsdel som under 1980-talet fått så stora tillskott av nya material och metoder som yttertak. Framför allt gäller detta de flacka taken. Bakom utvecklingen ligger sig två väsentliga orsaker:

- 1970-talets problem med flacka och horisontella tak. Den något onyanserade kritiken i slutet av 1970-talet drabbade dock i huvudsak de täckningsmaterial som använts. Detta stimulerade materialindustrin - såväl inom som utanför Sverige - till utveckling av nya produkter.
- Det tidiga 1980-talets radikala förändringar i takentreprenaderna. Tidigare hade de företag som producerade takpapp i stort sett behärskat entreprenadmarknaden för flacka och låglutande tak. Under 1980-talet har allt fler lokala entreprenadföretag med specialisering på takarbeten etablerats. Vissa av dessa företag har direktkontakt med utländska materialtillverkare, vilket ökar importen.

Materialutvecklingen

Under den aktuella tioårsperioden har material och teknik väsentligt förändrats. Som tätskikt har sålunda den gamla asfaltpappen bytts ut mot polymermodifierade och plastfilt- armerade bitumenmattor eller mot dukar av termoelaster eller termoplast.

Fram till omkring 1960 användes uteslutande skyddsbelagd asfaltpapp med stomme av lumpfilt (SAL-papp) för täckning av flacka tak. När taklutningarna i början av 1960-talet sänktes så att vattensamlingar på taken blev allt vanligare, ersattes lumpfilten i ökande utsträckning av glasfiberfilt (SAM-papp). Man fick därigenom ett material som var okänsligt för fukt och därtill dimensionsstabil samt opåverkligt av röta. En stor svaghet med denna papp har dock den låga brottöjningen visat sig vara. Sprickor och därav förorsakade läckage har därför varit vanliga på takytor som utsätts för sprick- eller skjuvrörelser i isbeläggning eller av fogrörelser i underlaget.

Vid slutet av 1970-talet togs polyesterfilt i bruk för "armering" av bitumentätskikt, vilket avsevärt förbättrat såväl flexibilitet som hållfasthet. Under det senaste decenniet har dessutom asfaltens egenskaper förbättrats genom tillsats av plast eller gummi. Man talar om polymermodifiering av asfalten, vilket bland annat ökar dess temperaturspann så att den blir mindre påverkbar av höga och låga temperaturer.

Utöver asfalttätskikt har olika folier ("takdukar") under 1980-talet kommit till användning på flacka och låglutande tak. Folierna består av termoelaster (gummi) och termoplast- er (främst PVC). Till skillnad från asfalttätskikten, som hel- eller punktklistras mot underlaget, fäster man i allmänhet gummi- och plastfolierna mekaniskt i takkonstruktionen med skruv eller expanderdon.

Gummi- och plastfolier används alltid som enskiktstäckningar. APP-mattor svetsas oftast som enlagstäckning på befintlig papp, medan de övriga bitumenmaterialen i allmänhet läggs som tvålagstäckningar. Beroende på materialens olika egenskaper och skillnader i tätskiktens totala tjocklek kan det råda stora olikheter i hållfastheten - speciellt förmågan att motstå stansverkan (ofta nedtramp av plåtskrot eller tappade spikar etc).

En översikt av tätskikt för flacka tak återfinns i tabell 1.3. Förekomsten av de olika tätskikten redovisas i tabell 1.2 och vissa av deras egenskaper i tabell 1.4.

Hur de nya materialen och metoderna kommer att fungera på lång sikt är det naturligtvis ännu för tidigt att uttala sig om. Ändå är det angeläget - inte minst för de problemtak som ännu inte åtgärdats - att så tidigt som möjligt ställa samman erfarenheterna. Kostnaderna för vattenskador samt för reparationer och omläggningar är ju kännbara. Därtill kommer

att en utvärdering förutsätter att situationen före ombyggnaden fortfarande är känd.

Tabell 1.2. Takmarknaden 1988; tätskiktmaterial, tusental m².

| | | |
|-------------------------------|-------|-------|
| Totalt | 8 500 | |
| <u>Bitumentätskikt</u> | | |
| Papp (SAP, SEP, SAL) | 5 400 | 63,5% |
| Takelement med SAP | 600 | 7,1% |
| APP | 1 200 | 14,1% |
| | <hr/> | |
| | 7 200 | |
| <u>Takdukar</u> | | |
| PVC | 650 | 7,6% |
| ECB | 150 | 1,8% |
| CPE | 50 | 0,6% |
| EPDM, IIR | 50 | 0,6% |
| | <hr/> | |
| | 900 | |
| <u>Plåt</u> | | |
| Rostfri, sömsvetsad | 400 | 4,7% |
| Renovering | 5 100 | |
| Papp (SAP, SEP, SAL) | 3 200 | 62,7% |
| Takelement med SAP | 400 | 7,8% |
| APP | 1 000 | 19,6% |
| Takdukar | 300 | 5,9% |
| Plåt | 200 | 3,9% |

Tabell 1.3. Materialöversikt för tätskikt

| Materialgrupp/produkt | Varunamn, tillverkare | Applicering/skarvning m m |
|--|---|--|
| A. Papp/mattor av oxiderad bitumen (asfalt) | | |
| BST 105, SS 236803, SS 236805, SS 021582, SS 024824 | | |
| 1. Ytbelagd polyesterfilt (YAP) + skyddsbelagd polyesterfilt (SAP) | 1-6: Icopal, Matak, Trebolit, Vänertak | 1, 3 och 5: Helklistring eller helsvetsning av båda delskikten. 2, 4 och 6: Strängklistring eller strängsvetsning av det undre delskiktet, helklistring eller helsvetsning av det övre. |
| 2. Korn- och ytbelagd polyesterfilt (KoAP) + skyddsbelagd polyesterfilt (SAP) | | 1-6: Skarvning genom klistring eller svetsning. Vid svetsning används öppen låga (gasolbrännare). 3-6: Endast vid taklutning $\geq 1:16$. |
| 3. Ytbelagd mineralfiberfilt (YAM) + skyddsbelagd lumpprägapp (SAL) | | |
| 4. Korn- och ytbelagd mineralfiberfilt (KoAM) + skyddsbelagd lumpprägapp (SAL) | | |
| 5. Ytbelagd mineralfiberfilt (YAM) + skyddsbelagd polyester/cellulosafilt (SAP/C) | | |
| 6. Korn- och ytbelagd mineralfiberfilt (KoAM) + skyddsbelagd polyester/cellulosafilt (SAP/C) | | |
| B. Mattor av polymermodifierad bitumen | | |
| BST 105, SS 236803, SS 236805, SS 021582, SS 024824 | | |
| <u>Styren-butadien (SBS)</u> | | |
| 1. Skyddsbelagd polyesterfilt (SEP) | Icopal Monoflex | 1-3: Skarvning genom klistring eller svetsning. Sträng- eller helsvetsning. |
| 2. Ytbelagd polyesterfilt (YEP) + skyddsbelagd polyesterfilt (SEP) | 2-3: Icopal, Matak, Trebolit, Vänertak | Helklistring eller helsvetsning av båda delskikten. |
| 3. Korn- och ytbelagd polyesterfilt (KoEP) + skyddsbelagd polyesterfilt (SEP) | | Strängklistring eller strängsvetsning av undre delskikt, helklistring eller helsvetsning av övre. |
| <u>Polyeten (ECB)</u> | Carbofol, Delifol | Mekanisk infästning. Skarvar svetsas med varmluft. |
| 4. ECB-matta, oarmerad | | |
| <u>Polypropylen (APP)</u> | | |
| 5. Ytbelagd polyesterfilt | 5-6: Derbigum, Intertec, Polygum, Roof-safe, Matak, APP, Paralon | 5-6: Helsvetsning med låga eller mekanisk infästning (mindre vanligt). Skarvar svetsas med låga. |
| 6. Skyddsbelagd polyesterfilt | | |
| C. Folier/dukar av elaster (gummi) | | |
| SS 021582, SS 024824, SS 236805 (2.4 och 2.5), | SS 241110, SS 241111, SS 242121 | |
| <u>Isobuten-isopren (IIR)</u> | | |
| 1. Butylduk, oarmerad | 1-2: Matak Butyl | 1-2: Skarvar: kontaktlimmad skarvtejp eller svetsade med lösningsmedel (mindre vanligt). Lös utläggning med ballast av singel. Mekanisk infästning. |
| 2. Butylduk, armerad med polyesterfilt | | |
| <u>Eten-propen-dienmonomer (EPDM)</u> | 3-4: Matak EPDM, Hertalan, Resistit, Phoenix | 3-4: Skarvar med kontaktlimmad skarvtejp eller svetsade med lösningsmedel (mindre vanligt). Lös utläggning med ballast av singel. Mekanisk infästning. |
| 3. EPDM-duk, oarmerad | | |
| 4. EPDM-duk, armerad med polyesterfilt | | |
| D. Folier/dukar av termoplaster | | |
| <u>Mjuktgjord polyvinylklorid (PVC)</u> | | |
| 1. PVC-folie, oarmerad | 1-2: Samafil, Trocal, Gekafol, Icopal Toptec, Alkorplan, Sicaplan | 1-2: Skarvar svetsas med varmluft. |
| 2. PVC-folie, armerad med polyesterfilt (ev mineralfiberfilt) | | Lös utläggning med ballast av singel. |
| <u>Polyisobuten (PIB)</u> | | |
| 3. PIB-folie, armerad med polyesterfilt | Rhepanol | Mekanisk infästning. Skarvar svetsas med lösningsmedel. |
| <u>Klorerad polyeten (CPE)</u> | | |
| 4. CPE-folie, armerad med polyesterfilt | Alkorflex | Mekanisk infästning. Skarvar svetsas med varmluft. |
| E. Skikt av rostfri stålplåt | | |
| SS 142343 | | |
| Enlagstattsikt, 0,4 eller 0,5 mm | | Mekanisk infästning. Skarvar svetsas. |

Tabell 1.4. Egenskapsöversikt för tätskikt. Egenskaper enligt skalan 1-3, där 3 anger goda prestanda/hög frekvens. I sista kolumnen hänvisning till beskrivningar i kapitel 3.

| Täckningssystem | Material | Använt sedan | Användningsfrekvens | Tjocklek, mm | Stansmotstånd | Flexibilitet i kyla | Delmetod /figur |
|---|------------|--------------|---------------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------|
| 1. Helklistrad enlagstäckning | | | | | | | A1/3.2 |
| | SAP | 1976 | 2 | 4 | 3 | 2 | |
| | SEP | 1983 | 1 | 4 | 3 | 3+ | |
| | APP | 1983 | 3+ | 4 | 3 | 2 | |
| 2. Helklistrad tvålagstäckning | | | | | | | A1/3.3 |
| | YAM+SAL | 1955 | 1 | 7 | 2 | 1 | |
| | YAM+SAP/C | 1980 | 1 | 7 | 2 | 1 | |
| | YAP+SAP | 1976 | 1 | 7,5 | 3+ | 2 | |
| | YEP+SEP | 1983 | 1 | 7,5 | 3+ | 3+ | |
| 3. Strängklistrad enlagstäckning | | | | | | | A2/3.5 |
| | SBS | 1988 | 1 | 5,5 | 3 | 3+ | |
| | APP | 1988 | 1 | 5,5 | 3 | 2 | |
| 4. Strängklistrad tvålagstäckning | | | | | | | A2/3.6 |
| | KoAM+SAL | 1955 | 3 | 7 | 2 | 1 | |
| | KoAM+SAP/C | 1980 | 3 | 7 | 2 | 1 | |
| | KoAP+SAP | 1976 | 3+ | 7,5 | 3 | 2 | |
| | KoEP+SEP | 1983 | 2 | 7,5 | 3 | 3+ | |
| 5. Helklistrad enlagstäckning på spikat underlag | | | | | | | A3/3.8 |
| | SAP | 1976 | 2 | 7,5 | 3 | 2 | |
| | SEP | 1983 | 1 | 7,5 | 3 | 3+ | |
| | APP | 1983 | 1 | 6 | 3 | 2 | |
| 6. Helklistrad tvålagstäckning på spikat underlag | | | | | | | A3/3.9 |
| | YAM+SAL | 1955 | 2 | 9 | 2 | 1 | |
| | YAM+SAP/C | 1980 | 2 | 9 | 2 | 1 | |
| | YAP+SAP | 1976 | 2 | 9,5 | 3+ | 2 | |
| | YEP+SEP | 1983 | 1 | 9,5 | 3+ | 3+ | |
| 7. Enlagstäckning på mekaniskt fäst takelement | | | | | | | B1/3.14 |
| | SAP | 1976 | 3 | 7 | 3 | 2 | |
| 8. Mekaniskt fäst enlagstäckning, enkelskarv | | | | | | | A3/3.10 |
| | PVC | 1980 | 3 | 1,2 | 1 | 3+ | |
| | CPE | 1987 | 1 | 1,2 | 1 | 3+ | |
| | ECB | 1980 | 2 | 2 | 1 | 3+ | |
| | EPDM | 1985 | 1 | 1-2 | 1 | 3+ | |
| 9. Mekaniskt fäst enlagstäckning, dubbelskarv | | | | | | | A3/3.11 |
| | EPDM | 1987 | 1 | 1-2 | 1 | 3+ | |
| 10. Klamrad enlagstäckning av rostfri, sömsvetsad stålplåt | | | | | | | A3/3.12 |
| | | 1960 | 1 | 0,4-0,5 | 2 | | |

2 Renovering och ombyggnad

Valet av metod för renovering och ombyggnad görs naturligtvis med utgångspunkt från de målsättningar man har och med hänsyn till takets kondition före planerade åtgärder. Det som tvingar fram ett ställningstagande är oftast förekomsten av läckage eller risk för sådant.

Utbudet av renoveringsmetoder

I de enklaste fallen är skadorna inte större än att den försämrade funktionen kan motverkas med en mer eller mindre omfattande reparation. Det kan röra sig om behandling av tätskiktet med takmassa, lagning av sprickor, blåsor eller andra lokala defekter, justering av detaljer eller förbättring av vattenavledningen. Dessa åtgärder behandlas inte i denna rapport.

Räcker det inte att reparera, är nästa steg en mer genomgripande renovering. Detta kan ske på flera olika sätt: enbart med ett nytt tätskikt eller med kombinationer av nytt underlag och nytt tätskikt. I många fall vill man samtidigt förbättra takets energihushållande egenskaper genom en tilläggsisolering.

En tredje nivå är en fullständig ombyggnad i avsikt att ordentligt förbättra vattenavledningen. Detta görs i form av ett nytt vattentak med uppstolpad träkonstruktion eller plåtprofiler.

Det är de båda senare grupperna av åtgärder som vi definierat som "omläggning". Gemensamt för dem är att ett nytt tätskikt erfordras. Vanligen ändras också takdetaljerna - fotplåtar, hängskivor och anslutningar m m. Insatsen kan också kombineras med åtgärder för att förbättra vattenavledningen: montering av takbrunnar i takytans lågpunkter och uppbyggt fall i rännदारlar.

Principiellt kan man särskilja tre huvudmetoder, som var och en omfattar olika delmetoder:

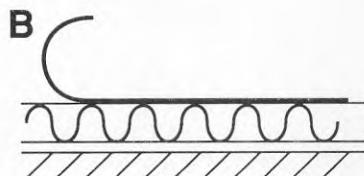
A Nytt tätskikt på det gamla (eller på frilagt underlag)

1. Helklistrat (sammansmält) bitumentätskikt
2. Sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt
3. Mekaniskt fäst tätskikt
 - I Spikat bitumentätskikt
 - II Takduk av gummi eller plast eller bitumentätskikt, fäst med skruv eller expander.
 - III Plan, rostfri stålplåt, fäst med klammer.



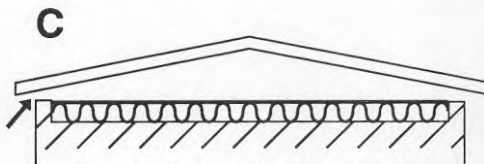
B Nytt tätskikt på nytt underlag av

1. avjämnande board
2. tilläggsisolering utan fall- uppbyggnad
3. tilläggsisolering med uppbyggt fall



C Nytt uppstolpat vattentak

1. Stål- eller aluminiumkonstruktion med täckning av profilerad plåt
2. Träkonstruktion med täckning anpassad till lutningen



En detaljerad redogörelse för metoderna, de tätskikt som används och hur de appliceras återfinns i kapitel 3.

**Tätskikt på flacka tak
- krav och förväntad funktion**

Vid samtal med ägare och förvaltare inför omlägningsbeslut är en återkommande fråga om taktillverkare och entreprenörer tagit lärdom av tidigare misstag, så att de metoder och material som nu används är tillförlitliga. Frågan är givetvis relevant även vid nyproduktion.

Förvaltarnas förväntningar på ett bra tak har redovisats i en tidigare rapport (1). Dessa förväntningar har använts som utgångspunkt för en diskussion om de nya tätskiktssystemen:

1. Tätskiktet skall vara tätt under tilltänkt livslängd. Kravet omfattar naturligtvis också skarvarna och tätskiktets anslutning till flänsar, sargar, rörgenomföringar etc.
2. Tätskiktet skall utan att skadas motstå vanliga påfrestningar - inklusive normal gångtrafik vid renhållning och andra servicearbeten.
3. Tätskiktet skall utöver renhållning inte fordra underhåll under sin tilltänkta livslängd.
4. Om skada uppstår, skall läckagemängden minimeras genom god vattenavledning från takytan.
5. Läckagekällor skall lätt kunna lokaliseras.
6. En eventuell skada skall vara reparabel - åtminstone provisoriskt - även vid ogynnsamma förhållanden.

För de nya taktäckningsmaterialen kan noteras att flera viktiga egenskaper - t ex brottöjning, drag- och rivhållfasthet - är bättre än de gamla materialens. Med de nya har emellertid också följt nya metoder för applicering och detaljutförande, liksom för takens konstruktioner. Innovationerna är i flera fall oprövade i vårt klimat.

En faktor som visat sig ha stor betydelse för taktäckningens funktion är det underlag som den ligger på. Styvheten och bärigheten i underlaget kan variera högst väsentligt, från hårda och stumma betongytor till kompressibla isolerings-skivor av skumplast eller mineralull.

Ett förslag till branschstandard har utarbetats. Där anges ett antal bedömningskriterier (tabell 2.1).

Tabell 2.1. Bedömningskriterier enligt förslag till branschstandard för tätskikt av papp samt dukar av gummi och plast.

- | | |
|-----|--|
| 1. | Täthet mot vattenbelastning. |
| 2 | Brandsäkerhet: motståndsförmåga mot flygbrandspridning. |
| 3. | Halksäkerhet. |
| 4. | Motståndsförmåga mot kvarstående vatten: motståndsförmåga mot vattenupptagning. |
| 5. | Åldring: beständighet vid påverkan av värme UV och ozon. |
| 6. | Rörelseupptagande förmåga: bibehållen täthet efter dragning i kyla. |
| 7. | Rivhållfasthet. |
| 8. | Dynamiskt stansmotstånd: motståndsförmåga mot fallande föremål. |
| 9. | Motståndsförmåga mot statisk last. |
| 10. | Motståndsförmåga mot vindlast. |
| 11. | Motståndsförmåga mot övrig mekanisk belastning: motståndsförmåga mot drag- och töjningskrafter. |
| 12. | Värmetålighet: motståndsförmåga mot flytning vid hög temperatur. |
| 13. | Köldflexibilitet: böjbarhet i kyla. |
| 14. | Dimensionsstabilitet: dimensionsförändring vid temperaturförändring. |
| 15. | Motståndsförmåga mot utmattning. |

Underlag för omlägningsbeslutet

Tillkomsten av nya och förändringar av befintliga produkter innebär ständigt nya val mellan olika material och komponenter. Gäller det okomplicerade produkter med förhållandevis kort livslängd, kan förvaltaren lätt använda den egna erfarenheten som grund för valet. Ju större livslängden är, ju mer komplicerad produkten är och ju fler som handhar den, desto svårare blir det att samla och väga erfarenheterna. Därmed ökar också valets slumpmässighet - såvida det inte finns genomtänkta metoder för att kompensera svårigheterna.

Valet av taklösning har hittills i största utsträckning skett utifrån estetik och produktionsekonomi. De mera långsiktiga egenskaperna - fel- och skaderisker samt livslängdsekonomi - har inte vägts in i den utsträckning som vore motiverad. Till detta har naturligtvis bristen på beslutsunderlag medverkat.

En undersökning inom det s k SABO-projektet har utmynnat i slutsatser om att *funktionskvalitet* borde vara det centrala begreppet för förvaltning och nybyggnad. Erfarenheter från redan genomförda åtgärder bör då vara en viktig grund för den fortsatta utvecklingen.

Varje ägare och förvaltare av byggnader gör naturligtvis sina egna erfarenheter och grundar bedömningar på dem. Underlaget blir dock begränsat och ensidigt. För en bredare grundval fordras uppgifter från ett stort antal objekt.

I tre uppsatser i BIN har problemet med erfarenhetsdata behandlats av Hanson och Johnson (4,5 och 6). Därvid framhölls att en meningsfull nivå för bearbetningen är byggnadsdelar. Med ett tillräckligt omfattande dataunderlag bör en god systematik ge praktiskt användbara uppgifter.

Erfarenhetsdata bör vara särskilt användbara för beslut om sådana större förbättringsåtgärder som erfordras för varje byggnad. Vid sådana tillfällen är det intressant att väga riskerna med den gamla konstruktionen mot kostnaden för en ombyggnad. Den senare skall i sin tur bedömas med tanke på teknisk funktion, livslängd samt drift- och underhållskostnader.

3 Metoder och material för omläggning

Appliceringsmetoder

För omläggning av tätskikt på flacka tak finns huvudsakligen fyra appliceringssätt (läggningsmetoder):

- 1 Helklistring eller helsvetsning enligt delmetod A1.
- 2 Sträng- eller punktklistring enligt delmetod A2.
- 3 Mekanisk infästning med spik, skruv, expander eller klammer enligt delmetod A3.
- 4 Fabriksklistring av tätskiktet till isoleringsskivor eller takboard ("takelement"), som fästs mekaniskt. enligt delmetod B1 II.

Tätskiktet kan också - främst av brandskyddsskäl - försees med ballast av singel, varvid klistring eller mekanisk infästning helt eller delvis kan utgå.

Vid en ytlig betraktelse av metoderna kan det synas naturligt att föredra metod 1. Helklistring mot underlaget - eller vid renovering mot det befintliga tätskiktet - ger bland annat de positiva effekterna att vattenspridningen vid läckage blir begränsad och att sökandet efter läckagekällan underlättas. Vid renovering bygger man dessutom homogent samman det nya tätskiktet med det gamla och får på så sätt en mera robust taktäckning med större motståndskraft mot mekanisk påverkan.

Det finns dock fall när helklistring ger så negativa biverkningar att metoden inte kan tillämpas. Så är fallet vid sprick- och fogrörelser i underlaget samt när underlaget innehåller fukt. Risken för sprick- eller blåsbildning i tätskiktet blir då så stor att någon annan metod bör väljas.

Andra anledningar att inte helklistra eller helsvetsa kan vara att metoden är väderberoende, att lämpliga klister eller lim saknas och att stora vindlaster kan kräva säkrare förband - t ex mekanisk infästning. När ballast av singel används, bör man vara medveten om att singelbeläggningen minskar möjligheterna att hitta skadeställen.

Omläggningssmetoderna

Delmetoderna beskrivs närmare i följande sammanställning.

A 1. Nytt tätskikt på det gamla: sammansmält bitumentätskikt

Delmetoden utförs endast på befintlig papp och omläggningen innefattar alltid även takdetaljer.

Figur 3.1. Helklistrat (sammansmält) bitumentätskikt.

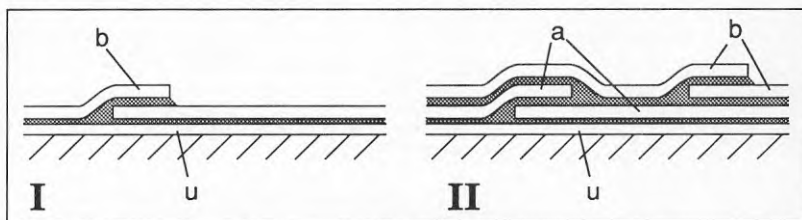
I. enlagstäckning

II. tvålagstäckning

u = befintlig papp

a = underlagspapp/matta, helklistrad/-svetsad

b = nytt tätskikt, helklistrat/-svetsat



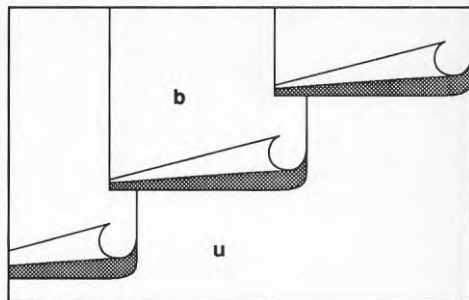
Delmetod A 1.I innebär att ett nytt tätskikt av SAP, SEP eller APP svetsas (mera sällan klistras) på befintlig papp. Pappen har dessförinnan justerats och förbehandlats med asfaltlösning.

Figur 3.2. Helsvetsad (-klistrad) enlagstäckning med bitumentätskikt

Delmetod A1.I

u = befintlig papp

b = SAP, SEP eller APP.



Mer än 10 års erfarenhet visar goda resultat vid svetsning på SAM-papp, som har oorganisk stomme och därför inte innehåller fukt. Under senare år har metoden med APP praktiserats även på organisk SAL-papp men av många bedömare ansetts som en risktagning med hänsyn till befarad blåsbildning.

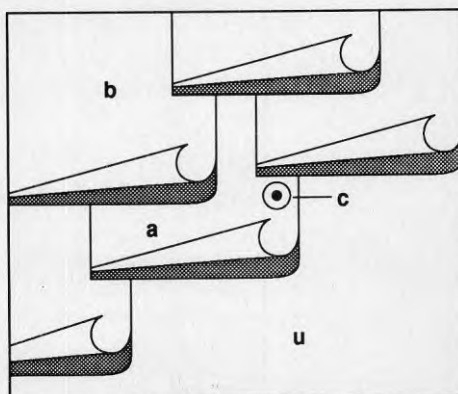
Sammansvetsningen med befintlig papp ger ett robust nytt tätskikt med liten risk för stansbrott. Även risken för skarvläckage och vattenspridning i tätskiktet är liten.

Alla tre materialen har armering av polyesterfilt med stor brottöjning. Flexibiliteten i kyla är störst för SEP-varianten med SBS-gummitillsats i asfalten.

Helklistrad - ibland helsvetsad - tvålagstäckning används endast på befintlig SAM-papp eller på utvändig tilläggsisolering av mineralull eller kork.

Figur 3.3. Helklistrad (-svetsad) tvålagstäckning med bitumentätskikt
Delmetod A1.II

u1 = befintlig papp
u2 = skivor av mineralull eller kork
a = YAM, YAP eller YEP
b = SAL, SAP/C, SAP eller SEP
c = fästdon (endast på mineralull)



Kvalitetsmässigt kan materialkombinationerna sorteras nedifrån på följande sätt:

- YAM + SAL
- YAM + SAP/C
- YAP + SAP
- YEP + SEP

De båda första kombinationerna används endast vid lutning $\geq 1:16$, bland annat på grund av den begränsade brottöjningen som gör att motståndskraften mot ispåverkan är låg. Den organiska stommen (lumpfilt respektive blandfilt av polyester och cellulosa) innebär en viss risk för blåsbildning mellan delskikten.

De båda senare kombinationerna ger givetvis större säkerhet mot mekanisk påverkan och vatteninträngning än motsvarande enlagstäckning. Varianten med elastomerasfalt (YEP+SEP) används särskilt i Norrland, eftersom läggning i kallt väder är lättare än för de andra kombinationerna.

A 2. Nytt tätskikt på det gamla: sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt

Delmetoden utförs på befintlig papp eller på frilagt lättbetongunderlag.

Figur 3.4. Sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt.

I. enlagstäckning.

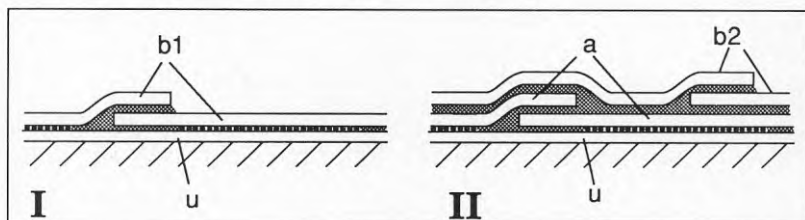
II. tvålagstäckning.

u = befintlig papp

a = underlagspapp/matta, kornbelagd, sträng- eller punktklistrad/svetsad

b1 = nytt tätskikt, filt- eller foliebelagt, sträng- eller punktklistrat/-svetsat

b2 = nytt tätskikt, helklistrat/-svetsat



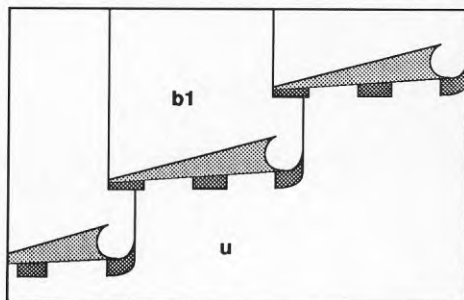
Metoden med strängsvetsad enlagstäckning är relativt ny och kan ses som en säkrare variant av helsvetsad eller helklistrad enlagstäckning – särskilt när den befintliga pappen innehåller fukt. Strängsvetsningen i förening med den spaltbildande beläggningen på tätskiktets undersida ger möjlighet till ångtrycksutjämning som hindrar blåsbildning.

Figur 3.5. Strängsvetsad (-klistrad) enlagstäckning med bitumentätskikt

Delmetod A2.I

u = befintlig papp

b1 = matta av SBS (SEP) eller APP med folie- eller filtbeläggning på undersidan.

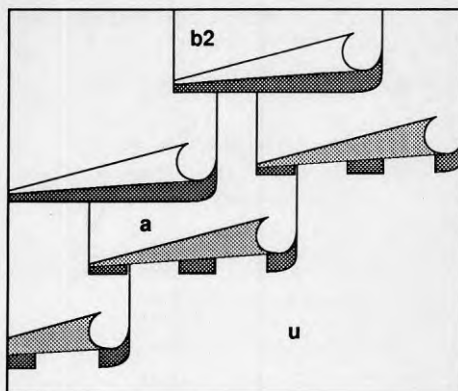


I spalten finns förutsättningar för begränsad vattenspridning. Risken för läckage anses dock som liten med hänsyn till materialens höga brottöjning och stanshållfasthet samt den relativt höga säkerheten i skarvar och detaljanslutningar.

Tvålagstäckningen får betraktas som traditionell med materialkombinationen KoAP+SAP som den vanligaste vid omtäckning.

Figur 3.6. Strängsvetsad (-klistrad) tvålagstäckning med bitumentätskikt Delmetod A2.II

u1 = befintlig papp
 u2 = frilagd lättbetong
 a = KoAM, KoAP eller KoEP
 b2 = SAL, SAP/C, SAP eller SEP



Ifråga om material är metoden principiellt densamm som helklistrad tvålagstäckning. Appliceringen sker på samma sätt som vid strängklistrad enlagstäckning.

Någon risk för blåsbildning mot underlaget finns inte på grund av den mellanliggande luftspalten. Däremot kan blåsor uppstå under ytskikt av SAL och SAP/C. Skarvsäkerheten är högre än vid motsvarande enlagstäckning. Varianterna med KoAM som underlag och SAL eller SAP/C används endast på ytor där ingen risk för isbildning finns.

A 3. Nytt tätskikt på det gamla: mekaniskt fäst tätskikt

Figur 3.7. Mekaniskt fäst tätskikt.

I.1. spikat bitumenttätskikt, enlagstäckning

I.2. spikat bitumenttätskikt, tvålagstäckning

u = befintlig papp

a = spikad underlagspapp

b = underlagspapp/matta, helklistrad/-svetsad

c = nytt tätskikt, helklistrad/-svetsad

III. Plan, rostfri stålplåt.

u = befintlig papp

a = underlagspapp (ev)

b = plan, rostfri stålplåt (bandtäckning)

c = svetsad fals

d = fästklammer

II.1. Takduk av gummi eller plast, fäst med skruv eller expander, enkel skarv

II.2. Takduk av gummi eller plast, fäst med skruv eller expander, dubbel skarv

u = befintlig papp

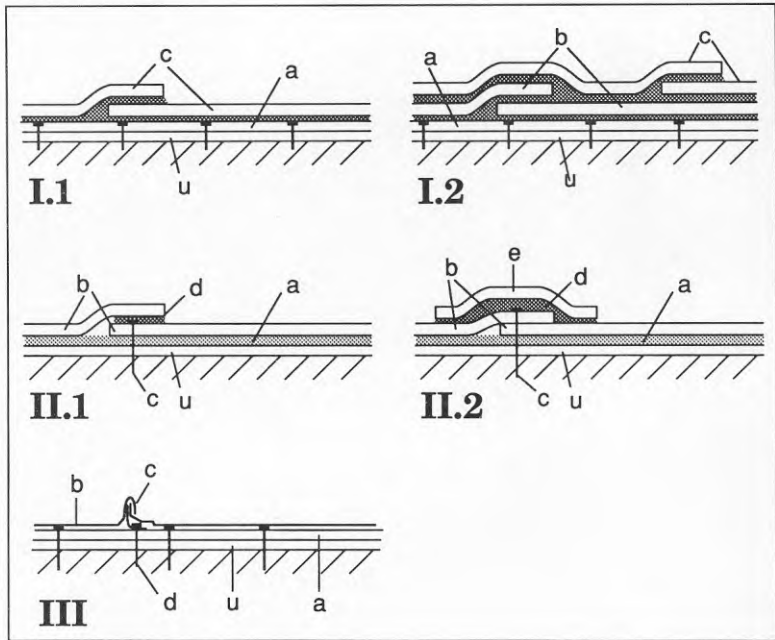
a = avjämningsfilt eller migreringsspärr

b = nytt tätskikt

c = fästdon (skruv, expander)

d = svetsad eller limmad skarv

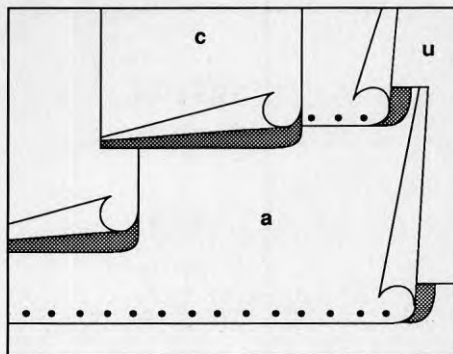
e = skarvremsa



På träunderlag, antingen frilagt eller med kvarliggande befintlig papp, används ibland spikad YAM-papp som gastrycksutjämnande och rörelseupptagande undre lag. Ytskiktet är SAP, SEP eller APP som svetsas (ibland klistras) till underlagspappen.

Figur 3.8. Helsvetsad (-klistrad) enlagstäckning med bitumentätskikt på spikad underlagstäckning Delmetod A3.I.1

u1 = befintlig papp
u2 = frilagt träunderlag
a = YAM
c = SAP, SEP eller APP

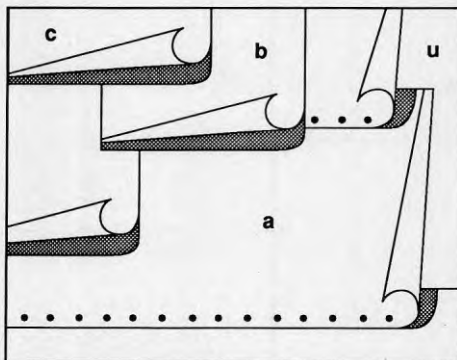


Systemet kan jämföras med helsvetsad enlagstäckning, där samma material används. Blåsbildning på gammal lumppapp kan dock uteslutas.

Helklistrad tvålagstäckning kan ses som ett alternativ till helsvetsad enlagstäckning men med större skarvsäkerhet. För de båda klistrade lagen används samma materialkombinationer som för helsvetsad tvålagstäckning och med samma kvalitetsmässiga rangordning. Även begränsningarna ifråga om lutning är desamma.

Figur 3.9. Helklistrad (-svetsad) tvålagstäckning med bitumentätskikt på spikad underlagstäckning Delmetod A3.I.2

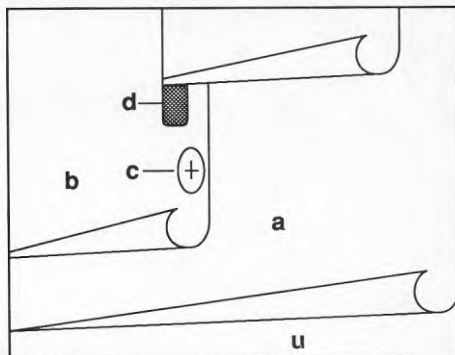
u1 = befintlig papp
u2 = frilagt träunderlag
a = YAM
b = YAM, YAP eller YEP
c = SAL, SAP/C, SAP eller SEP



Det dominerande materialet för enlagstäckning med takfolie och enkelskarv är armerad, mjukgjord PVC. Hit hör också armerad CPE, oarmerad ECB och i någon mån armerad APP. Gemensamt är att infästning sker med fästdon (skruv eller expander) i vådernas längdskarvar, som därefter svetsas med varmluft.

Figur 3.10. Mekaniskt fäst
enlagstäckning med tak-
folie (-duk, -matta) och
svetsad enkelskarv
Delmetod A3.II.1

u1 = befintlig papp
u2 = skivor av mineralull
eller kork
a = avjämningsfilt eller
migreringsspärr¹⁾
b = PVC, CPE, ECB eller
APP
c = fästdon
d = svetsad skarv



¹⁾Under PVC på papp

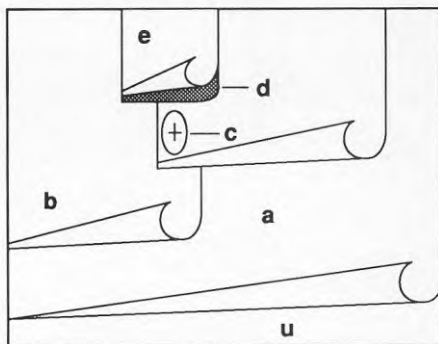
Den enkla skarven har teoretiskt beömts vara en säkerhetsrisk. Detsamma gäller de relativt tunna materialens förmåga att stå emot mekanisk påverkan (stansbrott). Om en skada uppstår, innebär den "lösa" utläggningen att vattenspridning kan ske över stora ytor.

Materialens höga brottöjning och rivhållfasthet får ses som stora fördelar. Även anslutningen till fotplåtar etc blir säker. För folier av PVC, CPE och ECB finns plåtar med samma ytbeläggning, vilket gör att även förbandet mellan folie och plåt kan varmsvetsas.

Under de senaste åren har ett speciellt infästnings- och skarvningssystem för EPDM tillämpats. Infästningen sker med skruv eller expander genom omlottlagda längdskarvar, som därefter täcks med limmade skarvremsor av EPDM.

Figur 3.11. Mekaniskt fäst
enlagstäckning med takfolie
(-duk) och dubbelskarv
Delmetod A3.II.2

u1 = befintlig papp
u2 = skivor av mineralull
eller kork
a = avjämningsfilt
b = EPDM
c = fästdon
d = limmad skarv
e = skarvremsa



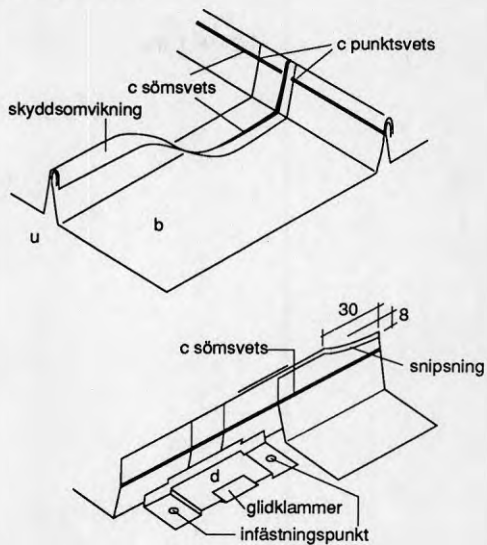
Flerårig användning i USA och Kanada har visat EPDMs goda beständighet.

Av brandtekniska skäl måste tätskiktet ibland förses med en ytbeläggning av singel. Detta tillämpas främst för takfolier. Därvid kan den mekaniska infästningen helt eller delvis slopas.

Systemets egenskaper kan, beroende på material och skarvningssystem, jämföras med respektive variant av de båda föregående metoderna.

Det bör beaktas att singelytan gör det svårare att lokalisera skador i det dolda tätskiktet.

Figur 3.12. Mekaniskt fäst plan rostfri plåt med svetsad fals
Delmetod A3.III
u = befintlig papp
b = plan rostfri stålplåt
c = svetsad fals
d = fästklammer



B 1. Nytt tätskikt på nytt underlag: tätskikt på nytt underlag av avjämnande board

Metoden tillämpas främst för att ge yt- eller gastycks-utjämnning på befintlig papp eller för att dämpa temperaturrörelser i underlaget.

Figur 3.13. Delmetod B1: nytt tätskikt på nytt underlag av avjämnande board.

I. Tvålagstäckning med helklistrat bitumentätskikt

II. Enlagstäckning med fabriksklistrat bitumentätskikt (takelement)

III. Takduk av gummi eller plast, enkel skarv

IV. Takduk av gummi eller plast, dubbel skarv

V. Plan, rostfri stålplåt

u1 = befintlig papp (ojämn eller fuktig)

u2 = takboard av mineralull eller kork

a = underlagspapp/matta, helklistrad

b = nytt bitumentätskikt, helklistrat/-svetsat

c = fästdon

d = nytt bitumentätskikt, helklistrat på fabrik på mineralullsboard

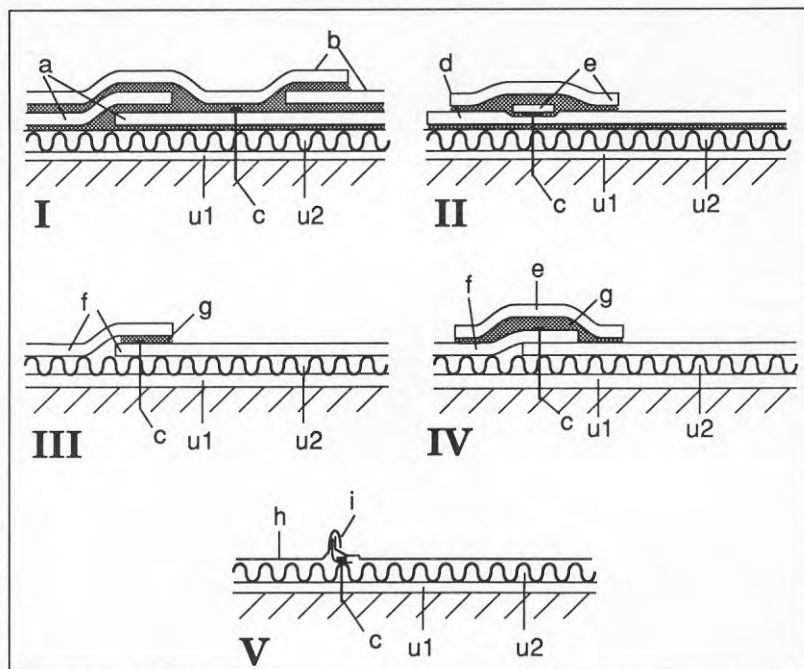
e = skarvremsa

f = nytt tätskikt (takduk) av gummi eller plast

g = svetsad eller limmad skarv

h = nytt tätskikt av plan, rostfri stålplåt

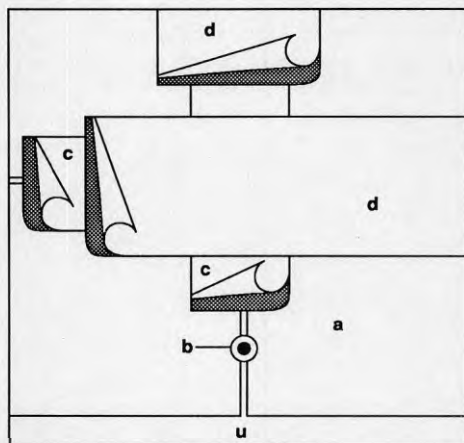
i = svetsad fals



Takelement, dvs mineralullsboard (eller -skivor) med fabriksklistrad SAP, är ett alternativ till "separat" utlagd board och byggsplatsapplicerat tätskikt. Metoden väljs ofta i avsikt att få ett snabbt resultat. Med tjockare element (mineralullsskivor) kan även värmeisolering erhållas utan kompletterande underskivor.

Figur 3.14. Fabriksklistrad enlagstäckning med bitumentätskikt på mekaniskt fästa takelement. Delmetod B 1.II

u1 = befintlig papp
 u2 = skivor av mineralull, cellplast eller kork
 a = mineralullsskivor med fabriksklistrad SAP 7000
 b = fästdon
 c = undre skarvremsa
 d = övre skarvremsa



Takelementen har formatet 1,2 x 2,4 m. De fästs med brickförsedda skruvar eller expanderdon i underlaget. Skarvning av tätskiktet görs med maskinsvetsade remsor i dubbla skikt, vilket i praktiken visat sig ge samma skarvsäkerhet som vid konventionell tvålagstäckning. Det extra tjocka SAP-skiktet gör att det färdiga tätskiktets hållfasthet är ungefär densamma som för YAP+SAP.

På grund av gastrycksutjämnningen i mineralullen kan blåsor aldrig uppstå. Däremot finns risk för vattenspridning om läckage skulle inträffa.

B 2. Nytt tätskikt på nytt underlag: tätskikt på nytt underlag av tilläggsisolering

Motivet för denna metod kan – utöver energibesparing – vara att förbättra takets fukttillstånd eller att åstadkomma ett jämnt respektive gastrycksutjämnande underlag för det nya tätskiktet.

Figur 3.15. Delmetod B 2: nytt tätskikt på nytt underlag av tilläggsisolering.

I. Tvålagstäckning med helklistrat bitumentätskikt

II. Enlagstäckning med fabriksklistrat bitumentätskikt (takelement)

III. Takduk av gummi eller plast, enkel skarv

IV. Takduk av gummi eller plast, dubbel skarv

V. Plan, rostfri stålplåt

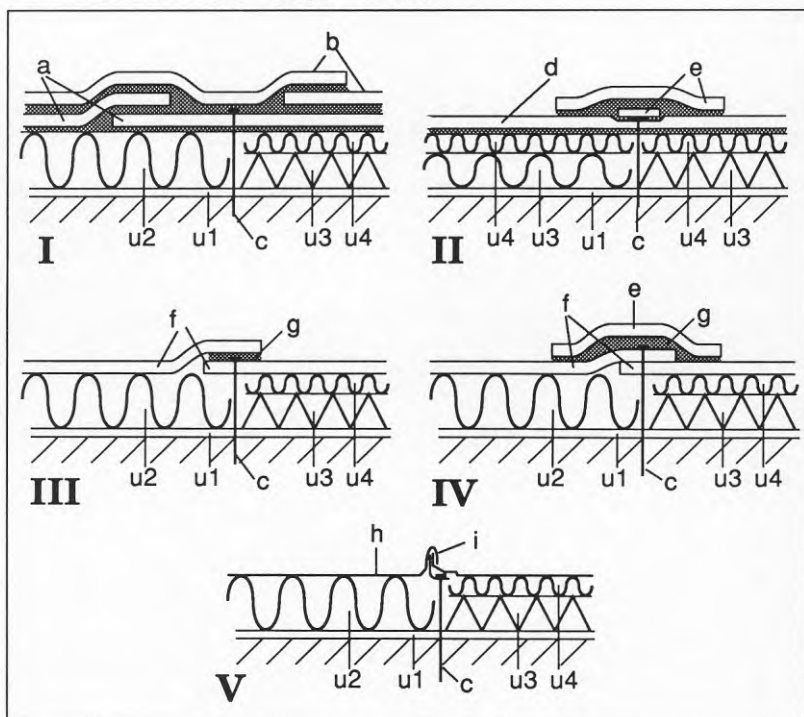
u1 = befintlig papp

u2 = takskiva av mineralull eller kork

u3 = takunderskiva av mineralull eller styrencellplast

u4 = takboard eller takskiva av mineralull eller kork

a - i = delmetod B1 (figur 3.13)



B 3. Nytt tätskikt på nytt underlag: tätskikt på tilläggsisolering med uppbyggt fall

Metoden används på horisontella tak eller i horisontella ränndalar. Falluppbyggnaden uppnås med takfallskilar (fall i en riktning) respektive ränndalskilar (fall i två riktningar).

Figur 3.16. Nytt tätskikt på nytt underlag av tilläggsisolering med uppbyggt fall.

I. Tvålagstäckning med helklistrat bitumentätskikt

II. Enlagstäckning med fabriksklistrat bitumentätskikt (takelement)

III. Takduk av gummi eller plast, enkel skarv

IV. Takduk av gummi eller plast, dubbel skarv

V. Plan, rostfri stålplåt

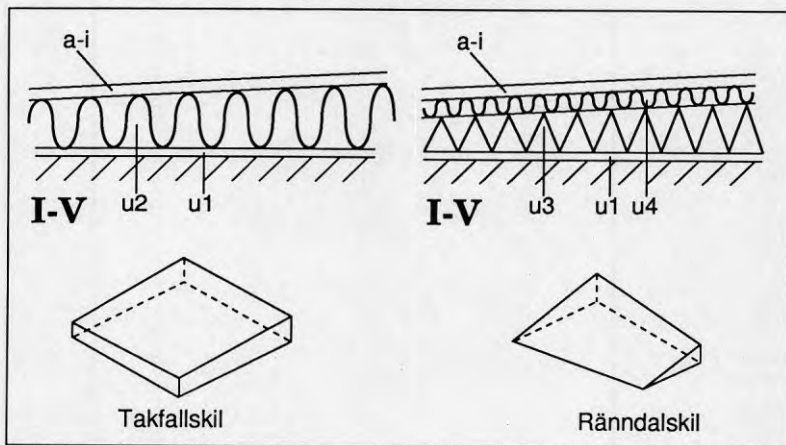
u1 = befintlig papp

u2 = takfalls- och/eller ränndalskilar av mineralull

u3 = takfalls- och/eller ränndalskilar av styrencellplast

u4 = takboard av mineralull eller kork (ersätts vid II med d)

a - i = delmetod B1 (figur 3.13)



C 1. Nytt uppstolpat vattentak av stål- eller aluminiumkonstruktion

Metoden används främst på horisontella tak. Eftersom dessa alltid har invändiga takbrunnar, måste det nya sadeltaket förses med utvändiga hängrännor och stuprör. Ombyggnaden kompletteras ofta med tilläggsisolering.

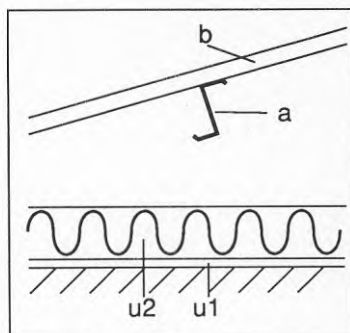
Figur 3.17. Nytt uppstolpat vattentak av stål- eller aluminiumkonstruktion med täckning av profilerad plåt.

u1 = befintlig papp

u2 = ev tilläggsisolering

a = åsar av stål eller aluminium

b = trapetsprofilerad plåt av stål eller aluminium



C 2. Nytt uppstolpat vattentak av träkonstruktion

Liksom vid metod C 1 fordras nya utvändiga hängrännor och stuprör.

Figur 3.18. Nytt uppstolpat vattentak av träkonstruktion med täckning anpassad till bl a lutningen.

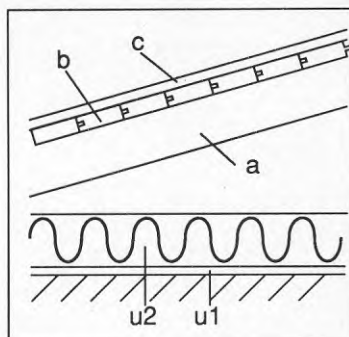
u1 = befintlig papp

u2 = ev tilläggsisolering

a = takstolar

b = råspont eller plywoodskivor

c = taktäckning enligt A3 eller med plan plåt, takpannor eller överläggsplattor



4 Enkätmetoden

Den metod som använts i denna studie har i väsentliga avseenden varit densamma som i ett tidigare projekt (1). Fastighetsförvaltarna har besvarat en enkät om takens egenskaper före och efter ombyggnaden. De har därtill redovisat kostnaden för ombyggnaden samt sin bedömning av resultatet.

Enkätmaterialiet omfattar totalt något mer än 500 tak. Utelämnade uppgifter och osäkra svar har dock inneburit att bearbetningarna genomsnittligt bygger på ett något mindre material - 485 tak.

Ett mål för enkäten har varit att formuläret skall kunna fyllas i utan allt för stort arbete hos svarspersonerna. Frågorna har därför koncentrerats till de mest angelägna spörsmålen:

- Data om taken vad gäller ålder, taklutning, taktäckning och underlag samt dessutom husets belägenhet.
- Fastighetsägarens omdöme om taket, före och efter renoveringen. Genom att renoveringen i de flesta fallen gjorts ganska nyligen, torde fastighetsförvaltarnas uppgifter vara mycket säkra. För de tak som bedömts som misslyckade eller problematiska men ännu inte åtgärdats har endast uttalade planer på åtgärder medtagits.
- Erfarenheter av taket innan det renoverades. Under åren närmast före åtgärd har fastighetsägaren normalt haft ganska stora kostnader för reparationer och läckage. Orsaken till problemen och även de direkta kostnaderna har därför bedömts trovärdiga.

Enkätformuläret redovisas som bilaga 1.

Uppläggning och genomförande

En förutsättning för bearbetningen av materialet har varit datorstöd med kvalificerad programvara. Därvid har erfarenheterna från den tidigare enkätundersökningen varit värdefulla. Enkätsvaren har samlats i en databas med flexibla bearbetningsmöjligheter, så att kombinationer av olika utföranden och egenskaper kunnat studeras.

Från föregående enkätundersökning fanns drygt 300 tak som bedömts som misslyckade eller behäftade med problem. Genom en delenkät klarlades vilka av dessa tak som antingen byggts om eller varit föremål för planerade åtgärder. Denna del utgör ungefär 200 objekt av det material som nu använts.

För nästan alla renoveringsobjekt har entreprenörer och takfabrikanter tecknat försäkringar. Adresser till förvaltarna av dessa objekt har således varit lätta att finna. Svårare har det däremot varit att få enkäterna besvarade. Av 750 utsända formulär till denna kategori har bara drygt 300 be-

svarats. I några fall har direkta kontakter med fastighetsförvaltare bidragit till datamaterialet.

Bearbetningen har skett i flera steg. Det första steget omfattade en översiktlig genomgång av alla egenskaper för att finna dem som kunde antas vara betydelsefulla för resultatet. Utgångspunkten för denna bearbetning var fastighetsägarnas omdöme om takets funktion på en betygsskala 1-4.

I ett andra steg grupperades taken efter den huvudsakliga metoden för ombyggnad. Denna indelning gjordes efter graden av förändring för att så väl som möjligt ansluta till fastighetsförvaltarens valsituation:

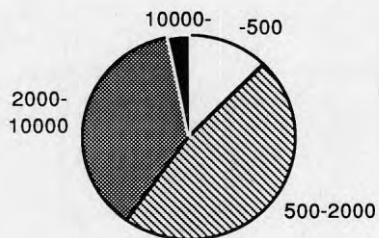
- A Nytt tätskikt på det gamla (eller på frilagt underlag)
 - 1. Helklistrat (sammansmält) bitumentätskikt
 - 2. Sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt
 - 3. Mekaniskt fäst tätskikt
 - I Spikat bitumentätskikt
 - II Takduk av gummi eller plast eller bitumentätskikt, fäst med skruv eller expander.
 - III Plan, rostfri stålplåt, fäst med klammer.
- B Nytt tätskikt på nytt underlag av
 - 1. avjämnande board
 - 2. tilläggsisolering
 - 3. tilläggsisolering med uppbyggt fall
- C Nytt uppstolpat vattentak
 - 1. Stål- eller aluminiumkonstruktion med täckning av profilerad plåt
 - 2. Träkonstruktion med täckning anpassad till lutningen

Kompletterande bearbetningar har gjorts där sambanden varit oklara eller där slutsatserna antytt speciella problem. Sådana detaljerade studier har avsett olika tätskikt, taklutningar före omläggningen, kombinationer av tätskikt och underlag etc.

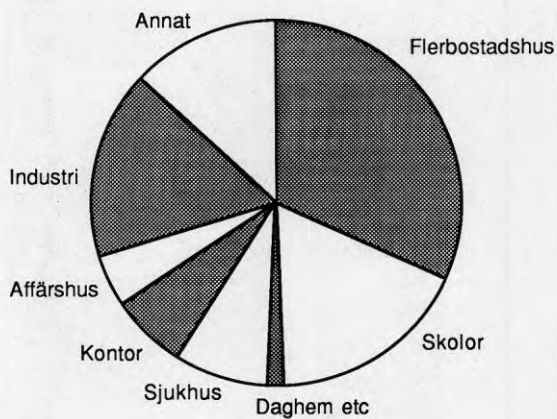
Enkätmaterialets sammansättning

De ombyggda taken består av två huvudgrupper. En utgörs av tak som fungerat utan anmärkning under 20-30 år, men som nu nått den ålder då materialens egenskaper börjar bli kritiska och riskerna för skador och fel följaktligen ökar. Den andra gruppen är tak från den problemfyllda perioden 1965-1975 och som aldrig fungerat tillfredsställande.

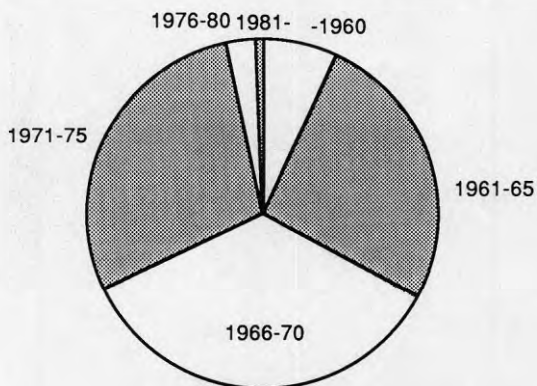
Figur 4.1. Enkätaterialet fördelat efter takarea.



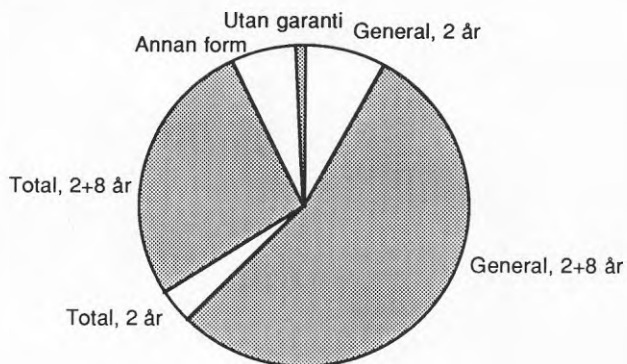
Figur 4.2. Enkätaterialet fördelat efter byggnadstyp.



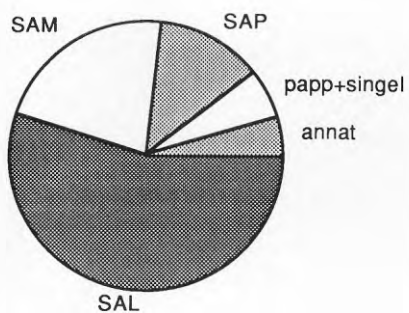
Figur 4.3. Enkätaterialet fördelat efter byggår.



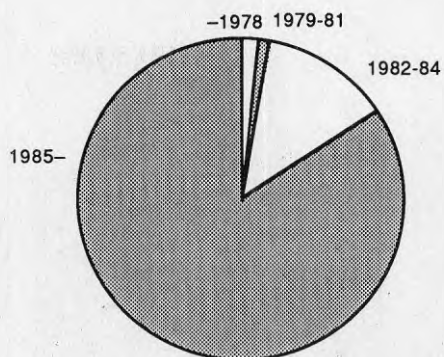
Figur 4.4. Enkätaterialet fördelat efter entreprenad- och garantiform.



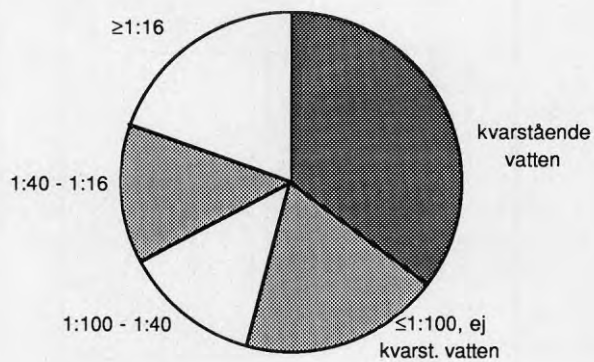
Figur 4.5. Enkätaterialet fördelat efter tidigare ytskikt.



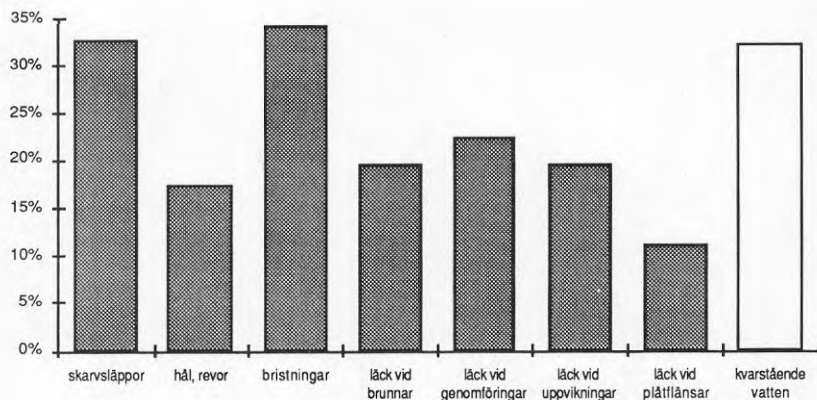
Figur 4.6. Enkätaterialet fördelat efter renoveringsår.



Figur 4.7. Enkätaterialet fördelat efter tidigare lutning.



Figur 4.8. Skador på 500 tak före ombyggnad.



Tabell 4.1. Skadeorsaker före ombyggnad relaterade till tät-skikt.

| | SAL | SAM | SAP | papp+singel | folier |
|------------------------|-----|-----|-----|-------------|--------|
| skarvsläppor | 38% | 11% | 41% | 59% | 31% |
| hål, revor | 24% | 13% | 3% | 7% | 8% |
| bristningar | 38% | 42% | 14% | 34% | 15% |
| läck vid brunnar | 18% | 31% | 14% | 14% | 15% |
| läck vid genomföringar | 15% | 50% | 7% | 31% | 8% |
| läck vid uppvikningar | 15% | 42% | 7% | 10% | 15% |
| läck vid plåtflänsar | 10% | 24% | 3% | 0% | 0% |
| kvarstående vatten | 38% | 33% | 7% | 52% | 8% |

Tabell 4.2. Skadeorsaker före ombyggnad relaterade till lutningar.

| | kvarstående vatten | ≤ 1:40 | >1:40 |
|------------------------|--------------------|--------|-------|
| skarvsläppor | 46% | 33% | 25% |
| hål, revor | 28% | 15% | 13% |
| bristningar | 48% | 37% | 29% |
| läck vid brunnar | 20% | 34% | 15% |
| läck vid genomföringar | 20% | 33% | 16% |
| läck vid uppvikningar | 26% | 24% | 21% |
| läck vid plåtflänsar | 11% | 10% | 15% |

Representativitet och tillförlitlighet

Enkätundersökningar med teknisk inriktning är fortfarande en ganska oprövad metod. Naturligtvis har den sina begränsning-

ar, jämfört med direkt besiktning. Problemen är av två slag: tillförlitligheten i förvaltarnas bedömning och materialets representativitet.

Flertalet av de förvaltare som besvarat enkäten återfinns inom företag och organisationer med relativt stora fastighetsinnehav. Den tekniska kompetensen torde därmed vara tillräcklig för att garantera ett rimligt säkert bedömningsunderlag. Som en extra säkerhetsåtgärd har svarens rimlighet med tanke på metod- och materialkombinationer kontrollerats i samband med bearbetningen.

Enkätmetoden förutsätter antingen ett statistiskt säkerställt urval eller att antalet svar är tillräckligt stort. De drygt 500 enkätsvaren - inemot 10 procent av alla ombyggnader - ger som helhet en god representativitet. Som framgår av tabell 4.3 står enkätmaterialiets fördelning på tätskikt i relativt god överensstämmelse med hela renoveringsmarknadens.

Tabell 4.3. Enkätmaterialiets fördelning på tätskiktsgrepp, jämförd med marknadsuppgifter för renoveringar 1988.

| | Marknaden | Enkäten |
|----------------------|-----------|---------|
| Papp (SAP, SEP, SAL) | 62,7% | 41,0% |
| Takelement med SAP | 7,8% | 6,3% |
| APP | 19,6% | 22,9% |
| Takdukar | 5,9% | 18,3% |
| Plåt | 3,9% | 11,4% |

Andelen omläggningar med papp är betydligt lägre i enkäten än på marknaden. I stället förekommer fler omläggningar med takdukar och plåt. Detta kan dock vara en fördel, eftersom tätskikt med låg marknadsandel eljest skulle vara svåra att bearbeta. Inom huvudgrupperna finns vidare en viss underrepresentation av specifika omläggningssystem.

I just detta fall tillkommer den källa till osäkerhet som den korta brukstiden innebär - praktisk taget uteslutande 2-6 år. Några säkra bedömningar av långtidsegenskaperna har därför inte varit möjliga att dra.

Slutsatser i metodfrågan

För översiktliga och generella bedömningar har enkäten klara fördelar. Ett stort antal direkta erfarenheter torde knappast kunna införskaffas på annat sätt. Omdömen från fastighetsägare eller förvaltare ger en helhetsbild av funktionen - något som inte är möjligt om man enbart studerar enstaka faktorer som material, infästning etc.

Vi bedömer att antalet objekt är tillräckligt stort för att tydliga samband skall kunna generaliseras. Stickprov har också visat att uppgifternas tillförlitlighet är god. För metoder och material som förekommer i få fall fordras naturligtvis en avsevärd försiktighet i tolkningen.

Trots det omfattande datamaterialet finns det naturligtvis detaljfrågor som inte kan besvaras. På det hela taget bör dock slutsatserna vara tillräckligt säkra för att medge rationellare val av taklösningar.

Speciellt på byggnadsdelsnivå ser vi enkäten som en användbar metod för allmän kartläggning av diagnostiskt slag. Den kan ge underlag för övergripande slutsatser om teknisk funktion och ekonomi, belägga brister och problem etc.

De mest värdefulla uppgifterna avser givetvis förhållandena före ombyggnaden. Dessa har bidragit till kunskapen om hur olika konstruktioner och material fungerat och om de faktorer som leder till åtgärdsbesluten.

De precisa orsakerna till bristerna är däremot inte möjliga härleda. I detta avseende fordras en komplettering med traditionellt tekniska studier - i fält eller i laboratorium. Enkätmetoden kan i detta sammanhang användas för en säkrare identifiering och kvantifiering av problemfält.

En grundläggande slutsats är att svaren måste vara många, uttömmande och riktiga. Därför fordras en väl genomarbetad enkät som ställer de rätta frågorna och gör det på ett sådant sätt att enkäten lätt kan besvaras.

Grunder för jämförelser och bedömningar

Viktiga aspekter för den fortsatta analysen är naturligtvis vad fastighetsförvaltarnas omdömen i realiteten kan sägas betyda, hur snabbt efter en åtgärd man kan dra slutsatser om funktionen och vad funktionen i sin tur innebär från kostnads- och risksynpunkt.

Betygens innebörd

Utgångspunkten för de flesta analyserna är fastighetsägarnas omdöme (betyg) om takens funktion på skalan 1 = misslyckat, 2 = behäftat med problem, 3 = acceptabelt, 4 = bra. Samtal med dem som besvarat enkäten har klarlagt att tolkningen av denna skala är relativt entydig.

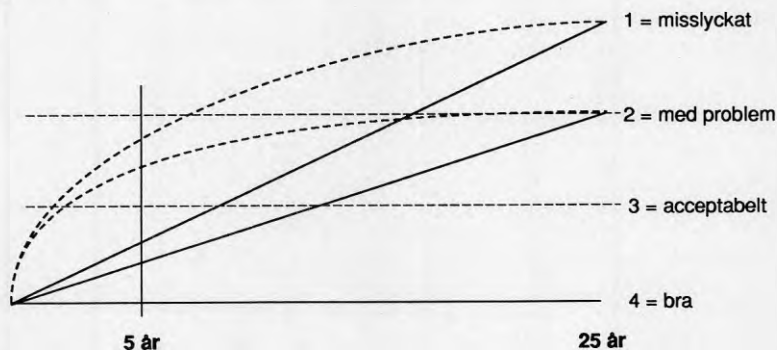
Ett riktigt bra tak (betyg 4) skall inte fordra något egentligt underhåll och endast obetydlig skötsel. Ett acceptabelt tak (betyg 3) kan kräva begränsade inspektioner och begränsade underhållsåtgärder. Ett problemtak (betyg 2) kan innebära små läckage eller åtminstone en påtaglig oro för sådana och därmed enstaka lokala reparationer. För att ett tak skall betraktas som misslyckat (betyg 1) har läckage förekommit och livslängden anses nedsatt.

Tidsfaktorn

Takets funktion måste bedömas på avsevärt längre sikt än den som resulterat i den aktuella bedömningen.

Erfarenhetsmässigt innebär mindre skavanker som veck och blåsor att större problem oftast uppstår med tiden. För att så unga tak som enkätmaterialiets skall betraktas som fullt godkända, bör de därför inte ha några väsentliga defekter. Spridningen i betyg bör under alla förhållanden vara lägre än om enkätmaterialiet varit äldre. Resonemanget kan illustreras på det sätt som framgår av figur 4.9.

Figur 4.9. Tänkbara kvalitativa utvecklingskurvor för ett tak.



Å andra sidan visar sig troligen en väsentlig del av eventuella brister redan under det första året. Man kan därför anta att de böjda linjerna i figur 4.9 snarare än de räta motsvarar den verkliga utvecklingen.

Om vi gör det realistiska antagandet att hälften av alla acceptabla tak (betyg 3) med tiden kommer att uppvisa direkta problem, kan detta omsättas i en framskrivning. 10 procent framtida problemtak skulle då innebära 20 procent med betyg 3, dvs enkätbetyget 3,8. 20 procent problemtak motsvarar i så fall betyget 3,6. En felfrekvens på 10 procent kan möjligen accepteras, men knappast mer. Detta skulle innebära att resultatet kan betraktas som godtagbart bara vid genomsnittliga betyg på 3,80 eller däröver.

Funktion och kostnad

Kostnaden per m² för vidtagna åtgärder har angivits på en skala 1-9. Angivna siffror kan överslagsvis multipliceras med 50 kronor ovanpå en grundkostnad av 80 kronor, dvs 130-530 kronor per m². Uppgifterna har korrigerats med hänsyn till ombyggnadsår och inflation till 1988 års prisläge.

Livslängdskostnaden bygger på ombyggnadskostnaden, livslängden samt drift- och underhållskostnaderna.

Om taket har en funktionell livslängd på 30 år, blir den årliga värdesänkningen 4-18 kronor per m². Till detta skall läggas en realränta på 2-3 kronor per investerade 100. Den totala kapitalkostnaden blir därmed 7-50 kronor per m² och år.

Med ovannämnda definition på ett riktigt bra tak bör kostnaden för underhåll vara obetydlig och skötseln mycket begränsad. Årskostnaden kan då sättas i storleksordningen 5 kr/m². Ett acceptabelt tak (betyg 3) kan kräva begränsade inspektioner och åtgärder till en kostnad av 10-15 kr/m². Ett problemtak med återkommande lokala reparationer hamnar vid 25-30 kr/m². För ett misslyckat tak är det realistiskt att räkna med 10 års eller kortare livslängd och en hel del reparationer. Summan kan lätt nå upp till en total årskostnad om 50-100 kronor - exklusive eventuella följdskador för läckage.

Beräkningarna sammanfattas i tabell 4.4.

Tabell 4.4. Bedömd total årskostnad vid olika betyg och ombyggnadsinvesteringar.

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 150 | 250 | 350 | 450 | 550 |
| betyg 4 | 15 | 20 | 26 | 32 | 38 |
| betyg 3 | 25 | 30 | 36 | 42 | 48 |
| betyg 2 | 40 | 45 | 51 | 57 | 63 |
| betyg 1 | 70 | 85 | 100 | 115 | 130 |

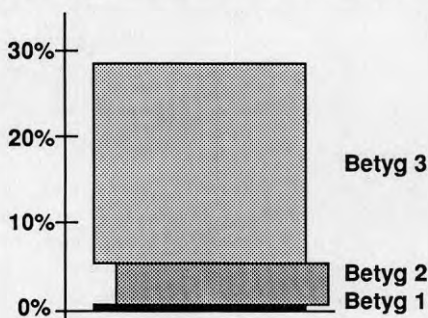
Skillnaderna blir således betydande. Mellan ytterligheterna skiljer årskostnaden med 115 kr/m². Mellan två betygsnivåer stiger årskostnaden inom varje prisklass med 30-60 procent.

De försäkringsgarantier som numera är vanliga innebär naturligtvis att skadekostnaden för den enskilde fastighetsägaren begränsas. Någon anledning att korrigera för detta finns emellertid inte, eftersom branschen som helhet givetvis ändå bär de reella skadekostnaderna.

5 Översiktliga jämförelser

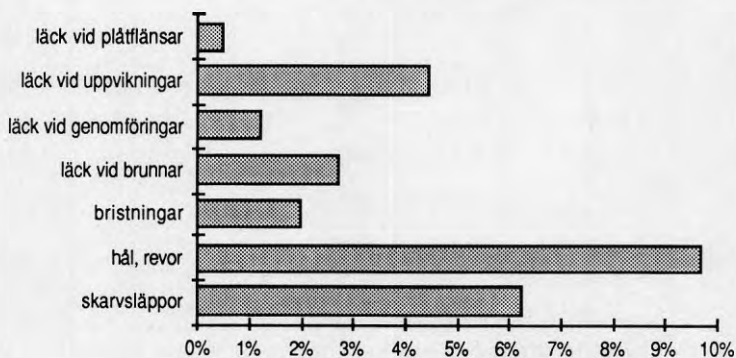
Olika bearbetningar har gjorts för att utröna hur de skilda ombyggnadsmetoderna fungerat. Mot bakgrund av det tidigare resonemanget har vi förutsatt att en fullgod lösning bör ha betyg 3,80 eller högre, vilket motsvarar 20 procent tak med betyg 3. Som framgår av figur 5.1 är helhetsresultatet betydligt sämre. Ungefär 5 procent av taken har givits betygen 1-2 och drygt 20 procent betyg 3.

Figur 5.1. Andel omlagda tak med sämre omdöme än "bra".



Hål och revor är den vanligaste anledningen till ett icke fullgott betyg. Sådana brister förekommer på nära 10 procent av alla taken (figur 5.2). Skarvsläppor i 6 procent av fallen och läck vid uppvikningar i drygt 4 procent är också alltför höga frekvenser för att helheten skall kunna anses acceptabel.

Figur 5.2. Frekvens av skador eller problem efter ombyggnad.



Man kan således påstå att omläggningarna av flacka tak inte som helhet varit framgångsrika. Därmed är det angeläget att klargöra vilka faktorer som bidragit till detta nedslående resultat och vilka kombinationer som fungerat väl.

Principlösningar

Vid analysen av enkätaterialet har vi först studerat de huvudsakliga omlägningsmetoderna enligt tabell 5.1. För de tre huvudmetoderna framgår betyg och kostnader av tabell 5.2.

Tabell 5.1. Huvudalternativ för takomläggning.

| | | |
|---|--------------------------------|--|
| ○ | Nytt tätskikt på det gamla | 1. Helklistrat (sammansmält) bitumentätskikt 2. Sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt 3. Mekaniskt fäst tätskikt |
| ○ | Nytt tätskikt på nytt underlag | 1. Avjämnande board 2. Tilläggsisolering utan fallupbyggnad 3. Tilläggsisolering med uppbyggt fall |
| ○ | Nytt uppstolpat vattentak | 1. Stål- eller aluminiumkonstruktion + profilerad plåt 2. Träkonstruktion |

Tabell 5.2. Huvudalternativ för takomläggning, värdeomdömen och kostnader.

| | antal | andel | betyg | kostnad |
|--------------------------------|-------|-------|-------|---------|
| Nytt tätskikt på det gamla | 290 | 60% | 3,65 | 3,67 |
| Nytt tätskikt på nytt underlag | 132 | 27% | 3,40 | 5,23 |
| Nytt uppstolpat vattentak | 62 | 13% | 3,76 | 7,80 |

En stor andel av de tak som försetts med ett nytt uppstolpat vattentak har högsta betyg. Ingen av de övriga metoderna kan genomsnittligt betraktas som fullgod. Särskilt lösningarna med nytt underlag på det gamla taket ligger långt under det godtagbara. Stora variationer mellan delmetoderna föreligger dock (tabell 5.3).

Tabell 5.3. Delalternativ för takomläggning, värdeomdömen och kostnader.

| | antal | andel | betyg | kostnad |
|---|-------|-------|-------|---------|
| sammansmälta bitumentätskikt | 129 | 27% | 3,60 | 3,32 |
| sträng- eller punktklistrat bitumentätskikt | 90 | 19% | 3,77 | 3,96 |
| mekanisk infästning | 71 | 15% | 3,62 | 4,00 |
| avjämnande board | 31 | 6% | 3,29 | 5,06 |
| tilläggsisolering utan fallupbyggnad | 60 | 12% | 3,33 | 5,10 |
| tilläggsisolering med uppbyggt fall | 41 | 8% | 3,58 | 5,56 |
| nytt vattentak med profilerad plåt | 45 | 9% | 3,91 | 8,21 |
| nytt vattentak med annat tätskikt | 17 | 4% | 3,35 | 6,46 |

Av delmetoderna för att lägga ett nytt tätskikt direkt på det gamla får strängklistrat bitumentätskikt bedömas som acceptabel, medan såväl sammansmälta bitumentätskikt som

mekaniskt infästa tätskikt ligger under gränsen för detta. I den senare gruppen uppvisar dock rostfri plåt acceptabla resultat.

Inte heller delmetoderna med nytt underlag på det gamla taket når upp till ett riktigt godkänt betyg. Särskilt tveksamma är dessa konstruktioner så snart inte falluppbbyggnad görs.

Nytt vattentak med profilerad plåt får fullgott betyg, medan de få exemplen med andra tätskikt endast når acceptabel säkerhet.

Trots de goda resultaten kan nytt vattentak eller svetsad plåt inte utskilningslöst rekommenderas – i synnerhet som dessa lösningar är dyrare än de andra – genomsnittligt 400-490 kr/m² mot 250-360.

Takens olika egenskaper

Ingen hänsyn har inledningsvis tagits till andra egenskaper än den huvudsakliga ombyggnadsmetoden. För säkrare slutsatser fordras givetvis att man studerar om det finns ett samband mellan betygen och andra egenskaper hos taken. En översiktlig sammanställning i några sådana avseenden följer här.

Tabell 5.4. Enkätmaterialiet efter takarea i m².

| | antal | andel | betyg |
|------------|-------|-------|-------|
| < 500 | 59 | 13% | 3,37 |
| 500-2000 | 230 | 49% | 3,63 |
| 2000-10000 | 170 | 36% | 3,69 |
| >10000 | 13 | 3% | 3,54 |

Inga stora skillnader råder mellan tak av olika storlek. Misstanken att de största taken skulle erbjuda fler problem kan i huvudsak avfärdas. Tvärtom är de minsta taken tydligt sämre än de övriga, vilket åtminstone delvis kan förklaras med att en del förrådsbyggnader ingår i enkätmaterialiet och att kraven på dessa vid projektering och materialval ställts lägre.

Tabell 5.5. Enkätmaterialiet efter renoveringsår.

| | antal | andel | betyg |
|---------|-------|-------|-------|
| -1979 | 10 | 2% | 3,00 |
| 1979-81 | 5 | 1% | 3,40 |
| 1982-84 | 61 | 13% | 3,75 |
| 1985- | 399 | 84% | 3,62 |

Den helt dominerande delen av omläggningarna har skett under senare år. Fåtalet äldre exempel uppvisar tydligt lägre betyg. En anledning till detta är givetvis att ursprungliga smärre brister med tiden orsakat synbara problem. Troligen

är dock den viktigaste förklaringen att kunskaperna har förbättrats. Det finns flera exempel på materialvarianter och infästningar som prövats men sedan utgått, eftersom de visat sig olyckliga.

Tabell 5.6. Enkätmaterialiet efter underlag.

| | antal | andel | betyg |
|------------|-------|-------|-------|
| trä | 231 | 49% | 3,70 |
| mineralull | 93 | 20% | 3,67 |
| cellplast | 40 | 9% | 3,10 |
| kork | 6 | 1% | 2,67 |
| lättbetong | 86 | 18% | 3,72 |
| annat | 13 | 3% | 3,38 |

Påtagliga skillnader råder mellan underlagen. De tydliga utslagen för cellplast och kork kan inte ignoreras, även om antalet korkunderlag är för litet för långtgående slutsatser. För cellplastens del orsakas det dåliga resultatet av välkända problem: materialets temperaturrörelser och mindre lyckade infästningsmetoder.

Tabell 5.7. Enkätmaterialiet efter lutning.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 88 | 19% | 3,10 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 102 | 21% | 3,74 |
| ≥1:100 | 119 | 25% | 3,71 |
| ≥1:16 | 166 | 35% | 3,77 |

Sambandet mellan omdöme och taklutning är tydligt och stämmer väl överens med den tidigare studien (1). Till skillnad från dess resultat går gränsen här mellan de tak som har vattenavrinning och de som inte har det.

Man kan anta att ett befintligt taks egenskaper till stor del är kända och att uppenbara problem åtgärdas i samband med omläggningen. Vidare har konstruktionen "satt sig", så att man slipper de nedböjningar och utförandefel som ofta leder till skador efter nybyggnad.

Tabell 5.8. Enkätmaterialiet efter metod för avvattning.

| | antal | andel | betyg |
|--|-------|-------|-------|
| utvändigt avlopp | 128 | 27% | 3,91 |
| invändigt avlopp utan fall i ränndalar | 183 | 39% | 3,37 |
| invändigt avlopp med fall i ränndalar | 156 | 33% | 3,66 |

Invändigt avlopp med ränndalar utan fall framstår som en påtagligt besvärlig konstruktion. Visserligen finns en viss samvariation med taklutningen, men problemen förklaras inte helt av detta. Även vid lutningar på 1:40 är betygen låga

och först när lutningen höjs över 1:16 fungerar konstruktionen tillfredsställande.

En trolig förklaring är att brunnarna ofta ligger för högt, eftersom de förlagts vid pelare och lågpunkterna på grund av nedböjning hamnar på andra ställen. Exempel finns också på att vattenavrinningen stoppas på grund av igensatta silar eller vid brunnsflänsar. Detta skulle innebära att avloppsbrunnarnas problem tydligen inte är lösta trots en lång tids användning.

Takens tätskikt

De tätskikt som förekommer på marknaden har redovisats i kapitel 2. I enkätmaterialiet råder en viss snedrepresentation, vilket innebär att meningsfulla slutsatser om några av materialen inte är möjliga att dra.

Tabell 5.9. Enkätmaterialiet efter tätskikt.

| | antal | andel | betyg |
|-----------------|-------|-------|-------|
| SAL | 31 | 7% | 3,35 |
| SAP | 140 | 30% | 3,74 |
| SEP | 20 | 4% | 3,75 |
| APP | 109 | 23% | 3,52 |
| Takelement | 30 | 6% | 3,60 |
| PVC | 37 | 8% | 3,68 |
| ECB | 44 | 9% | 3,11 |
| EPDM | 5 | 1% | 3,80 |
| CPE | 4 | 1% | 4,00 |
| rostfri plåt | 9 | 2% | 3,67 |
| profilerad plåt | 52 | 11% | 3,77 |

Bitumentätskikt är fortfarande vanligast med ca två tredjedelar av taken och med SAP och APP som helt dominerande material. Plast och gummiprodukterna (PVC, ECB, EPDM och CPE) svarar för drygt 20 procent. En tredje kategori utgörs av takelement med 7 mm SAP-papp på 20 mm mineralullsboard. Inga tydliga skillnader mellan dessa huvudgrupper kan noteras. Däremot finns variationer mellan skilda material.

De nya, polyesterarmerade bitumentätskikten SAP och SEP får betydligt bättre betyg än SAL, som därmed framstår som mindre användbart.

Bland polymererna är det bara ECB som visar direkt dåliga resultat, trots att alla materialen är mycket tunna. ECB-materialiets förödande dåliga betyg kan vara ett kombinerat resultat av mjukt tätskikt på rörligt underlag (cellplast) och otillräcklig lutning. Dessvärre saknas andra tillämpningar i enkätmaterialiet, så närmare slutsatser kan inte dras. Konstruktionen är numera förbjuden på grund av brand-

faran - en board måste läggas mellan cellplasten och tätskiktet - och frågan är därmed relativt ointressant.

Sammanfattande kommentarer

Den översiktliga jämförelsen har resulterat i ett antal faktorer som förefaller särskilt väsentliga att beakta i den fortsatta analysen:

- Av delmetoderna får sammansmälta bitumentätskikt och mekaniskt infästa tätskikt otillfredställande betyg. Detsamma gäller nytt underlag på det gamla taket, särskilt när erforderligt fall inte byggs upp.
- Underlag av cellplast och kork verkar vara förknippade med problem, sannolikt på grund av deformationer.
- Tak med så låg lutning att de saknar vattenavrinning har hög felfrekvens.
- Invändigt avlopp med rännalar utan fall är en problematisk lösning.
- Vissa tätskikt och tätskiktssystem - främst SAL och ECB - får låga betyg.

Mot denna bakgrund är det väsentligt att närmare studera om de angivna faktorerna innebär så påfallande riskfyllda lösningar att de utgör skillnaden mellan goda och dåliga resultat.

6 Studier av tätskikt

I föregående kapitel konstaterades att tätskikten med några undantag föreföll likvärdiga utifrån den översiktliga bearbetningen. Detta hindrar givetvis inte att andra faktorer kan ha en inverkan - exempelvis att ett material fungerar sämre vid obefintlig taklutning eller ett visst underlag. En närmare analys i dessa avseenden görs i detta avsnitt.

Bitumenmaterial

SAL-pappens genomsnittligt dåliga betyg kan inte förklaras med att lutningarna är låga (tabell 6.1). Materialet fungerar inte tillfredsställande annat än vid mycket goda lutningar.

Tabell 6.1. Tätskikt SAL (genomsnittsbetyg 3,35).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 5 | 16% | 2,60 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 2 | 6% | 2,50 |
| ≥1:100 | 4 | 13% | 2,50 |
| ≥1:40 | 20 | 65% | 3,80 |
| utvändigt avlopp | 13 | 42% | 3,62 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 4 | 13% | 2,75 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 14 | 45% | 3,29 |
| på spikad underlagspapp | 12 | 39% | 3,25 |
| helklistrad | 7 | 23% | 3,14 |
| strängklistrad | 12 | 39% | 3,58 |

En tydlig skillnad råder mellan de båda formerna för invändig avvattning, vilket antyder att rännalar utan fall är ett problem i sig och inte enbart hänger samman med en låg taklutning.

De låga betygen för helklistring torde orsakas av att lump-pappen sväller på grund av fukt. Risk för blåsor och veck finns därmed oavsett om underlagspappen klistras eller spikas. Vid strängklistring blir resultaten något bättre, bl a beroende på att fuktpåverkan från underlaget minskar.

Sammantaget kan man konstatera att problemfrekvensen är så hög att SAL får anses ha spelat ut sin roll.

Tabell 6.2. Tätskikt SAP (genomsnittsbetyg 3,74).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 10 | 7% | 3,40 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 27 | 19% | 3,74 |
| ≥1:100 | 50 | 36% | 3,72 |
| ≥1:40 | 53 | 38% | 3,81 |
| utvändigt avlopp | 41 | 31% | 3,90 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 21 | 16% | 3,57 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 70 | 53% | 3,66 |
| på spikad underlagspapp | 7 | 5% | 3,57 |
| helklistrad | 47 | 34% | 3,64 |
| strängklistrad | 86 | 61% | 3,80 |

SAP har efterhand ersatt SAL och fungerar genomgående bättre. De invändiga avloppen utgör även här en tydlig påverkansfaktor. Strängklistringen visar ett bättre resultat än andra infästningsmetoder, vilket beror delvis på att fukt i det gamla tätskiktet kan föras bort och delvis på att spikning kan orsaka ett större slitage på underlagspappen.

Tabell 6.3. Tätskikt SEP (genomsnittsbetyg 3,75).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 1 | 5% | 3,00 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 6 | 30% | 3,50 |
| ≥1:100 | 7 | 35% | 4,00 |
| ≥1:40 | 6 | 30% | 3,83 |
| utvändigt avlopp | 3 | 15% | 4,00 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 6 | 30% | 3,50 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 11 | 55% | 3,82 |
| helklistrad | 14 | 70% | 3,79 |
| punktklistrad | 6 | 30% | 3,67 |

De huvudsakliga påverkansfaktorerna är desamma även för SEP

Tabell 6.4. Tätskikt APP (genomsnittsbetyg 3,52).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 26 | 24% | 3,00 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 18 | 17% | 3,72 |
| ≥1:100 | 25 | 23% | 3,56 |
| ≥1:40 | 40 | 37% | 3,75 |
| underlag: trä | 63 | 62% | 3,46 |
| underlag: mineralull | 6 | 6% | 3,50 |
| underlag: kork | 4 | 4% | 2,50 |
| underlag: lättbetong | 29 | 28% | 3,86 |
| utvändigt avlopp | 19 | 17% | 3,95 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 56 | 51% | 3,25 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 34 | 31% | 3,74 |
| helklistrad | 102 | 94% | 3,50 |
| strängklistrad | 4 | 4% | 4,00 |
| på spikad underlagspapp | 3 | 3% | 3,67 |

APP används nästan uteslutande som enlagstäckning, direktsvetsad på den gamla pappen. Olika materialvarianter har förekommit, varav en del varit importerade och innehållit för litet eller dålig polypropylen. Detta bidrar med största säkerhet till det svaga resultatet.

Såväl obefintlig lutning som den invändiga avvattningen med rännalar utan fall fortsätter att ge dåliga betyg. Anmärkningsvärt är det goda resultatet på lättbetong, vilket troligen beror på att de flesta lättbetongtaken har god lutning.

Teknisk livslängd

Som tidigare framhållits kan enkätresultaten inte ge några besked om materialens livslängd. För bitumenmaterialen kan den dock erfarenhetsmässigt anges till uppemot 30 år.

Av enkätsvaren kan man dra slutsatsen att takproblem sällan kopplas till tätskiktens åldring. Flertalet fall kan hänföras till otillräckliga ursprungliga egenskaper hos konstruktion eller material eller till fel och brister i arbetsutförandet.

Övriga material

Tabell 6.5. Tätskikt takelement (genomsnittsbetyg 3,60).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 2 | 7% | 2,00 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 24 | 80% | 3,92 |
| ≥1:100 | 2 | 7% | 2,00 |
| ≥1:40 | 2 | 7% | 3,00 |
| underlag: mineralull | 28 | 70% | 3,68 |
| underlag: lättbetong | 2 | 30% | 2,50 |

De relativt nya takelementen har haft skiftande framgång. En hel del skador förekom under de första år materialet användes. Senare förbättringar har skett och materialet visar goda resultat för de omläggningar som skett efter 1981.

Tabell 6.6. Tätskikt PVC (genomsnittsbetyg 3,68).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 6 | 16% | 3,50 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 20 | 54% | 3,80 |
| ≥1:100 | 3 | 8% | 4,00 |
| ≥1:40 | 8 | 22% | 3,38 |
| underlag: trä | 19 | 53% | 3,84 |
| underlag: mineralull | 6 | 17% | 3,67 |
| underlag: cellplast | 6 | 17% | 3,50 |
| underlag: kork | 2 | 6% | 3,00 |
| underlag: lättbetong | 3 | 8% | 3,33 |
| utvändigt avlopp | 12 | 32% | 3,92 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 16 | 43% | 3,44 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 9 | 24% | 3,78 |
| mekaniskt infäst | 35 | 95% | 3,71 |
| med singelyta | 2 | 5% | 3,00 |

PVC får relativt gott betyg men man bör observera att materialet främst lagts på lutande tak. Kombinationer med underlag av cellplast, kork eller lättbetong förefaller mindre lyckade.

Flertalet av enkätmaterialens ECB-tak har lagts på underlag av cellplast och på tak med kvarstående vatten, vilket givit ett dåligt resultat. Inte heller övriga kombinationer är emellertid tillfredsställande, varför det finns anledning till betänkligheter mot tätskiktet. En orsak kan vara för gles infästning, då långtidspåverkan av vindlasten kan ge kvarstående deformationer i den oarmerade duken.

Tabell 6.7. Tätskikt ECB (genomsnittsbetyg 3,11).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| kvarstående vatten | 34 | 77% | 3,06 |
| ≤1:100, ej kvarst. vatten | 2 | 5% | 3,50 |
| ≥1:40 | 8 | 18% | 3,25 |
| underlag: trä | 4 | 9% | 3,00 |
| underlag: mineralull | 3 | 7% | 4,00 |
| underlag: cellplast | 33 | 77% | 3,03 |
| underlag: kork | 3 | 7% | 3,00 |
| utvändigt avlopp | 2 | 5% | 4,00 |
| invändigt avlopp utan fall i rännalar | 36 | 82% | 3,06 |
| invändigt avlopp med fall i rännalar | 6 | 14% | 3,17 |

Teknisk livslängd

För de relativt nya plastmaterialen finns av naturliga skäl inga erfarenheter av långtidsegenskaperna. Ändå kan man med relativt god säkerhet bedöma deras åldringsbeständighet utifrån erfarenheter av närbesläktade material här hemma, flerårig användning utomlands och accelererad åldring i laboratorium.

Minimiåldern för alla de "nya" materialen kan sättas till 30 år. För termoelasterna (EPDM och Butyl) kan siffran höjas med några år. Exceptionella påfrestningar från den yttre miljön kan naturligtvis åstadkomma en snabbare nedbrytning.

I det mindre än tioåriga perspektiv som enkäten avser finns ingenting som tyder på snabbare åldrande än väntat. Problemen kan i stället hänföras till konstruktions- eller utförandebrister.

Sammanfattande kommentarer

I väsentliga avseenden bestyrker tätskiktsgranskningen de översiktliga slutsatserna:

- Tak utan vattenavrinning bör undvikas.
- Invändigt avlopp med rännalar utan fall bör undvikas - oavsett takytans lutning.
- Underlag av cellplast bör undvikas.
- SAL fungerar inte tillfredsställande annat än vid mycket goda lutningar.
- ECB fungerar otillfredsställande i flertalet kombinationer.

Därtill kommer tydliga belägg för att strängklistring är den säkraste infästningsmetoden när ett nytt bitumentätskikt läggs på det gamla.

De olika tätskikten tycks med angivna undantag vara likvärdiga. Ingenting tyder på att de beprövade bitumenmaterialen är sämre än plast- och gummimaterialen.

En risk med gummi- och plastmaterialen är givetvis att de är tunna och därmed känsliga för den mekaniska påverkan som uppkommer vid servicearbeten och eventuell snöröjning. Ytterligare en fara med de nya materialgrupperna är den okontrollerade importen, som kan ge ojämna egenskaper - något som i olika omgångar förekommit.

7 Metodlösningarna

Med ett antal negativa påverkansfaktorer identifierade kan vi nu återgå till huvud- och delmetoderna i avsikt att studera hur dessa tillgodoser kraven under olika betingelser.

Nytt tätskikt på det gamla

Sammansmälta (helklistrade) bitumentätskikt

Tabell 7.1. Sammansmälta tätskikt, översikt (genomsnittsbetyg 3,60).

| | antal | andel | betyg |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| kvarstående vatten | 30 | 23% | 2,93 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 31 | 24% | 3,74 |
| ≥1:100 | 25 | 19% | 3,80 |
| ≥1:16 | 43 | 33% | 3,84 |
| Underlag | | | |
| trämaterial | 76 | 60% | 3,51 |
| mineralull | 12 | 9% | 3,67 |
| kork | 1 | 1% | 4,00 |
| lättbetong | 38 | 30% | 3,74 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 26 | 20% | 3,92 |
| invändigt avlopp utan fall | 54 | 42% | 3,35 |
| invändigt avlopp med fall | 49 | 38% | 3,69 |
| Tätskikt | | | |
| SAL på YAM | 6 | 5% | 3,17 |
| SAP på YAP | 25 | 19% | 3,68 |
| SEP på YEP | 9 | 7% | 3,89 |
| APP direkt på gamla pappen | 89 | 69% | 3,57 |
| Åtgärder vid omläggning | | | |
| enbart nytt tätskikt | 75 | 58% | 3,53 |
| nytt tätskikt och ändrade detaljer | 23 | 18% | 3,70 |
| nytt tätskikt och nya takbrunnar | 10 | 8% | 3,70 |
| nytt tätskikt och fall i rännalar | 21 | 16% | 3,67 |

Den olyckliga inverkan av kvarstående vatten och invändiga avlopp utan fall framgår tydligt. Tak med träunderlag får också låga betyg, sannolikt på grund av att den gamla pappen varit spikad och haft veck som försvårar vidhäftningen.

Även problemen med SAL är uppenbara. Också APP – det vanligaste materialet – ligger under den godkända nivån vid denna

lösning. En stor del av problemen med APP härrör sig till de fall då det gamla tätskiktet utgörs av SAL.

Effekten av att "rensa ut" risklösningarna blir den som framgår av tabell 7.2. Den enkla lösningen att helklistra ett nytt tätskikt på gammal papp når goda resultat om man undviker kvarstående vatten och invändiga avlopp utan fall i rännalarna.

Tabell 7.2. Sammansmälta tätskikt sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej kvarstående vatten | 99 | 77% | 3,80 |
| Ej invändigt avlopp utan fall | 75 | 58% | 3,77 |
| Ej SAL | 123 | 95% | 3,62 |
| Ej någotdera | 66 | 51% | 3,83 |

Sträng- eller punktklistrade bitumentätskikt

Tabell 7.3. Strängklistrade tätskikt, översikt (genomsnittsbetyg 3,77).

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| kvarstående vatten | 5 | 6% | 3,60 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 18 | 20% | 3,61 |
| ≥1:100 | 29 | 33% | 3,93 |
| ≥1:16 | 37 | 42% | 3,73 |
| Underlag | | | |
| trämaterial | 60 | 67% | 3,73 |
| mineralull | 1 | 1% | 4,00 |
| lättbetong | 26 | 29% | 3,85 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 31 | 37% | 3,84 |
| invändigt avlopp utan fall | 15 | 18% | 3,53 |
| invändigt avlopp med fall | 38 | 45% | 3,76 |
| Tätskikt | | | |
| SAL | 11 | 12% | 3,55 |
| SAP | 73 | 82% | 3,81 |
| SEP | 4 | 4% | 3,50 |
| APP | 1 | 1% | 4,00 |
| Åtgärder vid omläggning | | | |
| enbart nytt tätskikt | 8 | 9% | 3,38 |
| nytt tätskikt och ändrade detaljer | 60 | 67% | 3,85 |
| nytt tätskikt och nya takbrunnar | 11 | 12% | 3,73 |
| nytt tätskikt och fall i rännalarna | 10 | 11% | 3,60 |

Strängklistringen framstår som mindre lutningsberoende än helklistring. Anledningen bör vara att fukt i den gamla pappan inte spelar någon roll. En tydlig förbättring sker vid lutningar över 1:100.

Metoden fungerar tillfredsställande på alla underlag, inte minst för att kornbeläggning garderar för fukt i underlaget och i viss mån tar upp ojämnheter.

Det helt dominerande materialet är SAP, som också får ett bra betyg. Resultatet för SEP dras ned av ett fall med direkt felhantering.

Vikten av att kombinera omläggningen med en renovering av detaljer och takbrunnar framgår tydligt.

Som framgår av tabell 7.4 påverkas resultatet obetydligt av att man undviker de kända risklösningarna.

Tabell 7.4. Strängklistrade tätskikt sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej kvarstående vatten | 84 | 94% | 3,77 |
| Ej invändigt avlopp utan fall | 74 | 83% | 3,81 |
| Ej SAL | 78 | 88% | 3,79 |
| Ej någotdera | 60 | 67% | 3,85 |

Mekaniskt infästa tätskikt

Tabell 7.5. Mekaniskt infästa tätskikt, översikt (genomsnittsbetyg 3,62).

| | antal | andel | betyg |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| kvarstående vatten | 15 | 21% | 3,47 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 21 | 30% | 3,76 |
| ≥1:100 | 11 | 15% | 3,27 |
| ≥1:16 | 24 | 34% | 3,75 |
| Underlag | | | |
| trämaterial | 45 | 67% | 3,71 |
| mineralull | 5 | 7% | 3,80 |
| cellplast | 1 | 1% | 4,00 |
| kork | 2 | 3% | 3,00 |
| lättbetong | 14 | 20% | 3,50 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 23 | 33% | 3,91 |
| invändigt avlopp utan fall | 26 | 38% | 3,58 |
| invändigt avlopp med fall | 20 | 30% | 3,45 |
| Tätskikt | | | |
| SAL på spikad YAM | 11 | 15% | 3,18 |
| SAP på spikad YAP | 4 | 6% | 3,50 |
| APP | 3 | 4% | 3,67 |
| PVC | 28 | 39% | 3,75 |
| ECB | 8 | 11% | 3,50 |
| EPDM | 4 | 6% | 3,75 |
| CEP | 4 | 6% | 4,00 |
| rostfri plåt | 7 | 10% | 3,57 |
| profilerad plåt | 2 | 3% | 4,00 |
| Åtgärder vid omläggning | | | |
| enbart nytt tätskikt | 29 | 42% | 3,72 |
| nytt tätskikt och ändrade detaljer | 28 | 41% | 3,57 |
| nytt tätskikt och nya takbrunnar | 3 | 4% | 3,67 |
| nytt tätskikt och fall i rännalar | 9 | 13% | 3,67 |

Sambandet med taklutningen är mindre tydligt för mekanisk infästning än för övriga metoder. Detta antyder att andra typer av problem föreligger, särskilt som betygen genomsnittligt inte är högre.

En markant skillnad föreligger för underlagen lättbetong och kork. I det förstnämnda underlaget är det naturligt att den mekaniska infästningen innebär svårigheter. För korkens del är det låga antalet fall ett hinder för slutsatser. Dessutom är det okänt vilket bärverk som infästningen skett i.

Mekanisk infästning är vanligast för plast- och gummidukar, då fästdon (skruv eller expander) läggs in i dukarnas längdskarvar. Av dessa material är det bara ECB som uppvisar tvivelaktiga resultat. Där är anledningen med all säkerhet att otillräckligt tät infästning leder till kvarstående deformationer vid vindpåverkan.

Även bitumenmaterial förekommer, med en underlagspapp som spikas i träpanel. Därefter klistras eller svetsas ytskiktet. Som helhet får denna lösning inte godkänt och särskilt SAL ger dåligt resultat.

Tabell 7.6 visar att delmetodens resultat förbättras något om man undviker en eller flera av angivna risklösningar. Uppenbart är dock att ett tillfredsställande resultat är svårt att uppnå.

Tabell 7.6. Mekaniskt infästa tätskikt sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej kvarstående vatten | 56 | 79% | 3,66 |
| Ej invändigt avlopp utan fall | 45 | 63% | 3,64 |
| Ej SAL | 60 | 85% | 3,70 |
| Ej någotdera | 31 | 44% | 3,87 |
| Ej underlag av kork/lättbetong | 53 | 75% | 3,68 |
| Ej ECB | 63 | 89% | 3,63 |

Sammanfattande kommentar

Trots vissa oklarheter kvarstår avrinningens dominerande betydelse. I övrigt kan följande slutsatser dras:

- Metoden med sammansmälta (helklistrade) bitumenskikt bör undvikas på fukthållande underlag.
- SAL bör inte användas.
- APP bör inte användas direkt på gammal SAL.
- Strängklistrade tätskikt ger bättre resultat än andra appliceringsmetoder.
- Mekaniskt infäst bitumen bör undvikas på annat underlag än trä.
- Mekanisk infästning i lättbetong bör inte användas.

Nytt underlag på det gamla taket

Avjämnande board

Tabell 7.7. Avjämnande board, översikt (genomsnittsbetyg 3,29).

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| kvarstående vatten | 6 | 19% | 3,00 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 13 | 42% | 3,92 |
| ≥1:100 | 3 | 10% | 1,67 |
| ≥1:16 | 9 | 29% | 3,10 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 4 | 13% | 4,00 |
| invändigt avlopp utan fall | 20 | 65% | 3,15 |
| invändigt avlopp med fall | 7 | 23% | 3,29 |
| Tätskikt | | | |
| SAL | 2 | 6% | 4,00 |
| Takelement | 18 | 58% | 3,50 |
| APP | 9 | 29% | 2,89 |
| ECB | 2 | 6% | 2,50 |

Metoden med avjämningsboard har en grupp med goda resultat vid mycket låg lutning, medan taken med högre lutningar får överraskande dåliga betyg. Samtliga dessa tak lades om före 1985, vilket kan antyda att äldre appliceringsmetoder inte fungerade väl.

Huvuddelen av taken i denna kategori har takelement som tätskikt. I den mån dessa har lagts efter 1982, har de högt betyg. Tidigare användes erkänt besvärsfyllda infästnings- och skarvningsskiktmetoder.

I övrigt används 20 mm mekaniskt fäst mineralullsboard, oftast med YAM och APP som tätskikt. Som helhet verkar denna lösning inte tillförlitlig, även om de båda SAL-taken fungerat klanderfritt.

Anmärkningsvärt är att inget av enkätmaterialens tak har kombinationen 20 mm mineralullsboard med helklistrat och mekaniskt fäst tvålagstätskikt av YAP+SAP eller YEP+SEP, vilket är en ganska vanlig lösning.

Resultaten förbättras inte om man undviker de vanliga risklösningarna (tabell 7.8). Slutsatsen måste bli att det är konstruktionen inklusive infästningsmetoden som avgör resultatet.

Tabell 7.8. Avjämnande board sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej kvarstående vatten | 25 | 81% | 3,36 |
| Ej invändigt avlopp utan fall | 11 | 35% | 3,55 |
| Ej SAL | 29 | 94% | 3,24 |
| Ej någotdera | 7 | 23% | 3,29 |
| Ej ECB | 29 | 94% | 3,34 |

Tilläggsisolering utan falluppbyggnad

Tabell 7.9. Tilläggsisolering utan falluppbyggnad, översikt (genomsnittsbetyg 3,33).

| | antal | andel | betyg |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| kvarstående vatten | 34 | 57% | 3,00 |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 6 | 10% | 3,33 |
| ≥1:100 | 6 | 10% | 4,00 |
| ≥1:16 | 14 | 23% | 3,86 |
| Underlag | | | |
| mineralull (skiva eller board) | 20 | 33% | 3,80 |
| kork | 1 | 2% | 4,00 |
| cellplast | 39 | 65% | 3,08 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 2 | 3% | 4,00 |
| invändigt avlopp utan fall | 41 | 71% | 3,05 |
| invändigt avlopp med fall | 15 | 26% | 3,93 |
| Tättskikt | | | |
| SAL på YAM | 1 | 1% | 3,00 |
| SAP på YAP | 10 | 14% | 3,90 |
| SEP på YEP | 3 | 4% | 3,67 |
| takelement | 12 | 17% | 3,75 |
| APP på YAM | 2 | 3% | 4,00 |
| PVC | 8 | 11% | 3,50 |
| butyl | 1 | 1% | 3,00 |
| ECB | 33 | 46% | 3,03 |
| EPDM | 1 | 1% | 4,00 |

Metoden att bygga upp en ny takyta med värmeisolering och ett tättskikt har inte fungerat väl när lutningen samtidigt inte förbättrats. Problemen är tydligt förknippade med lutningar mindre än 1:100 och invändiga avlopp utan fall i rännalarna.

Flera möjliga förklaringar finns. En är att den mekaniska infästningen i kombination med det mjuka underlaget vållar problem. Detta skulle i så fall drabba de tunnaste tät-skikten hårdast - något som styrks av betygen för dessa. För

samma slutsats talar att resultatet är avsevärt bättre för de tak som har en mineralullsboard som underlag.

En stor grupp utgörs av tak med kvarstående vatten, cellplast och ECB. Här finns således tre problemfaktorer i samverkan.

Tabell 7.10 visar att resultatet även för denna metod blir gott om man undviker olika risklösningar.

Tabell 7.10. Tilläggsisolering utan falluppbbyggnad sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej kvarstående vatten | 26 | 43% | 3,77 |
| Ej invändigt avlopp utan fall | 19 | 32% | 3,95 |
| Ej någotdera | 17 | 28% | 3,94 |
| Ej ECB | 27 | 45% | 3,70 |
| Ej underlag av cellplast | 21 | 35% | 3,81 |

Tilläggsisolering med uppbyggt fall

Tabell 7.11. Tilläggsisolering med falluppbbyggnad, översikt (genomsnittsbetyg 3,58).

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Lutning | | | |
| ≤1:100, ej kvarstående vatten | 13 | 31% | 3,85 |
| ≥1:100 | 19 | 45% | 3,42 |
| ≥1:16 | 10 | 24% | 3,60 |
| Underlag | | | |
| trämaterial | 2 | 5% | 3,50 |
| mineralull | 38 | 90% | 3,63 |
| lättbetong | 2 | 5% | 3,00 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 6 | 15% | 3,83 |
| invändigt avlopp utan fall | 15 | 37% | 3,60 |
| invändigt avlopp med fall | 20 | 49% | 3,50 |
| Tätskikt | | | |
| SAP | 19 | 45% | 3,53 |
| SEP | 4 | 10% | 3,75 |
| APP | 4 | 10% | 3,25 |
| takelement | 12 | 29% | 3,75 |
| PVC | 1 | 2% | 3,00 |
| ECB | 1 | 2% | 4,00 |

I flertalet fall har lutningen åstadkommit med snedskurna mineralulls- eller cellplastskivor, ofta med 20 mm mineralullsboard för att göra underlaget hårdare och brandtekniskt acceptabelt. Detta ger en reell lutning på minst 1:100, dvs

den lutning där betygen blivit bäst. De högre lutningarna har uppnåtts med andra konstruktioner, som därmed inte varit framgångsrika.

Betyget för APP-taken förklaras av att de har invändigt avlopp med horisontella rännदार. Enbart annan avvattning leder dock inte till acceptabel funktion (tabell 7.12).

Tabell 7.12. Tilläggsisolering med falluppbbyggnad sedan riskfaktorer utelämnats.

| | antal | andel | betyg |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Ej invändigt avlopp utan fall | 27 | 64% | 3,59 |

Sammanfattande kommentar

Ingen av metoderna med nytt underlag får fullgott betyg. Problemen tycks till en del kunna hänföras till infästningsmetoderna. En noga genomtänkt konstruktion kan dock ge ett bättre resultat:

- Som avjämnande board bör endast takelement användas – åtminstone tills andra metoder har förbättrats. (Lösningen med mekaniskt infäst SAP på mineralullsboard – se ovan – är möjligen likvärdig.)
- Tilläggsisolering bör undvikas om slutresultatet inte har god vattenavrinning. Även med falluppbbyggnad är lösningen tvivelaktig.

Naturligtvis kan en värmeisolering vara önskvärd av andra skäl än de som har att göra med takets funktion. Det finns dock anledning att noga överväga hur viktiga dessa skäl är.

Alla isoleringsmetoder har uppenbara problem trots att de använts under ett tiotal år. Sannolikt har olämplig infästningsteknik varit en orsak till problemen, men denna bedömning kan inte beläggas i enkäten. En annan möjlig orsak är att de isoleringsskivor som använts inte varit formstabila. Ett utvecklat resonemang om dessa frågor förs i kapitel 9.

Om en tilläggsisolering ändå framstår som önskvärd på ett horisontellt underlag, är snedskurna mineralullsskivor med yta av hård mineralullsboard den bästa lösningen.

8 Betydelsen av takets lutning

En tredjedel av enkätens tak hade kvarstående vatten med åtföljande problem före ombyggnaden. Resterande två tredjedelar hade åtminstone någon avrinning.

Tak utan kvarstående vatten före omläggning

Tabell 8.1. Tak utan kvarstående vatten före omläggning, översikt (genomsnittsbetyg 3,70).

| | antal | andel | betyg |
|-----------------------------|-------|-------|-------|
| Helklistring | 91 | 30% | 3,79 |
| Strängklistring | 81 | 26% | 3,78 |
| Mekanisk infästning | 56 | 18% | 3,66 |
| Avjämningsboard | 25 | 8% | 3,36 |
| Tilläggsisolering | 26 | 8% | 3,77 |
| Isolering och fallupbyggnad | 21 | 7% | 3,33 |
| Nytt vattentak | 7 | 2% | 4,00 |
| Tätskikt | | | |
| SAL | 26 | 8% | 3,51 |
| SAP | 115 | 38% | 3,76 |
| SEP | 16 | 5% | 3,81 |
| Takelement | 17 | 6% | 3,59 |
| APP | 77 | 25% | 3,68 |
| PVC | 30 | 10% | 3,73 |
| ECB | 10 | 3% | 3,30 |
| EPDM | 5 | 2% | 3,80 |
| CEP | 4 | 1% | 4,00 |
| Rostfri plåt | 1 | 0% | 4,00 |
| Profilerad plåt | 4 | 1% | 4,00 |
| Avvattning | | | |
| utvändigt avlopp | 88 | 29% | 3,92 |
| invändigt avlopp utan fall | 87 | 29% | 3,49 |
| invändigt avlopp med fall | 128 | 42% | 3,68 |

Försöken med fallupbyggnad och avjämningsboard har inte slagit väl ut. I övrigt är det de återkommande risklösningarna som ger underbetyg.

Tak med kvarstående vatten före omläggning

Av taken med kvarstående vatten har avrinningen förbättrats för nästan hälften - antingen genom uppbyggt fall eller genom insatser i rännalar och brunnar (tabell 8.2).

Tabell 8.2. Tak med kvarstående vatten före omläggning. Lutningar efter omläggning.

| | antal | andel | betyg |
|--------|-------|-------|-------|
| ingen | 90 | 53% | 3,09 |
| ≤1:100 | 24 | 14% | 3,83 |
| ≤1:40 | 32 | 19% | 3,94 |
| > 1:40 | 24 | 14% | 3,91 |

Så snart god avrinning uppnåtts är resultatet tillfredsställande.

Tabell 8.3. Tak med kvarstående vatten såväl före som efter omläggning, översikt (genomsnittsbetyg 3,37).

| | antal | andel | betyg |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Helklistring | 30 | 33% | 2,93 |
| Strängklistring | 5 | 6% | 3,60 |
| Mekanisk infästning | 15 | 17% | 3,47 |
| Avjämningsboard | 6 | 7% | 3,00 |
| Tilläggsisolering | 34 | 38% | 3,00 |
| Tätskikt | | | |
| SAL | 5 | 6% | 2,80 |
| SAP | 10 | 11% | 3,40 |
| SEP | 1 | 1% | 3,00 |
| Takelement | 2 | 2% | 2,00 |
| APP | 26 | 29% | 3,00 |
| PVC | 6 | 7% | 3,50 |
| ECB | 34 | 38% | 3,06 |
| Rostfri plåt | 6 | 7% | 3,50 |

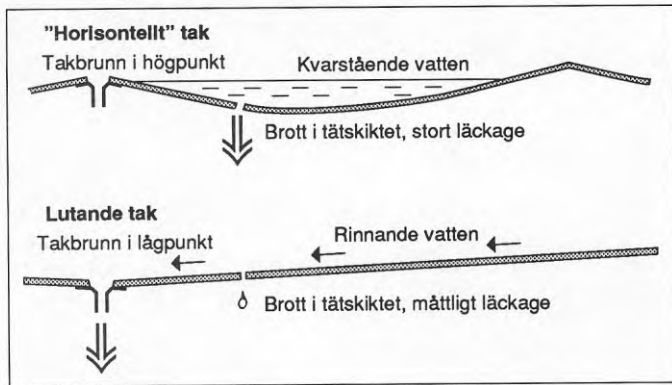
Skador och läckage

Eftersom taket är byggnadens viktigaste skydd mot nederbörd, är det naturligt att ägare och förvaltare sätter täthetskravet främst. De flesta slag av skador, brister och fel i takets tätskikt indikeras förr eller senare som en fuktskada - om inte som rinnande vatten så kanske som fuktfläckar eller i värsta fall som mögel eller röta.

Orsaker till läckage

För läckage fordras dels någon form av brott i tätskiktet eller dess detaljer, dels förekomsten av vatten. Läckaget blir givetvis värre om det finns kvarstående vatten än om vattnet bara passerar över brottet (figur 8.1 och 8.2).

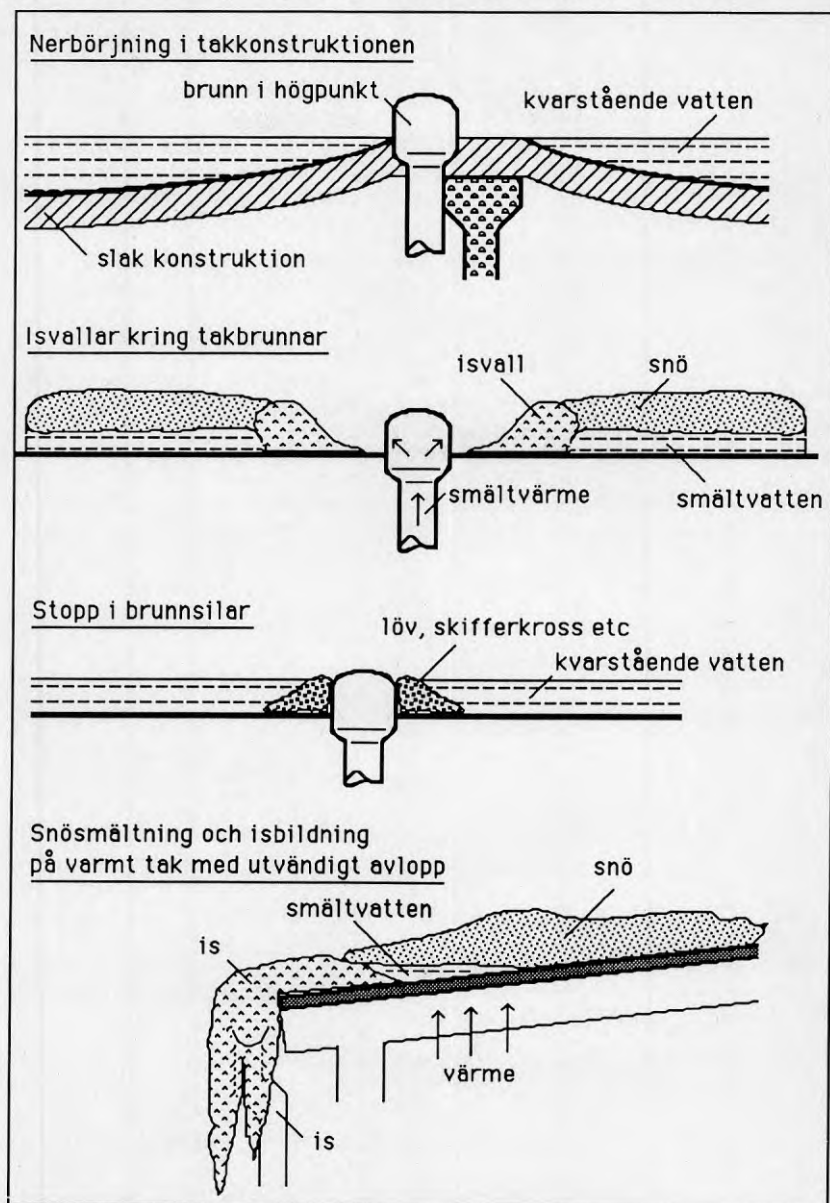
Figur 8.1. Skillnaden vid läckage mellan kvarstående och rinnande vatten.



Ett tak som läcker utgör alltid ett problem. I princip bör man därför kunna kräva att vatten aldrig når igenom tätskiktet. Samtidigt finns det en lång rad möjliga skador och defekter som kan leda till läckage. Huvudtyperna är dessa:

| | |
|----------------------|--|
| Skarvsläppor | Otättheter i tätskiktets skarvar uppstår på olika sätt. Vid läggningen kan klistring eller infästning utföras slarvigt, så att skarven redan från början är otät. Blåsor eller veck i tätskiktet kan med tiden orsaka att skarven lyfter. Rörelser i tätskikt och underlag kan dra loss skarvarna. |
| Bristningar | Den vanligaste orsaken är att vattensamlingar frusit och isens temperaturrörelser sedan dragit sönder tätskiktet. Även snabba temperaturomslag och rörelser i underlaget kan orsaka sprickor. |
| Stansbrott och revor | Tätskiktet har punkterats i samband med att takytan använts för arbeten under byggtiden eller senare servicearbeten. Det finns exempel på otillräckligt motståndskraftiga yttskikt som helt enkelt inte hållit för sådan påverkan. |
| Otäta anslutningar | Brott i klistring mot plåtflänsar är inte ovanligt. Uppvikningar mot vertikala ytor kasar gärna ner om de inte fästs tillräckligt väl. En tredje orsak är felaktigt utförda rörgenomdragningar, något som är extra bekymmersamt i lågpunkter. |

Figur 8.2. Vanliga orsaker till kvarstående vatten.

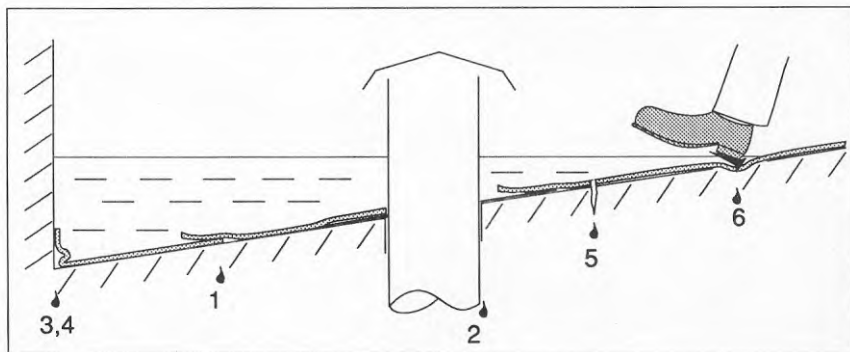


| | |
|--------------------|--|
| Igensatt avrinning | Felaktigt utförda invändiga avlopp kan redan från början ha för liten avrinning. De vanligaste orsakerna är dock isvallar och rännor som inte rensats eller silar som täppts av löv e d. |
| Nedböjningar | Eftersom avloppen normalt ligger vid bärande pelare eller annat stöd, kan de komma att ligga i höjdpunkter när takytan böjs ned vid belastning, vilket skapar vattensamlingar och is. |

Även ett väl konstruerat och utfört tak kan råka ut för skador. Alla skador leder dock inte till läckage.

Figur 8.3. Exempel på orsaker till läckage genom tätskikt på flacka och låglutande tak:

1. Skarvsläppa på grund av bristfällig klistring eller blåsa
2. Släppa vid plåt- eller plastfläns
3. Skarvsläppa i kapp mot vägg/sarg
4. Nerkasning av kapp mot vägg/sarg
5. Brott på grund av dragspänning från fog- eller sprickröreelse i underlaget eller sprickröreelse i isbeläggning
6. Stansbrott av tramp, fallande föremål eller underifrån av fästdon



Det har hittills inte varit möjligt att göra en säker rangordning av skadeorsakerna. Några begränsade studier redovisas i tabell 8.4.

Tabell 8.4. Bedömda skadeorsaker, procentuell fördelning

| | Brist eller fel i | | |
|---|----------------------------|------------------|-----------------|
| | konstruktion eller koncept | material | arbetsutförande |
| enligt N.A. Hendriks, Holland | 25 | 10 | 65 |
| enligt Sune Nilsson, byggår -1979 ¹⁾ | 30 ²⁾ | 35 ²⁾ | 35 |
| enligt Sune Nilsson, byggår 1980- ¹⁾ | 20 | 10 | 70 |

1) Bedömningen bygger på 46 skade- och åtgärdsbesiktningar av tak byggda före 1980 samt 12 skade- och åtgärdsbesiktningar och 68 slut-

och garantibesiktningar av tak byggda fr o m 1980. I samtliga fall har viktigaste orsak angivits. För flera av objekten har brister och fel förekommit i mer än ett avseende.

2) Sprickor på grund av ispåverkan vid bakfall >30 mm har hänförs till konstruktionsfel och vid ≤30 mm till materialfel.

Effekterna av ett läckage kan vara mycket olika. I enklare fall stannar kostnaderna vid det underhåll av taket som fordras för att täta läckan. Den största skadan uppstår normalt i de närmast underliggande lokalerna, där driftstörningarna beroende på verksamhetens art kan bli mycket kostsamma. Höga kostnader uppstår också om vatten sprider sig i takkonstruktionen, då röt- och mögelskador kan uppstå innan läckaget upptäcks.

Att förebygga läckage

De många tänkbara skadeorsakerna ger en bild av svårigheten att uppnå fullständig täthet – i vådskarvar, vid brunnar och genomföringar, uppvikningar och plåtflänsar. Inte minst består flertalet tätskikt av våder som klistras eller svetsas i skarvarna. Enstaka misstag räcker för att problem skall uppstå, något som med tanke på den sammanlagda skarvlängden knappast framstår som osannolikt.

Därmed finns det anledning att begrunda om vissa metoder och tätskikt innebär större skaderisker än andra. I en sådan bedömning ingår risken för fel i arbetsutförandet och väderkänslighet vid läggningen men också tåligheten mot mekanisk påverkan under såväl byggtiden som senare.

Den egenskap hos taket som tydligast påverkar om en skada utvecklas till ett läckage är lutningen. Kvarstående vatten fryser om vintern och rörelser i islagret utgör en mekanisk påfrestning.

Vid tillräcklig lutning minimeras effekten av skadan. Varje horisontellt tak eller horisontell rännal måste däremot ses som en risktagning. Vill man inte ta den risken, fordras extra täthetskrav på såväl tätskiktet som detaljerna.

Kan kvarstående vatten inte undvikas, fordras väsentligt mera av taket. Ett sätt är att välja tätskikt med mycket hög säkerhet, men inget skikt är i praktiken någon garanti mot läckage. Ett annat är att ordna avrinning mot skvallerrör från det gamla pappskiktet – något som kan tillämpas vid utvärdig tilläggsisolering.

Vissa underlag är också förknippade med en hög skadefrekvens. Främst gäller detta styrencellplast, där deformationer är vanliga, liksom brott vid sargar och över fogar på grund av rörelser i underlaget. Även mineralull har vissa problem på grund av underlagets mjukhet – risk för svällning, stansbrott och skarvsläppor – särskilt om lutning saknas.

Med tanke på vad sent upptäckta läckage kan innebära, är det speciellt viktigt att läckor snabbt kan upptäckas och lokaliserats. I detta avseende finns stora skillnader mellan kon-

struktionstyper. När taktäckningen exempelvis ligger på en bärande betongplatta, kan vattnet ta sig igenom bara vid gjutfogar eller sprickor, vilket kan vara långt från den plats där läckaget i tätskiktet finns. Även på denna punkt har lutningen betydelse, eftersom horisontella ytor ger stor vattenspridning och därmed ökad svårighet att lokalisera källan.

Sammanfattande kommentar

De tak som tidigare haft en tillräcklig lutning för att avleda allt vatten, såväl på takytorna som i rännalar, har med framgång kunnat läggas om med ett nytt tätskikt direkt på det gamla. Med reservation för vissa lösningar har alla metoder och tätskikt fungerat acceptabelt..

När det gamla taket av olika skäl har kvarstående vatten - obefintlig lutning, för högt liggande takbrunnar, rännalar utan lutning - bör i första hand avrinningen förbättras, t ex genom fler takbrunnar. Ingen metod ger tillfredsställande resultat vid oförändrad lutning.

Med tanke på att läckageriskerna - och även effekterna av ett läckage - blir större om kvarstående vatten förekommer, är en förbättrad vattenavledning den viktigaste åtgärden för framgångsrik renovering.

9 Tilläggsisolering - underlag och infästning

Det vanligaste motivet för tilläggsisolering av byggnadens klimatskärm är energibesparing. Utvärdig tilläggsisolering av horisontella eller låglutande tak kan emellertid också ha andra motiv:

- förbättrad fuktbalans
- förbättrad vattenavledning genom lutande isolering
- avjämning av underlaget
- ångtrycksutjämning

Vid utvärdig tilläggsisolering av tak används plana eller snedskurna isoleringsskivor som utgör underlag för ett nytt tätskikt. I och med detta ställs krav på bärighet och dimensionsstabilitet hos isoleringsskiktet.

Materialöversikt

Som direkt underlag för den nya täckningen används vanligen hårda 20 mm skivor av mineralull. Ibland används också takelement, där boarden i förväg belagts med ett tätskikt - vanligen 7 mm SAP. Skivorna kan ligga direkt på den gamla pappen eller på porösa underskivor av mineralull eller styrencellplast som förbättrar värmeisoleringen. Skivorna fästes mekaniskt i underlaget.

De material och materialkombinationer som används framgår av följande sammanställning

1. Takboard av 20 mm mineralull, densitet 220 kg/m³.
2. Fabrikstillverkade takelement av 20 mm takboard + 7 mm SAP.
3. 1 eller 2 på takunderskiva av 10-20 cm mineralull, densitet 115 kg/m³.
4. 1 eller 2 på 8-20 cm skiva av styrencellplast, densitet 20 kg/m³.
5. Takskiva av 10-20 cm mineralull, densitet 180 kg/m³.
6. Skiva av 20 mm kork, densitet 120 kg/m³ på 8-20 cm skiva av styrencellplast, densitet 20 kg/m³.

Takskivor av mineralull, liksom skivor av styrencellplast, kan utföras med en- eller tvådimensionellt fall ("kilar"). Lösningen med enbart korkskivor kan fästas endast genom asfaltklistring. Övriga fästs även mekaniskt.

Problem med mineralullsskivor

Tak som tilläggsisolerats med enbart mineralull har fått sämre medelbetyg än andra lösningar. Av den anledningen har ett antal tak med isolering av styva mineralullsskivor

granskats närmare. De vanligaste defekterna har då visat sig vara följande:

- För mjuk (kompressibel) isolering, som vid påverkan (t ex gångtrafik) givit skador vid fästdon, träreglar, plåtflänsar, sargar eller skarvar.
- Svällning i isoleringen, eventuellt på grund av ofullständigt härdat bindemedel. Svällningen försämrar vattenavledningen och kan ge skador.

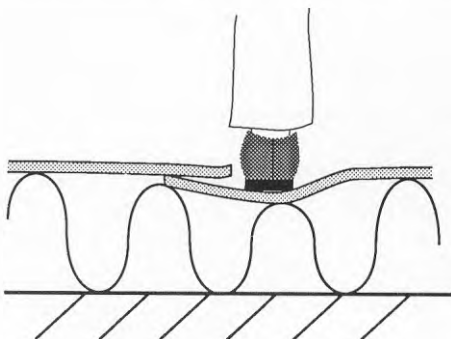
Det är naturligt att problemen med mjukhet och svällning accentueras vid stor isoleringstjocklek. Deformationerna leder vid kvarstående vatten lätt till betydande skador.

Mineralullsskivornas kompression ökar med tjockleken, eftersom tillåten kompression anges i procent. En tillåten sammantryckning av 10 procent vid personlast på 1 dm² tryckyta ger vid 200 mm isolertjocklek således 20 mm deformation.

På ytor som utsätt för mera frekvent gångtrafik (t ex vid arbeten på taket) får man räkna med försämrad "bärighet" genom utmattning i isoleringsmaterialet. Även fuktpåverkan (byggfukt, konvektion eller diffusion) kan försämma styvheten genom att mineralullen sväller.

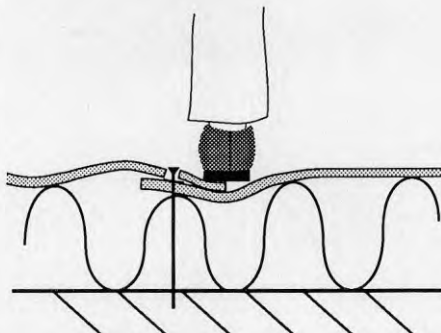
För hög kompression vid gångtrafik ger stora spänningar i tätskiktet. Särskilt känsligt är detta om trampet sker intill en skarv där fläkning kan ske (figur 9.1).

Figur 9.1. Skaderisk vid gångtrafik på mjukt underlag. Fläkning i skarv.



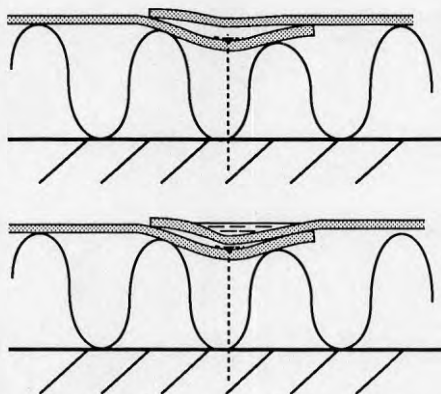
När försänkningen av fästdonet är för grund, kan skruv eller expander pressas mot tätskiktet underifrån. I värsta fall uppstår stansbrott (figur 9.2).

Figur 9.2. Skaderisk vid gångtrafik på mjukt underlag. Stansbrott eller fläkning i skarv.



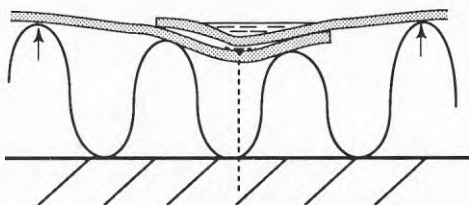
En tredje risk med hög kompressibilitet är att fästdonets bricka vid idragning ger en försänkning som dels försvårar skarvningen, dels - särskilt vid låg taklutning - skapar vattengropar (figur 9.3).

Figur 9.3. Skaderisk vid för djupt idraget fästdon på mjukt underlag. Skarvningsproblem resp ansamling av vatten eller is vid infästningen.



Vattensamlingar kan vidare bildas av att mineralullen sväller, vilket gör att takytan höjs mellan infästningspunkterna (figur 9.4).

Figur 9.4. Skaderisk vid svällning i mjukt underlag. Ansamling av vatten eller is vid infästningen.

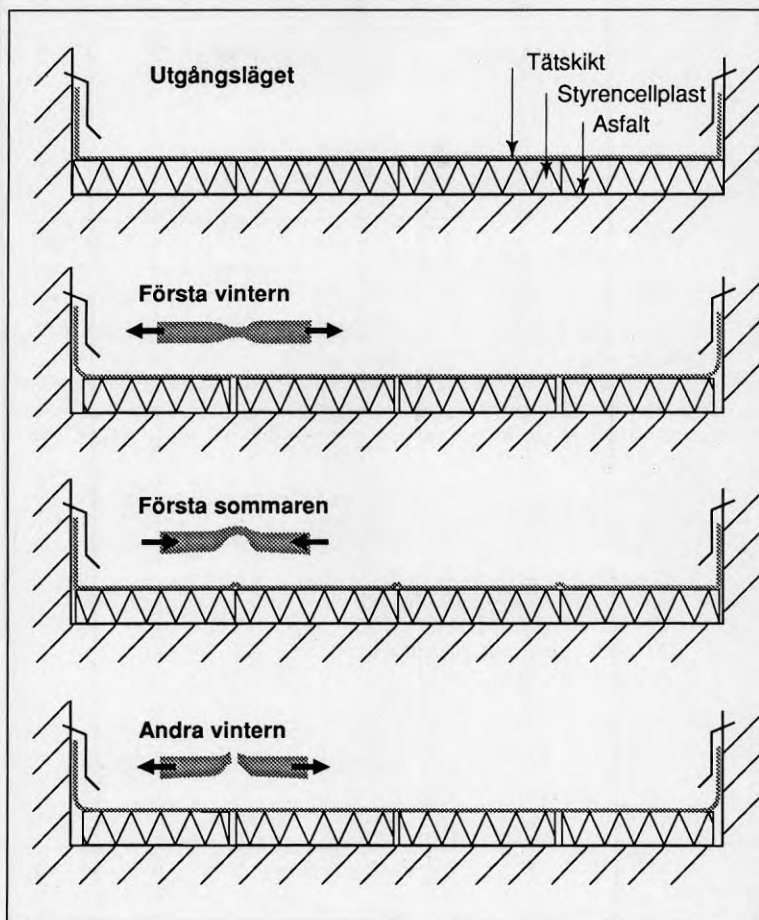


Problem med styrencellplast

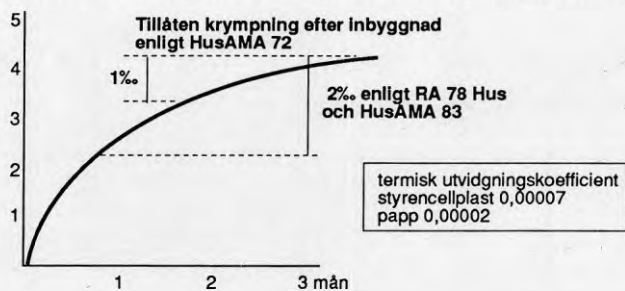
Cellplast utgör underlag på ett flertal problemtak. Kombinationen cellplast med hård mineralullsboard har dock fått högt betyg för såväl plana som lutande cellplastskivor. Detta gäller oavsett om kombinationen använts som takelement eller utlagts var för sig.

Problemen med styrencellplast som utvändigt takisolering och underlag för tätskikt uppmärksammades och utreddes i slutet av 1970-talet. Initialkrympning i förening med stora temperaturrörelser (figurer 9.5, 9.7 och 9.8) och dåliga brandtekniska egenskaper gör att cellplast nu inte används som direkt underlag för brännbara eller klistrade tätskikt.

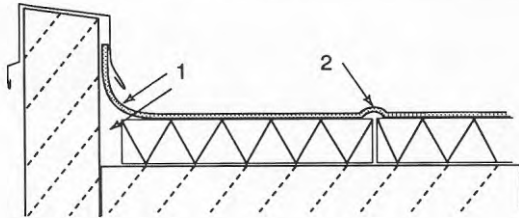
Figur 9.5. Skaderisk på grund av temperaturrörelser i underlag av cellplast.



Figur 9.6. Initialkrympning i underlag av styrencellplast.



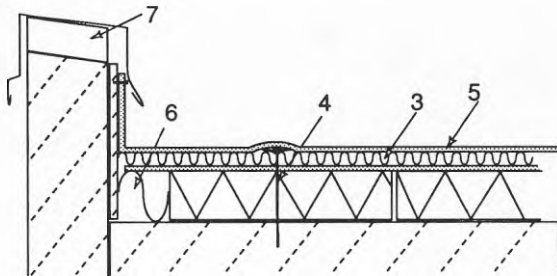
Figur 9.7. Krymp- temperaturrörelser i underlag av expanderad styrencellplast. Defekter och sprickor i tätskiktet. 1. Hålkäl i tätskiktet och spalt i isoleringen, förorsakad av krympning. 2. Veckbildning och ev brott i tätskiktet, förorsakade av temperaturrörelser och krympning.



Däremot är cellplast med ovanpåliggande mekaniskt infäst takboard av mineralull eller kork en funktionell utvändig isolering (figur 9.8). Takboarden dämpar temperaturrörelserna och ger ett dimensionsstabilt och styvt underlag för tätskiktet.

Figur 9.8. Renovering av tak med underlag av expanderad styrencellplast genom utvändig tilläggsisolering och nytt tätskikt.

3. Mineralullsboard
4. Mekanisk infästning
5. Nytt tätskikt
6. Utfyllnad av spalter
7. Justering av takkant



Problem med takboard och "takelement"

Det enda kända problemet med takboard är att infästningen fram till 1980-talet ibland gjordes för gles, vilket ledde till några stormskador. De dimensioneringsregler som nu gäller ger ett säkert och fast underlag för alla typer av tätskikt.

Takboard är även lämplig som ytskikt på skivor av mineralull eller cellplast.

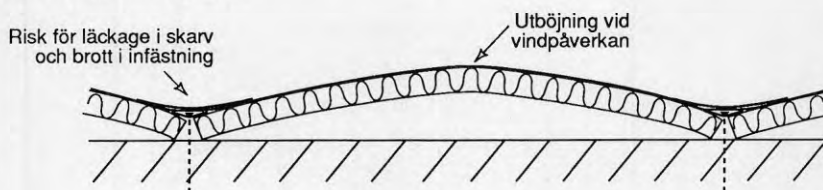
På takelement av såväl skivor som board som monterats fram till mitten 1980-talet har ett antal läckage förekommit.

Läckagestället har nästan alltid varit detsamma: skarvrensornas "krysspunkt". Skadorna får tillskrivas en otillräckligt utvecklad arbetsteknik. De "svetsmaskiner" som numera används vid skarvning förefaller ge en betryggande säkerhet.

Hos takelement av tjocka mineralullsskivor kan finnas problem med kompressionen.

För takelement av board förekommer fortfarande för gles infästning, vilket kan orsaka stormskador (figur 9.9). I takens rand- och hörnzoner är det sällan tillräckligt med infästning enbart i elementens skarvar, dvs med så stort avstånd som 1,2 m.

Figur 9.9. Skaderisk på grund av alltför gles infästning av isoleringsmaterial.



Infästningsmetoder

Flera av de problem som rått med mekanisk infästning kan troligen hänföras till värmeisoleringen. Avblåsta tätskikt torde dock genom åren ha varit ett större problem, särskilt innan mekanisk infästning började användas i mitten av 1970-talet.

På isoleringsskivor av mineralull måste tätskiktet alltid fästas mekaniskt på grund av ullens låga fläkningshållfasthet. Detta gäller även isolering i dubbla skikt. Är övre skiktet av mineralull gäller infästningen även tätskiktet. Bitumentätskikt som klistras på mineralull måste sålunda ha kompletterande mekanisk infästning.

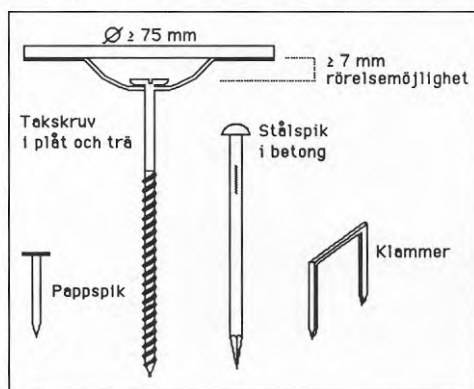
Sedan mitten av 1980-talet är kunskaperna om mekanisk infästning av såväl tätskikt som värmeisolering goda – om än inte alltid tillämpade. Vid dimensioneringen måste man beakta alla länkar i den hållfasthetskedja som skall hålla taket på plats vid storm (ref 3). Särskilt dragspänningen i tätskiktet negligeras ofta.

De fästdon som används är följande (se även figurerna 9.10 och 9.11).

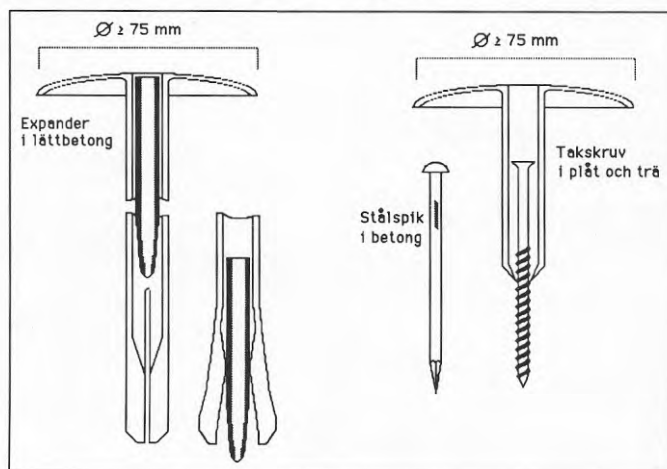
1. På råspont eller plywood
Nytt bitumentätskikt: pappspik, häftklammer eller skruv med bricka.
Nytt tätskikt av folie (duk) av PVC, CPE, ECB, IIR eller EPDM: skruv med bricka.

2. På lättbetong
 Nytt bitumentätskikt: expander med bricka.
 Nytt tätskikt av folie (duk) av PVC, CPE, ECB, IIR eller EPDM: expander med bricka.
3. På profilerad plåt
 Nytt bitumentätskikt: skruv med bricka.
 Nytt tätskikt av folie (duk) av PVC, CPE, ECB, IIR eller EPDM: skruv med bricka.
4. På betong
 Nytt bitumentätskikt: stålsplik med bricka.
 Nytt tätskikt av folie (duk) av PVC, CPE, ECB, IIR eller EPDM: stålsplik med bricka.

Figur 9.10. Fästdon för isoleringstjocklekar ≤ 80 mm.



Figur 9.11. Fästdon för isoleringstjocklekar > 80 mm.



10 Slutsatser och reflexioner

Slutsatser av enkäten

Endast ett fåtal ombyggnadsmetoder kan generellt betraktas som rimligt säkra. Flertalet metoder visar emellertid god säkerhet om ett antal tydligt riskabla lösningar undviks.

De olika tätskikten tycks med några få undantag - SAL och ECB - vara likvärdiga. Ingenting tyder på att de beprövade bitumenmaterialen är sämre än plast- och gummimaterialen.

Den lösning som i synnerhet bör undvikas om man vill ha ett funktionssäkert tak är att bibehålla kvarstående vatten. Särskilt helklistrat eller helsvetsat bitumentätskikt på gammal papp som stått under vatten är en riskfylld lösning.

Även mycket flacka tak fungerar väl om kvarstående vatten undviks. Den minsta lutning på ca 1:20 som förordades i den tidigare rapporten (1) tycks vara obehövlig vid ombyggnad. Orsaken är med stor säkerhet att man då slipper felaktig måttsättning, oförutsedda deformationer och utförandefel som ofta leder till skador vid nybyggnad.

En framgångsrik renovering kräver inte dyra lösningar som nytt vattentak eller svetsad plåt. De tak som tidigare haft en tillräcklig lutning för att avleda allt vatten, såväl på takytorna som i rännalar, har med framgång kunnat läggas om med ett nytt tätskikt direkt på det gamla. Därvid har strängklistring visat sig vara den säkraste infästningsmetoden.

Tak som tilläggsisolerats uppvisar ofta problem. Orsakerna är främst bristande formstabilitet (mjukhet och svällning i isoleringsmaterialet) och olämplig infästning. Tilläggsisolering bör därför undvikas om taket inte har eller kan ges god vattenavrinning.

Arbetsutförandets betydelse

Säkra data om arbetsutförandets betydelse för takets funktion har inte kunnat utvinnas ur enkätmaterialen. Det finns dock tillräckligt stor spridning mellan likadana metoder för att väcka starka misstankar om ett samband. De praktiska erfarenheterna ger också i flera hänseenden stöd för detta.

Överslagsvis har ett tak ca 1 m skarvar och anslutningar per m² area. Takets täthet äventyras av minsta defekt, som ju med tidens påfrestningar i form av temperaturskillnader, rörelser i underlaget eller mekanisk påverkan lätt förvärras.

Takarbeten sker ofta under svåra väderförhållanden, som dels inverkar på materialen och dels utgör en påfrestning för dem som utför arbetet. Vid låg temperatur är tätskikten styva

och särskilt den traditionella asfaltpappen är mycket svår att använda. Rätt temperatur för klistring och svetsning försvåras. Vid regn försämras vidhäftningen och fukt kan samlas i underlaget med senare gastryck som följd.

Särskilt äldre material förutsatte ett torrt underlag. Senare tiders mekaniska infästning eller strängklistring är naturligtvis mindre känsliga för fukt, eftersom vattenånga kan transporteras bort under tätskiktet. Nackdelen är emellertid att eventuellt läckage kan sprida sig i luftspalterna. Därmed tar det längre tid innan problemet upptäcks och fel är svårare att lokalisera.

Papptäckning med het och smutsande asfalt, tunga papprullar och skaderisker innebär påfrestningar som givetvis måste påverka noggrannheten. Ytterligare en viktig aspekt är hur arbetet uppfattas av dem som utför det. Den traditionella taktäckningen tillhör de allra tyngsta och lägst betalda arbetena på ett bygge. Alla dessa faktorer har medverkat till att ge takarbetet låg status, vilket naturligen avspeglar sig i rekryteringsmöjligheterna.

Problemen med arbetsutförandet utgör givetvis en särskild riskbelastning. Detta gäller i särskilt hög grad när den tekniska lösningen i sig är riskfylld, exempelvis ett horisontellt tak. Därför måste följaktligen kraven sättas högt:

- a) Personalen - både arbetsledare och arbetare - bör vara utvald och väl utbildad.
- b) Arbetet bör inte ske vid dåligt väder.
- c) Projekteringen måste vara noggrann och detaljerad.
- d) Arbetet skall förberedas noga.
- e) Kvalitetssäkring i utförandet talar emot ackordsjakt.
- f) Kontrollen skall vara noggrann.
- g) Ansvaret för takets täthet bör ligga på en hand.

Ett viktigt steg mot en kvalitetshöjning för taken är att förbättra arbetsvillkoren. Ju mindre täckningsarbetet är beroende av yttre förhållanden och ju mindre påfrestande det är, desto bättre kan själva omlägningsmetoden sägas vara. I detta perspektiv är en fortsatt utveckling av gummi- och plastmaterialen höggradigt intressant, eftersom de är lättare och renare att hantera.

Brandrisker vid takarbeten

Under senare år har antalet bränder i samband med takarbeten ökat markant. Det har klarlagts att särskilt renoveringsarbeten med bitumentätskikt ger en hög brandrisk. Problemet har en sådan omfattning att myndigheter och försäkringsbolag överväger att förbjuda respektive att vägra försäkra vissa av de metoder som nu tillämpas.

Inom branschen talar man om *hett arbete på tak*, ett begrepp som omfattar flera olika aktiviteter:

- torkning av takytor med gasolbrännare
- smältning av asfalt i gasoleldade grytor
- svetsning av bitumentätskikt med gasollåga

Rigorösa föreskrifter för att hindra uppkomst och motverka spridning av brand har utarbetat av Svenska Brandförsvärsföreningen, Försäkringsbranschens Service AB och Takentreprenörerna. Kontroll på arbetsplatser visar tyvärr att dessa föreskrifter inte sällan åsidosätts. Utvecklingen torde därför gå mot system som inte kräver öppen eld.

Vid "ren" mekanisk infästning av tätskikt finns inget behov av absolut torrt underlag, vilket gör att torkning med fuktabsorberande material kan vara tillfyllest. För vissa tätskikt - t ex PVC, CPE och ECB - kan därutöver skarvsvetsning ske med varmluft, vilket från brandsynpunkt är riskfritt. Utveckling av polymermodifierade bitumenprodukter som kan användas under samma betingelser pågår.

Referenser

- (1) Hanson, Rune & Nilsson, Sune: *Lyckade och misslyckade tak*. BFR R100:1987..
- (2) *Boverkets nybyggnadsregler*, BFS 1988:18 nr 1. Allmänna Förlaget, 1988.
- (3) Nilsson, Sune: *Mekaniskt infästa tätskikt*. BFR R17:1985..
- (4) Hanson, Rune & Johnson, Bertil G: *Sätt fastighetens värde i centrum för besluten!* Byggindustrin 28.86.
- (5) Hanson, Rune & Johnson, Bertil G: *Vem tar ansvaret för fastighetsinformation?* Byggindustrin 34.88.
- (6) Hanson, Rune & Johnson, Bertil G: *Kalkylera för att byggnaden måste förändras*. Byggindustrin 21.89.

Byggnad:

Ägare/förvaltare:

Byggnadskategori:

1. Flerbostadshus
2. Skola
3. Daghem
4. Fritidsgård
5. Sjukhus, vårdhem
6. Förvaltningsbyggnad
7. Affärshus
8. Industri
9. Annan byggnad

Takarea:

1. <500 m²
2. 500-2000 m²
3. 2001-10000 m²
4. >10000 m²

Taktyp:

1. Ventilert, brant
2. Ventilert, lutning <1:4
3. Varmt

Läge:

1. Innerstad
2. Ytterområde

Objektet före ombyggnad eller renoveringTaktlutning:

0. Ingen (kvarstående vatten)
6. < 1:100 (ej kvarstående vatten)
7. ≥ 1:100
8. ≥ 1:40
3. ≥ 1:16 < 1:10
4. ≥ 1:10 < 1:4
5. ≥ 1:4

Avvattning:

1. Utvändigt avlopp
2. Invändigt avlopp, ränndalar utan fall
3. Invändigt avlopp, ränndalar med fall

Takets byggår:

1. -1960
2. 1961-65
3. 1966-70
4. 1971-75
5. 1976-1980
6. 1981-

Taktäckning:

11. Papptäckning med SAL
12. Papptäckning med SAM
13. Papptäckning med SAP
2. Tätskiktspapp med singelyta
3. Takfolie
4. Takfolie med singelyta
5. Planplåt, förzinkad
6. Planplåt, koppar
7. Trapetsprof. stålplåt
8. Tegelpannor
9. Betongpannor

Underlag för taktäckning:

1. Trämateriel
3. Lättbetong
4. Betong
5. Kork
6. Annat underlag (ange material)
7. Isolerskivor, mineralull
8. Isolerskivor, cellplast

Allmänt omdöme:

1. Misslyckat
2. En del problem
3. Acceptabelt
4. Bra (renovering pga ålder)

Ventilation:

1. Ingen
2. Genomströmning
3. Termisk
4. Mekanisk frånluft
5. Mekanisk till

Orsak till problem/misslyckande: **Ange gärna flera!**

1. Läckage p g a skarvsläppor
2. Läckage p g a hål och revor
3. Läckage p g a bristningar på takytor
4. Läckage vid brunnar
5. Läckage vid andra genomföringar
6. Läckage vid uppvikningar
7. Läckage vid klistring mot plåtflänsar
8. Kvarstående vatten

Uppgifter om objektet ifall ombyggnad eller renovering skett

År för renovering/ombyggnad:

1. Före 1979
2. 1979-1981
3. 1982-1984
4. Efter 1984

Taklutning:

1. Ingen (kvarstående vatten)
2. <1:100 (ej kvarstående vatten)
3. 1:40-1:100
4. 1:16-1:40
5. ≥ 1:16

Avvattning:

1. Utvändigt avlopp
2. Invändigt avlopp, ränndalar utan fall
3. Invändigt avlopp, ränndalar med fall

Taktäckning/applicering:

1. SAL-papp på spikad underlagspapp
2. SAL-papp med klistrat undre lag
3. SAL-papp med punktklistrat undre lag
4. SAP-papp på spikad underlagspapp
5. SAP-papp med klistrat undre lag
6. SAP-papp med punktklistrat undre lag
7. SAP-papp direkt på befintlig papp
8. SEP-papp på spikad underlagspapp
9. SEP-papp med klistrat undre lag
10. SEP-papp med punktklistrat undre lag
11. SEP-papp direkt på befintlig papp
12. Takelement: termoisolerskivor, SAP-belagda
13. APP-matta på spikad underlagspapp
14. APP-matta med punktklistrat undre lag
15. APP-matta direkt på befintlig papp
16. PVC-folie, mekaniskt infäst
17. PVC-folie med singelyta
18. Butylfolie, mekaniskt infäst
19. Butylfolie med singelyta
20. ECB-folie, mekaniskt infäst
21. ECB-folie med singelyta
22. EPDM-folie, mekaniskt infäst
23. EPDM-folie med singelyta

Metod för förändring:

1. Ny taktäckning
2. Ny taktäckning och ändrade detaljer
3. Ny taktäckning och kompletterande takbrunnar
4. Ny taktäckning och falluppyggnad i ränndalar
5. Ny taktäckning och ökad taklutning med takfallsskivor
6. Ny taktäckning på utvärdig tilläggsisolering
7. Ny taktäckning på uppstolpat vattentak

Underlag för taktäckning:

1. Trämateriel
2. Mineralull
3. Cellplast
4. Kork
5. Lättbetong
6. Annat underlag (ange material)

Kostnad för åtgärderna:

1. ≤ 50 kr/m²
2. 51-100 kr/m²
3. 101-150 kr/m²
4. 151-200 kr/m²
5. 201-250 kr/m²
6. 251-300 kr/m²
7. 301-350 kr/m²
8. 351-400 kr/m²
9. > 400 kr/m²

Allmänt omdöme om resultatet:

1. Misslyckat
2. En del problem
3. Acceptabelt
4. Bra

Om omdöme 1 eller 2:

Orsak till problem/misslyckande:

Ange gärna flera!

1. Läckage p g a skarvsläppor
2. Läckage p g a hål och revor
3. Läckage p g a bristningar på takytor
4. Läckage vid brunnar
5. Läckage vid andra genomföringar
6. Läckage vid uppvikningar
7. Läckage vid klistring mot plåttflansar
8. Kvarstående vatten

Upphandlingsform:

1. Generalentreprenad, garanti = 2 år
2. Generalentreprenad, garanti = 2+8 år
3. Totalentreprenad, garanti = 2 år
4. Totalentreprenad, garanti = 2+8 år
5. Annan form
6. Utan kontrakt

Uppgifter om objektet ifall ombyggnad eller renovering planeras

Åtgärd:

0. Ingen
1. Lokala reparationer
2. Behandling med takmassa
3. Ny taktäckning
4. Ny taktäckning och ändrade detaljer
5. Ny taktäckning och kompletterande takbrunnar
6. Ny taktäckning och falluppyggnad i ränndalar
7. Ny taktäckning och ökad taklutning med takfallsskivor
8. Ny taktäckning på uppstolpat vattentak
9. Uppstolpat tak av profilerad plåt

Ange om möjligt det tänkta taktäckningsmaterialet:

Orsak till planerad ändring:

Ange gärna flera!

0. Förebyggande p g a takets ålder
1. Läckage p g a skarvsläppor
2. Läckage p g a hål och revor
3. Läckage p g a bristningar på takytor
4. Läckage vid brunnar
5. Läckage vid andra genomföringar
6. Läckage vid uppvikningar
7. Läckage vid klistring mot plåttflansar
8. Kvarstående vatten



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880289-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Byggnadsfirman
Viktor Hanson AB, Stockholm.

R86:1990

ISBN 91-540-5256-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801086

Abonnemangsgrupp:
T. Fastighetsförvaltning

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 51 kr exkl moms