



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

R100:1987

Lyckade och misslyckade tak

Rune Hanson
Sune Nilsson

R
ANL

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr _____ Plac *fer*

LTH Bygg- och miljöteknik, bibl.



15000

601344642

BYGGDOK

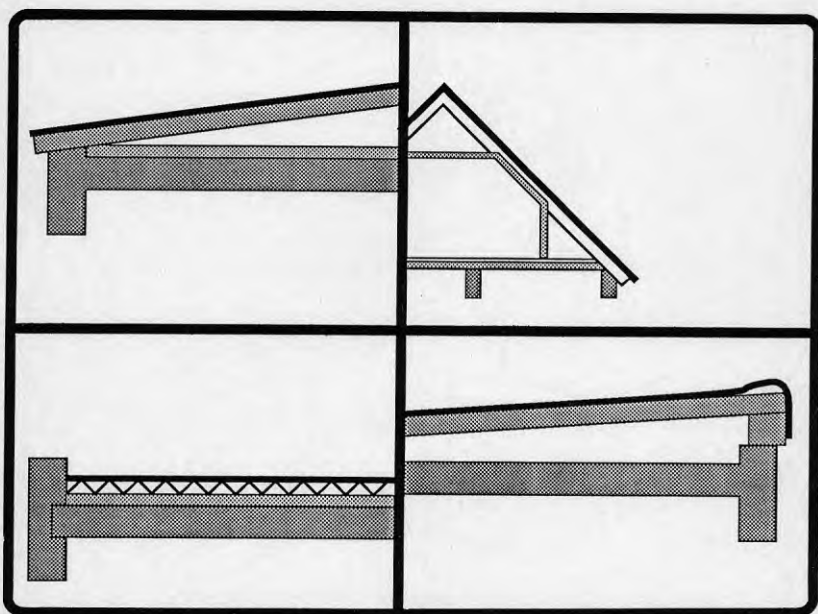
Sankt Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
tel: 08-617 74 50
fax: 08-617 74 60

Byggforskningsrådet

Lyckade och misslyckade tak

Rune Hanson

Sune Nilsson



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850559-0 från Statens råd för byggnadsforskning till Byggnadsfirman Viktor Hanson AB. Projektet har till hälften finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

Referat

Projektet har genomförts som en enkätundersökning bland fastighetsägare och -förvaltare om takbeståndets funktion. Uppgifter om nära 1.900 tak har insamlats och bearbetats.

Fastighetsägarna har dels lämnat tekniska och ekonomiska uppgifter om taken och dels fått ge allmänna omdömen. Dessa har använts för att översiktligt värdera graden av problem och vilka egenskaper hos taken som är förknippade med särskilt dålig funktion.

Den centrala slutsatsen blir att låga lutningar är den dominerande orsaken bakom problemen. Vid lutningar över 1:16 tycks taken fungera väl. Däremot förefaller lägre lutningar än omkring 1:20 vara allför äventyrliga och i varje fall ställa högre krav på konstruktion och arbetsutförande än vad som är vanligt. Ett antal förslag till åtgärder för ökad säkerhet vid låga lutningar lämnas dock i rapporten.

Projektets resultat och det omfattande enkätaterialet ger flera uppslag till fortsatta studier, t ex att arbeta fram ett antal "säkra" taklösningar och att utforma metoder för att kalkylera riskerna med olika taktyper.

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

R 100:1987

ISBN 91-540-4800-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

Innehåll

Sammanfattning	4
Projektets syfte och upplägning	7
Hur taken byggts och hur de fungerat	11
Bearbetning och värdering av enkäten	31
Fastighetsförvaltarnas betyg på taken	37
Slutsatser och förslag	46
Det effektiva taket	53
Bilagor:	
1. Beräkning av teknisk livslängd	55
2. Genomförda intervjuer	58
3. Litteraturförteckning	61
4. Enkätformulär	63

Sammanfattning

Ända fram till 1930-talet var taken i svensk byggnadstradition i allmänhet branta. Lutningen var oftast större än 1:4 och aldrig under 1:10. De tillgängliga taktäckningsmaterialen – tegel, plåt, spån eller tjärpapp – tillät inte lägre lutning, eftersom de inte är täta mot kvarstående vatten. Den höga takresningen begränsade husens bredd till ca 20 meter.

De nya vidsträckta industrihusen på 1930- och 1940-talen tvingade fram avsevärt lägre lutningar. Detta möjliggjordes av den klistrade asfalt-pappen som vanligen lades i dubbla lag. Lutningen gjordes dock inte lägre än 1:20.

På grund av den minskade lutningen och invändiga avlopp uppstod på dessa "plana" tak så stora påfrestningar att läckage var vanliga. Takforskningen och takindustrins utvecklingsarbete under 1950-talet lyckades dock i stort sett lösa "det plana takets problem".

De goda erfarenheterna gjorde att även smala hus försågs med allt mer låglutande tak från mitten av 1960-talet. Anledningen till detta var inte bara arkitekturen utan framför allt kostnaderna. Den statliga belåningen med pressade pantvärden nödvändiggjorde att byggnadskostnaderna måste pressas – ofta utan tanke på den långsiktiga lönsamheten.

Påfrestningarna på taken har naturligtvis blivit allt större ju lägre lutning som använts. En utbredd kritik mot den "nya" takt teknikens resultat har motiverat en närmare granskning av takens funktion.

I denna undersökning har fastighetsägarnas bedömningar av nära 1.900 tak använts för att belysa problemens omfattning och möjliga orsaker. Materialet innehåller tak av olika typer och olika ålder men omfattar enbart lokaler, flerbostadshus och industrier.

Fastighetsägarna har dels lämnat tekniska och ekonomiska uppgifter om taken och dels fått ge allmänna omdömen på skalan "misslyckat" – "med problem" – "acceptabelt" – "bra". Omdömena har använts för att översiktligt värdera graden av problem och vilka egenskaper hos taken som är förknippade med särskilt dåliga "betyg". Materialet har datorbearbetats i syfte att renodla orsakssammanhangen.

Denna subjektiva undersökningsmetod är så vitt vi vet ny inom byggforskningen. Däremot har den länge använts inom medicinsk forskning när det gäller att leta efter ännu ej fastställda orsaker till sjukdomar. Fördelar och nackdelar med metoden diskuteras i rapporten.

Rapporten redovisar en relativt begränsad bearbetning av det rika datamaterialet. Avsikten har varit att bedöma graden av takproblemen och att identifiera egenskaper och faktorer som kräver en utförligare behandling. Av intresse har också varit att bedöma metodens tillämplighet.

Tyvär måste det konstateras att de "nya" taken inte uppfyller fastighetsägarnas krav, vilket däremot nästan alla de traditionella taken gör. Ett tydligt trendbrott skedde omkring 1965 och den kraftiga försämringen därefter kan tillskrivas de allt mindre lutningarna.

De tekniska problemen har nog varit väl kända och inte särskilt komplicerade. Arkitekten, konstruktören och byggaren har förutsatt att takentreprenören skall klara allt och denne har garanterat ett gott resultat trots de stora påfrestningarna. I praktiken blir dock riskerna för läckage alltför stora när lutningen är låg. Vid lutningar över 1:16 tycks tak-

en fungera väl. Det finns goda skäl att anta att gränsen kan sättas ännu något lägre, omkring 1:20.

Däremot förefaller lägre lutningar, även de 1:40 som Svensk Byggnorm godtar, vara allför äventyrliga. Samspelet mellan liten eller obefintlig lutning, enkel täckning med begränsad hållfasthet och invändiga avlopp med horisontella rännor ställer mycket höga krav på konstruktion och arbetsutförande. Varje litet misstag av dem som utför arbetet eller utnyttjar taket under förvaltningen kan ge otäthet.

Det centrala resultatet av undersökningen skulle därmed vara en varning för de horisontella eller nästan horisontella taken (lutningar under ca 1:20) och förorda en återgång till de brantare. Låglutande tak ned mot denna gräns har odiskutabelt stora fördelar framför brantare lösningar. På stora byggnader är de nödvändiga av teknisk-ekonomiska skäl. Även på smalare hus ger de – rätt utförda – lägre skötselkostnader, eftersom de inte fordrar snöskottning eller istapps borttagning.

Om flacka tak med mindre lutning än 1:20 trots allt är nödvändiga, måste säkerheten mot läckage ökas utöver vad som hittills varit vanligt. Särskilt riskerna för fel i utförandet måste förebyggas, t ex genom att lägga genomföringar i högpunkter, att använda flera lager i tätskiktet och att förbättra kontrollen och väderskyddet. Därtill bör mera robusta tätskikt väljas. Ju större taket är, desto viktigare är allt detta. Med tanke på underhåll och reparationer är det dessutom angeläget att alla detaljer korrekt redovisas på ritningarna.

Undersökningens resultat och det omfattande enkätmaterialiet ger flera uppslag till fortsatt arbete.

En naturlig fortsättning är att arbeta fram ett antal "säkra" taklösningar med olika lutningar. Vid låga lutningar måste då förutsättas säkrare och därmed dyrare lösningar än de hittills använda. Dessa lösningar skulle därefter jämföras med varandra med tanke på de långsiktiga årskostnaderna och riskerna för följdskador.

Ett annat viktigt problem är vad som bör göras åt alla de misslyckade tak som nu finns. Även här bör alternativa åtgärder jämföras med hänsyn till de långsiktiga kostnaderna.

Mycket tyder också på att frågan om takets långsiktiga effektivitet kräver ökad uppmärksamhet. Fastighetsägaren måste i högre grad kunna välja en lösning med de tekniska och ekonomiska prestanda som svarar mot hans speciella förhållanden, förvaltningsorganisation etc. Det fordras då att anvisningar finns om hur fastighetsägaren kan och bör ställa krav.

Ett liknande synsätt torde kunna appliceras på andra byggnadsdelar. För detta krävs att långsiktiga kalkylmetoder utvecklas och att fastighetsägarnas möjligheter att följa upp kostnader förbättras.

Projektets syfte och uppläggning

Taket är en del av byggnaden där tekniska brister kan orsaka betydande skador och kostnader. Valet av taklösning är därför ett av de viktigaste besluten under projekteringen. Att döma av försäkringsstatistiken och en utbredd kritik tycks detta val alltför ofta ha skett utan att kunskaperna om material och konstruktioner varit tillräckliga.

Underlaget för beslut om taklösning är idag otillfredsställande. Fastighetsägarna och byggherrarna har små möjligheter att välja "rätt" tak, eftersom kunskaperna om takens långtidsegenskaper är bristfälliga och metoderna för ett rationellt val på tekniska och ekonomiska grunder är outvecklade.

De styrande faktorerna är i stället de arkitektoniska värderingarna och stadsplanernas bestämmelser om takfotshöjd i kombination med lånereglerna. I brist på hållbara argument har de tekniska och ekonomiska bedömningarna spelat en underordnad roll.

Inte sedan 1950-talet har någon opartisk och tillförlitlig allmän studie av takens långtidsegenskaper utförts. För alla de tak som utförts efter 1960 saknas i stort sett bearbetade uppgifter. Detta betyder också att en lång rad takutföranden lanserats i stor skala utan att takproblemen ordentligt penetrerats.

Projektets syfte

Syftet med detta projekt har varit att skapa förutsättningar för en opartisk jämförelse mellan olika taklösningar. I första hand har ambitionen varit att skaffa ökade kunskaper om hur utförda tak fungerat och att studera hur denna kunskap kan användas som underlag för val av taklösning vid ny- och ombyggnad.

Ett projekt med den redovisade ambitionen bör därmed ge svar på frågor som de följande:

- Finns det taktyper och konstruktioner som är säkra respektive avgjort bättre eller sämre än andra?
- Skall man välja branta, låglutande eller flacka tak där husbredden medger alla lösningarna?
- Vilka takkonstruktioner inom respektive lutningsområde är rimligt säkra?
- Vilka är de vanligaste skadorna och hur kan man undvika dem?

Givetvis är dessa svar inte tillräckliga som beslutsunderlag vid nybyggnad eller ombyggnad. Med dagens medvetenhet om förvaltningskostnadernas betydelse är en studie som bara avser den tekniska funktionen och eventuella skador uppenbart otillräcklig. Ekonomin är ett lika viktigt kriterium och då inte bara byggkostnaderna utan dessutom såväl skötsel- och underhållskostnaderna som livslängden.

En utförlig behandling av takproblemet fordrar mot denna bakgrund ett relativt långvarigt arbete och även en del metodutveckling för att kombinera teknik och ekonomi till en praktisk beslutsmodell. I detta projekt har vi stannat vid att samla in data och att bearbeta dem kvantitativt. Slutsatserna leder i gengäld till förslag om hur arbetet kan fortsättas.

Projektets upplägning

Undersökningen har genomförts som en relativt brett upplagd fältforskning, baserad på befintliga tak, i första hand sådana som är byggda efter 1960. Underlaget har inhämtats på tre sätt:

- En enkät till fackmän, främst stora fastighetsförvaltare
- Intervjuer med vissa fastighetsförvaltare (se bilaga 2)
- Besiktningar, främst av misslyckade tak, inklusive skadeanalyser

Enkäten

Enkäten distribuerades till ett 90-tal fastighetsförvaltare. Urvalet gjordes på ett sådant sätt att ett stort antal tak på skilda slag av byggnader – flerbostadshus, kontor och industrier, sjukhus och skolor – skulle erhållas. Av praktiska skäl uteslöts småhussektorn. Sammanlagt innehåller materialet drygt 1800 tak.

Varje förvaltare fick besvara ett enkätformulär. Frågorna gällde dels takens tekniska utformning och dels kostnaderna för skötsel och underhåll. Dessutom begärdes uppgifter om takens nuvarande kondition och beräknad tidpunkt för genomgripande reparationer eller ombyggnad. Förvaltarna ombads också lämna en subjektiv bedömning om taket hittills fungerat bra eller varit misslyckat.

Interjuerna

En första omgång intervjuer gjordes före enkäten för att diskutera dess upplägning och innehåll.

Intervjuer efter enkäten har gjorts för att fördjupa informationen. Tyvärr är det dock ännu få förvaltare som har någon tillförlitlig statistik på skador och därmed sammanhängande kostnader, varför uppgifterna får betraktas som de intervjuades generella synpunkter och bedömningar.

Besiktningar

För att klargöra problemens orsaker och omfattning specialstuderades ca 200 tak. I större delen av dessa fall utfördes även analyser i avsikt att precisera orsakerna till inträffade skador.

Projektets organisation

Projektet har genomförts inom Byggnadsfirman Viktor Hanson AB med Rune Hanson som projektledare. Sune Nilsson, Sune Nilsson Ingenjörbyrå, har svarat för den byggnadstekniska diskussionen. Bertil G Johnson, Johnson Informationsplanering AB har medverkat i den statistiska bearbetningen och varit sammanhållande för slutrapporten.

Projektet har haft en referensgrupp med följande medlemmar:

Per Bellman, Reinhold Fastighets & Byggnads AB

Bertil Grandinsson, SBUF

Hans Gustafsson, Stockholms läns landsting

Ingemar Höglund, KTH

Jan Lagerström, BFR

Lars Erik Nevander, LTH

Lars Nordström, Scandia Fastighetsförvaltning

Torbjörn Osterling, Bentab Byggekonsult AB

Bengt Åke Petersson, CTH

Bengt Rundqvist, Svenska Bostäder

Lennart Östman, Fortifikationsförvaltningen

Rapportens uppbyggnad

Som bakgrund till en diskussion om enkätresultaten har det känts nödvändigt att i ett första kapitel översiktligt beskriva hur taktekniken förändrats genom åren. De material och konstruktioner som använts har ju dels haft en direkt påverkan på dagens förhållanden och dels givit erfarenheter som omsatts i normer och utbildning.

Ett andra kapitel diskuterar bearbetningen av enkätaterialet; dess representativitet, vilka kvalitativa slutsatser som kan dras och vilka krav som rimligen kan ställas på taken.

I det tredje kapitlet redovisas hur fastighetsförvaltarnas värdering av takens funktion varierar med olika egenskaper.

Det fjärde kapitlet innehåller de bärande slutsatserna, baserade på bland annat en närmare analys av taklutningens betydelse. Där återfinns också en specialstudie av tätskiktspapp som taktäckningsmaterial.

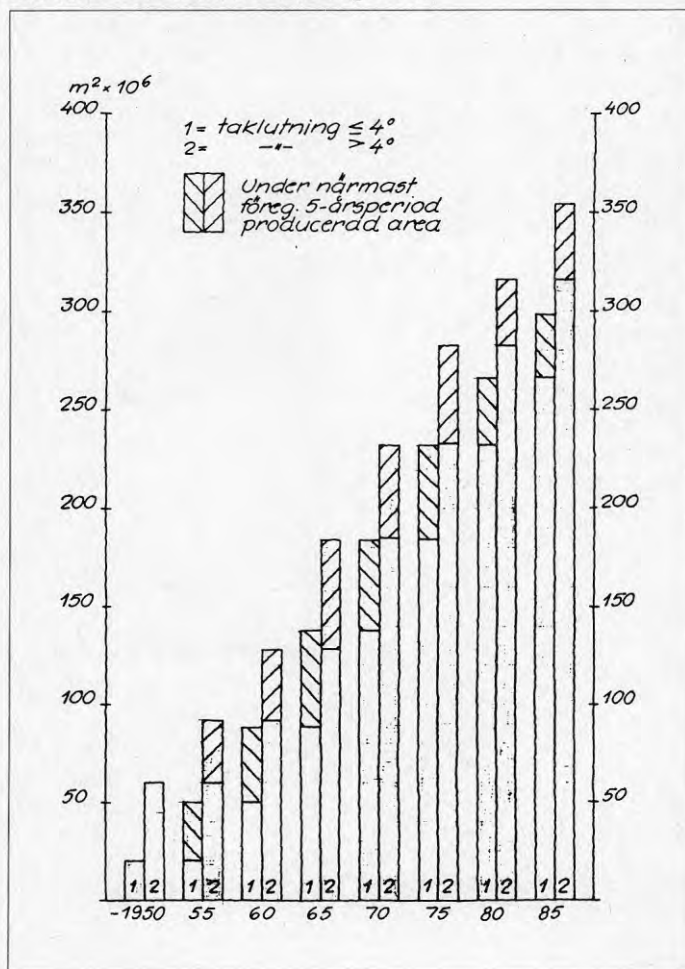
I ett femte kapitel förs en diskussion om säkerhet och risk vid val och projektering av taklösning. Detta avsnitt skall främst ses som en introduktion till fortsatta studier av delar av enkätaterialet, t ex ifråga om kostnadsaspekter vid produktion och drift, livslängd och den "mänskliga faktorns" betydelse.

Hur taken byggts och hur de fungerat

I detta kapitel beskrivs översiktligt hur taktekniken har utvecklats genom åren. Tonvikten läggs på de förhållanden som föranlett nyheter i konstruktioner, arbetsmetoder och normer.

Vårt totala takbestånd har approximativt beräknats till 650 miljoner m^2 , varav ca 300 miljoner m^2 är s k flacka tak, dvs som har en lutning som är högst 4° (1:14).

Figur 1. Vårt takbestånd, totalt och dess tillväxt i 5-årsperioder från 1950. Vänstra staplarna visar flacka tak (lutning $\leq 4^\circ$) och högra staplarna låglutande och branta tak (lutning $> 4^\circ$).



Marknadsuppgifter från materialindustri och entreprenörer har gjort det möjligt att tämligen exakt bedöma produktionen av flacka tak fr o m 1950. Uppgifterna om de brantare taken får betraktas som mindre säkra före 1970.

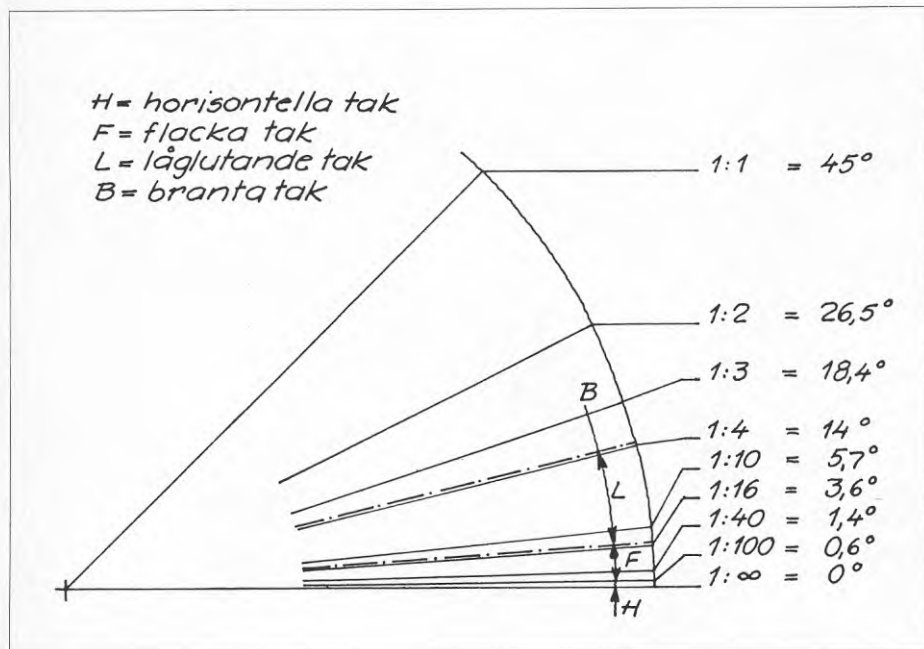
Av de flacka tak, som byggts före 1950, bedöms högst 20 miljoner m^2 finnas kvar i befintligt skick. En del tak, byggda före denna tidpunkt, har byggts om eller renoverats och redovisas då på ombyggnadsåret. Motsvarande yta för brantare tak antas vara 60 miljoner m^2 .

Det finns ingen statistik över renoveringsmarknaden före 1970, men enligt tillgängliga uppgifter var den då närmast försumbar. Under de senaste femton åren har emellertid denna verksamhet ökat markant, vilket framför allt gäller på flacka och låglutande tak. Under 1984 renoverades sålunda något över 4 miljoner m^2 flacka tak, medan nyproduktionen för samma typ av tak uppgick till 3,9 miljoner m^2 .

Den byggnadstekniska utvecklingen har – liksom för andra byggnadsdelar – påverkat och förändrat konstruktionsprinciper och material för bärverk, värmeisolering och taktäckning. De största förändringarna har skett för flacka och låglutande tak, vilket framgår av nedanstående beskrivning av utvecklingen. Historiken har gjorts med taken uppdelade i lutningsgrupper (se även figur 2), varvid följande vedertagna begrepp använts:

- *Branta tak* med lutning $\geq 14^\circ$ (1:4). Normalt uppfylls täthetskravet med s k vattenavledande yttertäckning, som tillsammans med undertäckningen skall svara för takets täthet. Upp till ca 25° lutning ställs dock särskilda krav på täckningens skarvtäthet och/eller undertäckningens täthet.

Figur 2. Taklutningar och lutningsbegrepp.



- *Låglutande tak* med lutning $>4^\circ$ (1:14) $<14^\circ$. Temporärt och lokalt kan vid den lägre lutningsgränsen förekomma kvarstående vatten, vilket måste beaktas vid val av taktäckningsmaterial och undertäckning.
- *Flacka tak* med lutning $\leq 4^\circ$. Den låga lutningen ställer krav på vattentät taktäckning.
- *Horisontella tak*, som i praktiken ofta har bakfall. Takbeläggningen måste därför kunna motstå vattentryck och påverkan av is.

Avsikten med historiken är att belysa de skeenden som påverkat utvecklingen av konstruktioner och material samt förändringar i normerna. "Problemfria" lösningar har därför inte givits något större utrymme.

Branta och låglutande tak

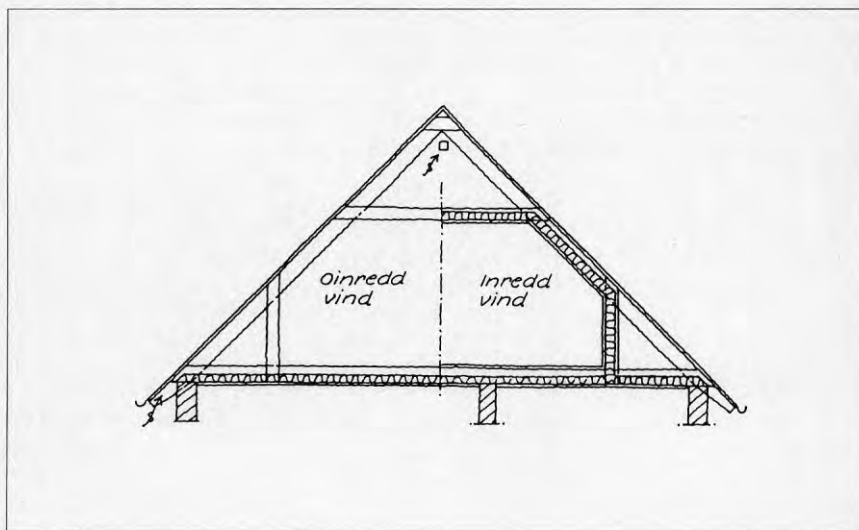
Alla tak som byggdes före 1930-talet var branta (lutning minst 1:4) eller låglutande (lutning 1:4-1:16). Taklutningar under 1:10 (ca 7°) var sällsynta långt in på 1940-talet. Trots de flacka eller horisontella takens starka frammarsch sedan dess är fortfarande ungefär hälften av alla nya tak branta.

De branta och låglutande taken har inte förändrats i någon högre grad under de senaste 50 åren. Träkonstruktioner är fortfarande vanligast. Branta tak förses främst med tegel och de låglutande mest med plåt. Även papp förekommer i båda fallen.

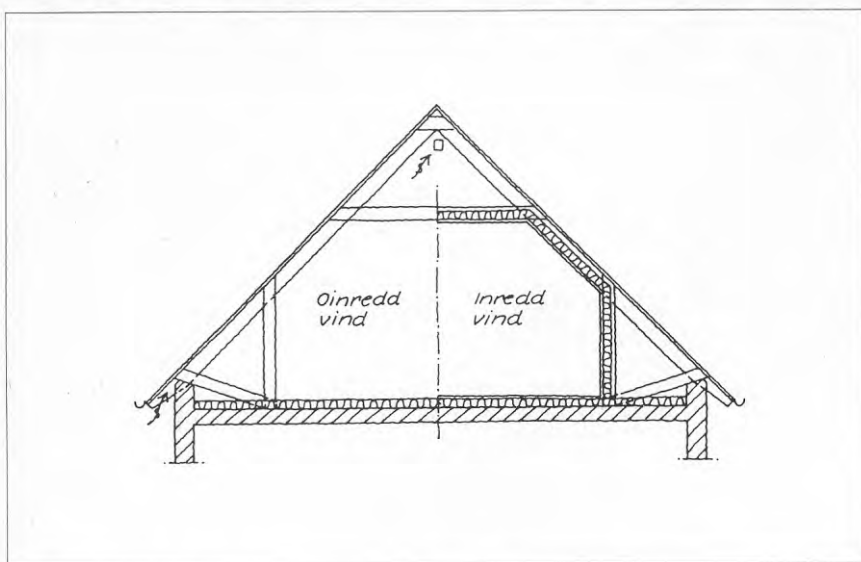
Branta tak med täckning av tegel- eller betongpannor

Under den period och på de byggnader som denna utredning omfattar finner man de flesta branta taken över vindsvåningar, ibland inredda, framför allt på småhus, flerbostadshus och förvaltningsbyggnader. Konstruktionen kan vara fribärande takstolar (t ex ramverkstakstol enligt figur 3) eller takstolar understödda av betongbjälklag (t ex svensk takstol enligt figur 4).

Figur 3. Brant tak med ramverkstakstol.



Figur 4. Brant tak med svensk takstol på betongbjälklag.



I många fall har vindsvåningen från början inte utnyttjats annat än som förråd och därför varit oisolerad. När den senare isolerats, inretts och tagits i bruk så att taket påverkats av värme och fukt inifrån, har det ibland uppstått oväntade och oönskade effekter i form av kondensskador eller istappsproblem vid takfoten.

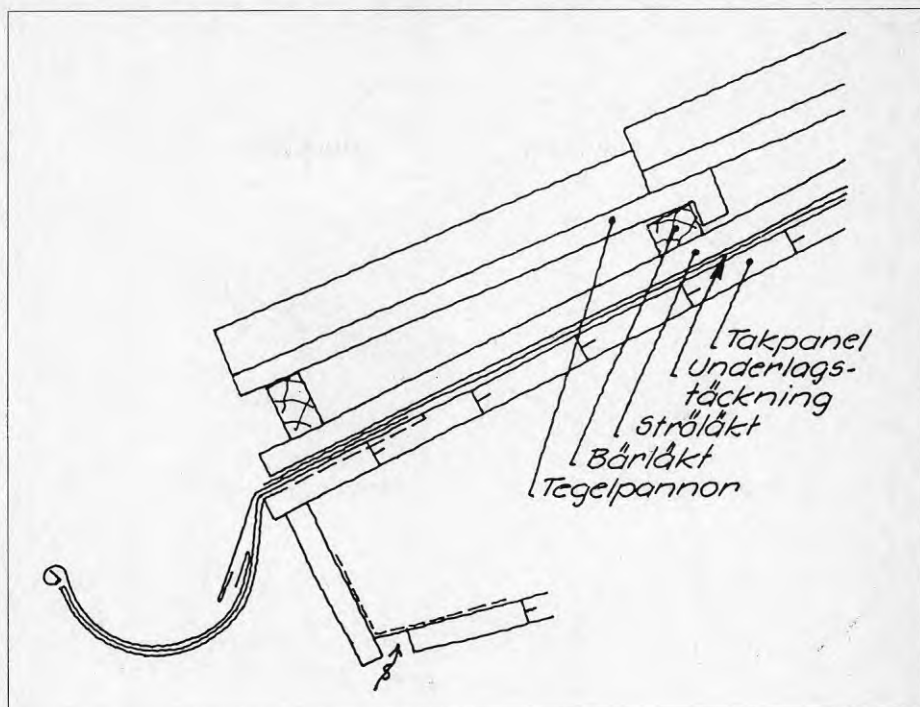
Fram till omkring 1960 var tegelpannor den vanligaste täckningen på branta tak. Tegelpannan, som lär ha 700-åriga anor i Sverige, förekommer med såväl ofalsad (en- eller tvåkupigt tegel) som falsad utformning. I seklets början hände det fortfarande att man vid mycket brant taklutning täckte med tegelpannor på öppen läkt, dvs utan undertäckning. Numera läggs tegelpannor alltid på undertak (figur 5). Med skarvklistrad underlagspapp på takpanel och ordentliga läktdimensioner har falsade tegelpannor kunnat klara täthetskravet ner till lutning 1:4 (14°).

Under 1950- och 1960-talen förekom en del frostsprängning på tegeltak. Efter omläggning med nytt taktegel har problemen försvunnit.

När takpannor av betong för några decennier sedan började användas, kunde de närmast betraktas som en materialvariant till tegelpannor. Sedermera har de utvecklats till kompletta taktäckningssystem - med specialpannor för nockar, gavlar och genomföringar - och dominerar från slutet av 1960-talet den branta takmarknaden.

Av främst ekonomiska skäl utvecklades under 1970-talet förenklade, vattenavledande underlagstak för betongpannor. Underlagstaket, som kan bestå av t ex board (figur 6) eller folier av plast eller asfaltimpregnerad filt, är naturligtvis inte lika tätt som underlagstäckning av papp på panel. När dessa förenklade system utnyttjats vid så låg lutning som 1:4 har läckage ibland uppstått, t ex vid samtidig påverkan av regn och stark vind.

Figur 5. Taktäckning med tegelpannor på underlagstäckt panel.



Låglutande och branta tak med täckning av planplåt

Även för låglutande tak har träkonstruktioner varit dominerande. De uppstolpade konstruktionerna – framför allt sadeltaket – som närmare beskrivs i samband med flacka och horisontella tak (figur 14) är de vanligaste även för låglutande tak.

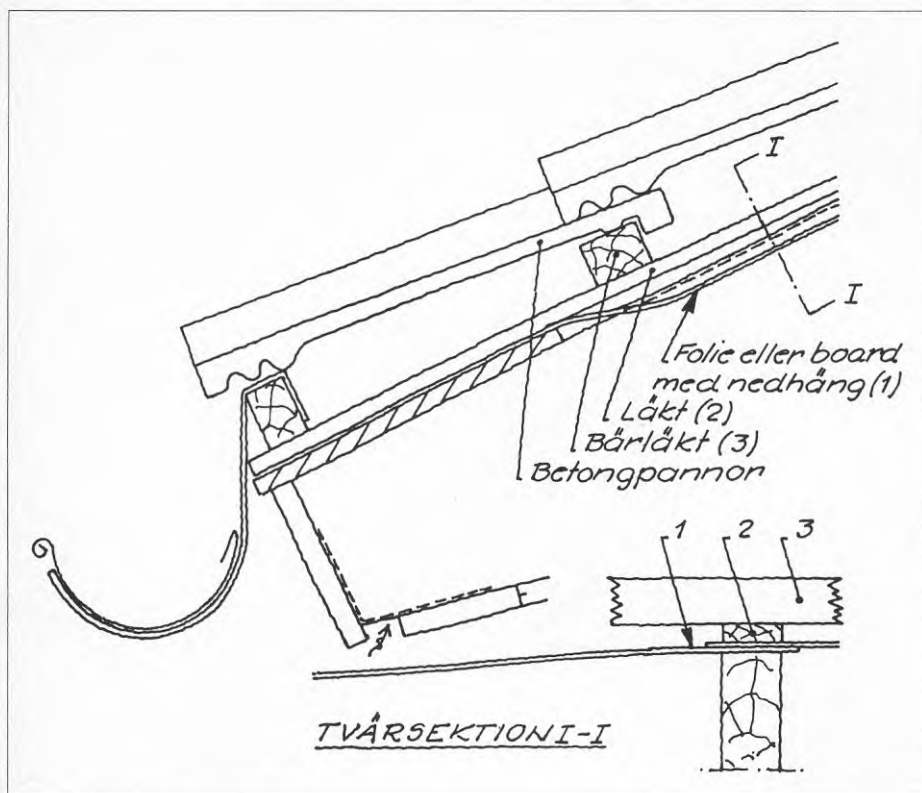
Varma tak med lutning över 1:16 är mindre vanliga. Dubbla plåttak med täckning av plan eller profilerad plåt förekommer dock inom detta lutningsområde (figur 7 och 8).

Järn-, bly- och kopparplåt användes i begränsad omfattning som taktäckningsmaterial redan på 1500-talet. Med de låglutande taken – från 1800-talets senare del – blev plåt ett mera allmänt förekommande takmaterial. På branta tak är plan plåt fortfarande vanlig, främst i innerstadsområden och snörika delar av landet. Efter sekelskiftet utvecklades system för kontinuerlig valsning av plåt, vilket inte minst spelade en ekonomisk roll och bidrog till en ökad marknadsandel.

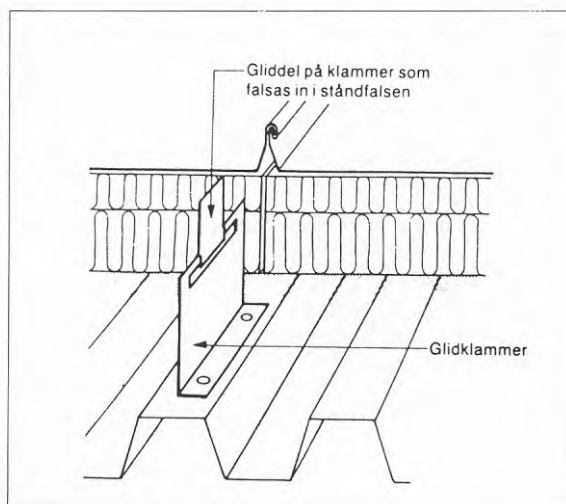
Den vidare utvecklingen av plåt som taktäckningsmaterial har främst gällt stål och aluminium. Det senare materialet började användas först i början av 1960-talet. För båda materialen har fabriksgjorda ytbeläggningar utvecklats. Dessa ersätter den byggplåtsmålning som den förzinkade stålplåten krävde. Övergången har inte bara förbättrat korrosionsegenskaperna utan även sänkt underhållskostnaden och givit plåten ett "estetiskt plus".

För ytbelagd plan plåt används traditionell enkel- eller dubbelfalsning, beroende på lutning och material, för skarvningen. Tidigare leve-

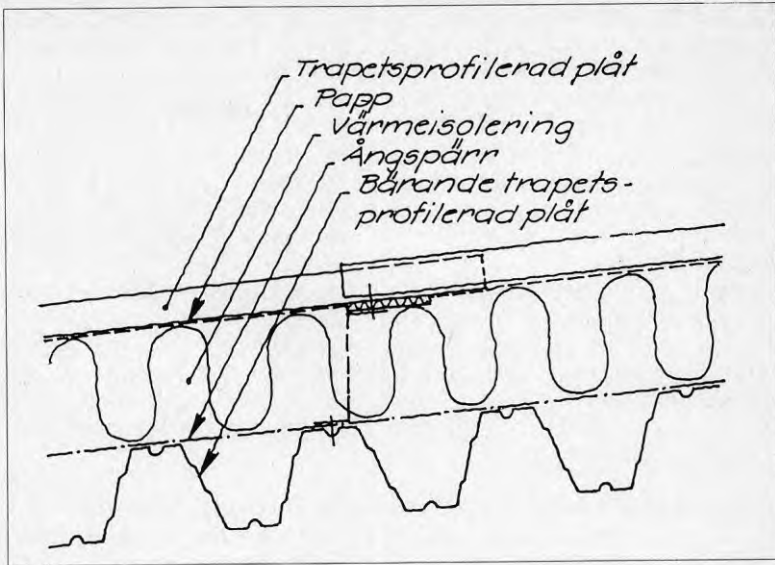
Figur 6. Taktäckning med betongpannor på förenklat underlagstak av board.



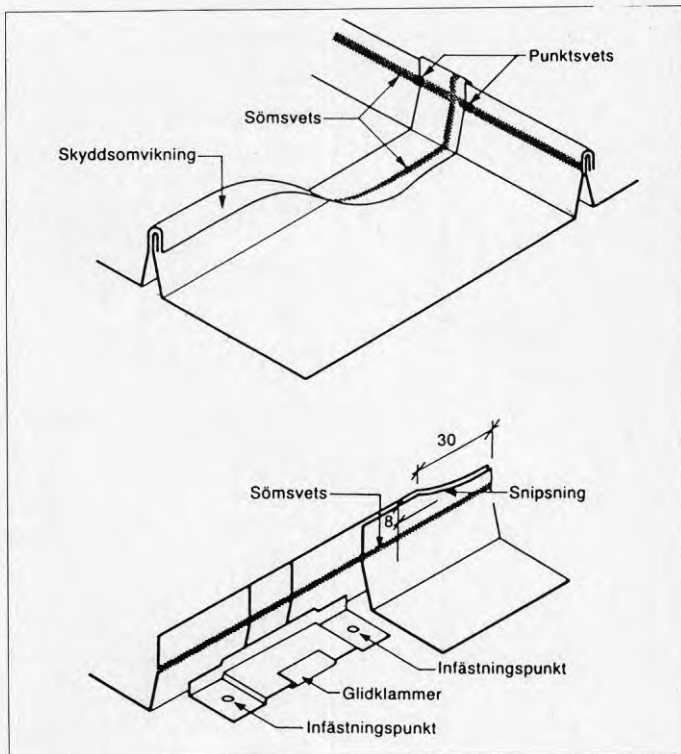
Figur 7. Dubbelt plåttak; bandtäckning på värmeisolering.



Figur 8. Dubbelt plåttak, täckt med profilerad plåt.



Figur 9. Bandtäckning med rostfri stålplåt, svetsade falsar.



rerades plåtarna som skivor med största längd 1800 mm. Dessa s k formatplåtar falsades samman på taket till större sammanhängande längder. Numera kan plåten erhållas även i långa band. Täckningsprinciperna benämns skiv- respektive bandtäckning. Plåtarna fästs vid underlaget med klammer som viks in i falsarna. Vid bandtäckning används en typ av rörlig klammer i längdfalsarna för att medge temperaturrörelser i banden.

Täckning med plan plåt utfördes fram till mitten av 1970-talet alltid på fast underlag, vanligen underlagstäckt råspont. Under senare år har nya metoder för täckning på isoleringsskivor tillkommit. Därvid används en typ av distansgivande glidklammer för plåtens infästning i underlaget (figur 7).

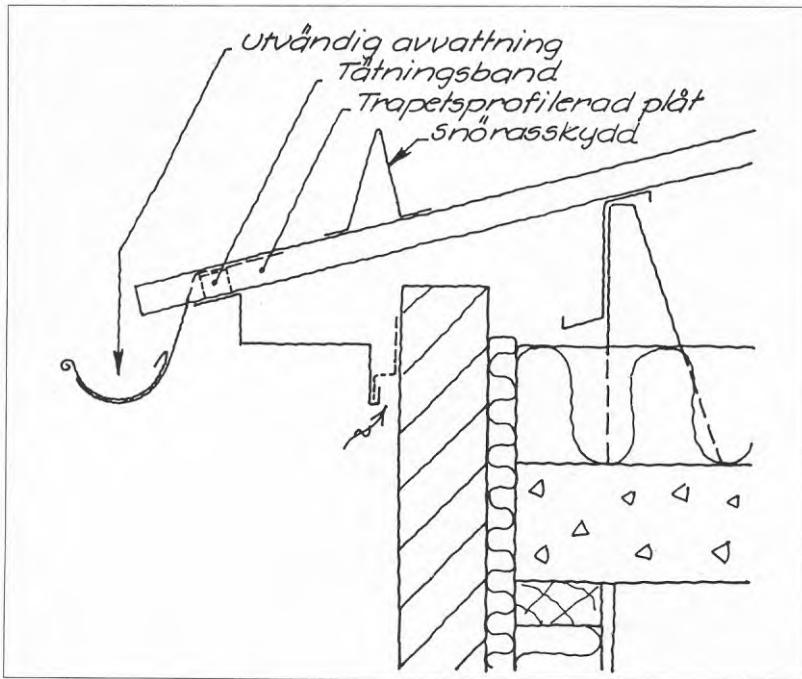
Ett annat steg i utvecklingen är de maskinella hjälpmedel som används för falsupptagning och omfalsning.

Under de senaste 20 åren även rostfri plåt använts för taktäckning. För detta korrosionssäkra material har en speciell metod för svetsning av falsarna gjort det möjligt att täcka även flacka tak (figur 9). Rostfri plåt kan numera i likhet med annan plan plåt användas även på underlag av isoleringsmaterial (jämför figur 7).

Branta och låglutande tak med täckning av profilerad plåt

Profilerad plåt förekom före 1960 i huvudsak som s k pannplåt av förzinkat stål och i viss utsträckning som vågprofilerad aluminiumplåt. Därefter har – främst beroende på den industriella ytbeläggningstekniken – utvecklingen gått snabbt framåt med nya profiler och nya använd-

Figur 10. Uppstolpat tak av trapetsprofilerad plåt.



ningsområden. Flera tillverkare har utarbetat kompletta system, varvid ibland även det bärande underlaget utgörs av profilerad plåt (s k dubbla plåttak, figur 8).

Det finns även kompletta system för uppbyggnad av branta, ventilerade tak med profilerad, ytbelagd stålplåt eller aluminiumplåt på tidigare flacka eller horisontella tak som måste renoveras (figur 10). Trapetsprofilerad plåt har även funnit en stor marknad i lantbruksbyggnader.

En utvecklad typ av profilerad takplåt är plåttakpannor, som till utseende och användningsområde liknar betong- eller tegelpannor. De har funnits på marknaden endast några år och kan därför ännu inte bedömas.

Flacka och horisontella tak

"Plana" tak på 1930-talet

När den funktionalistiska arkitekturen kom på modet i början av 1930-talet hörde man för första gången talas om "plana" tak. Bland de mera kända byggnadsobjekten var de av Olle Engqvist 1932 uppförda radhusen i Ålsten. De uppstolpade pulpetformade taken med ca 4° lutning täcktes med papp enligt ett system som byggmästaren beskrev så här:

"På grund av den ringa taklutningen måste materialet (taktäckningen) effektivt kunna tätas i fogarna. Systemet att först pålägga en billigare pappsort (spikad underlagstäckning) och därefter den skifferbelagda underhållsfria pappen gör att den förstnämnda kan påläggas omedelbart efter det timmermännen har takpanelen färdig. Den egentliga takbeläggningen kan sedan påläggas (asfaltklistras), oberoende av vår önskan att omedelbart skydda taket. Härigenom elimineras riskerna för regnskador."

Trots goda erfarenheter av den nya taktäckningsprincipen förblev marknaden för "plana" tak relativt liten fram till slutet av 1930-talet.

Industribyggnader på 1940- och 1950-talen

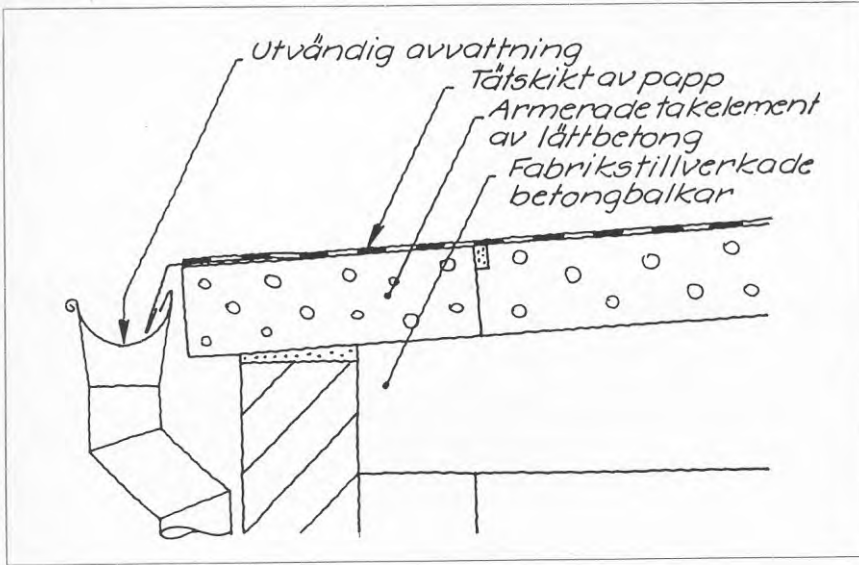
I början av 1940-talet blev flacka tak allt vanligare på industribyggnader. Till att börja med användes kork- eller cellbetongisolerade betongdäck som på grund av byggfukten måste ventileras med spår, jämför Hanson {1}. Armerade lättbetongelement på fabriksstillverkade betongbalkar (figur 11) blev senare den vanligaste konstruktionen. Lutning på 3-4° åstadkoms på betongbjälklagen med fallbetong och på lättbetongtaken genom takbalkarnas sadelform. Taktäckningen bestod av vad man kallade "klistrad dubbeltäckning", dvs två lager asfaltklistrad papp.

Trots att bostadshus och offentliga byggnader fortfarande i huvudsak byggdes med branta tak ökade produktionen av flacka tak raskt, så att den i början av 1950-talet var nära 5 miljoner m²/år.

I en byggforskningsbroschyr från 1954 {2} konstateras att dessa "plana" tak med klistrade dubbeltäckningar ibland visat sig fungera mindre tillfredsställande men att erfarenheterna i stort sett är goda.

De mindre tillfredsställande resultaten berodde i första hand på veck- och blåsbildning i pappen, vilket var en följd av bristfällig klistring och fuktupptagning i pappens lumpstomme. På lättbetongtaken hade man

Figur 11. Sadeltak med papptäckta lättbetongelement på fabriksstillverkade betongbalkar. Konstruktionsprincipen har tillämpats från slutet av 1930-talet.



dessutom besvär med sprickor i pappen p g a fogrörelser mellan takelementen.

I slutet av 1950-talet utvecklades metoder att minska dessa problem. Man gick över till oorganisk mineralfiberstomme i underlagspappen, vilken som en variant tillverkades med kornbeläggning på undersidan. På betong- och lättbetongunderlag punktklistrades den kornbelagda pappen, som genom detta appliceringsförfarande både kan fördela gastryck och ta upp fog- och sprickrörelser i underlaget.

Nya flacka takkonstruktioner i början av 1960-talet

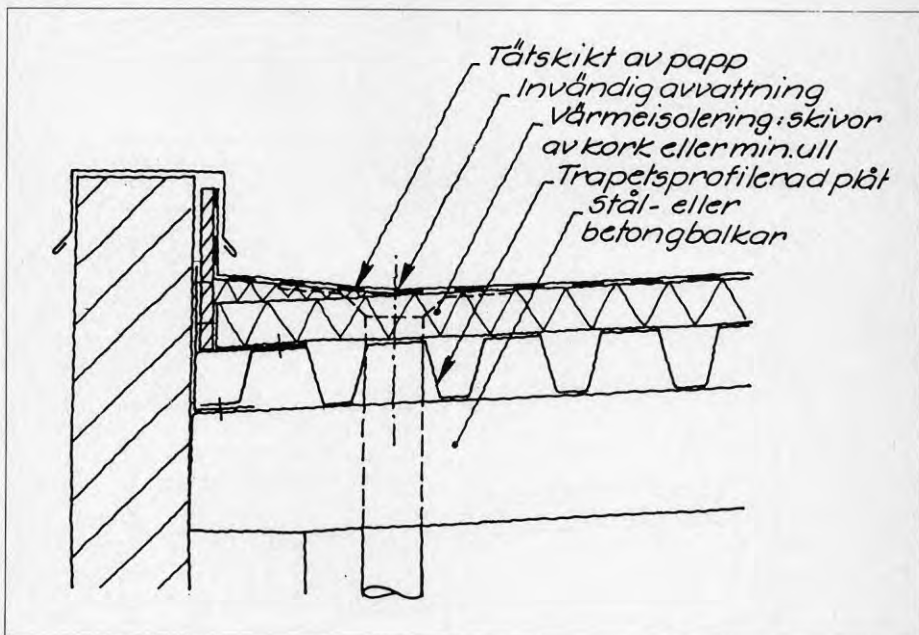
De flacka tak som producerades vid den här tidpunkten hade fortfarande tillfredsställande lutning, sällan under 3° . God vattenavledning, bättre material och även förbättrad arbetsteknik gjorde att de flacka taken nu ansågs som tämligen säkra.

Omkring 1960 gjorde en ny takkonstruktion sin entré på den svenska marknaden. Taket fick benämningen "lätt plåttak" och bestod av bärande trapetsprofilerad plåt på stål- eller betongbalkar, utvändig isolering av styva skivor och tätskikt, fick på industrier och andra hallbyggnader snart en marknadsandel på över 50%. De första lätta taken, som isolerades med asfaltklistrade korkskivor och papptäcktes, byggdes – liksom lättbetongtaken – med $3-4^\circ$ lutning (figur 12). Sedan arbetsteknik och detaljutformning samt plåtens tjocklek anpassats till den nya konstruktionen fungerade även dessa tak under några år utan större anmärkningar.

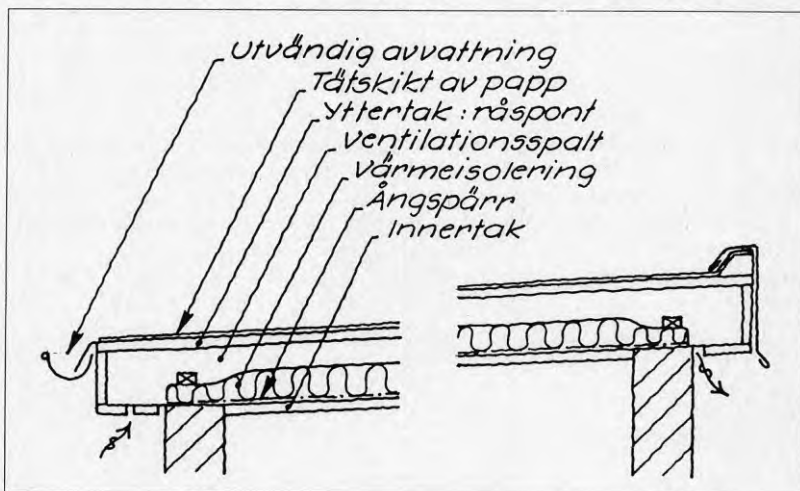
Ungefär samtidigt började man i ökande omfattning bygga flacka tak även på bostadshus och offentliga lokaler (vårdbyggnader, skolor, idrottshallar etc). Den totala årsproduktionen av flacka tak ökade därigenom och uppgick i mitten av 1960-talet till nära 10 miljoner m^2 . På

enbostadshus såg man ofta s k parallelltak (figur 13), medan flerbostads-
husen ofta försågs med uppstolpade trätak på platsgjutet betongbjälklag
(figur 14).

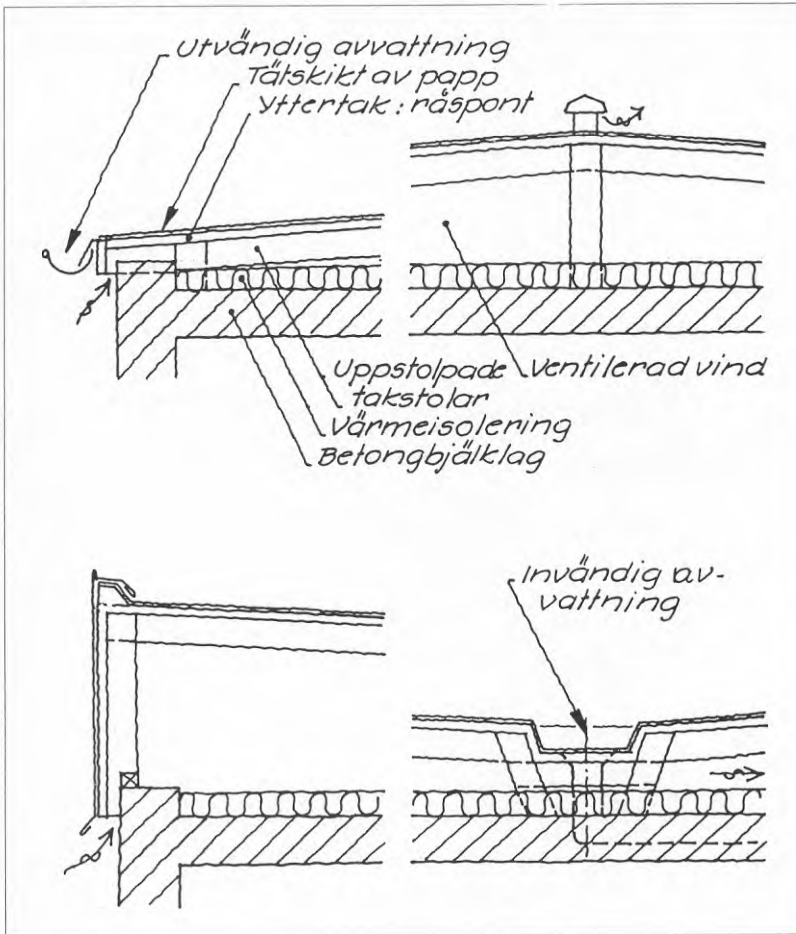
Figur 12. S k lätt plåttak från början av 1960-talet. Konstruktionen be-
står av trapetsprofilerad plåt, ofta på stål- eller
betongbalkar, utvändig värmeisole-
ring av korkskivor (senare även mineralull- och cellplastskivor) och
papptäckning.



Figur 13. Ventilerat parallelltak för bostadshus och offentliga bygg-
nader. Konstruktionsprincipen blev vanlig i mitten av 1960- talet.

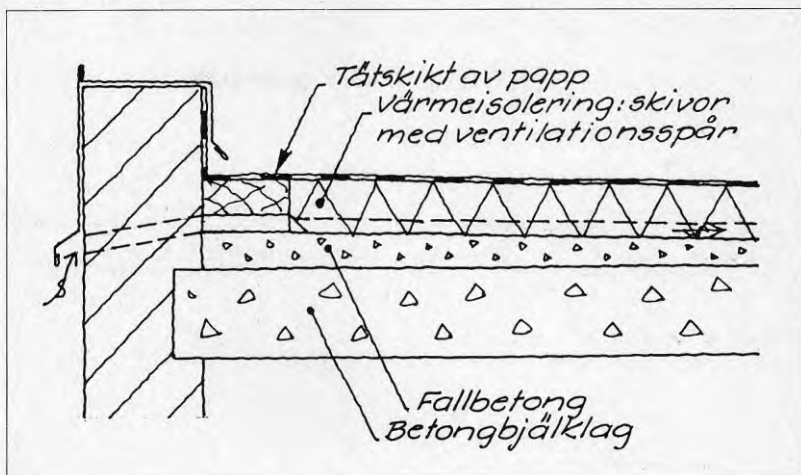


Figur 14. Uppstolpade, ventilerade tak, vanliga på flerbostadshus från början av 1960-talet. Överst sadeltak med utvändigt avlopp, nederst inåtlutande tak med försänkt rännal och invändigt avlopp.



Senare på 1960-talet fick de ventilerade trätaken på bostadshusen ofta ge vika för s k varma tak (figur 15). Uppbyggnaden liknar delvis det lätta takets, dvs asfaltklistrade styva isoleringsskivor på bjälklaget och därpå ett tätskikt. Betongbjälklaget gör taket tungt och ger det hög värmekapacitet, vilket från komfortsynpunkt kan vara en fördel. Konstruktionen blev därför ganska vanlig även på offentliga lokaler, där dock även uppstolpade tak och lätta plåttak kunde förekomma.

Figur 15. Varmtak på flerbostadshus från mitten av 1960-talet. Konstruktionen består av: betongbjälklag, fallbetong (som några år senare ofta slopades), värmeisolering av spårade skivor (ofta av styrencellplast) och tätskikt av papp.



Stormskador i slutet av 1960-talet

I mitten av 1960-talet hade korken som värmeisoleringsmaterial på såväl plåttak som andra varma tak i stor utsträckning ersatts med skivor av mineralull eller styrencellplast. Liksom korken klistrades de nya materialen med varmasfalt mot underlaget. Varmasfalt användes även för klistring av tätskiktet, som fortfarande i huvudsak var papp.

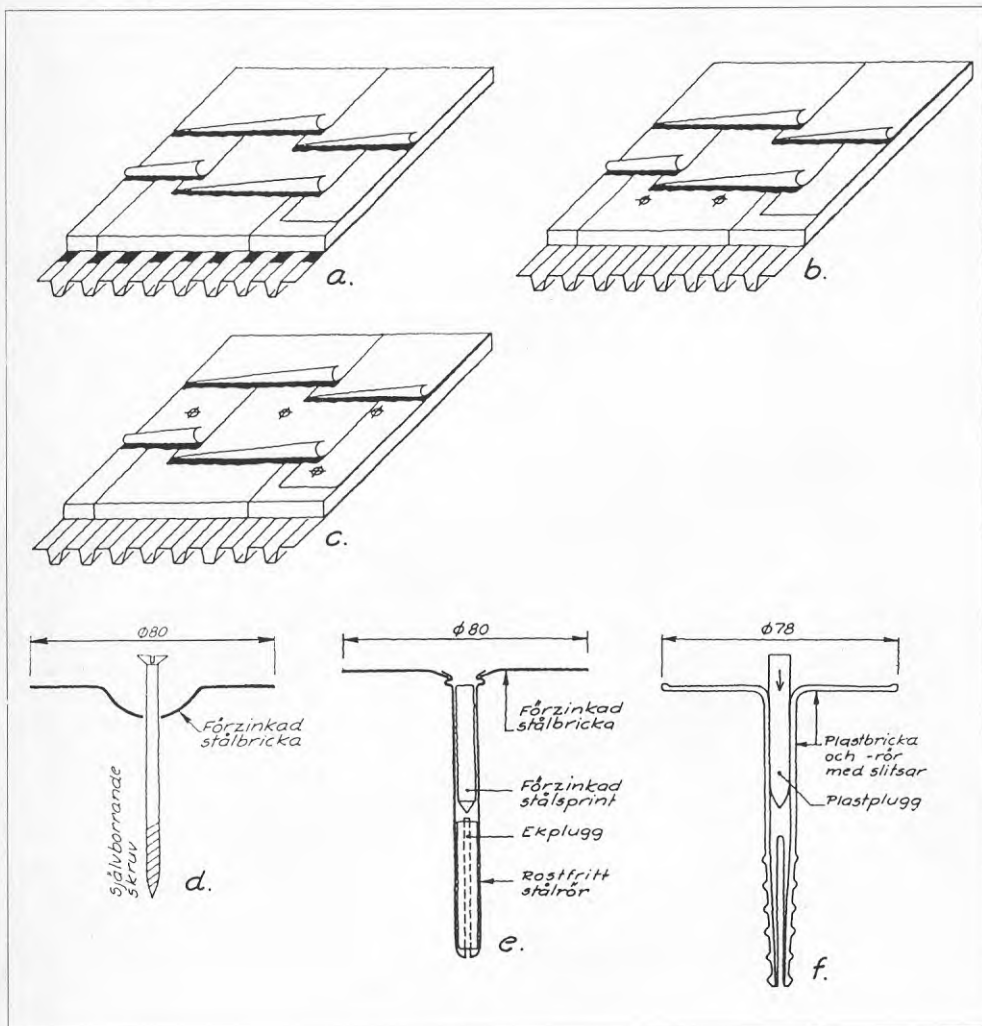
De svåra höststormarna 1967 och 1969 visade svagheter i nämnda infästningsförfarande. Plåttak, men även en del betongtak med utvändigt isolering av mineral eller cellplast drabbades av stormskador. Skadorna berodde huvudsakligen på att isoleringen lossnade från underlaget; isoleringen (mineralull) delaminerades eller tätskiktet lossnade från isoleringen. Omkring 1970 kom därför berörda branschorganisationer överens om att ersätta eller komplettera asfaltklistringen på såväl plåtdäck som betong- och lättbetongtak med mekanisk infästning (figur 16).

Nya tätskikt på 1960- och 1970-talen

Papp och asfaltmattor hade fram till början av 1970-talet en helt dominerande ställning som tätskikt på flacka tak. (Mer än 90% marknadsandel.) Under en kort period på 1960-talet hade i mycket begränsad omfattning använts folier av PIB (polyisobuten) under varunamn som Oppanol, Rhepanol och Prewanol. Materialets hårdighet vid exponering för vårt klimat visade sig vara otillfredsställande, liksom dess förmåga att motstå mekaniska påverkningar (Hanson {3}), varför det relativt snabbt försvann från marknaden.

Dukar av syntetgummi, främst Butyl, kom också till användning för taktäckning redan i mitten av 1960-talet. Det dröjde emellertid ganska lång tid innan man utvecklat säkra och praktiskt användbara skarvningsmetoder för gummimaterialen, varför dess marknadsandel i början var

Figur 16. Utvändigt isolerade plåttak. a = asfaltklistrad isolering och papptäckning fram till omkring 1970. Stormskador inte ovanliga. b = mekaniskt infäst isolering och asfaltklistrad papptäckning, vilken senare fortfarande kunde blåsa av. c = mekaniskt infäst isolering och tät-skikt, som tillämpats från mitten av 1970-talet och gjort konstruktionen "stormsäker". d-f = exempel på fästdon för plåt, lättbetong- och betongtak.



mycket liten. En bidragande orsak till den begränsade användningen kan ha varit att den då tillverkade Butylen, av bl a brandtekniska skäl, krävde ett skyddsskikt av singel eller betongplattor.

Ett av våra äldsta taktäckningsmaterial, plan falsad plåt, hade fram till mitten av 1960-talet endast undantagsvis och med mindre gott resultat använts på flacka tak. Då utvecklades som ovan nämnts en metod att

sömsvetsa falsarna i rostfri plan plåt, vilket gjorde det möjligt att utföra vattentäta plåttäckningar. Arbetstekniken har efterhand utvecklats att även innefatta komplicerade detaljer, vilket gjort att rostfri plåt idag betraktas som en för flacka tak säker taktäckning.

Plast i form av PIB-mattor hade, som ovan nämnts, under en kort period i början av 1960-talet använts för täckning av flacka och låglutande tak. Ett annat plastmaterial, PVC (polyvinylklorid), introducerades tio år senare. Även detta blev ett misslyckande. Trots att PVC-täckningen skyddades med singelyta visade sig materialets mjukgörare vara obeständig. Plasten krympte, försprödades och sprack. Den oarmerade och tunna (0,8 mm) folie som då fanns tillgänglig gjorde dessutom materialet känsligt för mekanisk påverkan. Problemen gjorde att det under 5-6 år knappast användes någon plast på våra tak.

Horisontella tak — en chanstagning

1972 kom en ny Hus-AMA med nya lösningar för täckning av inte bara flacka utan även horisontella tak. Bland annat infördes lösningar med tätskikt av papp på tak utan lutning. Även tidigare hade lokalt kvarstående vatten på flacka tak accepterats, t ex i rännदार och ovan hinder. De horisontella taken blev nu vanligare än flacka och låglutande. Det beräknas sålunda att man under en 5-årsperiod byggde närmare 40 miljoner m² horisontella tak, vilka alla i praktiken fick mer eller mindre bakfall p g a takbrunnarnas placering i takytans högpunkter (figur 17).



Figur 17. Horisontellt tak med takbrunnar i högpunkter. Taket är utfört enligt Hus AMA 72, klass 42 (horisontella tak) som tillåter lägsta nivå för tätskiktet 30 mm under avlopp och 50 mm under bräddavlopp.

Kvarstående vatten ger isbeläggning på vintern. Isens sprickrörelser orsakar skador i papptäckningen.



Att de horisontella taken snabbt fick så stor omfattning berodde bl a på att materialindustrin trodde sig ha tätskiktsmaterial som kunde motstå påverkningar av kvarstående vatten. Kunskaperna om påverkan av is var dåliga eller obefintliga. Det visade sig efter hand att temperaturrörelser (sprickor och skjivning) i isen kunde dra sönder tätskiktet, som på horisontella tak i allmänhet var armerat med mineralfiberfilt (SAM-papp). Man hade gått över till oorganisk stomme i pappen för att undvika svampangrepp p g a kvarstående vatten. Denna förändring innebar emellertid samtidigt en försämring av tätskiktets hållfasthet och brottöjning.

Den "horisontella epoken" räckte fram till 1978, då Hus-AMA genom reviderade råd och anvisningar (RA 78) för papptäckta tak rekommenderade en minsta lutning av 1:100. Rännदार utan fall godtogs till 1983, då nya HusAMA 83 föreskrev att takbrunnar skulle placeras i ränndalens lågpunkter.

Papp på cellplast — ett annat försök

Energikrisen i början av 1970-talet gjorde oss isoleringsmedvetna. Isoleringstjocklekarna ökade, vilket gjorde att priset spelade en allt större roll. Expanderad styrencellplast, som har goda isoleringsegenskaper och är relativt billigt, blev ett intressant isoleringsmaterial. Trots låg densitet är skivor av styrencellplast styva och hårda, varför de bedömdes som lämpligt underlag för t ex asfaltklistrade tätskikt av papp.

Vissa redan då kända sämre egenskaper — dålig motståndsförmåga mot brand och värme — hindrade inte att man hann lägga flera miljoner m² papp på styrencellplast innan de verkligt stora problemen uppmärksammades. Plastmaterialets stora initialkrumpling (5-6 promille) och höga termiska utvidningskoefficient ledde efter hand till deformationer och brott i tätskiktet och köldbryggor i isoleringsskiktet. Följdskadorna, som förorsakades av läckage genom pappsprickorna, kunde bli omfattande, eftersom de flesta av taken byggdes utan fall.

Erfarenheterna medförde att konstruktionen delvis förändrades. Detta innebar ett mellanliggande annat isoleringsmaterial (t ex mineral eller kork) och mekanisk infästning eller total friläggning mellan isolering och papp samt vindlastkompensation med singelyta.

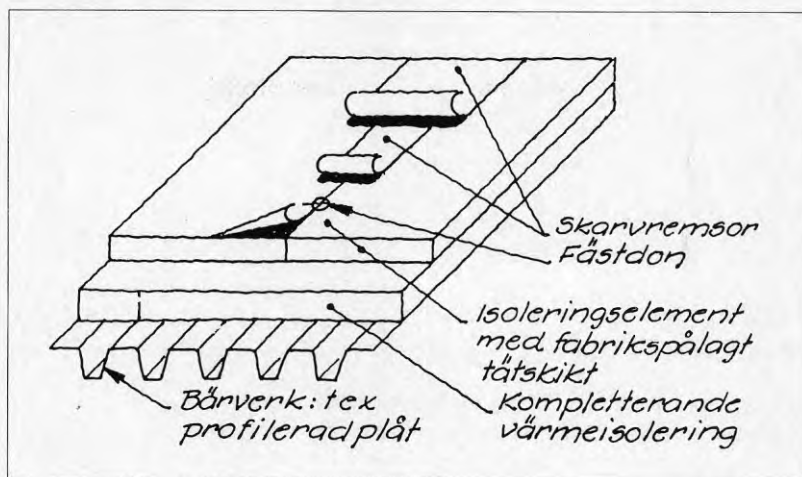
Expansiv materialutveckling på 1980-talet

Problemen under 1970-talet föranledde inte bara skärpta konstruktionskrav utan initierade även materialindustrin till utveckling av nya tätskiktsmaterial för flacka tak.

Papptillverkarna övergick 1978 från mineralfiberfilt till polyesterfilt som armering i tätskiktet för att därigenom förbättra hållfasthets- och töjningsegenskaperna. Från kontinenten började man några år senare importera polyesterarmerade tätskiktsprodukter med s k modifierad asfalt för att göra materialens egenskaper mindre temperaturberoende. Detta åstadkoms genom inblandning av plast (polypropylen) eller gummi (styren-butadien) i asfalten.

Genom polymertillsatserna i asfalten förbättrades möjligheten att utföra taktäckningar i låg temperatur. De fabriktäckta isoleringselementen (figur 18), som lancerades ungefär samtidigt, var ytterligare ett steg i riktning att göra takarbetet mindre väderberoende. Genom kontinuerlig påsvetsning av täckremсор över elementskarvarna kan taket omedelbart göras tätt.

Figur 18. Takelement bestående av styva isoleringsskivor med fabrikspålagt tätskikt av polyesterarmerad papp. Elementen fästs mekaniskt i skarvlinjerna, som därefter täcks med dubbla svetsade papprensor.



De pappproducerande företagen hade hittills i stort behärskat även entreprenadverksamheten för de flacka taken. Med början omkring 1980 etablerades allt fler lokalt arbetande entreprenadföretag, som specialiserade sig på takarbeten. Denna förändring har säkerligen bidragit till att flera nya material kommit in på den svenska takmarknaden. Det rör sig inte bara om nämnda modifierade asfaltprodukter, som numera produceras även i Sverige, utan också om ett stort antal rena plast- och gummimaterial.

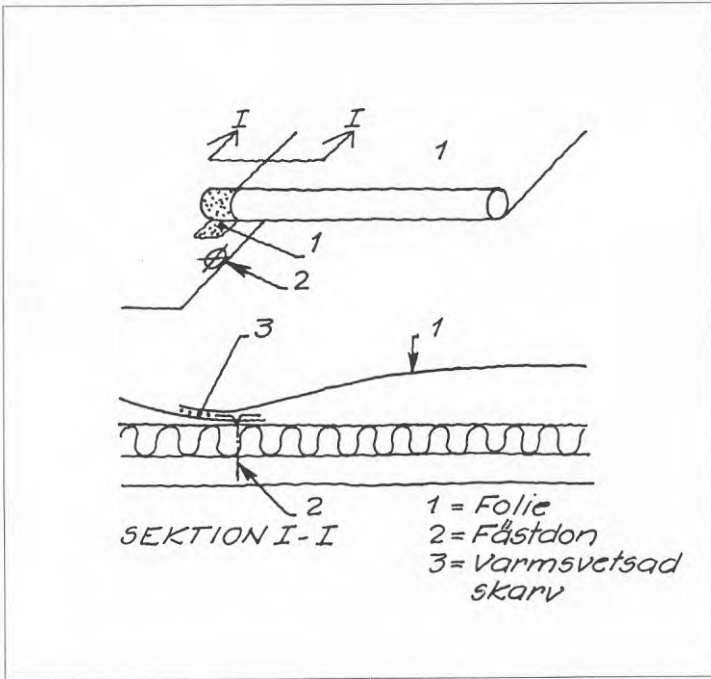
PVC hade mindre framgång när materialet i början av 1970-talet började användas på våra tak. Tio år senare synes polymerteknikerna ha löst problemet att stabilisera mjukgöraren i plasten. De nu med polyesterfyllt armerade, något tjockare PVC-folierna (1,2 mm) tillåter man sig sålunda lägga på yttertaket utan skyddande singelyta. Även arbetstekniken (mekanisk infästning och varmluftssvetsning av skarvarna) har utvecklats och anpassats till förekommande takkonstruktioner och praktiska förhållanden (figur 19). PVC-folierna, som finns under ett flertal varunamn, beräknas ha över 10% marknadsandel på flacka tak, varav en stor del är renoveringsobjekt.

En på svenska tak ganska ny plastprodukt är CPE (klorerad polyeten). Inte bara till utseende utan även egenskaper, användningsområden och arbetsteknik är den lik PVC. CPE saknar dock mjukgörare.

Av takfolierna är Butyl eller IIR (isopren-isobutadien-gummi) den som funnits längst och därmed också praktiskt kan dokumentera sin åldringshårdighet. De folier (eller dukar) av Butyl som idag används är i allmänhet armerade med polyesterfyllt. De fästs mekaniskt till underlaget och behöver därför inget singelskikt. Skarvning utförs med dubbelhäftande tejp (figur 20).

Ett annat syntetgummi, EPDM (eten-propen-gummi) är något nyare som takmaterial i Sverige. I USA har EPDM använts ca 20 år och är där den vanligast förekommande takfolien. Den är snarlik Butyl-folien och används på samma sätt.

Figur 19. Enkeltäckning med mekaniskt infäst folie av PVC, CPE eller ECB. Skarvarna svetsas med varmluft.



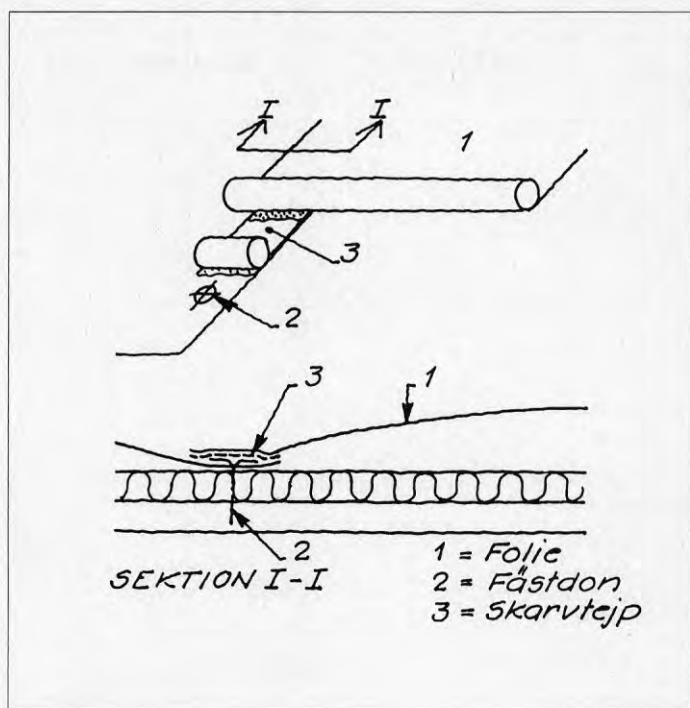
Ett från Tyskland importerat kompositmaterial, ECB (etencopylmerisatbitumen), har i Sverige fått stor användning vid omtäckning av gamla flacka tak. Infästnings- och skarvningstekniken liknar den som tillämpas för PVC- och ECB-folie.

De asfalt-, plast- och gummimaterial som mest används på våra tak har sammanställts i tabell 1, där även de vanligaste varunamnen anges. Utbudet av nya produkter är dock stort och bristande materialinformation kan ibland göra det svårt att placera produkten i rätt grupp.

Rostfri plåt med svetsade falsar har tidigare omnämnts. När den lanserades på 1960-talet var det för användning enbart på underlagstäckt trä, dvs i ventilerade takkonstruktioner. Senare har även infästningsmetoder för täckning på utvändigt isolerade varma tak utvecklats (se figur 18).

I begränsad omfattning har under senare år även lagts en del plåt - såväl profilerad som "konventionellt" falsad - på flacka tak. Plåtens "naturliga" användningsområden får emellertid anses vara de låglutande och branta taken, varför de plåttäckta taken beskrivs under dessa rubriker.

Figur 20. Enkeltäckning med mekaniskt infäst gummiduk (Butyl eller EPDM). Skarvning utförs med tejp.



Tabell 1. På marknaden förekommande tätskikt för flacka tak, deras varunamn och sätt för applicering och skarvning.

Grupp/produkt-beskrivning	Varunamn	Applicering, skarvning
I. Papp/mattor av bitumen (asfalt)		
1. Ytbelagd mineralfiberfilt + skyddsbelagd lumpråpapp	Svenska tillverkare: Icopal AB, AB Matakí, AB Trebolit, Vänertak AB	(1-4 endast vid lutning $\geq 1:16$)
2. Korn- och ytbelagd mineralfiberfilt + skyddsbelagd lumpråpapp		1, 3 och 5: Helklistring eller helsvetsning av båda delskikten
3. Ytbelagd mineralfiberfilt + skyddsbelagd polyester/cellulosa-filt		2, 4 och 6: Strängklistring eller strängsvetsning av undre delskiktet, helklistring eller helsvetsning av övre delskiktet
4. KoAM + skyddsbelagd polyester/cellulosa-filt		
5. Ytbelagd polyesterfilt + skyddsbelagd polyesterfilt		Skarvas genom klistring eller svetsning med låga
6. Korn- och ytbelagd polyesterfilt + skyddsbelagd polyesterfilt		
II. Papp/mattor av polymermodifierad bitumen		
1. Styren-butadien-bitumen	1 a) och b): Icopal AB, AB Matakí, AB Trebolit, Vänertak AB	1 a): Helklistring eller helsvetsning av båda delskikten 1 b): Strängklistring eller strängsvetsning av undre delskiktet, helklistring eller helsvetsning av övre delskiktet
a) Ytbelagd polyesterfilt + skyddsbelagd polyesterfilt		
b) Korn- och ytbelagd polyesterfilt + skyddsbelagd polyesterfilt		
2. Polyeten-bitumen (ECB), mineralfiberstabiliserad matta	2: Carbofol, Delifol	2: Mekanisk infästning
3. Polypropylen-bitumen (APP)	3 a) och b): Derbigum, Intertec, Matakí APP, Polygum, Morter Plas	3 a) och b): Helsvetsning med låga
a) Ytbelagd, mineralfiberstabiliserad polyesterfilt		
b) Skyddsbelagd, mineralfiberstabiliserad polyesterfilt		Skarvning: 1 a) och b): Klistring eller svetsning 2: Svetsning med varmluft 3 a) och b): Svetsning med låga
III. Folier av elaster (gummi)		
1. Isobuten-isopren (IIR)	1 a) och b): Matakí Butyl	1 a) och 2 a): Lös utläggning med belastning av singel 1 b) och 2 b): Mekanisk infästning
a) Butylduk, oarmerad		
b) Butylduk, armerad med polyesterfilt		
2. Etylen-propylen-dienmonomer (EPDM)	2 a) och b): Matakí EPDM, Hertalan EPDM, Phoenix EPDM, Resistit EPDM	Skarvning: Skarvtejp eller kontaktlimning
a) EPDM-duk, oarmerad		
b) EPDM-duk, armerad med polyesterfilt		
IV. Folier av termoplast		
1. Mjukgjord polyvinylklorid (PVC)	1 a)-c): Sarnafil, Trocal, Icopal Toptec, Matakí PVC, Delofol, Gekafol	1 a) och b): Lös utläggning med belastning av singel 1 b), 1 c) samt 2 och 3: Mekanisk infästning
a) PVC-folie, oarmerad		
b) PVC-folie, armerad med mineralfiberfilt		
c) PVC-folie, armerad med polyesterfilt		
2. Polyisobuten (PIB), folie armerad med polyesterfilt	2: Rhepanol	Skarvning: 1 a)-c) och 3: Svetsning med varmluft
3. Klorerad polyeten (CPE), folie armerad med polyesterfilt	3: Matakí Alkorflex	2: Svetsning med lösningsmedel eller skarvtejp

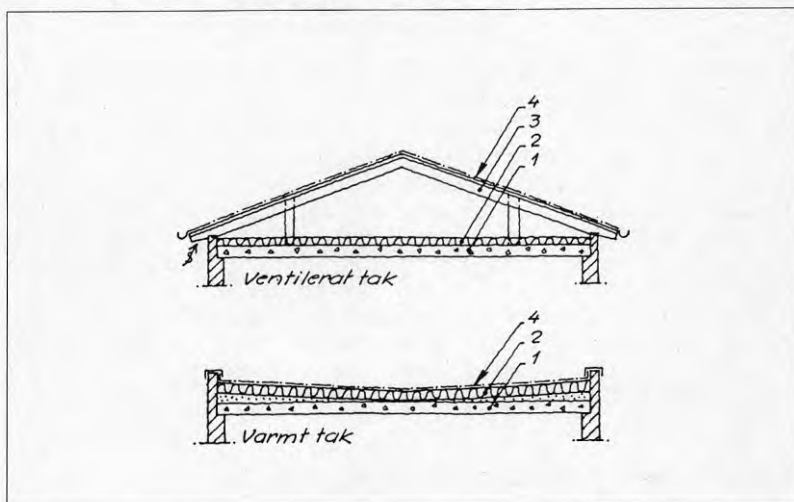
Bearbetning och värdering av enkäten

Detta kapitel behandlar enkäten som metod: dess representativitet och svarens tillförlitlighet. Vidare diskuteras vad som är rimliga krav på funktionssäkerhet hos ett tak. Slutligen redovisas de samlade omdömena om de nära 1.900 tak som ingått i enkäten.

Taket och dess funktion

I denna undersökning definieras taket som den del av huset som ligger ovanpå ytter- och innerväggar och som vid ventilerad konstruktion består av bärverk/innertak (1), värmeisolering (2) samt mer eller mindre självbärande vattentak (3) med ovanpåliggande taktäckning (4) - se figur 21. Vid varm konstruktion ingår (1), (2) och (4).

Figur 21. Takets huvudsakliga komponenter.



Representativitet

För varje tak har fastighetsägarna lämnat följande uppgifter (se även enkätformuläret, bilaga 4):

Typ av fastighetsägare	Avvattning
Byggnadskategori	Ventilation
Byggår	Taktäckningsmaterial
Takyta	Underlag för taktäckning
Taktyp	Underhållskostnad
Taklutning	Kostnad för skötsel

Materialet innehåller sammanlagt 1868 tak med fördelning enligt tabell 2.

Tabell 2. Enkätmaterialiets fördelning på hustyp, byggår och taklutning.

Hustyp		Taktlutning	
Flerbostadshus	50%	Ingen	8%
Skolor	11%	≤1:16	44%
Daghem	2%	≥1:16<1:10	15%
Fritidsgårdar	1%	≥1:10<1:4	11%
Sjukhus	7%	≥1:4	22%
Förvaltningsbyggn.	8%		
Affärshus	1%	Taktäckning	
Industri	10%	Tätskiktspapp	58%
Övrigt	11%	D:o och singel	3%
		Takfolie	6%
Byggår		D:o och singel	4%
-1960	26%	Planplåt, förzinkad	16%
1961-65	11%	Planplåt, rostfri	<1%
1966-70	25%	Planplåt, aluminium	<1%
1971-75	29%	Planplåt, koppar	1%
1976-	8%	Trapetsprof. stålplåt	3%
		Tegelpannor	8%
		Betongpannor	1%

Den metod som använts för datainsamlingen innebär givetvis att det inte är fråga om något korrekt urval i statistisk bemärkelse. På de punkter som någorlunda lätt kan kontrolleras är dock överensstämmelsen med hela det svenska takbeståndet god.

Enkätmaterialiet innehåller inga tak som byggts efter 1980, eftersom några meningsfulla erfarenheter inte kunnat redovisas efter så kort tid. I övrigt råder en viss underrepresentation för äldre tak (26 procent byggda före 1960 mot 37 procent för hela det svenska beståndet). I enkäten har 52 procent låg lutning (mindre än 1:16) mot 46 procent i hela beståndet, vilket stämmer med skillnaden i åldersfördelning. Av samma skäl är ytskiktsmaterialen snedfördelade med en betydande överrepresentation för tätskiktspapp och motsvarande underrepresentation för tegel- och betongpannor.

Subjektiva och objektiva bedömningar

Grunden för de översiktliga slutsatserna är fastighetsägarnas omdöme enligt fyra kategorier:

- 1 misslyckat
- 2 med problem
- 3 acceptabelt
- 4 bra

Denna subjektiva metod har naturligtvis sina nackdelar. Skilda förvaltare har olika acceptanströsklar, det kan föreligga minnesluckor etc. Vi har ändå valt denna väg, eftersom den med stor säkerhet täcker in fler av de variabler som samverkar till funktionssäkerheten. Osäkerhetsmomenten har kompenseras genom samtal och diskussioner. En kontroll mot skötsel- och underhållskostnaderna och mot den bedömda livslängden har dessutom visat att överensstämmelserna med dessa data är goda.

En "objektiv" metod skulle utgå från beläggbara data. Inte heller den skulle i praktiken bli särskilt objektiv. För en sådan analys fordras nämligen väldefinierade data av ett slag som inte förekommer i fastighetsförvaltarnas redovisning. Man möter också värderingsproblem, exempelvis hur hyresgästernas olägenheter och fastighetspersonalens tidåtgång skall mätas och värderas.

Vid diskussioner med ett stort antal fastighetsägare har följande förväntningar på ett bra tak framställts som de viktigaste:

- 1 Taket skall hålla tätt under hela den tilltänkta livslängden. Varje tak som haft en större läcka betraktas i princip som misslyckat, oberoende av anledningen, t ex påverkan av snö och is.
- 2 Taket får inte skadligt påverkas av annan fukt, t ex byggfukt och konvektionsfukt (fukt från inner- och ytterluften).
- 3 Taket skall utöver normal renhållning inte fordra någon extra tillsyn eller skötsel, dvs inte behöva skottas eller hållas fritt från istappar.
- 4 Taket skall ha rimlig anläggningskostnad med hänsyn till livslängden.
- 5 Taket skall under sin livslängd inte fordra annat än planerat underhåll.
- 6 Taket skall utan att skadas motstå normal gångtrafik och servicearbeten, t ex för fläktar.
- 7 Taket får inte ha en stor mängd svaga punkter t ex genomföringar, ventilationshuvar m m, som utgör läckagerisker. Ju större taket är, desto viktigare är denna punkt.
- 8 Taket skall vara sådant att läckagekällor omedelbart kan upptäckas och fel och skador snabbt kan avhjälpas.
- 9 Taket skall någorlunda enkelt kunna förnyas.

Fastighetsägarna graderar takens prestanda i den angivna ordningen. Om de båda första kraven inte uppfylls blir omdömet *misslyckat* och om alla krav uppfylls blir omdömet *bra*.

Ofta är bara vissa av de övriga kraven uppfyllda, varvid omdömet beroende på antalet brister varierar mellan "*med problem*" och "*acceptabelt*". Gränsen mellan dessa omdömen är naturligtvis något vag.

Vad är en acceptabel funktionssäkerhet?

Oavsett vilken värderingsmetod som används är en central fråga givetvis hur meningsfulla mått kan erhållas. Ett sådant resonemang kan - eller snarare måste - föras ur flera synvinklar.

Ett synsätt är givetvis att taken *genomsnittligt* skall uppfylla vissa krav. Ett bra tak skall därmed ha ett högt medelbetyg i bedömningarna.

Ett högt medelbetyg behöver emellertid inte betyda att andelen misslyckade tak är liten. Om en konstruktion eller ett material leder till frekventa problem, är detta i sig negativt med tanke på de omfattande konsekvenserna. Redan den undre kvartilen är en allför stor andel för att mäta de uppenbara misslyckandena. En acceptabel nivå är knappast mer än någon procent och det bästa är följaktligen att se *procenttalet misslyckade* tak som det bästa måttet.

En stor spridning kan vidare antyda stora risker för skador, exempelvis på grund av arbetsutförandet eller påfrestningar i driftskedet. Samtidigt bör extremvärden inte tillåtas påverka slutsatserna.

Enkätmaterial har därför använts för flera olika beräkningssätt. De visar dock så stor överensstämmelse att det inte finns någon anledning

att gå ifrån det enkla och smidiga medelvärdet av fastighetsförvaltarnas omdömen på en skala från 1=misslyckat till 4=bra. Detta medger också att *standardavvikelsen* kan användas för att undanröja extremvärden i de generella resonemangen.

För tolkningen av siffermaterialet är det vidare nödvändigt att något diskutera vad som är godtagbart. Det har redan framhållits att andelen rena misslyckanden måste vara mycket låg. För medelvärdet är ett exakt tal betydligt svårare att ange.

Förutsätter man exempelvis att hälften av taken alltid betraktas som acceptabla, kan olika andelar av de skilda omdömena ge de medelbetyg som framgår av tabell 3.

Tabell 3. Medelbetygets variation med skiftande andelar omdömen.

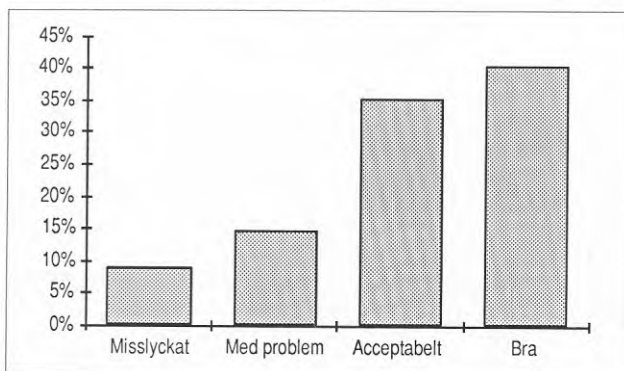
<u>Medelbetyg</u>	<u>3,3</u>	<u>3,1</u>	<u>3,0</u>	<u>2,8</u>
Misslyckat	0%	0%	10%	10%
Med problem	10%	20%	10%	20%
Acceptabelt	50%	50%	50%	50%
Bra	40%	30%	30%	20%

Det är tämligen uppenbart att den fördelning som leder till medelbetyg på 3,0 och lägre inte kan anses godtagbar. Även en mycket hög toleransnivå torde kräva att gränsen sätts vid 3,1 (problem med vart femte tak) och 3,3 är snarare rimligt.

Hela enkätmaterialets "betyg"

Hela enkätmaterialet har en genomsnittlig värdering på knappt 3,1 (figur 22), vilket bekräftar den utbredda kritiken mot takbeståndet. Flertalet tak är således sämre än vad fastighetsägaren haft rimlig rätt att förvänta sig. Ändå har diskussioner om enkäten visat att bedömningarna ofta varit ganska generösa.

Figur 22. Värdeomdömen om samtliga tak.

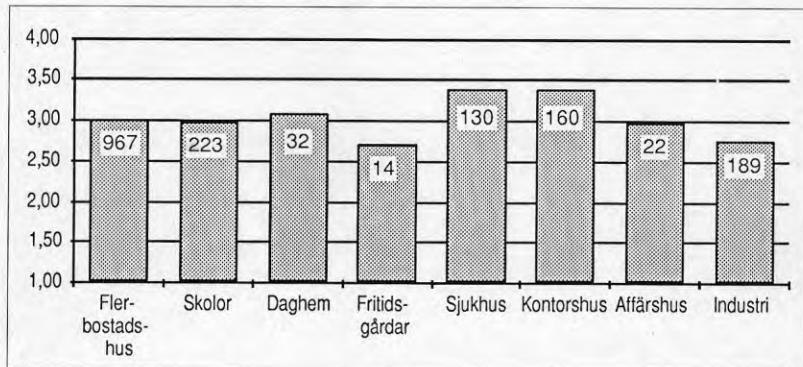


Andelen misslyckanden är som synes så hög som 9 procent, vilket ytterligare understryker de negativa slutsatserna. Undre gränsen för de 90 procent av beståndet som mäts av standardavvikelsen är 2,12, dvs bara aningen över "med problem". Den relativt stora spridningen säger också att riskerna är betydande.

Den samlade värderingen visar vidare stora skillnader mellan olika slag av byggnader (figur 23).

De lägsta medelbetygen har fritidsgårdar och industribyggnader fått. Högst ligger sjukhus och förvaltningsbyggnader. Som senare skall konstateras finns det tydliga samband med det tekniska utförandet: problembyggnaderna torde oftare ha låglutande tak än de övriga. Detta förklarar dock inte hela skillnaden, utan man kan också gissa att det finns ett samband mellan takens kvalitet och omsorgen om byggnadernas allmänna tekniska standard. Sjukhusen är exempelvis den byggnadstyp som har de minsta inre variationerna.

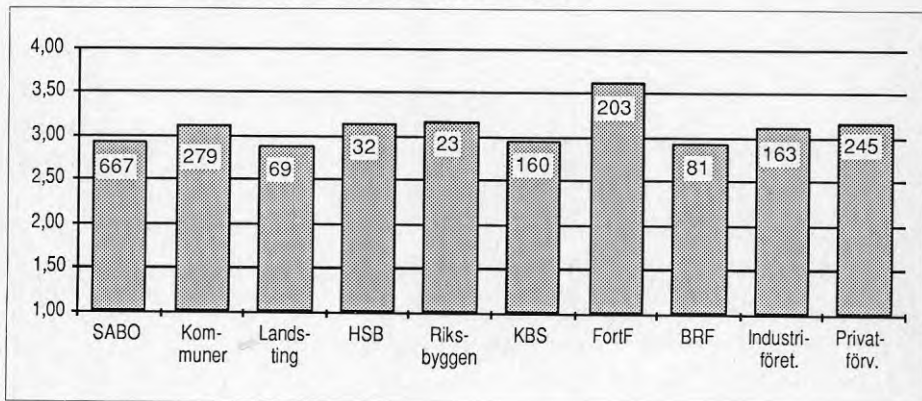
Figur 23. Värdeomdömen efter hustyp.



En bidragande faktor är säkert också att just daghem och skolor på grund av reformer, stora nybyggnadsområden etc i hög grad tillkom under den kritiska tidsperioden.

Av figur 24 framgår att landstingen är den ägargrupp som har det sämsta medelbetyget (2,9). Den högsta andelen misslyckanden finns dock bland bostadsrättsföreningarna med 15 procent. Det högsta medelbetyget (3,6) och lägsta andelen misslyckade tak (2%) har Fortifikationsförvaltningen. Det jämnaste beståndet innehåller emellertid av Riksbyggen, som heller inte anger ett enda rent misslyckande.

Figur 24. Medelomdöme efter fastighetsägare.



Man kan gissa att kvaliteten lidit av alltför hastigt byggande hos nya förvaltare medan de erfarna förvaltarna, t ex Fortifikationsförvaltningen, Riksbyggen, kommunerna och de privata, har haft bättre resurser i både byggnads- och förvaltningsskedet.

Fastighetsförvaltarnas betyg på taken

I detta kapitel redovisas fastighetsförvaltarnas omdömen om taken med en indelning efter takens egenskaper: konstruktion, material, lutning etc. Hela enkätens resultat sammanfattas i en avslutande tabell (tabell 6).

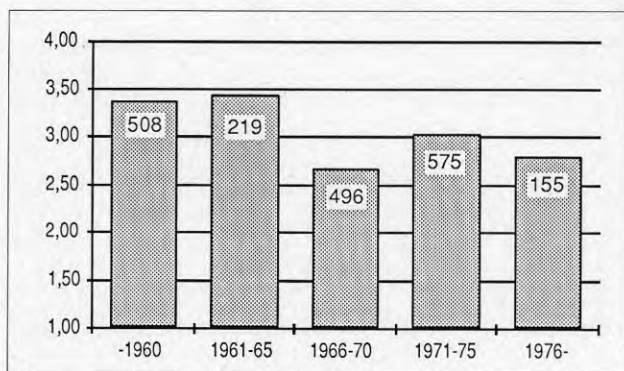
I en översiktlig studie med avsikten att identifiera några avgörande faktorer har medelbetyget för varje egenskap beräknats. Medelvärdena presenteras i diagramform och resultaten diskuteras som svar på ett antal frågor.

Det måste framhållas att någon djupare analys av hur egenskaper samvarierar inte ingår i denna redovisning. Bedömningarna grundar sig heller inte på någon ekonomisk jämförelse. Slutsatserna måste därför begränsas till tekniska prestanda och inte ses som underlag för val av konstruktion, material etc.

Vad betyder byggnadsåret för takets kvalitet?

Av figur 25 framgår att tak som byggts före 1965 är betydligt bättre än dem som tillkommit därefter. Medelbetyget förändras från 3,4-3,5 till under 3,0 med en lågpunkt för perioden 1966-1970. Misslyckandeprocenten ökar från nära 0 till 15-17%, dvs långt över vad som kan anses rimligt.

Figur 25. Medelomdöme efter byggår.



Man kan misstänka ett samband med förekomsten och utförandet av de horisonella taken. Detta bekräftas av både materialet om taklutning och av den specialgranskning av tätskiktspapp som utförts (se längre fram).

Även andra faktorer har dock sannolikt inverkat, t ex sämre projektering, brist på kontroll och sämre utförande, vilket alltsammans kan betecknas som en sänkt teknisk nivå.

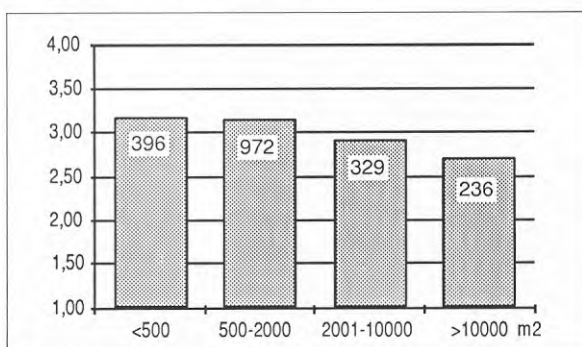
Vad betyder takens storlek?

Av figur 26 framgår att betygen sjunker avsevärt med ökad takarea. Tak som är mindre än 500 m² har fått medelbetyget 3,2, medan tak större än 10.000 m² får medelbetyget 2,7. Misslyckandeprocenten för taken över 2.000 m² ligger vid 17-22.

Det är relativt naturligt att stora tak är problematiska. Antalet svåra detaljer ökar med takarean och det räcker ju med ett enda läckage för att avsevärda problem skall uppstå. Omsorgen om takets utformning blir därför allt viktigare ju större taket är.

En annan förklaring är säkert att de största taken alltid är flacka eller horisontella, medan små tak i allmänhet är branta eller åtminstone låglutande (se nedan).

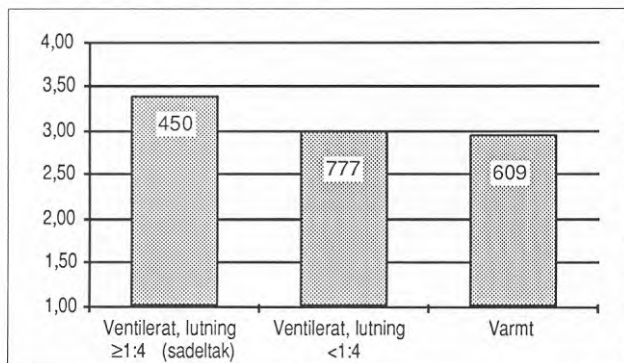
Figur 26. Medelomdöme efter takets storlek.



Är de "nya" taktyperna sämre än de traditionella taken?

Av figur 27 framgår att de traditionella taken med brant lutning får ett gott medelbetyg, medan "nya" tak med flack eller ingen lutning hamnar under det godtagbara. Andelen misslyckanden är noll för de äldre taktyperna och 11-15 procent för de nyare.

Figur 27. Medelomdöme efter taktyp.

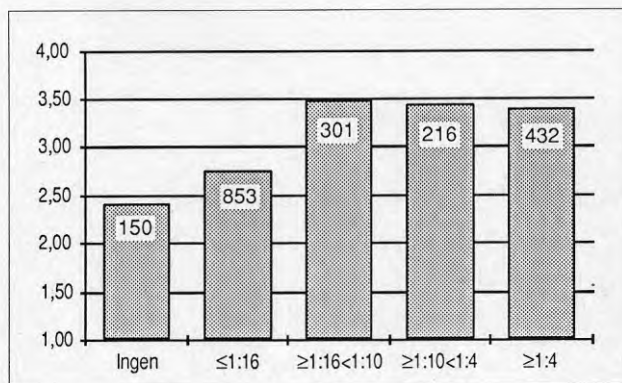


Resultatet är inte överraskande, men bör ändå diskuteras. Inte minst innehåller de olika taktyperna ett ganska inhomogent material, vilket gör slutsatserna osäkra. Variationen inom de båda högra grupperna är också mycket stor (90% av materialet ligger i intervallet 1,9-4,0). Det vore därmed förhastat att hävda att man i framtiden bör avstå från de nya taktyperna. Dessutom finns det starka skäl att använda dessa taktyper, eftersom de har avsevärt lägre skötselkostnad under vintern. Snö och isbildning vållar stora extrakostnader för de branta taken, särskilt i innerstadsmiljön. Däremot måste naturligtvis omsorgen om funktions-säkerheten öka med högre anläggningskostnader som följd.

Har taklutningen avgörande betydelse?

Det tydligaste utslaget av alla erhålls för taklutningen, som således kan sägas ha avgörande betydelse (figur 28). Praktiskt taget alla tak utan lutning är förknippade med problem och andelen rena misslyckanden uppgår till 27%. Vid lutningar om minst 1:16 stiger medelbetyget till helt godtagbara nivåer och andelen misslyckanden är mindre än 4%.

Figur 28. Medelomdöme efter taklutning.



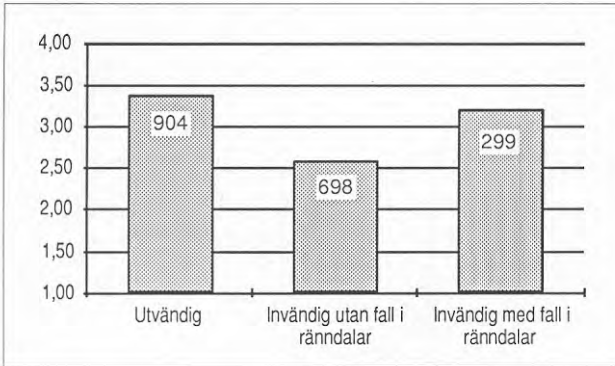
Dessa markanta utslag bidrar också till att förklara försämringarna efter 1965 (figur 25). 1:20 betraktades på 1950-talet inom pappindustrin som en minimilutning och bekräftades också i byggforskningsrapporten "Papptak" 1954 [2]. 0-lutningen accepterades emellertid av HusAMA 72, vilket ledde till att ett stort antal "horisontella" tak byggdes under 1970-talet.

I reviderade råd och anvisningar 1978 (RA 78 Hus) till HusAMA angavs 1:100 som minsta lutning. Effekterna av denna förändring kan ännu inte bedömas.

Utvändiga eller invändiga avlopp?

Som framgår av figur 29 är skillnaden stor mellan olika avloppssystem.

Figur 29. Medelomdöme efter sätt för avvattning.



Tak med utvändiga avlopp har medelbetyget 3,4 och bara något enda misslyckande. Tak med invändiga avlopp fungerar sämre, men det finns en avgörande skillnad mellan rännalar med och utan fall. Med fall är medelbetyget goda 3,2 men andelen misslyckanden ändå så hög som 7%. Utan fall blir siffrorna betydligt sämre: betyget 2,6 och 20 procent misslyckade.

Skillnad i omdöme mellan in- och utvändigt avlopp förekommer således endast om det invändiga systemet har rännalar utan fall. Om man valt ett brant tak spelar valet av avvattningssystem en obetydlig roll.

Hänsyn måste emellertid tas till att de invändiga avloppen eliminerar istapps- och snörasproblem. De fordrar då speciell uppmärksamhet. En stor fara med kvarstående vatten är isbildning vintertid. Sprickrörelser i isen vid temperatursänkning kan genom skjuvspänningar dra sönder tätskiktet. De icke lutande rännorna är en lika stor riskfaktor som de horisontella taken och de borde därför inte användas.

Hur inverkar sättet att ventileras takkonstruktionen?

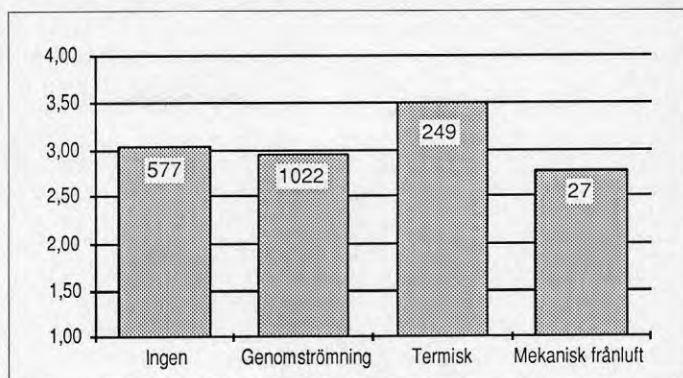
Som framgår av figur 30 har tak med termisk ventilation fungerat mycket tillfredsställande. Övriga former får avsevärt lägre medelbetyg. Största andelen misslyckanden (19%) har den mekaniska frånluftventilationen, vilket kan bero på driftstörningar eller felaktigt system.

Utslaget är så pass tydligt att mekanisk ventilation bör undvikas om den inte krävs av byggfysikaliska skäl.

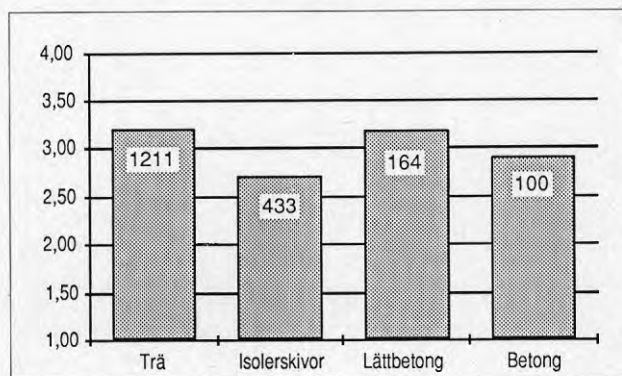
Vilken roll spelar underlaget?

Underlag av trä och lättbetong fungerar bättre än isolerskivor och betong (figur 31). Skillnaderna är dock begränsade och variationen inom grupperna så stor att några definitiva slutsatser knappast kan dras. Underlag av betong har dock en så hög andel misslyckanden som 30%, vil-

Figur 30. Medelomdöme efter slag av ventilation.



Figur 31. Medelomdöme efter underlag.



ket torde motivera en speciell studie. Troligt är att många av dessa tak är betongkonstruktioner med utvändig värmeisolering som utgör underlag för taktäckningen.

Särskilt under papp och takfolie har underlagets orörlighet (dimensionsstabilitet) och hårdhet stor betydelse med hänsyn till risken för skarv- eller stansbrott i tätskiktet vid gångtrafik på taket.

Enkäten har inte kunnat skilja på de båda material som används till isolerskivor: mineralull och styrencellplast. Båda har egenskaper som kan vålla problem. S k styva mineralullskivor kan sålunda svälla och mjukna vid påverkan av gångtrafik och fukt, varvid det finns risk för släppor i tätskiktets skarvar.

Stor initialkrympning och rörelser på grund av hög termisk utvidgningskoefficient i styrencellplast kan ge defekter ("glipor") i underlaget och dragbrott i tätskiktet.

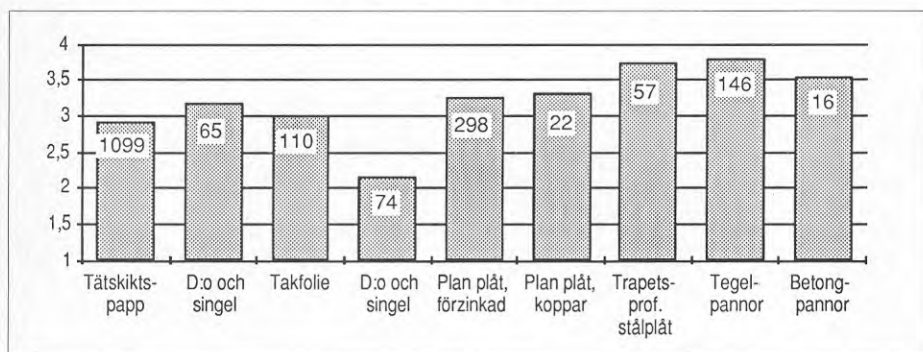
Är skillnaderna mellan material tydliga?

Mellan taktäckningsmaterialen finns utomordentligt stora skillnader (figur 32). Slutsatserna försvåras dock av att enkätmaterialiet är ojämnt fördelat. Några betyg för planplåt av rostfritt stål och aluminium har inte redovisats, eftersom antalet uppgifter är lågt. Påpekas bör dock att dessa få data är nedslående.

Höga medelbetyg gäller för tegel- och betongpannor samt trapets-profilerad stålplåt. Dessa har också få eller inga misslyckanden. Det senare gäller även för kopparplåt, takfolie utan singel och förzinkad plåt, även om medelbetygen är lägre. Tätskiktspapp ligger under vad som kan sägas vara godtagbart och med en misslyckandegrad av 14%.

Det lägre medelbetyget för papptäckta tak får dock inte leda till slutsatsen att dessa bör undvikas. Ett rimligt skäl för den låga siffran är att papptak nästan alltid är flacka eller saknar lutning. Med hänsyn till att många tak måste vara flacka p g a husets bredd eller arkitektur kan pappen vanligen inte utbytas mot annat material. Dessutom är anläggningskostnaden låg.

Figur 32. Medelomdöme efter taktäckningsmaterial.



Hur mycket varierar driftkostnaderna?

I allt väsentligt väljs taklösning i praktiken utifrån enbart investeringskostnaden och en föreställning om de tekniska egenskaperna. De övriga aspekterna försummas eller ges en underordnad roll. I enkäten ställdes därför frågor om den bedömda livslängden samt om kostnaderna för skötsel och underhåll.

För papptaken angavs att ungefär hälften kräver omläggning inom ca 5 år och detta oberoende av hur gamla de är. För plåttaken gäller att nästan inga tak planeras att läggas om inom 10 år. Av tegeltaken skall de äldsta (mer än 25 år) läggas om inom 10 år.

En teoretisk beräkning (se bilaga 1) leder fram till en genomsnittlig livslängd enligt följande:

tätskiktspapp: 20-27 år (den undre siffran gäller 70-talstaken)

planplåt: 33-41 år

tegelpannor: 43-44 år

Skötselkostnaderna (tabell 4) i de allra flesta grupperingarna ligger lågt: i närheten av 0,50 kr/kvm och år. Endast då lutningen är stor och utvändiga avlopp används blir kostnaden för skötseln, beroende på snö-

och isproblem, mer än 1,00 kr/kvm och år. Detta gäller speciellt i innerstad. För invändiga avlopp med rännदार utan fall är kostnaden högre, troligen på grund av att man inte vågat låta snön ligga kvar. Innerstadstak med is- och snöproblem kan ha skötselkostnader på mer än 10 kr/kvm och år.

Tabell 4. Skötselkostnader (kronor/m²) för olika taklutningar och taktäckningsmaterial.

	≤0,50	0,50-1,00	1,00-5,00	5,00-	Beräknad medelkostnad
Taklutning					
<i>Innerstad</i>					
Ingen	Se tätskiktspapp				
≤1:16	Se tätskiktspapp				
≥1:16<1:10	82%	9%	0%	9%	1,12
≥1:10<1:4	74%	9%	0%	17%	1,75
≥1:4	22%	3%	0%	75%	6,08
<i>Förstad</i>					
Ingen	Se tätskiktspapp				
≤1:16	Se tätskiktspapp				
≥1:16<1:10	96%	2%	2%	0%	0,45
≥1:10<1:4	58%	29%	13%	0%	0,84
≥1:4	23%	14%	64%	0%	2,10
Taktäckning					
<i>Innerstad</i>					
Tätskiktspapp	75%	15%	10%	0%	0,71
D:o och singel	83%	8%	8%	0%	0,65
Planplåt, förzinkad	45%	1%	0%	53%	4,46
Tegelpannor	44%	0%	0%	56%	4,68
<i>Förstad</i>					
Tätskiktspapp	91%	7%	2%	0%	0,48
D:o och singel	77%	17%	7%	0%	0,63
Planplåt, förzinkad	8%	16%	76%	0%	2,43
Tegelpannor	17%	35%	48%	0%	1,76

Skillnaderna mellan olika taktäckningsmaterial är däremot stora. Högst ligger plåtacken med normalt 2-5 kr/m² och år. Tegelpannor klarar sig bara aningen bättre, medan papp vanligen kräver omkring 0,60 kr/m² och år.

Variationerna i underhållskostnad (tabell 5) är däremot små. Mestadels ligger årskostnaden i intervallet 1-2 kronor/m². Bland materialen intar den förzinkade byggplatsmålade stålplåten en särställning, eftersom den behöver målas om. Detta är också anledningen till att branta tak och utvändiga avvattning har något höga siffror.

Tabell 5. Underhållskostnader (kronor/m²) för taktyper, avvattningar och taktäckningsmaterial.

	≤1,00	1,00-2,00	2,00-5,00	5,00-10,00	10,00-20,00	>20,00	Medel- kostnad
Taktyp							
Ventilerat, brant	37%	12%	41%	10%	0%	0%	2,70
Ventilerat, <1:4	66%	16%	15%	3%	0%	0%	1,51
Varmt	74%	15%	9%	2%	1%	0%	1,27
Avvattning							
Utvändig	56%	11%	26%	7%	0%	0%	2,07
Invändig utan lutning	75%	20%	4%	1%	0%	0%	1,07
Invändig med lutning	64%	16%	14%	5%	1%	0%	1,69
Taktäckning							
Tätskiktspapp	71%	16%	4%	8%	0%	0%	1,54
D:o och singel	55%	43%	2%	0%	0%	0%	1,11
Takfolie och singel	55%	43%	2%	0%	0%	0%	1,11
Planplåt, förzinkad	8%	3%	69%	20%	0%	0%	4,14
Trapetsprof. stålplåt	92%	3%	5%	0%	0%	0%	0,86
Tegelpannor	47%	31%	22%	0%	0%	0%	1,57
Betongpannor	73%	7%	20%	0%	0%	0%	1,31

Tabell 6. Data ur enkätaterialet.

	Totalt	Antal med betyg:				Procentuell fördelning				Medel- betyg
		1	2	3	4	1	2	3	4	
Samtliga tak	1868	169	279	660	760	9	15	35	41	3,08
Byggnadskategori										
Flerbostadshus	967	106	114	394	353	11	12	41	37	3,03
Skolor	223	12	55	79	77	5	25	35	35	2,99
Daghem	32	0	11	7	14	0	34	22	44	3,09
Fritidsgårdar	14	2	2	8	2	14	14	57	14	2,71
Sjukhus	130	3	14	41	72	2	11	32	55	3,40
Förvaltningsbyggn.	160	8	18	37	97	5	11	23	61	3,39
Affärshus	22	5	1	5	11	23	5	23	50	3,00
Industri	189	41	32	49	67	22	17	26	35	2,75
Övrigt	204	6	31	51	116	3	15	25	57	3,36
Förvaltare										
SABO	667	94	61	311	201	14	9	47	30	2,93
Kommuner	279	10	54	107	108	4	19	38	39	3,12
Landsting	69	6	12	34	17	9	17	49	25	2,90
HSB	32	0	12	3	17	0	38	9	53	3,16
Riksbyggen	23	0	4	11	8	0	17	48	35	3,17
Byggnadsstyrelsen	160	12	36	58	54	8	23	36	34	2,96
FortF	203	5	23	14	161	2	11	7	79	3,63
Bostadsrättsfören.	81	12	17	17	35	15	21	21	43	2,93
Industriföretag	163	16	17	60	70	10	10	37	43	3,13
Privata förvaltare	245	14	43	74	114	6	18	30	47	3,18

	Totalt	Antal med betyg:				Procentuell fördelning				Medel- betyg
		1	2	3	4	1	2	3	4	
Byggår										
-1960	508	19	14	228	247	4	3	45	49	3,38
1961-65	219	9	27	42	141	4	12	19	64	3,44
1966-70	496	83	126	154	133	17	25	31	27	2,68
1971-75	575	50	89	227	209	9	15	39	36	3,03
1976-	155	23	37	43	52	15	24	28	34	2,80
Takarea										
<500 m ²	396	19	83	95	199	5	21	24	50	3,20
500-2000 m ²	972	56	130	387	399	6	13	40	41	3,16
2001-10000 m ²	329	71	35	73	150	22	11	22	46	2,92
>10000 m ²	236	40	29	127	40	17	12	54	17	2,71
Taktyp										
Ventilerat, brant	450	2	14	230	204	0	3	51	45	3,41
Ventilerat, <1:4	777	115	132	162	368	15	17	21	47	3,01
Varmt	609	65	107	229	208	11	18	38	34	2,95
Taklutning										
Ingen	150	40	27	64	19	27	18	43	13	2,41
≤1:16	853	138	167	312	236	16	20	37	28	2,76
≥1:16<1:10	301	11	19	80	191	4	6	27	63	3,50
≥1:10<1:4	216	1	47	22	146	0	22	10	68	3,45
≥1:4	432	3	13	220	196	1	3	51	45	3,41
Avvattning										
Utvändig	904	6	103	321	474	1	11	36	52	3,40
Invändig utan lutning	698	141	131	292	134	20	19	42	19	2,60
Invändig med lutning	299	22	44	79	154	7	15	26	52	3,22
Takets ventilation										
Ingen	577	52	85	220	220	9	15	38	38	3,05
Genomströmning	1022	113	157	407	345	11	15	40	34	2,96
Termisk	249	6	27	48	168	2	11	19	67	3,52
Mekanisk från	27	5	5	8	9	19	19	30	33	2,78
Underlag för taktäckning										
Trä	1211	88	115	458	550	7	9	38	45	3,21
Isolerskivor	433	62	95	179	97	14	22	41	22	2,72
Lättbetong	164	12	20	58	74	7	12	35	45	3,18
Betong	100	30	4	11	55	30	4	11	55	2,91
Taktäckning										
Tätskiktspapp	1099	150	205	326	418	14	19	30	38	2,92
D:o och singel	65	3	12	20	30	5	18	31	46	3,18
Takfolie	110	0	3	103	4	0	3	94	4	3,01
D:o och singel	74	22	30	10	12	30	41	14	16	2,16
Planplåt, förzinkad	298	3	9	189	97	1	3	63	33	3,28
Planplåt, rostfri	3	1	2	0	0	33	67	0	0	1,67
Planplåt, aluminium	5	4	0	0	1	80	0	0	20	1,60
Planplåt, koppar	22	0	4	7	11	0	18	32	50	3,32
Trapetsprof. stålplåt	57	2	3	2	50	4	5	4	88	3,75
Tegelpannor	146	0	1	27	118	0	1	18	81	3,80
Betongpannor	16	0	3	1	12	0	19	6	75	3,56

Slutsatser och förslag

Detta kapitel diskuterar vilka slutsatser som kan dras av enkätens resultat. Analysen baseras bland annat på en fördjupade bearbetning av enkätdata om taklutningens betydelse och om tätskiktspapp som taktäckningsmaterial. Vidare diskuteras hur de dominerande problemen skall kunna undvikas. Avslutningsvis formuleras ett antal frågor som inte behandlats inom projektet men som aktualiserats av detta.

Vilka faktorer är viktigast?

I avsnittet om fastighetsförvaltarnas betyg har det framgått hur olika egenskaper hos taket leder till skilda omdömen. Stora skillnader i värderingen när en egenskap varierar kan sägas ange dess betydelse för takets kvalitet. I tabell 7 redovisas högsta och lägsta betyg för de olika egenskaperna.

Tabell 7. Variationer i omdömen för varje egenskap.

	Högsta betyg	Lägsta betyg	Diffe- rens
Byggår	3,4	2,7	0,7
Takarea	3,2	2,7	0,5
Taktyp	3,4	3,0	0,4
Taklutning	3,4	2,4	1,0
Avvattning	3,4	2,6	0,8
Ventilation	3,4	3,0	0,4
Taktäckningsmaterial	3,8	2,3	1,5
Underlag under taktäckning	3,2	2,7	0,5
Platsen i Sverige	3,3	2,9	0,4
Innerstad eller förtort	3,3	3,3	0,0

Av tabellen framgår att den största differensen gäller taktäckningsmaterialet och den näst största gäller lutningen. Närmast kommer avvattningssystemet. Påtagliga skillnader råder också för byggåret, byggnadskategorin och fastighetsägaren.

Egenskaperna hänger delvis samman. Om man bestämt sig för en låg lutning, betyder detta nästan obligatoriskt att man måste ha ett taktäckningsmaterial som tål mindre vattensamlingar. Av flera skäl måste dessa tak också ha invändiga avlopp.

En instinktiv slutsats blir att det är för låga lutningar som är den avgörande orsaken till att takproblemen är så utbredda. Detta kan också påverka betygen för andra egenskaper som i hög grad förekommer tillsammans med låga lutningar.

För att klargöra eventuella samvariationer har två "korsstudier" gjorts. I den ena har tätskiktspapp som ytmaterial granskats närmare. I den andra har några andra egenskaper vid olika taklutningar studerats.

Specialstudie av tätskiktspapp

I syfte att närmare belysa tätskiktspappens problem och möjligheter har de ca 1100 papptaken jämförts med samtliga tak. Denna jämförelse redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Jämförelse mellan tätskiktspapp och hela materialet.

	Betyg för			Betyg för	
	alla tak	tätsk.papp		alla tak	tätsk.papp
Byggår			Avvattning		
-1960	3,4	3,6	Utvändig	3,4	3,4
1961-65	3,4	3,3	Invändig utan lutning	2,6	2,4
1966-70	2,7	2,6	Invändig med lutning	3,2	3,0
1971-75	3,0	3,0			
1976-	2,8	2,7	Underlag för taktäckning		
Taktyp			Trä	3,2	3,1
Ventilerat, brant	3,4	3,5	Isolerskivor	2,7	2,5
Ventilerat, <1:4	3,0	3,0	Lättbetong	3,2	3,2
Varmt	3,0	2,9	Betong	2,9	3,7
Taklutning			Landsdel		
Ingen	2,4	2,2	Götaland	3,2	3,1
<1:16	2,8	2,6	Svealand	3,0	2,6
≥1:16<1:10	3,5	3,6	Norrland	3,2	3,4
≥1:10<1:4	3,4	3,4			
≥1:4	3,4	3,6			

Det är tydligt att tak med tätskiktspapp med få undantag får samma betyg som genomsnittstaket. I två avseenden visar sig dock markanta skillnader:

- 1) Försämringen vid minskad lutning är ännu mera uppenbar för de papptäckta taken än för tak i allmänhet.
- 2) Betong som underlag är avsevärt bättre för papp än för andra taktäckningsmaterial.

De papptäckningar som skyddats med singel (se figur 32) har genomgående fått högre betyg än övriga papptak. Detta antyder en möjlighet till högre prestanda. Särskilt det faktum att pappen har fått bättre och takfolien sämre betyg med singel är intressant.

Singlet har både positiva och negativa effekter. Det ökade skyddet mot ultraviolett bestrålning, mot höga och låga temperaturer och mot mekanisk åverkan är de främsta förtjänsterna. Negativ är svårigheten att lokalisera fel i tätskiktet och risken för perforering.

Förmodligen är dubbla lag tätskiktspapp robustare än enkel takfolie, vilket är värdefullt om underlaget är mjuka isoleringskivor. Den tunna takfolien tycks helt enkelt ha för låg stanshållfasthet.

Lutningen är den avgörande faktorn

I tabell 9 redovisas hur omdömena varierar med byggår, sättet för avvattning och underlagsmaterialet vid olika taklutningar.

För alla tre faktorerna förbättras betygen avsevärt med ökad lutning. För alla horisontella tak ligger betygen klart under godtagbara 3,1-3,2.

Tabell 9. Omdömen för byggår, sätt för avvattning och underlagsmaterial vid olika taklutningar.

	alla	1:∞	<1:16	≥1:16
Byggår				
-1960	3,38	3,17	3,44	3,38
1961-65	3,44	2,63	3,12	3,72
1966-70	2,68	2,52	2,50	2,92
1971-75	3,03	2,21	2,90	3,26
1976-	2,80	2,52	2,79	2,90
Avvattning				
Utvändig	3,40	-	3,06	3,43
Invändig utan lutning	2,60	2,53	2,63	2,60
Invändig med lutning	3,22	2,33	3,21	3,36
Underlag				
Trä	3,21	2,83	2,72	3,45
Isolerskivor	2,72	2,16	2,31	3,37
Lättbetong	3,18	2,95	2,79	3,94
Betong	2,91	2,67	-	2,93

För tak med lutning <1:16 är betygen bättre än för de horisontella men inte godtagbara, för att vid större lutning nästan alltid vara acceptabla. Undantagen gäller de tak som byggdes 1966-1970, som tydligen var "dåliga takår", och tak med invändiga avlopp utan fall i rännalarna. De senare kan i detta sammanhang jämföras med horisontella tak, eftersom problemen är desamma. (Uppgifterna om rännalor med fall på horisontella tak måste givetvis vara felaktiga.)

Tabell 9 visar tydligt att tak med lutning ≥1:16 får goda omdömen. Möjligen kan gränsen sättas något lägre, men inte så lågt som 1:100, vilket godtog i RA 78 och HusAMA 83. Gränsen 1:16 valdes i undersökningen dels därför att den är standardiserad och dels därför att den tidigare ansågs vara nödvändig för att undvika vattensamlingar, inte bara på fria taktytor utan också i rännalor och ovan hinder (se figur 33). I praktiken kan nog detta uppnås ned till 1:20-1:25, men knappast lägre med tanke på nedböjningar och normala toleranser. En väsentlig begränsning är också att rännalornas lutning med nödvändighet måste bli lägre än takets (figur 34).

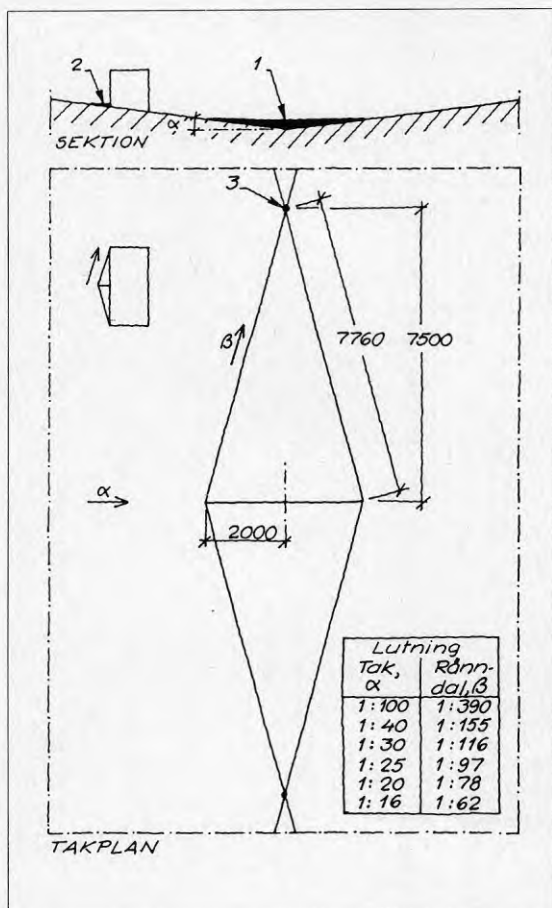
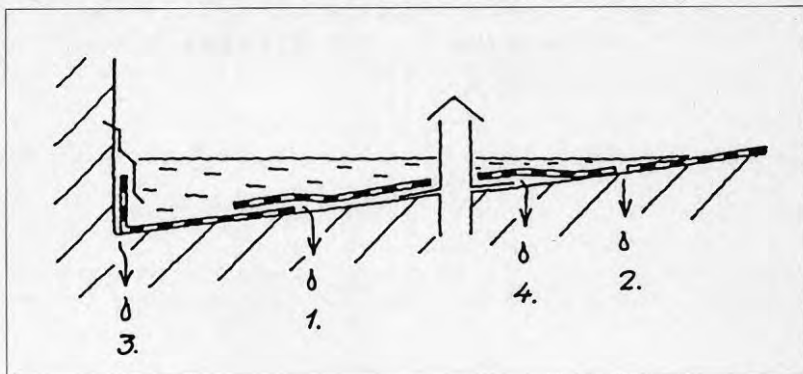
Slutsatsen blir för den skull inte att branta tak alltid är att föredra. Särskilt i stadsmiljö kan skötselkostnaderna bli höga på grund av riskerna för snöoras och istappsbildning. Det finns också andra skäl att välja låga lutningar:

- Breda byggnader medger en mindre byggnadsvolym.
- Takytan kan användas för takterrasser samt som transportväg för service och vid brand. Detta höjer emellertid kraven på robusta tätskikt.
- Arkitektoniska skäl.

Som motiv för att välja lutningar lägre än 1:16 har bl a följande angivits:

- Huset skall senare kunna byggas på.
- För att minska strålningsvärmerna vill man sommartid bevara en vattensamling på taket.
- Kostnaden för en större lutning, t ex med snedskuren isolering på betongplatta, har ansetts orimligt hög.

Figur 33. De vanligaste orsakerna till läckage i flacka och låglutande tak: 1 skarvsläppa, 2 brott i tätskiktet (drag- eller stansbrott), 3 anslutning till vertikal yta (vägg, sarg) och 4 anslutning till fläns.



Figur 34. Flackt inåtlutande tak med falluppyggnad i rännadal (1) och ovan hinder (2). "Rutan" visar rännaldslutningen som funktion av taklutningen vid konventionellt avstånd, 15m, mellan takbrunnar (3) och bredd, 4m, på rännalens falluppyggnad.

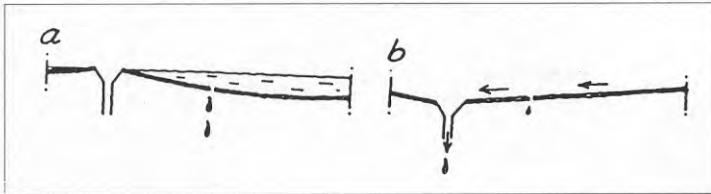
Ökad säkerhet för flacka tak

Bakom de flacka takens problem ligger utan tvivel att de vattensamlingar som lätt bildas vid lutningar mindre än 1:20 ökar risken för läckage (figur 35). Läckagen uppstår vanligen av följande fem orsaker:

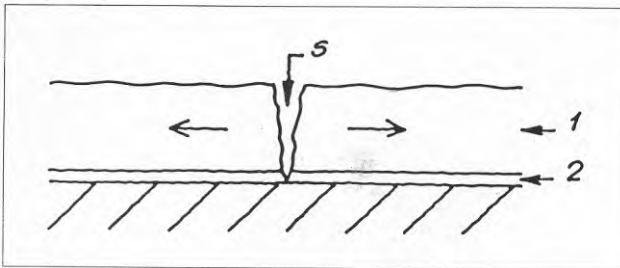
1. Släppor i vådskarvar (figur 33.1 och 38), vilket är särskilt farligt vid enskiktstäckning. Släpporna kan bero på dåligt arbete och rörelser i underlaget eller tätskiktet.
2. Brott av nedtrampade spikar etc (figur 37 och 33.2).
3. Sprickor i tätskiktet (figur 33.2), t ex på grund av ispåverkan (figur 36).
4. Otäthet vid uppdragning mot väggen (figur 33.3).
5. Otäthet vid genomföringar (figur 33.4).

Läckagerisken är störst där takytor och rännindalar är "horisontella" och brunnarna är placerade vid pelare eller annat upplag för takkonstruktionen.

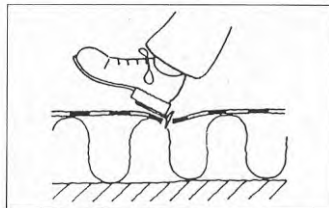
Figur 35. Regn- eller smältvatten på "horisontellt" tak med takbrunn i högpunkt (a) och på lutande tak med takbrunn i lågpunkt (b). Vid skada i tätskiktet rinner kvarstående vatten på tak a in i takkonstruktion och lokaler, medan på tak b endast måttliga läckage kan uppstå.



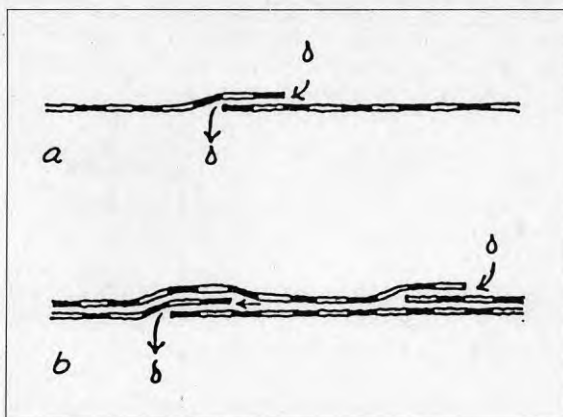
Figur 36. Isbeläggning på tak. Vid temperatursänkning uppstår sprickor (s) i isen (1). Sprickrörelsen kan ge så stora spänningar i tätskiktet (2) att det brister.



Figur 37. Stansbrott i tätskikt, förorsakat av nedtrampat spikhuvud.



Figur 38. Skarvläckage i enkelt (a) och dubbelt (b) tätskikt.



Den ökade säkerhet som framstår som nödvändig för de låglutande taken kan uppnås med en följd av åtgärder:

- 1 Problem bör lösas vid projekteringen och inte på arbetsplatsen, på så sätt att ritningar och arbetsbeskrivning ger tydliga anvisningar om utförandet.
- 2 Svåra punkter - t ex rörgenomföringar och uppdragningar vid hörn - bör inte placeras där vattensamlingar kan bildas (figur 37). Klistring av tätskikt mot plåt- och plastflänsar bör generellt undvikas.
- 3 Tak av uppstolpad träpanel skall kunna inspekteras underifrån. Sådana tak kan för övrigt lätt ges tillräcklig lutning.
- 4 På varma tak där kryputrymme inte kan skapas fordras ett extra tätskikt under värmeisoleringen för att läckage skall kunna stoppas. Spår i isoleringens underyta bör göras för avledning till skvallerrör och för uttorkning.
- 5 Små lutningar kräver extra noggrannhet vid utformningen. På så sätt bör 1:40 kunna räcka för betongbjälklag utan nämnvärda nedböjningar.
- 6 Tätskiktet bör vara så starkt att det tål nedtrampade föremål. Enkla tätskikt ställer mycket höga krav på noggrannhet vid skarvningen.
- 7 Kontroll och kvalitetssäkring måste omfatta alla arbetsled och vara kontinuerliga.
- 8 Färdiga tak bör täthetskontrolleras genom påfyllning med vatten.

Givetvis är flera av dessa rekommendationer också tillämpbara för tak med större lutning.

Noggrannhet vid projektering, utförande och kontroll kan avsevärt minska riskerna med flacka tak. För ett lyckat resultat är det dessutom angeläget att ansvaret för hela taket läggs på en hand och inte delas upp på flera parter.

Alla dessa åtgärder fördyrar naturligtvis de flacka taken. De framstår emellertid som nödvändiga från långtidsekonomisk synpunkt och kan dessutom betyda att den låga lutningen fortfarande är konkurrensduglig.

Obehandlade frågor

I bearbetningen av det rikhaltiga materialet har vi koncentrerat oss på de egenskaper och problem som mest påverkar driftsäkerheten. Många andra intressanta aspekter kan dock studeras med hjälp av samma data, eventuellt efter komplettering. Som exempel på sådana obehandlade frågor kan följande nämnas:

- Är taksituationen för småhus densamma som för flerbostadshus, kontor och industrier?
- Hur stora är problemen med snö- och isras i innerstaden?
- Hur stor är risken för mögelskador på oinredda vindar då vindsbjälklaget tilläggisoleras?
- I vilken grad beror dåliga prestanda hos papptak från omkring 1970 på armeringen av mineralfiberfilt i stället för dagens polyesterfilt?
- Ger singel på flacka tak huvudsakligen positiva eller negativa effekter?
- Är de numera använda takbrunnarna av beständigt material och med breda flänsar väsentligt bättre än sina föregångare?
- Hur beständiga är egentligen de olika färgerna på fabriksmålade takplåt?
- Är de numera vanliga betongpannorna frostsäkra även på lägre lutningar?
- Hur mycket bättre är nya takfolier än de gamla av PIB och PVC?
- Skulle tjockare material (t ex 2 mm) förbättra takfoliernas prestanda?
- Skulle de horisontella taken kunna accepteras om markant större vikt lades vid utförande och kontroll?
- Betyder tätskikt i ett lag en avsevärt större risk än flerskiktisolering?
- Är mekanisk infästning av takfolie att lita på vid exceptionell blåst?
- Kan bandtäckning med rostfri plåt användas på horisontella tak?
- Hur låg lutning tål tegel- och betongpannor utan att underlagstäckningen görs noggrannare än hittills varit brukligt?
- Är det möjligt att alltid undvika istappar vid utvändigt avvattningsgenom att ha god ventilation och värmeisolering när vinden är inredd?

På några av dessa punkter kan en noggrannare bearbetning av det befintliga materialet ge ett relativt bra underlag. I andra avseenden fordras en breddning och fördjupning av data eller helt andra angreppssätt. Några av frågorna kan överhuvud taget inte behandlas förrän ytterligare drifterfarenhet finns.

Det effektiva taket

I detta kapitel vidgas diskussionen om takens prestanda till de långtidsekonomiska aspekterna, t ex livslängdskostnad och riskoptimering. Förslag till fortsatta studier med denna inriktning lämnas.

Tekniska prestanda är inte det allena saliggörande för ett tak. Visserligen spelar den tekniska funktionen ofta en avgörande roll, men i valet mellan acceptabla tekniska lösningar inverkar också en rad andra faktorer.

Ett i bästa mening effektivt tak förenar godtagbara tekniska prestanda med god driftekonomi och hög tålighet. Driftekonomin är en funktion av investeringskostnaden och livslängden, kompletterad med kostnaderna för drift och underhåll. Begreppet "tålighet" definierar vi i flera steg:

- i projekteringen: lätt att göra bra konstruktioner
- i monteringen: lätt att utföra korrekt
- i driftskedet: lätt att sköta

Därmed överensstämmer begreppet tålihet med moderna utgångspunkter för kvalitetssäkring. I detta ingår vidare att inte bara se till de tekniska egenskaperna utan att också den mänskliga faktorn utgör ett väsentligt element.

Sammantaget är "tålighet" med denna definition en fråga om riskminimering enligt välkända recept: risken för fel skall i sig vara liten; om fel ändå uppstår skall de vara lätta att identifiera och de negativa effekterna små; uppkomna fel skall vara lätta att åtgärda.

Bättre beslutsunderlag behövs

Trots att taket är den kanske viktigaste byggnadsdelen sker valet oftast utan att fastighetsägaren haft rimlig möjlighet att bedöma alternativen. En bättre tingens ordning förutsätter en kalkylmodell som väger samman anläggningskostnad, skötsel- och underhållskostnad, livslängd och omlägningskostnad samt risken för läckage och därmed sammanhängande omlägningskostnader och följdskostnader.

Den största svårigheten med detta slags kalkyler är att få fram goda referensdata. Helst borde det finnas uppgifter baserade på redovisningen inom olika förvaltningar och från en stor mängd fastigheter. Tyvärr måste man nog konstatera att enkätens kostnadsuppgifter är osäkra. Få förvaltningsföretag har en utförlig och objektbunden redovisning av skötsel- och underhållskostnader. Även där en sådan förekommer, inskränker den sig till externa kostnader och visar inte den egna personalens insatser.

En kalkylmodell kan utvecklas på skilda sätt och med olika grader av komplexitet. Avgörande för den praktiska tillämpningen torde vara att användningen är relativt enkel och att tillförlitliga referensdata finns att tillgå. En rimlig utgångspunkt är att bygga på fastighetens värdeföränd-

ring, dvs summan av alla framtida kostnader och inkomster. Med erfarenhetsbaserade referensdata kan en sådan kalkyl bli både enkel och säker.

Säkerhet och riskhantering

Valet av taklösning är i betydande utsträckning en fråga om att hantera risker. Givetvis är det tekniskt möjligt att konstruera ett säkert tak, även om kostnaden sannolikt blir orimlig. Detta betyder att en billigare lösning väljs, eftersom risken uppvägs av de lägre kostnaderna.

En fortsatt studie bör mot denna bakgrund inriktas på att granska långtidsegenskaper och livslängdskostnader för ett antal taktyper i syfte att finna lösningar som är optimala. I första hand bör frekventa och säkra takkonstruktioner jämföras, exempelvis följande:

1. Betongbjälklag med ovanpåliggande värmeisolering av mineralull med särskilt brant vattentak av panel och taktäckning av tegel, plåt eller papp. Utvändiga avlopp för hängrännor (traditionellt tak). Inredningsbar vind.
2. Betongbjälklag med ovanpåliggande värmeisolering av styva isoleringsskivor av mineralull e d och papp eller takfolie (s k varmt tak). Lutning 1:40. Invändiga avlopp.
3. Bärande lättbetong med eller utan utvändig tilläggsisolering samt papptäckning. Lutning 1:20. Invändiga avlopp.
4. Bärande trapetsprofilerad plåt med ovanpåliggande värmeisolering och papp. Lutning 1:20. Invändiga avlopp.

Bilaga 1: Beräkning av teknisk livslängd för takmaterial

Tätskiktspapp

- Byggår före 1960
En kontroll visar att de flesta är omtäckta vid en tidpunkt som inte kan anges, vilket omöjliggör beräkning.
- Byggår 1961-1965: 140 tak, varav 13 "vet ej" eller utan uppgift. Teoretisk nuvarande ålder är 23 år. En kontroll visar att ca 10 tak med fortsatt förväntad livslängd större än 10 år är omtäckta omkring 1980 och därmed idag har en ålder av 6 år. Dessa tas upp under 5, byggår efter 1976.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
10	omlagda 1980		17	170
17	23	0	23	391
72	23	3	26	1872
9	23	8	31	279
19	23	13	36	684
				36/127= 27 år

- Byggår 1966-1970: 396 tak, varav 23 "vet ej" eller utan uppgift. Teoretisk nuvarande ålder är 18 år. 20 tak är omtäckta omkring 1980 och har därmed idag en ålder av 3 år. Dessa tas upp under 5, byggår efter 1976.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
20	omlagda 1983		15	300
78	18	0	18	1404
161	18	3	21	3381
104	18	8	26	2704
10	18	13	31	310
				80/373= 22 år

- Byggår 1971-1975: 324 tak, varav 19 "vet ej" eller utan uppgift. Teoretisk nuvarande ålder är 18 år. 10 tak är omtäckta omkring 1985 och har därmed idag en ålder av 1 år. Dessa tas upp under 5, byggår efter 1976.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
10	omlagda 1985		12	120
42	13	0	13	546
64	13	3	16	1024
101	13	8	21	2121
88	13	13	26	399
				60/305= 20 år

- 5 Byggår 1976-: 72 tak, varav 23 "vet ej" eller utan uppgift. Därtill kommer omtäckta tak från 2-4.
Teoretisk nuvarande ålder är 8 år. Uppgiftslämnarna anser att flertalet tak på grund av bättre material (jmf reviderade RA till HusAAMA 1978) än tidigare har en kvarstående livslängd på 20 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
10	6 (oml)	20	26	260
20	3 (oml)	20	23	460
10	1 (oml)	20	21	210
7	8	0	8	56
5	8	3	11	55
19	8	8	16	304
18	8	20	28	504
				189/89= 21år

Plan plåt

- 1 Byggår före 1960: 182 tak, varav 13 "vet ej".
Teoretisk nuvarande ålder är 30 år. 10 tak är omtäckta och tas upp under 5, byggår efter 1976.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
10	omlagda		25	250
4	30	0	30	120
27	30	8	38	1026
126	30	13	43	5410
				6872/169= 41

- 2 Byggår 1961-1965: 48 tak, varav 28 "vet ej".
Teoretisk nuvarande ålder är 23 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
1	23	3	26	26
19	23	15	38	722
				748/20= 37 år

- 3 Byggår 1966-1970: 12 tak.
Teoretisk nuvarande ålder är 18 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
3	18	0	18	54
9	18	20	38	342
				396/12= 33 år

- 4 Byggår 1971-1975: 30 tak, varav 19 "vet ej".
Teoretisk nuvarande ålder är 13 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
1	13	8	21	21
10	13	25	38	380
				401/11= 36 år

- 5 Byggår 1976-: 40 tak, varav 23 "vet ej" och 10 omtäckta från 1.
Teoretisk nuvarande ålder är 8 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
10	5 (omt)	30	35	350
1	8	0	8	8
1	8	3	11	88
5	8	30	38	190
				636/17= 37 år

Tegelpannor

- 1 Byggår före 1960: 136 tak, varav 93 "vet ej".
Teoretisk nuvarande ålder är 30 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
2	30	0	30	60
9	30	3	33	297
2	30	8	38	76
30	30	15	45	1350
				178/43= 41 år

- 2 Byggår 1961-1965: 1 tak.
Teoretisk nuvarande ålder är 23 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
1	23	20	43	43 år

- 3 Byggår 1966-1970: 1 tak.
Teoretisk nuvarande ålder är 18 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
1	18	25	43	43 år

- 4 Byggår 1971-1975: 1 tak.
Teoretisk nuvarande ålder är 13 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
1	13	30	43	43 år

- 5 Byggår 1976-: 4 tak.
Teoretisk nuvarande ålder är 8 år.

<i>antal</i>	<i>nuv. ålder</i>	<i>uppskattad tid kvar</i>	<i>summa livslängd</i>	<i>tillsammans</i>
4	8	35	43	43 år

Bilaga 2: Genomförda intervjuer

AB Nackahem

Kontaktpersoner: Eivar Fallen, Ricky Johansson, Sven Nordström och Gunnar Scherman.

Nackahems förvaltning omfattar ca 4.800 lägenheter. Totala takytan kan beräknas till 140.000 m². 60 procent av takytan är låglutande (minst 4 grader).

Branta tak

Tak med lutning på minst 14 grader är i regel täckta med tegel- eller betongpannor och endast i undantag med "enkel" undertäckning (board eller folie). Frostsador i tegel förekommer i "normal" omfattning.

Isproblem vid takfot (istappar, svallis och vattenuppdämning) uppträder särskilt vid inredda vindsvåningar.

Låglutande tak

Inom förvaltningen finns inga horisontella tak. De flesta konstruktionerna består av uppstolpade, ventilerade trätak med papptäckning. Fr o m mitten av 1970-talet har Butyl-duk använts i viss utsträckning och alltid med skyddad singelyta. Bl a finns inom ett bostadsområde 20 lamellhus med Butyl-duk, Dessutom finns ett antal plåttak.

Även om smärre skador förekommit på takytorna har det stora problemet varit isskador vid dåligt utkragad takfot. Sprickor i papptäckning på styrencellplast har även uppmärksammats, liksom läckage vid (felaktiga?) takbrunnar. Butyl-duk, som ligger löst och singelbelastad på cellplast har inte skadats av krympning i cellplasten. Däremot finns krympdefekter i duken och lokalt även perforations-brott.

Plåttaken bedöms som "både bra och dåliga".

Generella synpunkter på takkonstruktioner:

- Uppstolpade tak är att föredra eftersom de är åtkomliga för inspektion
- Singelyta har nackdelen att det är svårt att lokalisera skador

AB Botkyrkabyggen

Kontaktpersoner: John Olsson, Göte Petersson och Ove Siira.

Lägenhetsbeståndet är ca 12.000 och den beräknade takytan ca 350.000 m².

Branta tak

De äldsta husen inom förvaltningen, byggda fr o m 1955, är branta med tegeltäckning på råspont, underlagspapp och läkt. Fr o m 1960-talet har de branta taken i ökande omfattning täckts med betongpannor. Efter 1970 har betongpannorna lagts på "enkel" undertäckning (board). Flera av dessa tak är otäta. Lokala eller mera omfattande utbyten av tegelpannor sker nu på de äldsta taken.

Låglutande tak

På ett större bostadshus, byggt 1954, med sadeltak med ca 10 graders lutning och plåttäckning hade man stora problem med isbildning vid den låga takfoten. Efter tilläggsisolering i konstruktionen har isbildningen och vattenuppdämningen minskat radikalt.

På ett antal punkthus, byggda 1959-1961, med ca 7 graders lutning och "plana" rännदार samt brandtäckning med plåt fick man efter ett tiotal år en del falsläckage. Genom att periodiskt underhålla med Hagmanit har man därefter kunnat hålla taken täta.

De äldsta papptäckta taken är byggda 1957. Lutningen på dessa tak är 5-7 grader. Papptäckningen har underhållits med takmassa men är inte omlagd. Taken är uppstolpade med utvändiga avlopp och dålig värmeisolering, vilket förorsakat kraftig isbildning vid takfoten.

På papptäckta uppstolpade tak i Tumba Centrum, byggda 1965, har förekommit läckage i kopplingar mellan papp och plåt. Det har varit särskilt svårt att få tätt mellan plåttäckta uppbyggnader och papptäckningen.

I Storvreten finns ett antal papptäckta tak, byggda 1967-72, med försänkta rännor. Takyterna har fungerat bra, medan rännorna p g a blåsor och skarvsläppor ständigt läckt.

I Fittja finns från samma tidpunkt ett 10-tal "varmtak", d v s betongbjälklag med styva isoleringsskivor som underlag för tätskiktet. Det senare är antingen Butyl med singelyta eller "exponerad" papptäckning. Mindre läckage har förekommit, vilket dock delvis beror på brister och fel i kompletterande plåtarbeten. Man har även noterat krympning i Butyl-duken och blåsor i papptäckningen.

I Alby finns ett tak med Butyl-duk utan singelyta. Här uppstod efter ca 5 år ett antal läckage.

På ett antal papptäckta tak i Alby har man svåra läckage p g a otätheter vid takbrunnar, plåtdetaljer och skarvsläppor vid gasblåsor.

Svenska Bostäder

Kontaktperson: Bengt Rundqvist

Inom förvaltningen finns idag 50.000 lägenheter med en total takyta på 1.350.000 m².

Under 1960-talet byggdes mycket ventilerade tak med "lättbetongplank" (7 ca ÖT-element) på stolpkonstruktion. Taken, som är papptäckta, har fungerat bra.

För branta tak med takpannor har använts konventionellt undertak (underlagstäckt panel). På dessa tak har man haft problem endast med is vid takfot, särskilt vid inredda (varma) vindar och i innerstaden (skuggade fasader). Utbyte av tegel anses "normalt".

Efter 1970 har dock förekommit horisontella rännदार i papptäckta tak, vilket varit de enda egentliga problemen med de låglutande taken.

Trapetsprofilerad plåt (ingår ovan i "takpannor) har använts endast vid lutning över 14 grader.

HSB, Östra regionen

Kontaktpersoner: Stig Nilsson, S-O Hagberg och Pede Tyvander.

Inga uppgifter om lägenhetsbestånd eller taktytor.

Intressanta upplysningar om förekommande konstruktioner:

- Inga horisontella tak
- Ingen cellplastisolering på varmtak
- Äldsta låglutande taket finns på Kungsklippan. Taket, som är byggt i mitten av 1930-talet, har 7 graders lutning och är plåttäckt. Plåten skall nu bytas
- Eternittäckningar från 1950- och 60-talen är i behov av att bytas

Byggnadsnämnden, Botkyrka kommun

Kontaktperson: Kjell Nilsson

Byggnadsnämnden har sammanställt uppgifter i de olika kommun-delarna.

Salem (numera ej Botkyrka kommun)

Cirka 2.000 hus från slutet av 1960-talet med förtillverkade trätak, lutning 1:20 och papptäckning har fungerat bra. Detsamma gäller ca 150 hus med norska element, brant lutning och tegel, byggda i mitten av 1970-talet.

Kondensproblem på grund av konvektion förekommer.

Fittja

Ett par hundra hus byggda 1972-73 med lättbetongtak har haft stora läckage, som har varit svåra att lokalisera och tätta. Taken är delvis isolerade med styrenplast, täckta med YAM-papp, al-folie och singel och har tak med takbrunnar i högpunkter.

Alby

Hissmaskinrummen på några flerbostadshus täcktes omkring 1970 med Trocal PVC-folie. Folien har krympt och spruckit och är i behov av att bytas ut.

Tumba

Ett antal enbostadshus med 45 graders lutning, "enkel" underlags-täckning och tegel, byggda på 1970-talet har varit problemfria. För s k styckehus förekommer lutning ner till 14 grader. Då är taket emeller-tid försett med undertäckning av papp på panel.

Storvreten, Vårsta

Enbostadshus byggda med fabriksstillverkade yttertak, lutning 1:20 och papptäckning, har givit flera fall av kondens och mögel (p g a kon-vektion).

Bilaga 3: Litteraturförteckning

Referenser

- {1} Hanson, R: Hur skall man utforma ett "plant" tak? Nordisk Byggdag 1950.
- {2} Hanson, R: Papptak, klistrade dubbeltäckningar. Byggeforskningen, broschyr nr 7, 1954.
- {3} Hanson, R: Takterrasser. Tätskikt och skyddsbeläggning. Statens nämnd för byggnadsforskning, rapport 62, 1960.

Övrig litteratur

- Ahlén, B, Gregorson, M, Söderberg, A & Odéen, K: Utvändig brandspridning längs tak. Byggeforskningen R63:1980.
- Andersson, G: Utvändigt isolerade plåttak - deformationsbegränsande krav. Inst f konstruktionslära, KTH, rapport 2. Stockholm 1973.
- Antell, O: Skador och vanliga problem på tak täckta med pannor av tegel och betong. Byggindustrin 19/86.
- Antell, O: Underhållsmålning av plåttak. *Byggindustrin* 21/86.
- Björhn, M & Borggren, L: Papp på träunderlag. En undersökning avseende pappspikens utdragshållfasthet och underlagspappens stanshållfasthet. Inst f byggnadsteknik, LTH, examensarbete X2:71.
- Becker, B, Follin, T, Pettersson, H & Södergaard, S: Fukt, tak. Byggeforskningen T31:1981.
- Bygginfo: Yttertak. Klimatpåverkan, skador och lösningar. 1980.
- Carlsson, B, Elmroth, A & Engvall, P-Å: Lufttäthet och värmeisolering - byggnadstekniska lösningar. Byggeforskningen T24:1979.
- Elmroth, A, Forslund, J & Rolén, C: Energibesparing i bostadshus. Inst f byggnadsteknik, KTH, meddelande nr 133, 1981.
- Eriksson, P & Johansson, M: Undersökning av tillståndet hos äldre papptäckta tak. Inst f konstruktionsteknik, CTH, examensarbete 1986.
- Fahlström, K-E: Isbildning på yttertak i övre Norrland. Byggeforskningen 1980.
- Follin, T: Utbildningsmaterial för bostadsförbättring: Fukt. Bostadsstyrelsen och Statens planverk, 1985.
- Friberg, R: Utvändigt isolerade plåttak - akustik. Byggeforskningen R18:1975.
- Fuktgruppen vid LTH: Fuktgruppen informerar. Meddelande nr 1, Lund 1983.
- Gullbrandsen & Gustavsson: Gavel- och takfotsbeslag på utvändigt isolerade plåttak. Inst f konstruktionsteknik, CTH, examensarbete 1972.
- Hanson, R: Papptak. Några erfarenheter från en inventering. *Byggmästaren* B3, 1953.
- Hanson, R: Plana papptäckta industritak. *Väg- och vattenbyggaren* 7:1961.
- Hanson, T: Fuktskydd i småhus. Statens planverk, 1983.
- Holmberg, Å: Stormskador på byggnader. Byggeforskningen R29:1970.
- HusAMA 83 samt RA 83: Råd och anvisningar till HusAMA 83. AB Svensk Byggtjänst 1983.
- Höglund, I: Metod för beräkning av extrema yttemperaturer hos isolerade ytterkonstruktioner. Byggeforskningen R6:1973.
- Höglund, I: Elementär byggfysik. Inst f byggnadsteknik, KTH, Meddelande nr 111, 1977.
- Höglund, I & Nilsson, S: Takteknik. Byggförlaget, 1981.
- Höglund, I & Andersson, P: Ombyggnad och tilläggsisolering av flacka tak. Inst f byggnadsteknik, KTH, Meddelande nr 143, 1981.
- Isaksen, T & Juul, H: Skumplast og papp på tak. Norges Byggeforskningsinstitutt, Oslo 1973.

forts.

- Isaksen, T, Juul, H & Paulsen, E M: Folietekte tak. Norges Byggeforskningsinstitutt, Oslo 1984.
- Johansson, G: Stormskador i västra Sverige. Byggeforsknigen R33:1970.
- Johansson, G: Utvändigt isolerade plåttak. Byggeforsknigen T22:1978.
- Johansson, G: Dubbla plåttak. Byggeforsknigen R98:1984.
- Lidvall, J: Läckage och fuktskador i flacka yttertak. *Byggindustrin* 15/86.
- Malmsten, B: Industritak. Inf för byggnadsindustrin AB, Farsta 1968.
- Malmsten, B: Tak till flerfamiljshus. Inf för byggnadsindustrin AB, Farsta 1969.
- Mattsson, B: Värmetekniska egenskaper hos utvändigt isolerade plåttak. Inst f byggnadsteknik, KTH, ännu ej publicerad.
- Nevander, L-E & Elmarsson, B: Fukthandbok. AB Svensk Byggtjänst 1981.
- Nilsson, S: Konvektionsproblem i yttertak. Takrådet, Malmö 1983.
- Nilsson, S: Underhåll och renovering av papptäckta tak. Takrådet, Malmö 1983.
- Nilsson, S: HusAMA 83 - en kommentar till ändringar av L-kapitlet. *Husbyggaren* 3/84.
- Nilsson, S: Mekaniskt infästa tätskikt - spänningar och deformationer p g a vindlast. Byggeforsknigen R17:1985.
- Nilsson, S: Papptäckta yttertak - detaljer. *Byggindustrin* 28/86.
- Nilsson, S: Renovering av papptäckta tak. *Byggindustrin* 4/87.
- Nordin, K: Tätskikt på låglutande tak. Statens provningsanstalt, Teknisk rapport SP-RAPP 1982:11.
- Osterling, T: Taktäckning av plåt. *Byggindustrin* 6/87, 8/87 och 12/87.
- Petersson, B-Å: Det omvända taket. CTH, Göteborg 1977.
- Petersson, B-Å: Tilläggsisolering av tak. Byggeforsknigen R81:1983.
- Samuelsson, I: Tak. Inst f byggnadsteknik, LTH, 1973.
- Samuelsson, I: Fukt i utvändigt isolerade plåttak. Inst f byggnadsteknik, LTH, Rapport 67, 1973.
- Samuelsson, I: 20 fuktskador. Byggeforsknigen T11:1978.
- Sjöström, C, Svennerstedt, B & Tolstoy, N: Extraordinärt underhåll i bostadsbeståndet. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande 82:12.
- Tolstoy, N & Svennerstedt, B: Reparationsbehov i bostäder och lokaler. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande 84:10.
- Strandberg, S: Yttertaktäckningsmaterial. AB Svensk Byggtjänst, Rapport 8, 1982.
- Svennerstedt, B: Hur ofta behöver husen underhållas? *Byggeforskning* 1982:8.
- Stålbyggnadsinstitutet: Tak av profilerad stålplåt med obrännbar mineralullsisolering och tätskikt av papp. Publikation 73, 1980.
- Svensk Byggnorm - SBN 1980. Statens planverk.

Svensk standard

- BST 105. Byggpapp - översikt.
- SS 23 68 03. Byggpapp - fordringar.
- SS 23 68 05. Byggpapp - provningar.
- SS 02 15 82. Byggmaterial - Provning - Vattenånggenomgångsmotstånd.
- SS 24 11 10. Folier av gummi och plast - Fordringar.
- SS 24 11 11. Folier av gummi och plast - Fordringar, böjbarhet i kyla.

Bilaga 4:
Takinventering, enkätformulär

Fastighetsägare/förvaltare :

Fastighet :

1	Byggnadskategori				Anm
2	Byggnad litt	A	B	C	
3	Byggår				
4	Takarea				
5	Taktyp/konstruktion				
6	Taklutning				
7	Avvattning ; typ				
8	Ventilation ; typ				
9	Taktäckningsmaterial				
10	Underlag för taktäckning				
13	Skötsel				
14	Underhåll/reparationer				
15	Ombyggnad/omtäckning				
16	Beräknad återstående tid till ombyggnad/omtäckning				
17	Allmänt omdöme				
18	Orsak till misslyckande/ problem				

Anm. Fråga 11 och 12 ingår ej i enkätformulär II

Bilaga : Anvisningar för ifyllande, 5 sidor

ANVISNINGAR FÖR IFYLLANDE AV
ENKÅT - OCH BESIKTNINGSFORMULÄR II

1(5)

1. Byggnadskategori

- 1 Flerbostadshus
- 2 Skola
- 3 Barndaghem
- 4 Fritidsgård
- 5 Sjukhus, vårdhem
- 6 Förvaltningsbyggnad (kontor, post etc)
- 7 Affärshus
- 8 Industri
- 9 Annan byggnad (Ange verksamhet)

2. Byggnad litt

Beteckningarna A, B, C används
om flera byggnader redovisas

3. Byggår (Ursprungligt byggår. Se även 15)

- 1 - 1960
- 2 1961- 65
- 3 1966- 70
- 4 1971- 75
- 5 1976

4. Takarea

- 1 < 500 m²
- 2 500-2000 "
- 3 2001-10.000 "
- 4 >10.000

5. Taktyp/konstruktion

- 1 Ventilerat brant tak (lutn. $\geq 1:4$)
- 2 " låglutande tak (" < 1:4)
- 3 Varmt tak

6. Taklutning

- 1 Ingen lutning (kvarstående vatten)
- 2 $\leq 1:16$ ($\sim 4^\circ$)
- 3 $\geq 1:16$
- 4 $\geq 1:10$ ($\sim 6^\circ$)
- 5 $\geq 1:4$ ($\sim 14^\circ$)

7. Avvattning

- 1 Utvändigt avlopp.
- 2 Invändigt " , rännor utan lutning
- 3 " " " , " med "

8. Ventilation

- 1 Ingen ventilation
- 2 Genomströmningsventilation
- 3 Termisk ventilation
- 4 Mekanisk frånluftsventilation
- 5 " tilluftsventilation

9. Taktäckningsmaterial

- 1 Tätskiktspapp
- 2 " med singelyta
- 3 Takfolie (gummi eller plast)
- 4 " (" ") med singelyta
- 5 Plan plåt , förzinkad stålplåt
- 6 " " , rostfri
- 7 " " , aluminiumplåt
- 8 " " , kopparplåt
- 9 Trapets- eller vågprofilerad plåt , förzinkad stålplåt
- 10 " " " " , aluminiumplåt
- 11 Tegelpannor
- 12 Betongpannor
- 13 Plåtpannor
- 14 Skifferplattor
- 15 Asbestcementplattor (Eternit)

10. Underlag för taktäckning

- 1 Trämateriel
- 2 Isoleringsskivor (Ange, om möjligt, material)
- 3 Lättbetong
- 4 Betong

(11. Takkant)

Ifylles endast i formulär I

(12. Anslutning till vägg, sarg e d)

Ifylles endast i formulär I

13. Skötsel

(Angi i anm.kol. typ av aktivitet, t.ex. sopning, rensning av brunnar, snöskottning, inspektioner)

Kostnad:

1	< 0:50	kr/m ² år
2	0:51- 1:00	-"-
3	> 1:00	-"-
4	Vet ej	

14. Underhåll/repARATIONER

(Angi i anm.kol. typ av åtgärd, t.ex. målning, behandling med takmassa, lagning av sprickor, nertagning av blåsor, lagning av falsar, utbyte av takpannor)

Kostnad:

1	< 1:00	kr/m ² år
2	1:01- 2:00	-"-
3	2:01- 5:00	-"-
4	5:01-10:00	-"-
5	10:01- 20:00	-"-
6	> 20:00	-"-
7	Vet ej	

15. Ombyggnad/omtäckning

Före 10 års ålder

Kostnad:

1	< 100:00	kr/m ²
2	100:00 - 150:00	-"-
3	151:00 - 200:00	-"-
4	201:00 - 300:00	-"-
5	301:00 - 400:-	-"-
6	> 400:00	-"-

Mellan 10 och 15 års ålder

Kostnad:

7	< 100:00	kr/m ²
8	100:00 - 150:00	-"-
9	151:00 - 200:00	-"-
10	201:00 - 300:00	-"-
11	301:00 - 400:00	-"-
12	> 400:00	-"-

Mellan 15 och 25 års ålder

Kostnad:

13	< 100:00	kr/m ²
14	101:00 - 150:00	-"-
15	151:00 - 200:00	-"-
16	201:00 - 300:00	-"-
17	301:00 - 400:00	-"-
18	> 400:00	-"-

Efter 25 års ålder

Kostnad

19	< 100:00	kr/m ²
20	101:00 - 150:00	-"-
21	151:00 - 200:00	-"-
22	201:00 - 300:00	-"-
23	301:00 - 400:00	-"-
24	> 400:00	-"-

16. Beräknad återstående tid till ombyggnad eller omtäckning

1	Omedelbart behov
2	2-5 år
3	6-10 "
4	> 10 "
5	Vet ej

17. Allmänt omdöme

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

18. Orsak till misslyckande /problem

- 1 Läckage
- 2 Kondens
- 3 Annan orsak

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850559-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Byggnadsfirman
Viktor Hanson AB. Projektet har till hälften finansierats av
Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.**

R100: 1987

ISBN 91-540-4800-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707100

Abonnemangsgrupp:

T. Fastighetsförvaltning

Z. Konstruktioner och material

Distribution:

Svensk Byggtjänst, Box 7853

103 99 Stockholm

Cirka pris: 39 kr exkl moms