



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



R85:1980

780055

Utvändigt isolerade plåttak

**Reserapport från besök i USA
och Kanada**

**Bertil Eriksson
Germund Johansson
Sune Nilsson
Vidar Sjödin**

Byggtforskningsrådet

R85:1980

UTVÄNDIGT ISOLERADE PLÅTTAK

Reserapport från besök i
i USA och Kanada.

Bertil Eriksson
Germund Johansson
Sune Nilsson
Vidar Sjödin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780055-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenskt Stål
DOBEL, Avd. DBF, Borlänge.

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

R85:1980

ISBN 91-540-3271-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 054387

BAKGRUND

Ett stort antal forskningsprojekt rörande olika egenskaper hos det utvändigt isolerade plåttaket har genomförts under 70-talet. Resultaten av dessa har sammanfattats av Germund Johansson i BFR-rapporten T22:1978 "Utvändigt isolerade plåttak", Sammanfattningen S35:1978 i bilaga.

På resan deltagande industrirepresentanter, som följt FoU-projektet från programarbetets start 1970 tills dess avslutning 1978, bedömde tillsammans med Germund Johansson och BFR det som värdefullt att genomföra en studieresa i uppföljningssyfte.

Resan kom därför att företas för att

- a) kartlägga den nordamerikanska och kanadensiska takmarknaden
- b) jämföra erfarenheter och utvecklingstendenser av utvändigt isolerade plåttak i Sverige med motsvarande i USA och Kanada
- c) presentera försöksresultat från de svenska undersökningarna för bl a National Bureau of Standards, Factory Mutual Research och Metal Roof Deck Association i USA samt National Research Council i Kanada.

Resan har till ca 45% bekostats av Statens råd för byggnadsforskning, till övrig del av respektive resedeltagares företag eller institution.

INNEHÅLL

1.	DEN NORDAMERIKANSKA TAKMARKNADEN	5
1.1	Tunnplåtsmarknaden	5
1.2	Takisolermarknaden	7
1.2.1	Allmänt	7
1.3	Takisoleringar i USA och Kanada	8
1.3.1	USA	8
1.3.2	Isoleringar	8
1.3.3	Övriga taktyper	11
1.3.4	Canada	12
1.3.5	Rekommendationer	12
1.4	Taktäckningsmarknaden	14
1.4.1	Produkter och teknik	14
1.4.2	Marknadsföring, entreprenadverksamhet	16
1.4.3	Forsknings- och utvecklingsverksamhet	16
2.	RESPLAN	19
2.1	National Bureau of Standards (NBS) Washington	23
2.2	American Iron and Steel Institute, Washington .	25
2.3	Butler Manufacturing Company, Kansas City	27
2.4	Midwest Roofing Contractors Association (MRCA) Convention i Minneapolis	31
2.4.1	Intryck från utställningen	31
2.4.2	Program	34
2.5	Byggplatsbesök i Minneapolis	39
2.6	The Steel Company of Canada (STELCO), Hamilton.	42
2.7	Canadian Construction Association, Ottawa	44
2.8	Department of Public Works	45
2.9	National Research Council, Division of Building Research, Ottawa	47
2.10	National Research Council, Division of Building Material, Ottawa	50
2.11	Factory Mutual (FM) Research Center, Boston ...	52
2.12	Quebec Master Roofing Contractors Association .	54
BILAGA	57

1. DEN NORDAMERIKANSKA TAKMARKNADEN

1.1 TUNNPLÅTSMARKNADEN

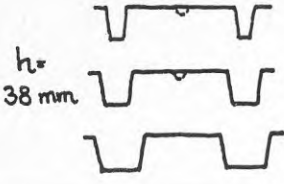
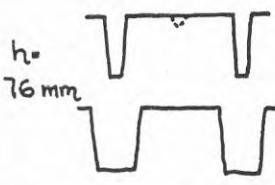
De ståltillverkande företagen, typ US Steel Corp, Bethleem Steel Corp osv och i Kanada The Steel Company of Canada, har FoU-verksamhet riktad åt såväl material- och processforsknings- som användningsteknisk FoU. De producerar dock i allmänhet ej färdiga byggprodukter. Däremot hjälper man vissa köpare som manufakturerar tunnplåten i deras FoU-verksamhet.

Tillverkarnas branschintressen samlas inom the American Iron and Steel Institute. Dessutom finns organisationer av typen Metal Roof Deck Association för att ta hand om tekniska och kommersiella frågor av gemensam natur.

En typisk producent av färdigprodukter för byggändamål är Butler Manufacturing Co som utvecklar, tillverkar och marknadsför sina produkter. Försäljning och entreprenadåtaganden ligger på ett stort antal återförsäljare "dealers" med god marknadstäckning. Butler står för konstruktioner, materialoffert och utförandehandlingar. Dealern svarar för den totala entreprenaden gentemot kunden.

Genom ett omfattande och systematiskt utbildnings/informationsprogram med regelbundna träffar säkerställs nödvändigt informationsutbyte (tekniska nyheter resp feed-back).

Kraven på den bärande stålplåten definieras i Manuals for Built Up Roofs. Här hänvisas till Factory Mutual från vilken nedanstående tabell hämtats.

Profil	Stålkärnans tjocklek			
	0,72	0,87	1,14	1,44
 $h = 38 \text{ mm}$	1,37	1,52	1,83	1,98
	1,52	1,68	1,83	—
	1,68	1,83	2,13	2,44
 $h = 76 \text{ mm}$	3,05	3,66	4,42	5,18

Maximala rekommenderade spännvidder
i meter för takplåt till Built Up Roofs
[Factory Mutual System 1975]

Generella krav förväntas komma i en ASTM-standard som håller på att utarbetas. Den lägsta tillåtna tjockleken hos stålkärnan är 0,72 mm och nedböjningen tillåts ej överstiga $1/240$.

Plåten infästes vanligen till underlag av stål med pluggsvetsning ($\phi 13 \text{ mm}$ c/c max 308 mm). I sidöverlapp utnyttjas punktsvets eller självborrande skruvar c/c max 0,91 m.

1.2 TAKISOLERMARKNADEN

1.2.1 Allmänt

Den Nordamerikanska isolermarknaden totalt sett domineras av ett fåtal stora företag. Dock har under de senaste åren uppstått ett stort antal små enheter som marknadsför produkter främst baserade på plaster och där uretaner på senare år fått en allt mer ökad användning.

Det ojämförligast största företaget är OWENS CORNING som har sin produktion främst på glasullsisoleringen. Deras största marknad är lätta produkter. Då behovet av isolering nu även ökat i USA så har man trots stora investeringar börjat släppa den tunga sidan (dvs takisoleringen) för att kunna tillfredsställa efterfrågan på lätt isolering.

Andra stora glasullsföretag är CERTAIN-TEED, till största delen ägda av den europeiska storkoncernen Saint-Gobain, Johns Manville samt US Gypsum.

Några stenullsföretag av större betydelse finns ej i USA. Den stenull som marknadsförs har sin användning främst inom högtemperatursektorn.

Det största cellplastföretaget är DOW Chemical. De s k direkt-expanderande styrencellplaster som de producerar är mest använda inom plastsidan. De är i det närmaste ensamma om den produkten. Vanlig styrencellplast har en begränsad marknad.

Det ökade behovet av isolering kombinerat med begränsad kapacitet hos glasullstillverkare har bl a inneburit att nya isolermaterial har fått rätt stor användning. Det gäller främst uretaner där ett antal stora företag har vuxit upp väl understödda av stora kemikoncerner typ UP JOHN. Den mest kända uretanproducenten är Cellotex ingående i den stora byggmaterialkoncernen June Walter Company. En annan produkt som fått stor användning är isolering med cellulosafiber som sprutas in i olika konstruktioner företrädesvis vindsbjälklag.

Träull förekommer i mindre omfattning och då främst i kombination med uretaner.

1.3 TAKISOLERINGAR I USA OCH CANADA

1.3.1 USA

Det är tämligen svårt att få fram exakta siffror på hur stor marknaden är för takisoleringar i USA och Canada - speciellt det förstnämnda. Av National Roofing Contractors Ass., som är en intresseorganisation för takläggare i USA, har vi fått följande uppgifter som i stort bör vara representativa.

Nybyggnadsmarknaden är 100 - 120 milj m²/år och renoveringsdelen omkring 40 - 50 milj m²/år.

Fördelningen på nybyggnadskonstruktioner är ungefär följande:

Stålplåt	44 %
Trä	19 %
Platsgjuten betong	13 %
Betongelement	10 %
Övriga platsgjutna konstruktioner (bl a gips)	5 %
Övrigt	9 %

1.3.2 Isoleringar

Enligt uppgift är ca 75 % av takkonstruktionerna i USA isolerade.

Förekommande typer av isoleringar och tjocklekar avviker rätt mycket från svenska förhållanden. De produkter som används är utvecklade med hänsyn till de krav man har på plåt och taktäckning, vilka båda rätt väsentligt avviker från våra förhållanden. Bl a påverkar de krav på maximal nedböjning av plåt i rätt hög grad.

Val av isolermaterial och tjocklek beror bl a på vad byggnaden skall användas till, typ av underlag, val av försäkringsklass, lokala byggnormer m m.

De brandtekniska krav som finns baseras mest på de krav som försäkringsbolagen ställer, vilka styrs av de stora testanstalterna Factory Mutual och Underwriters Laboratories. De krav som ställs

är främst på s k genombränning. Vid användning av brännbara plaster kombinerar man dessa med produkter med låg brandbelastning. De är ej att jämföra med våra s k obrännbara produkter.

Följande isoleringar är de mest förekommande:

- Perlit (ca 40 % av marknaden)

Perlit är en produkt som till största delen består av expanderad perlit uppblandad med bindemedel och fiber. Den har ett λ_{10} -värde på ca $0,052 \text{ W/m}^2$ och har ingen kapillär sugförmåga. Den är ytbelagd med en asfaltemulsion eller papp så att den ej skall ta upp så mycket asfalt vid klistring på taket.

Den används mycket i kombination med uretaner som brandhämmande produkt. Denna kombinationsprodukt inkluderas i ovan angiven marknadsandel.

Maximal tjocklek är 5 cm. Kombinationsprodukter upp till 12 - 15 cm (se övrigt).

Mest kända produktnamnet är Fesco Board, producerat av Johns Manville jämte Permalite.

Kombinationsprodukter finns hos ett flertal företag.

- Glasull (ca 17 % av marknaden)

Den överensstämmer i stort med de glasullsprodukter som finns i Europa. De är dock genomgående täckta med ett pappersskikt på ena sidan, som sträcker sig över två kanter. Detta pappersskikt är limmat till glasullen med ett ca 3 mm tjockt asfaltskikt som bl a har till uppgift att göra produkten beträddbar.

Värmeledningstal anges till ca $0,038 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Den kan ej levereras i tjockleker över 2 1/4". Den största producenten är Owens Corning.

- Uretaner (ungefär 12 % av marknaden)

Dessa produkter har ökat i användning alltefter att isolerkraven ökat. Främst förekommer de i kombinationer med perlit för att uppfylla brandkraven Dock förekommer så stor del som 12 % som rena uretanprodukter. Några produkter, typ polyisocyanurat som är brand-

tekniskt bättre än vanlig uretan, förekommer ej på takmarknaden ännu. Produkten levereras med båda ytor beklädda med asfaltpapp. Det värmeledningstal (λ_{10}) som anges i fabrikanternas broschyrer är $0,022 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Vissa anger i fotnot att man bör räkna med 80 % av detta värde, då man beräknar värmemotståndet. Det är över huvud taget svårt att finna någon enhetlig uppfattning om uretaners åldring i USA. Många tycks dölja fakta - andra arbetar med värmeledningstal på $0,019 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

Det förekommer ett stort antal tillverkare av uretaner.

- Polystyren (marknad exkl. omvända tak är liten)

Den övervägande delen polystyren är av typ Roofmate, och då Dow:s rekommendationer är att ej lägga papp utvändigt på sina produkter så är marknaden inom Built Up Roofs liten. Däremot har Dow en rätt stor marknad inom området omvända tak. (Up side down-konstruktioner).

- Träull

Träull förekommer dels som enskild produkt och dels som element men mest i kombination med uretaner.

Angivna värmeledningstal ca $0,072 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

- Övrigt

Kombinationsprodukter främst med Perlit och uretan ökar i omfattning, då behovet av ökade isolertjocklekar har blivit alltmer framträdande i USA. Glasull kan bara produceras i ca 6 cm tjocklek och perlitprodukter i maximalt 5 cm. Glasullstillverkarna finner ej ekonomi eller andra skäl i att konkurrera med dessa kombinationsprodukter. De koncentrerar sig helt på att försöka tillfredsställa det mycket starkt ökade behov som finns av lätta produkter. Johns Manville, som ej har någon hård glasull, marknadsför sin Fesco Board (perlitprodukt) som komplement till uretaner. Man använder vanligtvis en 20 mm tjock Fesco Board i kombination med uretan. Vid en total tjocklek på $t \text{ ex } 3 \frac{1}{4}''$ (8,3 cm) så får man ett k-värde på ca 0,28 enligt de beräkningsregler som tillämpas i USA. Här i landet

räknar vi med s k praktiskt tillämpbara värmeledningstal, varför motsvarande tjocklek på en dylik sandwichisolering bör bli ungefär $0,31 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

En av de största producenterna av kombiprodukter är GAF Corp.

Perlit och cellplastprodukter med avtrappad tjocklek för att ta takfallet i isoleringen förekommer i viss omfattning.

1.3.3 Övriga taktyper

Det förekommer, om än i begränsad omfattning, invändigt isolerade plåttak. De är uppbyggda på åsar c/c ca 1 m och har en glasullsmatta hängande mellan stöden. Mattan är försedd med ett ytskikt av tjockare plastfolie som hjälpligt skarvas i de längsgående delarna. Över stöd komprimeras mattan väsentligt så att man enligt uppgift bara får en 55 % effekt av den totala isoleringen. För att eliminera detta har en del företag börjat använda lösningar, där man lägger remsor av Styrofoam mellan ås och plåt.

Isolertjocklekarna har ökat rätt mycket på senare år även på industrietak. Tidigare var det rätt ovanligt att isolera över 5 cm.

Följande ungefärliga tjockleksfördelning finns idag i USA för kommersiella och industriella byggnader. Det bör i sammanhanget observeras att USA har ett klimat som varierar. I de södra delarna har man Syd-Europas klimat och i de norra delarna Mellan-Sveriges klimat.

<u>Tjocklek</u>	<u>%-andel</u>
8 - 25 mm	25
27 - 50 mm	45
Över 50 mm eller vanligtvis som kombiprodukt	30

Mekanisk infästning av isolering förekommer i mindre utsträckning. Krav finns från försäkringsbolagen angående mekanisk infästning vid takfot.

1.3.4 Canada

Den kanadensiska marknaden avviker i konstruktionsutförande ej så mycket från USA:s. Storleken är givetvis mindre och är ca 10 milj m²/år. Plåttaken är ca 70 % av det totala.

Fördelningen mellan de olika isolermaterialen är följande

<u>Typ av isolering</u>	<u>%-andel</u>
Glasull	40
Perlit	20
Polystyren (inkl kombiprodukter)	15-20
Uretan (inkl kombiprodukter)	15-20
Övrigt	5

Det omvända taket med Dow:s produkter har ökat i omfattning de senaste åren. De rekommenderar ej sin produkt under papptäckning.

De tekniska kraven på isoleringar i Canada är desamma som i USA, dvs man kräver ASTM-godkännanden på produkten och Factory-provningar på brand och vindavsugning.

1.3.5 Rekommendationer

Genomgående gäller att alla producenter av isolermaterial ger ut rekommendationer s k specifications för hur deras material skall användas. Dessa innehåller även krav på underlag och hur papptäckningen skall utföras. Dessa rekommendationer måste följas av takläggaren och de är vanligtvis godkända av försäkringsbolagen.

Produktansvaret är som bekant väl utbyggt i USA.

De förutsättningar som gäller för deras ansvar kan givetvis diskuteras. Från en av de stora isolerproducenterna är nedanstående.

LIMITED WARRANTY

GAF CORPORATION MAKES NO EXPRESS OR IMPLIED REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY, DURABILITY, QUALITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE, OR ANY OTHER WARRANTY AS TO ANY PRODUCT REFERRED TO IN THIS CATALOGUE, OTHER THAN THAT, UPON SHIPMENT, IT CONFORMED TO THE DESCRIPTION THEREOF EXPRESSLY CONTAINED IN THIS CATALOGUE AND MET THE ASTM SPECIFICATION INDICATED. NO PERSON HAS BEEN AUTHORIZED TO MAKE ANY OTHER REPRESENTATION OR WARRANTY, AND ANY ATTEMPT TO DO SO IS WITHOUT EFFECT AS TO GAF CORPORATION. LIABILITY FOR NON-CONFORMITY OF ANY PRODUCT WITH SUCH DESCRIPTION OR SPECIFICATION, OR FOR NEGLIGENCE SHALL BE LIMITED TO REPLACEMENT OF NON-CONFORMING PRODUCT OR REFUND OF THE PURCHASE PRICE OF SUCH PRODUCT FROM GAF CORPORATION. AT GAF'S OPTION, GAF CORPORATION SHALL HAVE NO OTHER LIABILITY, INCLUDING STRICT LIABILITY AND LIABILITY FOR CONSEQUENTIAL DAMAGE, TO ANY PERSON. GAF assumes no liability for customers' violation of Patent or other rights. Where a Patent would be violated the customer should secure a license from the patent owner.

Det gäller följaktligen att presentera sådant informationsmaterial att det innehåller alla utförandevarianter som marknaden önskar. Dylka ansvarsåtaganden ger även möjligheter till begränsningar dvs en typ av standardisering. Generellt gäller dock att ansvarsåtagandet blir primärt entydigt överfört till producenten och att icke reellt ansvar typ det svenska typgodkännandeförförandet har något berättigande.

1.4 TAKTÄCKNINGSMARKNADEN

1.4.1 Produkter och teknik

Industrietak

Den helt dominerande takbeläggningen för låglutande tak är det så kallade built-up-systemet, som har en marknadsandel på ca 95%.

Systemet innebär att man av 3-6 relativt tunna pappskikt "bygger upp" ett 10-15 mm tjockt tätskikt. Varmasfalt används för klistring till underlaget och mellan delskikten samt som ett ca 2 mm tjockt ytskikt på sista papplaget. Skyddsbeläggning utförs därefter med grus, singel eller slagg, som delvis "bäddas in" i sista asfaltskiktet. Beroende av brandskyddskravet är denna skyddsbeläggning 15-50 mm tjock.

Pappen som används i dessa built-up-täckningar har stomme (armering) av cellulosa; i vissa fall med inblandning av lump ("rag-felt"). Stommen är impregnerad (men ej ytbelagd) med asfalt. Fortfarande används även stenkolsstjära (ca 5% marknadsandel) för impregnering och då även för klistring och som toppbeläggning.

På takytor över ca 500 m² är taktäckningsarbetet i allmänhet mekaniserat. Asfalten tas då i flytande tillstånd från raffinaderiet i tankvagn, i vilken den hålls varm (ca 180⁰ C) med gas- eller oljebrännare. Direkt från denna tank, eller via "storgrytor", pumpas asfalten upp på taket till värmeisolerade "containers". I dessa transporteras sedan asfalten ut till utläggningsmaskiner med magasin även för en papprulle med 30-50 m vådlängd. Även utläggningen av stenmaterialet sker maskinellt med så kallade "gravel-spreaders".

Utrustningen som används vid mekaniserat takarbete innebär en hög belastning, vilken ofta är dimensioneringskriterium för bärverk av profilerad plåt.

Under senare år har även skyddsbelagd papp (SAL-papp) tagits i bruk som ytskikt på flacka tak. I US fann vi vid våra byggplatsbesök SAL-papp endast vid uppdragningar av tätskikt mot vertikala ytor. I Kanada såg vi en omtäckning av ett tak på en 100 år gammal byggnad

för parlamentet utföras med en skyddsbelagd papp mycket lik den SAL 4000 (1800/600) vi använder i Sverige.

Resterande 5% av de flacka taken täcks med sk 1-ply, d v s med plåt, PVC, EPDM eller IIR (Butyl). Exempel på plåt som takbeläggning redovisas i dagrapport från besök hos Butler Manufacturing Company. Referatet av programpunkten "Will One Ply Fly" vid MRC-Conventet i Minneapolis ger i sammandrag den amerikanska takentreprenörens uppfattning om PVC- och gummifolier.

Tak till bostadshus (småhus)

Ca 90% av småhusen i US och Kanada har taklutning över 1:3. Mer än 75% av dessa branta tak täcks med asfaltshingel. Resterande ytor täcks med ceder-shingel, tegelpannor och - i ringa omfattning - betongpannor.

Det finns i huvudsak tre orsaker till asfaltshingelns dominerande ställning på den "branta" takmarknaden:

Priset spelar naturligtvis en roll. Materialets förmåga att med bibehållen täthet motstå de i stora delar av US ofta förekommande svåra hagelstormarna är en annan orsak. (Se rapport från besök hos NBS, Washington). Genom seriöst arbete med design och färgsättning har shingel dessutom blivit ett arkitektoniskt attraktivt material. (Se rapport från besök hos 3 M, Saint Paul).

Som armering i shingel används fortfarande mest organiskt material (lump och cellulosa). Under senare år har dock mineralfiberfilt i ökande omfattning tagits i bruk och har nu ca 40% marknadsandel.

De flesta shingeltyperna är "självhäftande" i överlägget. I allmänhet utförs, liksom i Sverige, underlagstäckning med en spikad papp; här av betydligt enklare kvalitet, nämligen en asfaltstruken AC-papp. Lägsta taklutning för asfaltshingel är 1:3.

1.4.2 Marknadsföring, entreprenadverksamhet

Takpapp tillverkas av ett flertal fabriker. Några av de större producenterna, Johns-Manville och Owens Corning, är även välkända, stora tillverkare av isoleringsmaterial.

Takpapp marknadsförs inte som en fristående komponent i takkonstruktionen utan i ett system som innefattar även bärverk, värmeisolering och det sammansatta tätskiktet.

Ingen av producenterna bedriver entreprenadverksamhet. Entreprenörerna i US, ca 2.000, har en federal branschorganisation, National Roofing Contractors Association (NRCA). Den största "lokala" föreningen är Midwest Roofing Contractors Association (MRCA) med ca 400 medlemmar från ca 200 företag. (Se rapport från MRCA-Convention i Minneapolis).

I Kanada finns en liknande branschorganisation, Canadian Roofing Contractors Association, vars största lokalavdelning är Quebec Master Roofing Contractors Association. (Se rapport från studiebesök i QMRCA:s regi).

1.4.3 Forsknings- och utvecklingsverksamhet

I US bedrivs FoU i statlig regi hos National Bureau of Standards, Washington (NBS), som sorterar under US Department of Commerce. Byggmateriellaboratoriet, som leds av Robert G Mathey, har en särskild avdelning för takbeläggingsmaterial. (Se rapport från besök hos NBS).

Följande intressanta FoU-rapporter inom området takbeläggingsmaterial har under de senare åren utgivits av NBS:

- o Preliminary Performance Criteria for Bituminous Membrane Roofing. (Något av en "förebild" för RA 78, kap L, till svenska Hus AMA).
- o Elastomeric Roofing: A Survey
- o Effects of Moisture in Built-Up-Roofing. A State-of- the Art Literature Survey
- o Facilities Engineering Maintenance and Repair of Roofs
- o The Viscosities of Roofing Asphalts at Application Temperatures

NBS bedriver också "uppdragsforskning" för såväl enskilda företag som branschorganisationer.

I säkerhetsfrågor med anknytning till försäkringar bedrivs forskning vid Factory Mutual Research, Boston (FM), delvis i samarbete med NBS och ASTM. (Se rapport från besök hos FM).

I Kanada är forskning och utredning helt koncentrerat till National Research Council, Canada (NRC), Division of Building Material (250 personer), som liksom NBS har ett speciellt laboratorium för takbeläggningsmaterial. Föreståndaren för detta, Heshmat Laaly, är för närvarande intensivt engagerad i ett arbete med funktionsnormer för takbeläggningar. (Se rapport från besök hos NRC, Ottawa).

2 RESPLAN

USA och KANADA 1978-10-21--11-10

Deltagare	Bertil Eriksson	DOBEL, Borlänge
	Germund Johansson	Chalmers Tekn Högskola
	Sune Nilsson	Icopal, Malmö
	Vidar Sjödin	Rockwool, Skövde

21.10 Resa till New York

23.10 American Society of Civil Engineers.
(Ej rapporterat)

24.10 Resa New York - Washington DC

25.10 National Bureau of Standards
Robert G MatheyUS Department of Housing and Urban
DevelopmentMr Lee
(Ej rapporterat)26.10 National Bureau of Standards
William C Cullen
A Philip Cramp samt inbjudna
professor David R Jenkins
takkonsult Sybe K Bakker

American Iron and Steel Institute

Dr Al Jonson

(Endast B Eriksson och G Johansson)

Resa Washington DC - Kansas City

- 27.10 Butler Manufacturing Co
W David Barker
Norman A Bellem
- 28.10 Chicago
Sears Tower m m
- 29.10 Resa Chicago - Minneapolis
- 30.10 - 1.11 Deltagande i Midwest Roofing Contractors
Ass Convention. Kontakter
Bill Kugler
Paul Morris
Kurt Carlsson
Ed Carlsson
Bob Lyons
Milton Olsson
Harwood H Fenner
- Besök hos 3M
Ward B Sanford
(Endast S Nilsson - ej rapporterat)
- Byggplatsbesök John A Dalsin and Son
Louis H Nims
- Resa Minneapolis - Detroit
- 2.11 Lincoln Research Laboratories Inc
M J Horsch
Robert Dennis Berryman
(Ej rapporterat)

- 3.11 Hamilton
Stelco
D S Sakai
F J Pearce
R M Nishizaki
Ramon L Addinall
Larry W Iife, P Eng
- 4.11 Resa Hamilton - Toronto
- 5.11 Resa Toronto - Ottawa
- 6.11 Canadian Construction Association
Douglas H Forsyth
Brice A Cruikshand
- Public Works
A Harry Fallis
John Radisch
- 7.11 National Research
Maxwell C Baker
Heshmat Laaly
Peter J Sereda
William Ireland
Mark Bomberg
- 8.11 Boston
Factory Mutual Research
Mr Dunn
Bill Moronoy

9.11

Montreal Quebec Master Roofing Contractors Ass

Generalsekreterare Henri Lamarre

Andre Lamarre

Frank E Ladner

Richard Lavigne

Dan Turcek

Claude Desormeaux

9 - 10.11

Återresa via London

2.1 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (NBS)
WASHINGTON 1978-10-25 - 26

NBS är forskningsinstitution under US Department of Commerce. Den avdelning vi besökte kallas Structures and Materials Division.

Första dagen ägnades åt besök på byggmateriallaboratoriet (Center for Building Technology) och diskussioner med dess chef Robert (Bob) G Mathey. I huvudsak behandlades funktionskrav, testmetoder och standards för takbeläggingsmaterial.

Inledningsvis redogjorde Bob Mathey för marknaden för taktäckningsmaterial i US. De s k built-up-systemens dominans inom industritakssektorn (se avsnittet "Den amerikanska takmarknaden") har gjort att FoU-arbetet i huvudsak varit inriktat på papp och asfalt som beläggingsmaterial.

Intressanta jämförelser kunde göras mellan den av NBS 1974 utgivna skriften "Preliminary Performance Criteria for Bituminous Membrane Roofing" och det svenska förslaget till kap L, RA 78 till Hus AMA. Det råder god samstämmighet när det gäller de flesta funktionskraven och provningsmetoderna. M menade dock att även sådana egenskaper som rivhållfasthet, böjbarhet, "utmattningshållfasthet" och "Thermal Shock Resistance Factor" bör provas och redovisas. Den provning av täthet efter dragning i låg temperatur som vi numera utför i Sverige skulle enligt M inte vara relevant för tätskikt med singelyta. (Vid senare samtal med entreprenörer erfor vi dock att man även i Nordamerika har problem med sprickor p g a isbeläggning, vars påverkan simuleras med denna provningsmetod).

På NBS laboratorium frapperades man av de omfattande provningarna av asfalt, i huvudsak klisterasfalt. Orsaken torde vara att de nordamerikanska tätskiktens funktion är helt beroende av egenskaperna hos den asfalt som används för klistring av de relativt dåliga pappskikten (AC-papp).

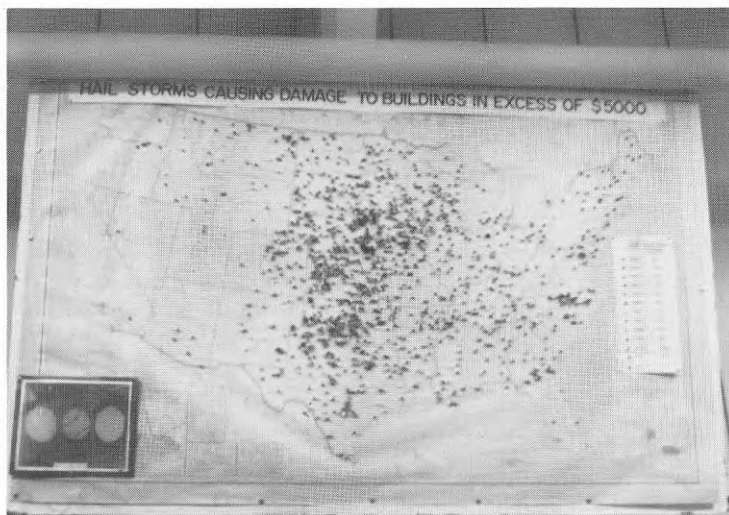
M presenterade en omfattande serie klistringsprov papp - styrencellplast, utförda på såväl byggplats som laboratorium. Provningarna visade att klistring inte kan utföras med "utläggningssvagn" och att asfalt, som påförs med s k moppor, kan ha en temperatur av högst 130^o C.

M visade också en intressant - men för oss kanske mest kuriosabetonad - provning av takbeläggningens förmåga att motstå hagelstormar. Med en "hagelsimulator" sköts iskulor med upptill 2" diameter (en bl a i mellersta västern relevant dimension) mot shingel, plåt, takpannor etc. Hagelskadornas omfattning visades på en karta enligt fotoillustration.

Till andra dagens möte hade inbjudits William C Cullen (Deputy Director, NBS, och med tidigare kontakter med LTH, Icopal m fl), David R Jenkins (Professor, Florida Technological University), A Philip Cramp (Materialforskare, NBS) och Sybe Bakker (Takkonsult, Mc Lean, Virginia).

Vi presenterade i sammandrag den svenska BFR-rapporten om utvändigt isolerade plåttak. Bl a blev provningsmetoden för "wind-uplift" föremål för diskussion (vilken senare togs upp igen med Factory Mutual och redovisas på annan plats).

Takkonsulten Bakker berättade att han har några hundra kolleger i US. Trots materialproducenternas omfattande information och "allmänpraktiserande" konstruktörers och arkitekters kunnande finns det behov av specialister vid såväl projektering som kontroll. Takkonsulterna anlitas dessutom ofta även i försäkringsfrågor vid reklameringsfall.



2.2 AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE, WASHINGTON

Torsdag 26 oktober 1978

På eftermiddagen besökte vi AISI i Washington och blev mottagna av Albert L Johnson. Institutet har för några år sedan flyttat från New York till Washington. Albert Johnson var mycket strängt upptagen men gav ett mycket positivt intryck och sparade inga mödor för att ge oss informationer. Vi diskuterade speciellt tunnplåtskonstruktioner i allmänhet och ståldäck, använda i tak, i synnerhet. Vi fick en hel del broschyrer och litteratur rörande tunnplåt.

I den första uppsatsen av "Forth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures - Recent Research and Developments in Cold-Formed Steel Structures, June 1-2, 1978, University of Missouri - Rolla" gav Albert L Johnson en översikt över AISI:s Cold-Formed Steel Design Specifications och vilka ändringar av 1968 års normer som hade gjorts och var under utarbetande. Han nämnde bl a att han trodde att nya normer skulle komma omkring 1980. Under tiden har en del tillägg kommit, bland annat initierade av Peköz besök i Sverige förra året. Vi fick en reviderad utgåva av den amerikanska tunnplåtsnormen. I tillägget finns infört de regler som tillämpas i Sverige avseende tjockleksavvikelser, interactionssamband mellan moment och upplagsreaktion över innerstöd m m.

Albert Johnson redovisade även sina synpunkter på de "Specifications" som "American Steel Deck Institute" har givit ut där man är mycket restriktiv i sina bedömningar. Bland annat tillåter man inte att man för högvärdigt stål får använda en högre tillåten spänning än vad man får för lågvärdigt stål. Detta grundas på deformationskriterier.

I ASTM:s regi finns ett antal kommittéer. Dessa kommittéer och dess nummer är som följer :

E06	Performance of Building Construction
E06.21	Durability
E06.21.01	Task Group on Roof Assemblies (ordförande Bill Maroney från Factory Mutual, Boston).
E06.21.02	Task Group on Wind uplift (ordförande Bob Mathey från National Bureau of Standards, Washington)

Bob Mathey hade vi redan träffat, Bill Maroney visade det sig att vi senare kunde träffa samman med under vårt Bostonbesök.

Johnson hoppades mycket av dessa arbetsgruppers verksamhet. Han sade själv att det fanns ett antal företagssammanslutningar och att man för att "få ordning" på dessa hade kopplat in ASTM.

Adressen till Steel Deck Institute är Steel Deck Institute, St Louis, Postbox 3812, Missouri 63 122. Bland intressanta artiklar från tunnplåtskonferensen kan nämnas bostadsbjälklag - - statisk belastning, bostadsbjälklag - dynamiska laster. The Dofasco Experimental Steel House - ett småhussystem i stål, byggt som experimenthus där en rad delproblem studerats. En undersökning av kontinuerligt upplagda lättbalkar av tunnplåt m m.

Albert Johnson lovade att hjälpa till med ytterligare informationer om vi så önskade.

Förutom den tidigare nämnda "Rolla-konferensen" erhöll vi AISI:s tunnplåtsnormer samt "Directory of Manufacturers of Steel Building Constructions Products" vilket är en förteckning över tillverkare av olika ståldelar som ingår i huskonstruktioner.

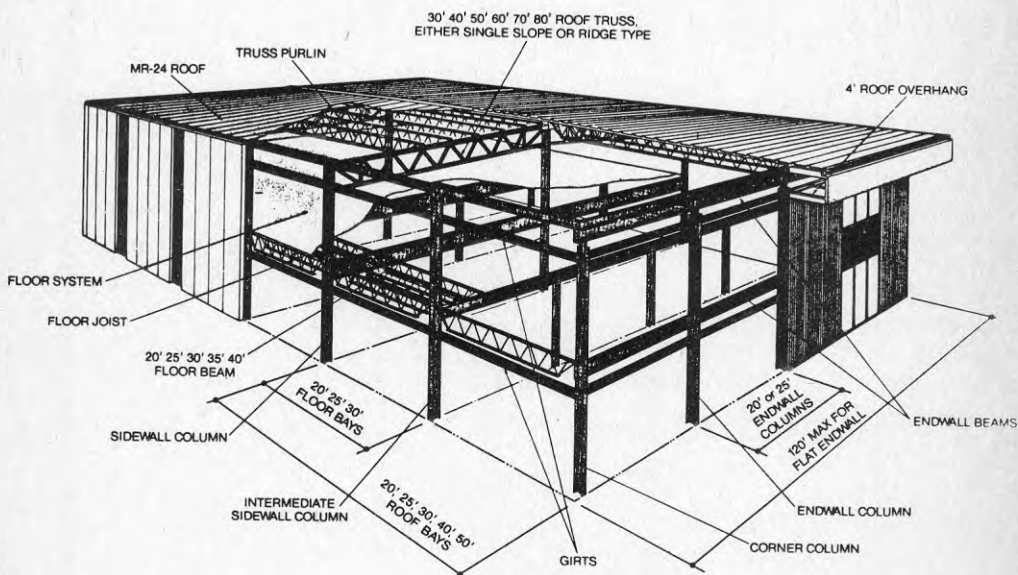
2.3 BUTLER MANUFACTURING COMPANY
KANSAS CITY 1978-10-27

Träff med W David Barker produktchef
Norman A Bellem forskningsingenjör

Butler Manufacturing Company kom in på byggmaterialsidan via vattentankar för lantbruksändamål. Byggsektorn ofattar idag huvudsakligen material och system för kompletta byggnader. Man bedriver utveckling bl a på solfångare. Koncernen omsätter 1977 ca 1 600 milj sv kr varav ca 42% föll på byggsektorn.

Marknadsföringen sker via ett nät av dealers som går in med Butlers systemofferter och ikläder sig entreprenadansvaret för leveranserna. Genom en systematisk information/utbildning ute vid deras Research Center tillgodoses behoven för spridning av aktuell teknik och erfarenhetsåterföring.

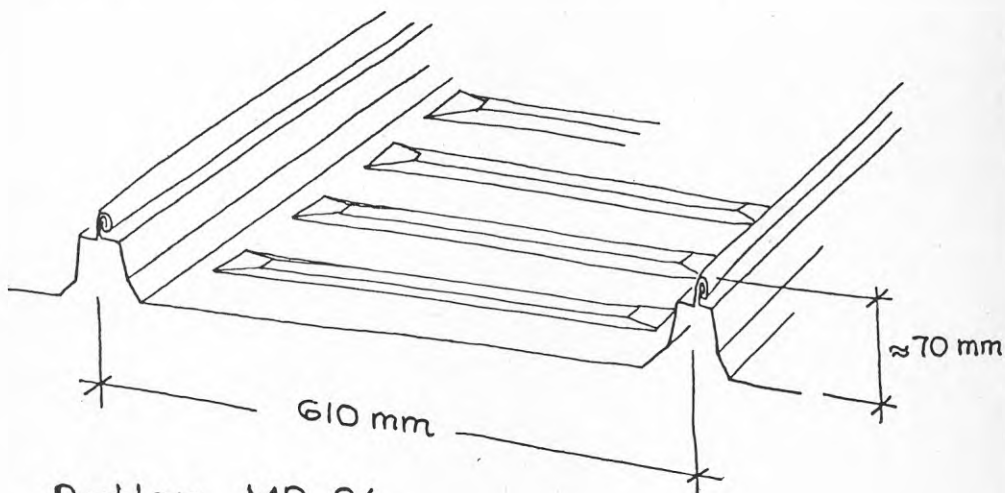
Butlers byggsystem består av en typiserad stomkonstruktion, pelare och fackverksbalkar, figur 1.



Figur 1

På dessa utläggs förhållade lättbalkar i materialkvaliteten 350 N/mm^2 . Antalet hål är väsentligt fler än de som erfordras. De nyttjas även för att lösa inmättningsproblem på byggsplatsen. Taket utformas antingen med en vanlig överlappsskarvad plåt med kapilärbrytande rilla i taklutningar ned till 1:12 eller av en dubbelprofilerad plåt med dubbelfalsat längsöverlapp (lutning ned till 1:48). Till branta tak nyttjas ofta aluminiserad plåt till flacka tak ytskikt av galvalume (i stället för zink) utan färgbeläggning. Garantier lämnas på upp till 20 år. Taket isoleras i båda fallen med en inhängd isoleringsmatta av glasull ($\gamma = 8-10 \text{ kg/m}^3$) på undersidan försedd med en PVC-folie i tjocklek $25-30 \mu$. Folien skarvas genom hoprullning och säkras med häftklammer.

Den dubbelprofilerade plåtens utseende framgår av figur 2 och konstruktionsuppbyggnaden av figur 3.



Butler MR 24
 Introducerad 1969
 $t_{\text{stål}} \approx 0,63 \text{ mm}$

Figur 2

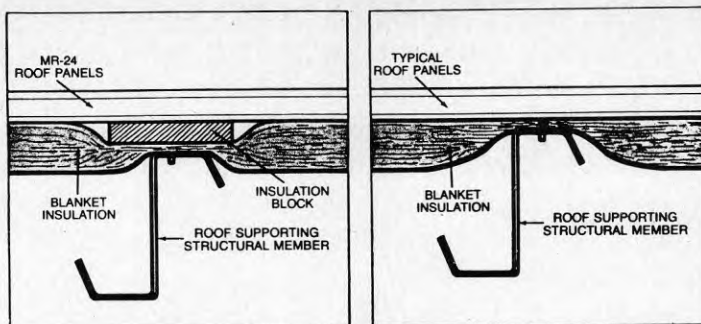


Exhibit F. Heat loss at structural support points is virtually eliminated by use of unique insulation thermal blocks on the Butler MR-24 roof system.

Figur 3

I tabellen, figur 4, redovisas beräknade resp provade U-values för olika konstruktioner. Väggarna är uppbyggda på likartat sätt. Dock förekommer här ytterligare alternativ, t ex väggelement av betong.

EXHIBIT H: COMPARING ROOF SYSTEMS

Roof system	Calculated U Value	Butler tested Actual U Value	Visual
1. Built up roof with metal deck			
2" insulation	.15	*	
4" insulation	.07	*	
2. Industry standard metal roof			
2" insulation	.12	.19	
4" insulation	.06	.12	
3. Butler MR-24 Roof System			
2" insulation	.12	.12	
4" insulation	.06	.08	
6" insulation	.04	.07	

* No tested U values available.

Figur 4

Butler Manufacturing har ett välutrustat "Research Center" med ca 25 forskningsingenjörer. Dessa sköter själva all utrustning. Vissa provuppbyggnader sker med inhyrda entreprenörer.

Tillverkningsutrustningar fanns i form av kantpressar, vikmaskin, metallbandsåg, svetsutrustning m m. Statiska belastningsförsök kördes dels med suglåda 3x3 m, dels med hydraulcylindrar applicerade på stora ramkonstruktioner. Fullskalebelastning kunde utföras på ett tak 30x50 m med låga väggar. Belastningen utgjordes av undertryck och deformationsförloppet styrdes och registrerades med hjälp av TV-utrustning.

På en permanent stomkonstruktion utfördes monteringsförsök med olika tak- och vägglösningar.

Värmetekniska studier gjordes dels enligt hot-box-metoden dels i klimatkammare. I båda fallen styrdes klimatet med hjälp av datorer.

En brandugn ingick i den tillgängliga försöksutrustningen.

Ett separat materiallaboratorium var utrustat med dragprovsmaskiner för statiska prov och för utmattningsförsök. Olika ytbeläggningar studerades i saltdimkammare, weatherometer och med mekaniska metoder (intryckning, slitsning m m).

Efter besöket ute på forskningscentrert tittade vi på några Butler-byggnader under uppförande. Här kunde vi se den typiska folien på insidan av väggar och tak. Tätheten hos byggnaden kan verkligen ifrågasättas men man menade att detta var ungefär det som marknaden krävde. Taken var i samtliga fall utförda med överlappsskarvad takplåt.

Besöket avslutades med en rundvandring på deras kontor i centrala Kansas City. Utöver den lilla utställningen demonstrerades deras standardiserade och datoriserade ritningssystem för snabb behandling av offert, montage- och arbetsritningar. Ritningsarbetet utfördes helt av datorer efter ett ganska summariskt underlag = inmatningsdata.

Besöket var mycket intressant och David Barker mycket vänlig och öppen och svarade villigt på våra frågor.

2.4 MIDWEST ROOFING CONTRACTORS ASSOCIATION (MRCA) CONVENTION I MINNEAPOLIS 1978-10-29--11-01

MRCA är en branschorganisation som fungerar som underavdelning till NRCA (National) och har att tillvarata medlemmarnas gemensamma intressen avseende materialfrågor, tekniska frågor, juridiska frågor och entreprenadfrågor.

Aktiva medlemmar är takentreprenörer. Associerade medlemmar kan vara materialleverantörer från t ex pappisolerings- eller plåtbranschen. MRCA har ca 400 medlemmar från ca 200 företag. NRCA sammansluter ca 2 000 medlemmar.

Conventet bevistades av 1000-talet personer och antalet utställande företag var ca 85.

2.4.1 Intryck från utställningen

Här visades isolering, tätskikt av papp, PVC, gummi och plåt samt system som kombinerade dessa. Tillbehör i form av fästdon avvattningsystem och genomföringar (ventilationshuvar). Maskinella hjälpmedel, förhållandevis tunga att användas i samband med arbetsutförandet.

Isolermaterialen bestod i huvudsak av PUR-skum och PUR i kombination med perlit/träull. Enbart perlit förekom t ex som "Permalite". Skivorna var ofta försedda med ett lager asfaltimpregnerat papper på ena sidan för att minska asfaltåtgången. På takisolermarknaden är ca 70% av taken uppbyggda med tunn isolering (4 - 5 cm). Här delas taken lika mellan rena perlitskivor och glasfiberskivor jämte viss del uretan. Ca 30% av taken isoleras mera f n upp till ca 75 mm - då med PUR-skum i kombination med andra skivmaterial. Maxtjockleken för perlite- och glasfiberisolering ligger på 6 cm i ett lag. Isolertjocklekarna är på väg uppåt. Isoleringen klistras till plåten med varm- eller kallasfalt och speciallim. Ett flertal varianter av mekaniska fästmetoder förekommer och används mestadel för att fästa ett

undre lager isolerskivor mot plåten. Det översta lagret klistras till det tidigare mekaniskt infästa.

Bland tätskikten visades till ca 75% shingel. 60% av stomarna består av lump, cellulosa mm (ragfelt) och 40% av mineralfiber. Ytskikten har en hög fillerinblandning, upp till 60% (jämför Sverige med ca 35%). Ca 90% av taken med lutningar över 1:4 utförs med ytskikt av shingel, ofta på underlag av underlagstäckt plywood.

"Built up"-system utförs med 3 - 4 lagstäckningar av impregnerad lump- och cellulosapapp. Ytskiktet består av mellan $\frac{1}{2}$ och $2\frac{1}{2}$ " tjocka singellager beroende på de brandtekniska kraven. Skyddsbelagd papp visades av endast en tillverkare (tysk licens).

EPDM, PVC och IIR (butyl) samt för detaljer även kloropren visades som enskiktssystem för utvändigt isolerade tak.

Infästningen tillgodoses vanligen genom singelbeläggning men metoder för mekanisk infästning förekommer exempelvis skruv med speciell bricka och en klisterlapp som säkrar tätningen.

Ytskikten av plåt hade falsade skarvar och rekommenderades för taklutningar ned till 1:48. Aluminiserad stålplåt och en zink-koppar-titan-lägering "MICROZINE 70" ¹⁾ visades. Plastbelagd och trapetsprofilerad plåt representerades av en återförsäljare för Reynolds Aluminium. System för prefabricerade takavvattningar "parapets" visades.

1)

99% zink, 0,7-0,9% koppar, 0,08-0,12% titan, 0,02% kadmium, 0,02% bly, 0,01% järn. 20 års garanti lämnas.

Bland de maskinella hjälpmedlen visades transportörer typ "paternoster", lätta kranar m m och utrustning för samtidig asfaltspridning och papputläggning (30 metersrullar av tunn papp). Utrustning för spridning av singel och för mekanisk infästning av papp till lättbetong förekom liksom en maskin för att avlägsna gammal papp från betongunderlag.

Ett par företag visade utrustning för att på nukulär väg lokalisera och kvantifiera fuktansamlingar i färdiga tak.

2.4.2 PROGRAM

TWENTY-NINTH ANNUAL CONVENTION

MIDWEST ROOFING CONTRACTORS ASSOCIATION

Radisson Complex, Minneapolis, Minnesota

October 29, 30, 31 and November 1, 1979

Officers and Directors**1978**

President

ROBERT WISKUS, Sioux City, Iowa

•

Vice-Presidents

CYRIL TILSEN
Madison, Wisconsin**HAROLD C. BIEBEL**
St. Louis, Missouri

•

Secretary

DONALD G. McNAMARA
Milwaukee, Wisconsin

•

Treasurer

HOLLIS R. PORCHER
Corpus Christi, Texas

•

Board of Directors

A. B. PADON, JR.
Chairman
Omaha, Nebraska**LOU BROX**
Lawton, Oklahoma**RONALD C. MARTIN**
Wichita, Kansas**STANLEY W. MILLER**
Fort Wayne, Indiana**WALLACE L. SHERARD**
Minneapolis, Minnesota**CHARLES THOMPSON**
Fargo, North Dakota**KURT CARLSON**
Rockford, Illinois**HARWOOD H. FENNER**
Benton Harbor, Michigan**ROBERT E. FIRST**
Lima, Ohio**LEONARD E. KELLY**
Kansas City, Kansas**RODNEY NAUCKE**
Fort Smith, Arkansas

Convention Co-Chairmen

WALLACE L. SHERARD
Minneapolis, Minnesota**JOHN SOMERS**
Minneapolis, Minnesota**GERALD G. RAMSDELL**
Minneapolis, Minnesota

•

Executive Staff

ROBERT P. LYONS, General Counsel
JAMES M. WHITTIER, Executive Director
BARBARA D. MYERS, Assistant Secretary
1000 Power & Light Building
Kansas City, Missouri 64105**PROGRAM****SUNDAY, OCTOBER 29, 1978**6 to 7 PM Welcoming Cocktail Party
Radisson Mart Hosted by Twin City area roofing
Levels 2 & 3 contractors and SMARCA of Minne-
sota, Inc.**MONDAY, OCTOBER 30, 1978**8 AM Past Presidents' Breakfast
Marquette Suite
A & B8:30 AM to 12:00 Registration
Radisson Mart Visit Exhibit Hall
Levels 2 & 312:15 PM Opening Luncheon
Star of the Address by Lee Boyan, Sales and Man-
North Hall agement Consultant
Sections II & III1:45 to 4:30 PM *Will One Ply Fly? - An Update*
Star of the An update on continuing field and
North Hall lab investigation, plus report on Eu-
section I ropean findings. A review of single ply
franchise agreements and warranties.
(Dr. Rene M. Dupuis, Madison,
Wisconsin
William E. Kugler, Denver, Colorado
Paul L. Morris, Kansas City, Missouri
Cyril Tilsen, Madison, Wisconsin
Robert P. Lyons, General Counsel4:30 to 6 PM Visit Exhibit Hall
Radisson Mart
Levels 2 & 3Evening Visit Hospitality Rooms and
Minneapolis.

TUESDAY, OCTOBER 31, 1978

8:30 to 10:30 AM Visit Exhibit Hall
Radisson Mart
Levels 2 & 3

10:30 AM to 12:00 *FM Recommendations to Prevent
Star of the Blow-Offs*
North Hall An explanation and interpretation of
Section I FM Data Sheets 1-28 (Insulated Str
Deck) and 1-49 (Perimeter Flashing),
plus a discussion of other rating organi-
zations such as FIA and UL.
E. A. Bamford, Factory Mutual
Research
Hollis R. Porcher, Corpus Christi,
Texas
Wallace L. Sherard, Minneapolis,
Minnesota

12:15 PM Report of Nominating Committee
Radisson Mart Luncheon Honoring Exhibitors
Levels 2 & 3

1:45 to 4:30 PM *Insulated Steel Deck Roof Assemblies*
Star of the 1. "The Proposed ASTM Specification"
North Hall A discussion of the specification
Section I drafted by CORA and currently under
consideration by ASTM.
Robert E. First, Lima, Ohio
Ray Johnson, Tulsa, Oklahoma
Lou Brox, Lawton, Oklahoma

2. "Swedish Government Research
Project"
Findings and conclusions of a re-
search project funded by the Swedish
government will be reported.
Germund Johansson, The Chalmers
Institute of Technology
Bertil Eriksson, Dobel (Stora
Kopparberg)
Vidar Sjödin, Rockwool AB
Sune Nilsson, AB Svenska
Icopalfabriken
Kurt Carlson, Rockford, Illinois
Harwood Fenner, Benton Harbor,
Michigan

6:30 to 7:30 PM Cash Bar (or Hospitality Rooms)
Star of the
North Hall
Section III

7:30 PM to ? Banquet
Star of the Presentation of Tenth Annual
North Hall James Q. McCawley Award
Sections I & II Entertainment by the Golden Strings
Dancing

WEDNESDAY, NOVEMBER 1, 1978

8:30 to 10:30 AM Visit Exhibit Hall
Radisson Mart
Levels 2 & 3

10:30 to 11:45 AM *Priority Considerations in Reroofing*
Star of the An overview from a marketing and
North Hall technical point of view of reroofing
Section I sales, with emphasis on the five major
considerations of any reroofing project
Donald G. McNamara, Milwaukee,
Wisconsin
Robert W. Morrison, Milwaukee,
Wisconsin

11:45 AM to 12:25 *Open Session*
Star of the An opportunity for comments and
North Hall questions-answers. Program panelists
Section I will be present together with
MRCA officers and directors.
Harold C. Biebel, Moderator
Leonard Kelly, Kansas City, Kansas
Ron Martin, Wichita, Kansas
Stanley W. Miller, Fort Wayne,
Indiana
Rodney Naucke, Fort Smith,
Arkansas
A. B. Padon, Jr., Omaha, Nebraska
Charles Thompson, Fargo, North
Dakota

12:25 PM Final Business Session
Star of the Election of Officers and Directors
North Hall Adjournment of Convention
Section I

12:30 PM Buffet and Beer Bust
Star of the
North Hall
Sections II & III

MIDWEST ROOFING CONTRACTORS ASSOCIATION (MRCA)

1978-10-29 - 11-01

Dr Rene M Dupuis, Madison, Wisconsin
William E Kugler, Denver, Colorado
Paul L Morris, Kansas City

Programpunkt 1 vid conventet:

Will One Ply Fly? - An Update

PVC- och EPDM-system hade använts i USA med blandade resultat. En studiegrupp hade rest runt och studerat enskiktssystem i Tyskland, Schweiz, Belgien, England och Danmark (K o M). Programpunkten upptog i huvudsak en redovisning av deras erfarenheter från denna resa, vilka kan sammanfattas enligt följande:

- a) Man har begränsade praktiska erfarenheter av materialens livslängd.
- b) Material och läggningsmetoder ändras ständigt, enligt uppgift till det bättre.
- c) Det finns inga marginaler för fel i arbetsutförande, speciellt skarvning, för enkelt täskikt i jämförelse med de s k Built-Up-täckningarna.
- d) God yrkeskunnighet är ett villkor. Taktäckarna måste därför utbildas speciellt för dessa material och arbetsmetoder.
- e) En del folier klarar inte exempelvis "brandpåverkan" av en tappad cigarett utan att det uppstår hål.
- f) Tjockleken måste väljas med hänsyn till kravet på att folien inte får punkteras av exempelvis tappade spik etc. Detta gäller inte enbart exponerade folier utan även sådana som skall beläggas med singel, eftersom folien kan utsättas för sådan påverkan redan i samband med arbetsutförandet.
- g) Krympning beroende av migrering av mjukgöraren måste beaktas. Migrering kan ske vid exponering i solljus men även i kontakt med andra material, exempelvis styrencellplast.
- h) Den termiska utvidningskoefficienten förändras för de flesta plaster och gummimaterial i samband med åldrandet. I allmänhet ökar utvidningskoefficienten på åldrat material. Detta måste man ta hänsyn till när man exempelvis spänner in folier i takets omkrets.

- i) Detaljer och tillbehör måste speciellt anpassas till det aktuella materialet och det klister som används för applicering och skarvning. De flesta tillbehör som används för tätskikt av asfaltmaterial är inte lämpliga för vare sig PVC eller gummimaterial.
- j) För löst upplagda folier ska speciellt beaktas:
1. Skarvtätheten är ett absolut villkor
 2. Svårt att lokalisera läckage
 3. Ballastmaterialet får ej vara så skarpkantat att det kan skada folien

För klistrade folier ska framförallt följande beaktas:

1. Det är ofta svårt att få ett fullgott klisterförband mot andra material.
2. Vissa plast- och gummimaterial måste lamineras till väv, filt e dyl för att kunna klistras. Ett sådant material får andra egenskaper, exempelvis brottöjning, än ursprungsfolien.
3. Det är vanligt att det uppstår ytförändringar, exempelvis färgförändringar i samband med exponering av de flesta gummi- och plastmaterial.

De pågående laboratorieundersökningarna, som kortfattat redovisades av Mr. Dupuis, avsåg krympning, temperaturrörelser i samband med åldring och exponeringsprov för bestämning av mjukgörarmigrering.

Programpunkt 2 vid conventet:

FM Recommendations to Prevent Blow-Offs

E A Bamford Factory Montreal Research
Wallace L Sherard, Minneapolis, Minnesota

Man redovisade förslag till utformning av takfotsdetaljer m m med en påfallande stor andel inlagda träreglar. Utförandesynpunkter och ekonomiska frågor i samband härmed hade ej beaktats i tillräckligt hög grad, vilket framgick av den efterföljande diskussionen. Härvid riktades starkt kritiska synpunkter mot de redovisade detaljförslagen.

En kortfattad redogörelse lämnades om de pågående jämförande "vinduplift"-proven, som genomförs i Florida.

Programpunkt 3 vid conventet:
Insulated Steel Deck Roof Assemblies

Förslag till ASTM-standard för "Built Up Roofs"

Robert E First, Lima, Ohio

Mr. First redogjorde för aktuell arbetshandling, som ännu ej varit ute på remiss. Förslaget innehåller detaljer som innebär övergripande restriktioner för den konstruktiva utformningen och materialutnyttjandet.

Programpunkt 4 vid conventet:
Utvändigt isolerade papptäckta plåttak

Resultatet från ett svenskt flerårigt forskningsarbete som bedrivits med stöd från BFR och från berörda industriföretag.

Vårt föredrag, som redovisas i bilaga, mottogs med stort intresse. Ett flertal personer visade efteråt sin uppskattning av kontakten med svensk takbyggnadsteknik.

Programpunkt 5 vid conventet:
Priority Considerations in Reroofing

Donald G Mc Namarra, Milwaukee, Wisconsin

Här redovisades med en bildkavalkad en mängd felaktiga utföranden samt föreslagna och/eller vidtagna åtgärder för att avhjälpa felen.

Bristande insikter i elementära byggfysikaliska förhållanden och ofullständiga projekteringshandlingar angavs som vanligaste orsak till felen, som vi tyvärr även kan finna på tak i Sverige. Mc Namarra betonade vikten av noggranna och detaljerade besiktningsprotokoll, som skall föregå anbuds-givningen på ett reparationsarbete.

Framställningen var intressant och belysande för takentreprenörernas problem.

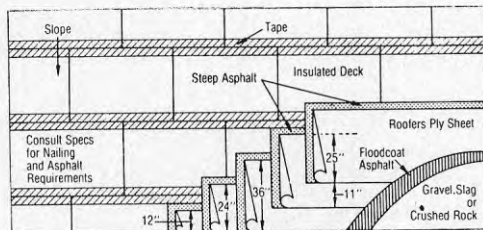
2.5 BYGGPLATSBESÖK I MINNEAPOLIS
1978-11-01

Arrangör John A Dalsin and Son
Ciceron Louis H Nims

1. 13 vån bostadshus, ca 2.000 m², uppdelat på flera delytor.
Konstruktion: Platsgjutet betongbjälklag + ångspärr av ytbelagd cellulosapapp (helklistrad) + värmeisolering av 2 7/16" Fiberboard (helklistrad) + 3-lagstäckning med AC-papp + 1" singel i en flödig asfaltstrykning.

Den ringa storleken på takytorna var orsak till att arbetet utfördes manuellt. Smältning av asfalt utfördes på taket i "smågrytor". För asfaltutläggning användes - som alltid vid manuell klistring - "moppar". Delskikten klistrades med överlappning enligt nedanstående figur, vilket ger ett färdigt "3 plies" tätskikt med ca 12 mm tjocklek.

För att skydda värmeisoleringen mot fukt under arbetsutförande var man mycket noga med att varje kväll i övrigt vid avbrott i arbetet försegla tätskiktet med ångspärren.



Reference Number:	3RP-GSC(GSI)
Materials:	Roofers Ply Sheet
Deck Types:	Roof Insulation (All Types), Precast Concrete, Poured Concrete
Slope (incline):	3" per foot maximum ¼" per foot minimum
Surface:	Gravel, Slag or Crushed Rock

2. Industri- och lagerbyggnad, ca 10.000 m². Mekaniserat arbete.
Konstruktion: Profilerad stålplåt på åsar, c = ca 1,5 m + 3/4"
Perlit, klustrad och i randområdet dessutom mekaniskt infäst med
Lexuco-nails + 2½" styrcellplast, klustrad med asfalten påförd
Perlitskivorna + 3/4" träfiberplatta, klustrad med asfalten påförd
fiberplattan ("mop-flop-system") + 3-lagstäckning med AC-papp +
½" grus, fraktion 3-5 mm, "inbäddat" i asfalt.

Takkonstruktionen saknade ängspärr, men värmeisoleringen var ventilerad med huvar, 1 st 4"/100 m². På vår fråga om detta inte ger anledning till konvektion och risk för kondens svarade Nims att det är troligt, men kondens är för en taktäckare bättre än blisters (Med blisters menas blåsbildning i pappen). I övrigt gjordes följande intressanta iakttagelser:

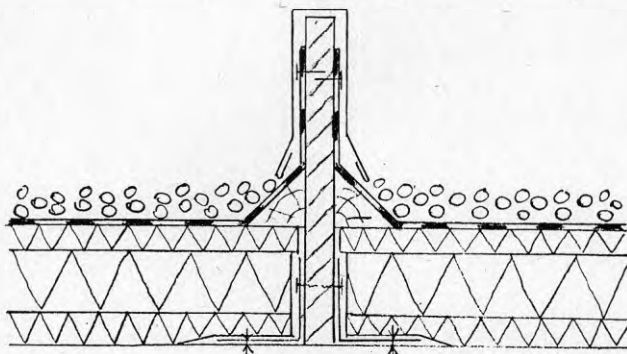
Takbrunnarna var ordentligt försänkta till ½" lägre nivå än takytan. Eftersom det kommunala avlopps nätet inte kan svälja regnflödet vid skyfall, var avloppsarean underdimensionerad, och man kalkylerade sålunda med en viss "uppstuvning" av vatten på taket.

Takkonstruktionen var delad med en dilatationsfog av ungefär samma typ som vi använder i Sverige. Därutöver förekom 2 st fogar för tätskiktet enligt nedanstående figur, vilka sistnämnda motiverades med att man på detta sätt minskar risken för brott på grund av "thermal shock". Man räknar dessutom med att fogarna har en brandsektionerande funktion.

Klistring av värmeisolering utfördes manuellt med s k handmoppar och små transportabla asfaltkärror.

Asfalten transporterades i tankvagnar flytande från raffinaderi med gasuppvärmning på markplanet. Pumpsystem och termovagnar var av samma typ som vi använder (Garlock). Utläggning av papp utfördes med "moppers" med magasin för pappen, som hade ca 50 m rullängd.

Plåtbeslag för garnering av murkrön och dilatationsfog utfördes utan tvärfalser med plastisk tätningsmassa i överlägget, vilket nitades. Man hade tagit upp rörelsefogar i plåtbeslagen. Dessa fogar utfördes av kontaktlimmade neoprenkappor, $c = \text{ca } 25 \text{ m}$.



2.6 THE STEEL COMPANY OF CANADA (STELCO)

HAMILTON 1978-11-03

Före lunch träff med Larry W Ife	Design supervisor - Sales Eng
R M Nishizaki	Research Engineer - Techn Transf

Efter lunch	F J Pearce	Research Manager
	D B Clay	Assistant Research Manager
	Rammon L Addinall	Senior Technical Advisor
	D S Sakai	Research Investigator

Stelco svarar med sina 5 milj ton för 40% av Kanadas stål-tillverkning. Med 40% av tillverkningen liggande på platta produkter tillverkas 50% av det kanadensiska behovet. Andra produktsektorer är profiler (klana profiler, 4k-rör, armeringsstång), svetsade rör för pipelines (störst i Kanada), finishing med skruvar, nitar, bultar, tråd, fasadpaneler m m.

Forskning och utveckling som sysselsätter ca 120 personer är inriktade mot metallurgi- och processutveckling. Inom marknadsfunktionen finns en avd för Sales Engineering med ca 20 ingenjörer. Denna avd har följande uppgifter:

- 1 Kontakt med organisationer och branschinstitut såsom
 - a) Canadian Institut for Steel Construction
 - b) Canadian Sheet Steel Building Institute
 - c) American Iron and Steel Institute
- 2 Kontakt med normskrivnings- och standardiseringsorgan
- 3 Teknisk säljservice samt broschyrunderlag inom olika användningsområden.
- 4 Bedriva utvecklingsarbete ev tillsammans m kunder

Stelco manufakturera ej själva sina plåtprodukter till profilerad plåt, lättbalk mm. Däremot bedrivs användningstekniskt utvecklingsarbete som befrämjar plåtens användning.

Taken utförs med hängande isolering - och är ej särskilt högklassiga men billiga. Så länge kunderna inte ställer högre krav förblir man vid denna byggteknik.

Ett småhussystem med stålstommar hade studerats. Här hade trädimensioner direkt substituerats mot stålprofiler. Den dåliga konkurrensförmågan hade ej lett till några framgångar men man hoppades kunna komma in på andra byggnadstyper än småhus t ex barndaghem, skolor, butikslokaler . garage mm.

2.7 CANADIAN CONSTRUCTION ASSOCIATION

OTTAWA 1978-11-06 fm

Träff med Brice A Cruikshank Sektion officer
Douglas H Forsyth Secretary and General Council

CCA är en paraplyorganisation för entreprenörer, projektörer, materialtillverkare m fl. Här ingår t ex Roofing Contractors. Organisationens huvudsakliga uppgift är att bidra till upprättandet av riktiga kontraktshandlingar (formulär) och biträda medlemmarna i juridiska frågor bl a vid utlands-engagemang.

Den generella byggarantin är 1 år - men kan tänjas ut upp till 6 år. För roofing-arbeten 5 år.

På direkta frågor fick vi följande besked

- Den kanadensiska forskningen ligger på en låg nivå. NRC svarar för huvuddelen. Ca 20 universitet har engineering (av totalt ca 48). Materialtillverkarna bedriver egen FoU medan entreprenörerna ej bedriver forskning.
- Den Nationella Building Coden skrivs av en kommitté sammansatt av olika intressegrupper. Huvudman är NRC. De regionala coderna kan skilja sig något.
- Energisnålt byggande styrs än så länge enbart av ekonomiska aspekter även om minimikraven håller på att skärpas. Tilläggsisolering av bostadshus påverkas genom skattereduktion för investering i isoler-material.

2.8 DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS
1978-11-06

Manager A Harry Fallis
Chefsarkitekt John Radisch m fl

Public Works kan närmast jämföras med Byggnadsstyrelsen i Sverige, d v s ett statligt verk som projekterar, bygger och förvaltar statliga byggnader.

För att utnyttja tiden bäst hänsköt PW:s representanter de tekniska frågorna till NRC (7.11) och bjöd istället på ett par byggplatsbesök:

1. PW: laboratoriebyggnad, reovering.

Ett ca 15 år gammalt tak med dålig värmeisolering och en läckande konventionell built-up-täckning hade åtgärdats på följande sätt:

De värsta blåsorna och vecken hade skurits bort. Man hade sedan sprutat ut PUR-skum på takytan och försökt bygga upp denna isolering med fall till avlopp med mindre lyckat resultat. Isoleringen var ventilerad med spår anslutna till "soltrycksventiler". På värmeisoleringen hade sedan utförts ett tätskikt med ett påsprutat silikon-gummi av 0,5-1 mm tjocklek. Tätskiktet hade "dragits upp" mot befintliga plåtgarningar och "klistrats" till detta.

Resultatet verkade inte förtroendeingivande. Vi hörde också nästa dag hos NRC att man avrått från metoden, som kostat ca 25 \$/m² (2" PUR i medeltjocklek).

2. Parlamentsbyggnaden, reovering.

Från den genomgripande reoveringen av en av flygelbyggnaderna (110 år gammal) gjordes följande noteringar om takarbetet:

Man hade på det gamla koppartaket med utvändiga avlopp haft stora problem med isbeläggning och av denna förorsakade läckage. Takfoten hade nu lyfts upp och en rännal utformats ca 1 m från takkanten. I rännalen hade monterats takbrunnar med invändiga avlopp. Av arkitektoniska skäl finns de utvändiga stuprören kvar och fungerar som brädd-

avlopp. Tre lag "underlagspapp" hade lagts på träpanelen. Istället för att på konventionellt sätt avsluta med singel skulle här användas skyddsbelagd papp (SAL) som ytskikt. Det är första gången som Public Works använder sådan papp på takytor. Tidigare har SAL endast använts vid uppdragningar på vertikala ytor.

Intressant notering i övrigt: Den renoverade flygeln är den första av parlamentsbyggnaderna som får dubbla glas (termoglas) i sina fönster.

2.9 NATIONAL RESEARCH COUNCIL, DIVISION OF BUILDING RESEARCH
OTTAWA, 1978-11-07

Samtal förda med bl a

Mark Bomberg, Energy and services (isolermaterial)

Dick Solvasson, "

Peter J Sereda, Building Materials

Heshmat Loaly, " (spec takmaterial)

Aurel Bloga, " (uretaner)

Donald A Taylor, Building Structures (vindlaster)

Maxwell C Baker, Building Design and use (tak)

Frank E Lader, Canadian Roofing Contractors Ass (takentreprenörföret.)

Division of Building Research grundades 1947 och har som sin stora uppgift att utveckla och informera om byggandet. Inom denna division försiggår i stort sett all statlig forskning inom Canada. Man har en ytterst begränsad forskningsverksamhet vid canadensiska högskolor.

De har ett mycket intimt samarbete med byggnadsindustrin och utför många utvecklingsuppdrag för dem. För att ha en god kontakt med de som arbetar med byggnormer och dylikt så ingår deras experter för närvarande i ca 300 norm- och standardiseringskommittéer. Många uppdrag kommer den vägen. Prioriteringen görs på grundval av industrins behov och normskrivarnas önskemål.

De vill kalla sig mera ett organ för teknisk transformering än forskningsinstitution. Via sitt stora yttre engagemang i form av kommittéuppdrag, föredragshållare, utvecklare och expertuppdrag så har de möjlighet att vara en central punkt för byggindustrin. De tycks har lyckats väl. Vi blev ofta hänvisade till experter

på NRC under vår vistelse i Canada.

I deras programskrift finns följande uttalande som nog i hög grad ligger till grund för deras framgång.

"This dual function, involving both research and information, contributes greatly to the effectiveness of the Divisions's work since there is strong and mutually beneficial interaction, including the promotion of a lively awareness of the nature and problems of the industry itself".

Organisationen som är funktionsindeldad framgår av bilaga 1. För närvarande är de 250 anställda inom Divisionen.

Under ett perfekt ciceronskap av Mark Bomberg som tidigare varit anställd vid LTH fick vi möjlighet att träffa olika personer jämte se deras väl utrustade laboratorieenheter.

Vi fick tala med chefen för Byggmaterialenheten Peter Sereda som presenterade olika aspekter på åldring av byggmaterial.

Sune N. fick möjlighet att diskutera taktäckningsfrågor med Heshmat Laaly som är chef för laboratoriet som sysslar med taktäckningsmaterial. Han berättade bl a att de finner ca 150 st olika taktäckningsmaterial att välja bland på den canadensiska marknaden. Vidare har de ambitioner att ta fram funktionskrav samt standardisera appliceringsmetoder.

Via Mark Bomberg och Dick Solvasson fick vi information hur man arbetar med att få grepp om energibesparingsmarknaden i Canada. De arbetar med ett rätt stort program inom dels besparingssektorn dels utnyttjande av solenergi.

Aurel Bloga presenterade en del rön om uretaner och dess åldring ur isolerteknisk synvinkel.

Snölaster delgav Donald A Taylor oss en del erfarenheter om.

Under eftermiddagen fick vi möjlighet att delge några våra forskningsresultat inom taksidan. Det var Maxwell C. Baker, allmänt känd som Canadas främste takspecialist, som hade bl a .inbjudit Frank E. Lader, från den canadensiska taktäckarassosiationen. De sade sig ha ett mycket gott samarbete och försökte att båda ställa upp när det kom utländska gäster.

De var mycket intresserade av våra rön. De ställde sig speciellt frågande till hur vi fäste de stora isolertjocklekar vi använder och våra rön om mekaniska infästningar. De har svårigheter att mekaniskt fästa glasullsisoleringar p g a att de har för styvt ytskikt. De har haft rätt mycket isskador i pappskiktet. Orsakerna var många. Främst var det dock konstruktions- och utförandefel. Krympningar i isolermaterial främst cellplaster förekommer. Vad som var nytt för oss var att man konstaterat liknande problem med glasullsisoleringar. Man har även haft problem med s k omvända tak. P g a för dålig avrinning kombinerat med dåligt klustrade isoleringar, så har isolering flutit upp och gruset kommit mellan tätskikt och isolering.

De sade sig vara förvånade över hur man kunde använda plastbelagd plåt som taktäckning i Sverige.

Vi utlovade att tillställa de takintresserade våra inlägg vid konferensen i Minneapolis.

2.10 NATIONAL RESEARCH COUNCIL
 KANADA 1978-11-07
 (Division of Building Material)

Heshmat Laaly, chef för laboratoriet för takmaterial

HL är UN:s takexpert och reser som föreläsare över hela världen. Han är dessutom adjungerad i RILEM:s takgrupp.

HL berättade att det f n finns ca 150 taktäckningsmaterial på den kanadensiska marknaden, varav dock de flesta har en marginell marknadsandel.

Han har för sin forskning delat upp de "nya" materialen i sex klasser:

- o Modifierad asfalt
- o PVC
- o Elastomerer
- o Kalla elastomerlösningar
- o Prefabricerade membraner med modifierad asfalt och exempelvis polyesterstomme
- o Tillbehör

HL:s arbete har en målinriktning som är lik den svenska RA 78-gruppens:

- o Att med andra forskares hjälp (i första hand Maxwell Baker) ta fram funktionskrav
- o Standardisera specifikationer som svarar mot dessa krav
- o Standardisera appliceringsmetoder

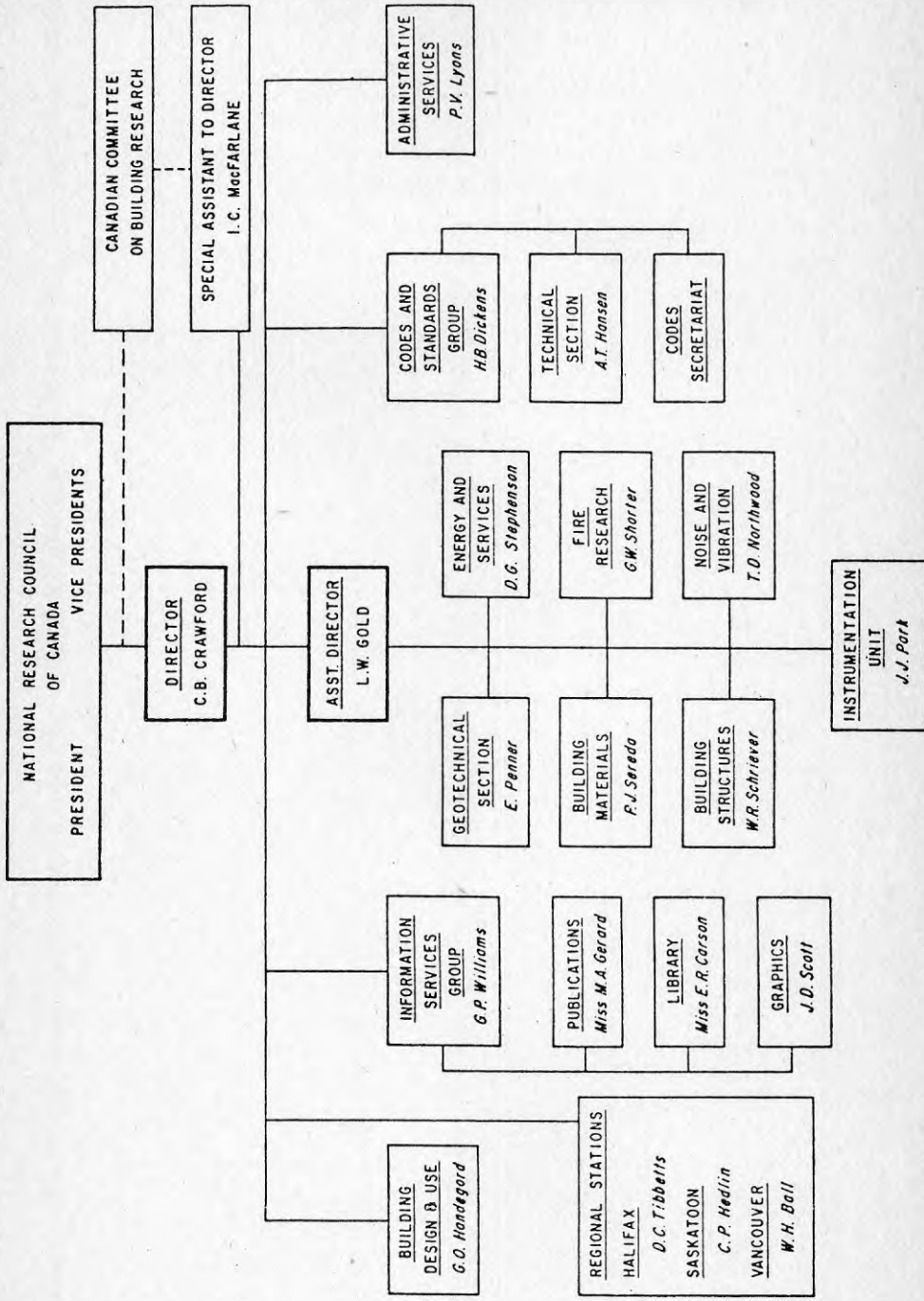
Hans arbete med modifierad asfalt och PVC är färdigt. Han kunde inte själv stå till tjänst med dessa s k bulletiner, som är under tryckning, men han bad oss skriva till

William J Ireland

Canadian Government Specifications Board

och beställa skrifterna.

Aktiviteterna och resurserna på laboratoriet var imponerande, även i jämförelse med NBS, Washington. Bl a visade Laaly hur han med omfattande parallellprovningar (utomhusexponering och W-0-meter) arbetar med ett underlag för accelererad åldringstest.



ORGANIZATION OF D.B.R./N.R.C.

2.11 FACTORY MUTUAL (FM) RESEARCH CENTER , BOSTON

Onsdag 7 november 1978

FM drivs av fyra amerikanska försäkringsbolag. Man testar och godkänner en mängd olika material. Mr Eugene R Dunn är chef för den avdelning inom "FM Engineering and Research" som handlägger ärenden som avser byggnadskonstruktioner. I en "Approval Guide" (AG) som ges ut en gång om året listas de produkter och produktkombinationer som godkänts av FM. De flesta testmetoder som FM tillämpar avser hela konstruktioner. Metoderna är utvecklade inom FM och saknar normalt motsvarighet inom ASTM. Det är viktigt att lägga märke till att FM ej sysslar med att godkänna material utan hela tiden arbetar med hela konstruktioner. Factory Mutual har på den amerikanska marknaden en mycket stark och aktad ställning som provningsanstalt.

Utöver rena laboratorieprovningar har FM även genomfört fältprovningar på färdiga konstruktioner. Några resultat från dessa försök har dock ej sammanställts och än mindre publicerats. För att dokumentera att en egenskap uppfyller kraven erfordras enligt FM endast ett försök för egenskapen ifråga.

Besöket inleddes med en titt på det laboratorium där man utför brandprov och avsugningsprov ("wind-up-lift tests"). Försöksutrustningarna var tämligen enkla liksom laboratoriebyggnaden i övrigt.

På eftermiddagen sammanträffade vi med Bill Maroney, ordförande i den ASTM-kommitté som arbetar med en standard för utvändigt isolerade plåttak (jfr besöket vid AISI i Washington). Bill Maroney inledde sin genomgång med att relatera den historiska händelseutvecklingen. Under 50-talet fungerade taken bra. I början på 60-talet ville man från plåttillverkarhållet gå ner i plåttjocklek och utnyttja materialet bättre. Då inträffade samtidigt vissa skador och dessa händelser kopplades ihop. I det pågående standardiseringsarbetet har man ifrån isoler- och takpapp-hållet försökt förmå plåttillverkarna att inse att plåten måste vara stark. Man drar även i standardförslaget en del slutsatser som måste anses direkt felaktiga. Så har t ex spännvidden begränsats till ett givet värde för en viss profilhöjd oberoende av geometrin i övrigt. Likaledes har plåttjockleken begränsats till ett fixerat värde som motsvarar gauge 22 med visst toleranskrav. I vår tjockleksserie svarar detta mot en tjocklek av mellan 0,75 och 0,8 mm.

Nedböjningarna begränsas till 1/240 av spännvidden. Vissa takentreprenörer vill ha ännu snävare nedböjningsbegränsning 1/360. Bill Maroney hävdade på fullt allvar att vid avsugningsförsök var hållfastheten hos skruvinfästningen beroende av storleken på plåtens utböjning. Att plåttjockleken skulle ha någon betydelse vägrade han att inse.

Vi uttryckte ett starkt önskemål om att få ta del av det nu utarbetade förslaget till ASTM-standard för att kunna komma in med remiss synpunkter. Bill Maroney lovade att översända förslaget. Med oss från besöket fick vi deras provningsstandard för klass 1-isolerade metalldeck. Denna innehåller krav på stålplåten, dess sidoöverlapp, dess överfläns, dess maximala deformation och på stållytans finish. Dessutom finns nödvändiga undersökningar av isoleringsmaterialet. Detta gäller brandspridning, brandmotstånd, påkänningar av vindsug, dimensioneringsstabilitet och minsta tjocklek, vissa prov rörande asfalten och rörande fuktspärren samt undersökningar nödvändiga för mekaniska fästdon mm. I bilagor presenteras de specifika provningsmetoderna.

Kontakten med Bill Maroney var mycket nyttig då den klart visade att även i så seriösa sammanhang som vid upprättandet av ASTM-standards kommer en rad irrationella faktorer in och styr standardens utformning. Detta är klart utvecklingshämmande för andra utförandealternativ och låser upp möjligheten att genom t ex mekaniska fästdon kunna utnyttja plåten på ett effektivare sätt än vad som kan ske vid asfaltklästring. Vi bör ha ett visst intresse av att även ASTM-standarderna ej motverkar våra intressen. Det är sannolikt att om en amerikansk konsult föreskriver vissa material och viss provning för byggnader projekterade för den arabiska marknaden så kommer egenskapskraven att relateras till t ex ASTM när en standard väl finns framme.

2.12 QUEBEC MASTER ROOFING CONTRACTORS ASSOCIATION
1978-11-09

Vice president Claude Desormeaux
Generalsekreterare Henry Lamarre

Den kanadensiska takentreprenörföreningens arrangemang var alltigenom föredömliga. Utöver tillfällena till intressanta samtal med takentreprenörer bjöds på fyra lika intressanta besök på arbetsplatser. Dessa var utvalda så att de representerade olika konstruktioner, material och arbetsmetoder.

1. Ideal Roofing Inc
Richard Lavigne

Plåttak med utvändig isolering, ca 45.000 m².

Plåten var, som vanligt här, mycket styv, vilket tillät ett helt mekaniserat arbete på taket. Värmeisoleringen utfördes med 2 x 1" glasfiber-board. Man räknar med att lokalerna inte kommer att uppvärmas under de två första åren, varför brunnar och avlopp skulle förses med eluppvärmning. Tätskiktet var en traditionell 4-lags-täckning med AC-papp + ärtsingel. Asfalten kom i tankvagnar från raffinaderiet till arbetsplatsen, togs över på två "storgrytor", placerade i var sin ända av lokalen, och pumpades upp till termovagnar på taket. Utläggningssmaskinerna var av ungefär samma typ som de vi såg i US.

Arbetskyddsföreskrifterna efterföljdes noga. Stabila skyddsräcken var monterade kring exempelvis håltagningar för brandventilatorer.

Sargar till luckor m m vittnade om god yrkeskunnighet hos timmermännen.

2. Campell, Gilday & Son
Andre Lamarre (broder till Henry)

Renoveringsobjekt i city. Byggnaden skall så småningom bli en av många universitetsbyggnader i Montreal.

Takkonstruktionen innefattade ett kallt och ett varmt tak. Det sistnämnda var ett betongbjälklag, som befriats från all gammal isolering. Ångspärr utfördes med 2 lag helklistrad AC-papp. Som värmeisolering användes "vanlig" styrencellplast, skuren i fall. Cellplasten hade lagrats minst en månad innan den fick användas.

Detaljerad arbetsritning och märkning av cellplastskivorna gjorde att det, enligt uppgift, inte var svårt att komma rätt med skivorna. På cellplastskivorna klistrades därefter en asfaltimpregnerad board enligt "mop-flop-systemet". En 4-lagstäckning med AC-papp, maskinellt utlagd, och ärtsingel avslutade taket uppåt.

Kalltaket var ett "uppstolpat" plåttak, som ventilerades i utrymmet mellan det cellplastisolerade betongbjälklaget och plåten. På plåten klistrades med speciallim (Esgard) en 1/2" gipsplatta. Yttre plattraden "säkrades" dessutom mekaniskt med 2 skruv/platta. Detta är i Kanada ett vanligt bärverk för kalltak. Gipsplattor är billiga och obrännbara. På gipsplattorna utfördes sedan 4-lags built-up-täckning på samma sätt som på varmtaket.

3. Turchek Construction Ltd Dan Turchek

Renoveringsobjekt: Apoteksindustri, pågående arbetsetapp ca 20.000 m²

Planbärverket var en från gammal beläggning "renskrapad" betongplatta.

Arbetet utfördes av 22 man, uppdelat i fyra arbetslag: avrivning, värmeisolering, tätskikt och transporter.

Varje "gäng" hade en arbetande bas.

Värmeisoleringen utfördes med asfaltbunden, expanderad vermiculite. De båda komponenterna pumpades respektive blåstes upp till en blandare på taket, kördes ut från denna i utläggningskärror, drogs av till lutning och komprimerades med vältar på ca 500 kg. På den komprimerade vermiculiten asfaltklistrades 1" glasfiberboard, som, sedan skivskarvarna försetts med 6" breda tejprensor, täcktes med 4 lag AC-papp, asfalt och singel.

Taket var uppdelat i delytor om 2-3000 m². För uppdelningen hade man tagit upp "rörelsefogar" i papptäckningen (för att minska effekten av temperaturrelser). Fogarna, som hade ca 8" höjd över takytan, fungerar dessutom som "kontrollinjer", vilka skall göra det lättare att lokalisera läckage på delytorna.

Arbetstakten var enorm. 30 ton asfalt förbrukades per dag. Dagar med fint väder arbetade man 14 timmar. Ett färdigställande av arbetet före planerad tidpunkt kom att premieras.

4. Delphis Coté Ltd Claude Desormeaux

Renoveringsobjekt: ca 50 år gammalt trätak med utvändig isolering av kork och built-up-täckning.

Även här hade man skalat av all gammal isolering och taktäckning. På den frilagda, avjämnade ytan utfördes ett första isoleringsskikt av fiberglas + 1/2" gipsplatta. På den senare la man sedan med "spreader" ut ca 2 kg/m² varm gummi-asfalt (en Good Yearprodukt), en polyesterfilt, vikt ca 150 g/m², och ett nytt skikt gummi-asfalt. Uppdragningar mot murkrön gjordes med dubbla kappor av butyl, som klistrades med samma varma gummi-asfalt. Ett tätskikt av denna typ kostar 12-15 \$ per m², beroende av ytans storlek och förekommande detaljer.

Konstruktionen fullbordades därefter som ett omvänt tak, här kallat "protected membrane", med 3" falsade Roofmate-skivor och ett ca 60 mm tjockt singelskikt.

Utvändigt isolerade plåttak

Germund Johansson

Ett stort antal forskningsprojekt rörande olika egenskaper hos det utvändigt isolerade plåttaket har genomförts under de senaste åren. Denna sammanställning baseras på huvudsakligen på resultat som publicerats i olika forskningsrapporter. Avsikten är att göra dessa forskningsresultat och erfarenheter tillgängliga för en större läsekrets. Sammanställningsarbetet har bedrivits i nära samarbete med berörda forskare och industrin. Det utvändigt isolerade plåttaket består av bärande trapetsprofilerad plåt, eventuellt en ångspärr, värmeisolering samt yttäckning. Infästning av isolering och yttäckning kan göras antingen med mekaniska fästdon eller genom asfaltklistring. Konstruktionen kan försees med undertak som hängs in i plåten, den kan försees med bullerabsorbenter av olika form, plåten kan perforeras för att förbättra ljudabsorbtionen.

Takkonstruktionen har under 1960-talet fått en dominerande ställning på industritakmarknaden men den är även vanligt förekommande för skolor, varuhus etc. Under år 1975 lades uppskattningsvis 3 miljoner m²

Som bärande plåt dominerar stålplåt med tjocklekar varierande mellan 0,65 och 0,9 mm. Plåten är förzinkad och ofta även belagd med plastskikt e.d. Även konstruktioner med aluminiumplåt förekommer. Plåttjocklek och profilgeometri måste också anpassas till förekommande punktlaster på oisolerad plåt under byggnadsskedet, så att buckling eller annan kvarstående deformation ej uppstår. Infästning av plåtarna kan ske direkt i takbalkarna eller i åsar.

Som värmeisolering används skivor av mineralull, cellplast, kork eller sandwichplattor. I tak med tätskikt av papp ställs relativt höga krav på isoleringens hållfasthets- och deformationsegenskaper. Traditionellt fästes tidigare isoleringsskivorna till plåten genom klistring med varmasfalt. I randområden till höga tak, framför allt i utsatt kustläge används numera ofta mekaniska fästdon i form av exempelvis

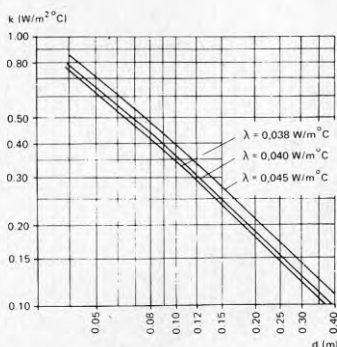


Fig. 1. Värmeledningkoefficienten (k -värdet) som funktion av isoleringstjockleken för utvändigt isolerade plåttak. Ingen hänsyn tagen till ev köldbryggor. För övergångsmotståndet $m+m$ har använts $0,25 \text{ m}^2\text{°C/W}$ och för tätskiktets värmemotstånd $0,05 \text{ m}^2\text{°C/W}$.

självbörande skruv. Vid mineralulls-isolerade tak läggs brickorna till dessa fästdon på det undre papplaget eller i vissa fall direkt på skivan.

Värmeisolering

I fig. 1 redovisas k -värdet som funktion av isoleringstjockleken för ett utvändigt isolerat plåttak utan köldbryggor. Värmemotståndet hos tätskiktet har antagits till $0,05 \text{ m}^2 \text{°C/W}$ medan det försumrats hos luftkanalerna.

Vid köldbryggor erhålls störningar i värmeflödet, varför man normalt måste göra en särskild bestämning av värmemotståndet. Detta är exempelvis fallet om köldbryggor i form av trä- eller stålreglar förekommer i konstruktionen. Mekaniska förbindningar av typ skruv med bricka eller liknande ökar värmeledningens hos taket bl a på grund av att materialet i förbindningen har större värmeledningsförmåga än isoleringsmaterialet. Mätningar och beräkningar visar t ex att en 4 mm stålskruv per m² ökar k -värdet ca $0,003 \text{ W/m}^2 \text{°C}$. Ökningen är proportionell mot antal skruv per m².

Fukt

Fukttransporten upp i taket genom plåten bestäms av luft rörelserna i skarvarna. En liten tryckskillnad ger betydligt större fukt mängder än vad som kan transporteras genom diffusion.

Bygghforskningen Sammanfattningar

S35:1978

Sammanfattning av T22:1978

Nyckelord:

Takkonstruktioner, yttertak, plåttak, tunnplåt, profilerad plåt, utvändigt isolering, dimensionering, provningsresultat, erfarenheter

Sammanfattning S35:1978 hänför sig till forskningsanslag 750557-8 från Statens råd för byggnadsforskning till Inst för stål och trä, CTH, Göteborg.

UDK 69.024.155

ISBN 91-540-2915-5

Sammanfattning av:

Johansson, G., 1978, *Utvändigt isolerade plåttak*. (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm. T22:1978, 76s., ill. cirka 45 kr exkl moms.

Källskriften är skriven på svenska. Svensk och engelsk sammanfattning utges separat av Statens råd för byggnadsforskning.

Källskriften distribueras av:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08/24 28 60

Skillnaden i tryck mellan ute- och inneluften kan orsakas bli av vindtryck på huset och av ventilation. Sådan tryckskillnad förekommer nästan alltid. Invändigt övertryck bör som regel inte accepteras.

Om temperaturen på takets undersida sänks ökar risken för kondensation direkt mot den bärande plåtens undersida. Risken för kontinuerlig ytkondensation är mycket liten där isoleringen är obruten. Ånghalten inomhus understiger i normala fall den kritiska gränsen med bred marginal.

Isolermaterialen stenuull, glasull, cellplast och kork har undersökts med hänsyn till risk för dropp från skarvarna. Försöken har genomförts med olika springbredder och olika långa kondensationsperioder före tö.

Det droppar vatten ur smalare skarvar i kork och cellplast än i mineralull vid samma kondensationsperiod. Redan efter 2-3 dygns kondensation ger dessa material dropp vid så smala skarvar som 2,5 mm. Mineralullen ger inte i något fall dropp med 2,5 mm smala skarvar vid kondensationsperioden 5 dygn eller kortare.

Tätskikt

Tätskiktet kan bestå av papp, plåt och folier av plast eller gummi. Det är viktigt att takdetaljer, takluckor, genomföringar etc görs på ett sådant sätt att läckagerisken minskar. För låga sargkanter runt en taklucka kan leda till att vatten tränger in bakom pappen. Takluckor och genomföringar bör inte placeras inom de takområden där man kan befara att vatten kan bli stående och i rännalarna bör man absolut inte göra några genomföringar. Ju färre takgenombrott som görs på taket desto bättre är det.

I fig. 3 visas hur uppmätta längdvidningskoefficienter varierar med temperaturen för några olika tätskikt. För tätskikten med YAM- och SAM-papp ligger resultaten för tvärriktningen normalt i övre delen och för längsriktningen i den nedre delen av det sektionerade området. Även tätskikten med YAL- och SAL-papp återfinns i den nedre delen av det sektionerade området.

Brottöjningens temperaturberoende framgår av fig. 4. Flera av kurvorna visar ett maximum mellan 0 och -10°C. Den snabba sänkningen av brottöjningen vid lägre temperaturer är oroande eftersom det ofta är vid låga temperaturer som tätskiktet utsätts för höga dragspänningar.

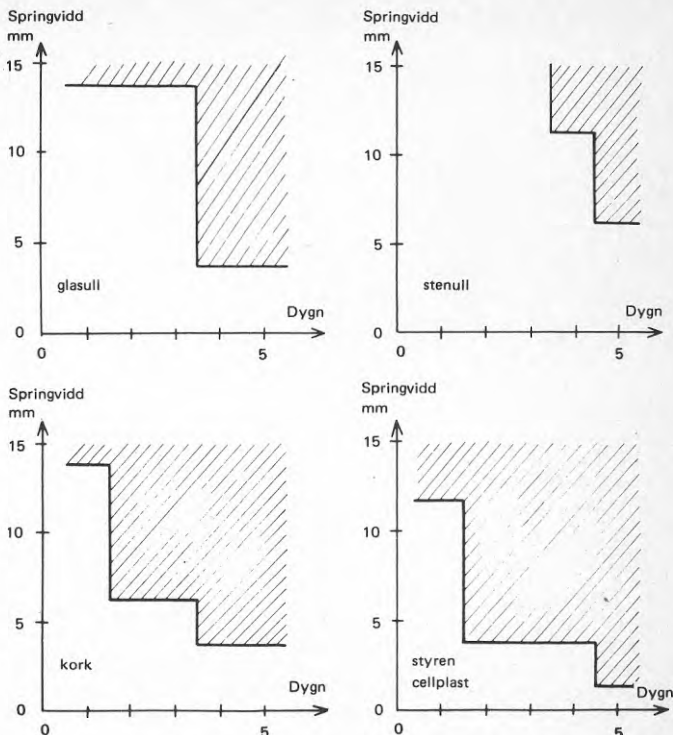


Fig. 2. Dropp från spalter i olika isoleringsmaterial vid töperiod efter en period av kondensation. På den horisontella axeln anges kondensationstiden. Streckat område markerar dropprisk.

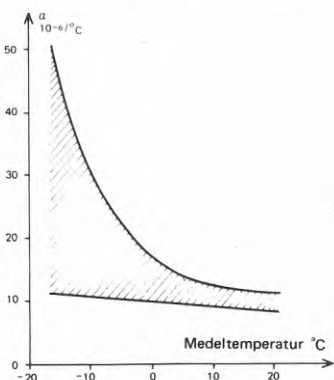


Fig. 3. Område för uppmätta termiska längdvidningskoefficienter för några olika tätskikt av papp. För tätskiktet med YAM- och SAM-papp ligger resultaten för tvärriktningen normalt i övre delen och för längsriktningen i den nedre delen av det sektionerade området. För tätskiktet med YAL- och SAL-papp ligger resultaten normalt i undre delen av området.

Bärande plåt

Under byggnadsskedet belastas taket i många fall med laster som är avsevärt större än de laster för vilka takplåten dimensionerats. Förutom av materialtransporter och materialupplag belastas plåten även av utrustning som används vid lägningsarbetet. Som

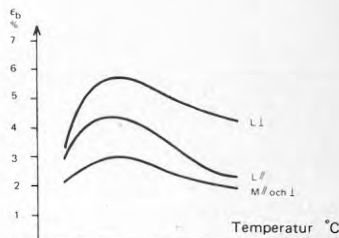


Fig. 4. Brottöjning som funktion av temperatur vid tøjningshastigheten $3 \cdot 10^3/\text{sek}$. Stomme av lumppapp (L) och av mineralfiberfilt (M) provad parallellt respektive vinkelrätt mot tillverkningsriktningen.

allmän regel gäller att materialupplag placeras över upplagsbalkarna. För i marknaden förekommande profiler kan allmänt sägas att vid spännvidder mindre än 5,0 m bör alla typer av materialpallar samt asfaltgrytor placeras i enkla rader mitt över upplagsbalkarna. Vid spännvidder större än

5,0 m kan lättare pallar placeras i två rader över upplagsbalkarna.

Vid fältmätningar på ett tjugofemtal tak uppmättes den monterade plåtens planhet, dess delning samt avstånd från plåtande till fästdon. Ett otillfredsställande plåtmontage ger utslag i samtliga höjddifferenser, dvs om höjdskillnaden mellan två intilliggande profiltoppar är stor är även differensen mellan de största och minsta mätvärdena över 4–5 profiltoppar stor. Högprofilernas planhetsavvikelse är nästan dubbelt så stor som lågprofilernas. Delas hög- och lågprofilerna även in i grupper avseende rillade resp. orillade plåtar finner man att de rillade högprofilerna har sämre planhet än övriga tre grupper. Förmodligen är det dock inte rillan som är avgörande för den sämre planheten utan i stället plättjockleken, vilken är 0,6–0,8 mm för de rillade och 0,8–1,0 mm för de orillade högprofilerna. Avvikelser av nämnd typ kan reduceras genom användning av mall vid montage.

Hållfasthet

Olika parametrars inverkan på draghållfastheten hos isoleringen och hos limfogarna vinkelrätt takskivans plan vid asfaltklistrat utförande har undersökts experimentellt. Provkropparna var uppbyggda av trapetsprofilerad stålplåt, värmeisolering samt en tvålags-täckning med papp. Hos vissa provkroppar klistrades en diffusionspärr av papp mellan plåt och isolering. Klistring gjordes med varmasfalt.

Hållfastheten för provkroppar med de styva skivorna cellplast, kork, kombi och uretan var ungefär dubbelt så hög som för provkroppar med de eftergivliga skivorna glasull och stenull. Hållfastheten för provkroppar med mineralull påverkades ej nämnvärt av om de relativa klistringsareorna var 45%, 35% eller 20%. För provkroppar med cellplast reducerades däremot hållfastheten avsevärt vid relativa klistringsarean 20% jämfört med 45 eller 35%.

Hållfastheten för provkroppar med mineralull påverkades ej nämnvärt av en sänkning av provningstemperaturen, däremot ökade spridningen och brotttyperna ändrades. För cellplast försämrades hållfastheten markant redan vid +5 °C och vid –5 °C var hållfastheten lägre än för mineralull. För provkroppar med mineralull erhöles ingen nämnvärd reduktion av hållfastheten vid tillverkning vid –5 °C. För cellplast däremot blev hållfastheten lägre vid tillverkning vid –5 °C.

För provkroppar med mineralull erhöles en betydligt lägre hållfasthet vid

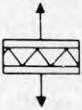
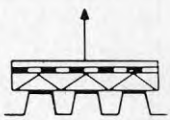
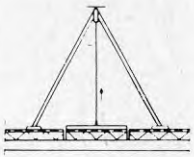
PROVNINGSMETOD	RELATIV HÅLLFASTHET
 <p>Materialprovning</p>	1.0
 <p>Laboratorieprovning</p>	0.6
 <p>Fältprovning</p>	0.3–0.35

Fig. 5. Hållfasthetens beroende av provningsmetod.

asfaltstrykning av enbart plåt respektive enbart isolerskiva jämfört med om både plåt och isolerskiva ströks. När isolerskivorna klistrades på en avsvanad asfaltstruken plåt, erhöles en lägre hållfasthet vid normal strykning av skivorna och en oförändrad hållfasthet om skivorna ströks med extra mycket asfalt.

För att få en uppfattning om hållfastheten hos det färdiga taket har ett antal fältprov gjorts. Provningsanordningen består av en "fyrfot" som placerats centriskt över provytan. En spånskiva utläggs av pappen och centeras över plåtens profiltoppar, varefter den klistras med asfalt. Ett snitt görs runt spånskivan genom papp och isolering ner till plåten. Slutligen lyfts spånskivan med en centriskt placerad dragkraft. Lasten avläses på en dynameter.

De utförda fältförsöken ger en viss möjlighet att kalibrera laboratorieprovningarna mot de resultat som med snarlik provningsutrustning erhållits vid fältförsöken. Sambandet återfinns i fig. 5. Man kan överslagsmässigt översätta av tillverkare givna hållfasthetsvärden till hållfasthet hos takkonstruktionen.

Plåtens ojämnheter påverkar hållfastheten i viss grad. Något utpräglat samband verkar ej råda men ett ungefärligt spridningsområde kan urskiljas. En jämnare plåtyta kan verka förbättrande på hållfastheten men den behöver inte nödvändigtvis göra det.

Akustik

Profilerad plåt sänker ljudisoleringen avsevärt, vilket dock i hög grad kompenseras av en ångspärr av papp. Olika isolermaterial ger ganska liten skillnad i isoleringsindex vid 6 cm tjocklek. Vid 12 cm tjocklek blir skillnaderna mer märkbara. För ett och samma material har tjockleksförändring från 6 till 12 cm liten effekt. För mineralull ger mekanisk infästning nära en klass bättre isolering än asfaltklistring.

De ljudabsorbenter som tillhör bästa klassen är: mineralullsskivor under tak (min 50 mm tjocklek) och 80 % täckning), vertikala bullerabsorbenter (1 absorberent/m² takyta), helperforderad plåt.

Till den näst bästa klassen hör: mineralullsskivor på undersidan, minst 60 % täckning,

stavar i wellerna på undersidan,

I den tredje klassen återfinns: plåt med perforerat liv med absorberent bakom.

Brand

Undersökningarna av brandspridning och genombränning redovisas. Resultaten avses ligga till grund bl a för en översyn av de regler för klassificering av byggnadsdelar som utgör grund för den försäkringsmässiga bedömningen. Försök har utförts med olika typer av konstruktioner och isolermaterial. Det har därför eftersträvat att välja konstruktioner som dels förekommer med

stor frekvens, dels utgör representativa exempel inom de olika försäkringstekniska klasserna.

Olika grad av brännbarhet och andra egenskaper medför naturligt starkt skilda brandtekniska beteenden hos de olika konstruktionerna. Antändning, smältning, deformationer och droppbildning — särskilt med brinnande droppar — utgör exempel på väsentliga iakttagelser och fenomen under försöken. Dessutom har fortlöpande mätningar av temperaturförloppet i karakteristiska partier av försöksanläggningen utförts och redovisats.

Montage

Under de senaste åren har arbete med lagkning av profilerad takplåt ökat i omfattning. Produktionsmässigt har denna byggmetod många fördelar. Arbetskyddsstyrelsen har i sitt meddelande 1974:11 lämnat anvisningar om hur monteringsarbetet skall utföras.

Plåtar monteras vanligen i längder mellan 6 och 15 meter och vikter mellan 40 och 100 kg per plåt, men

plåtar med större längd och vikt kan också förekomma. Plåtbuntarna som levereras till arbetsplatserna väger cirka 1 000 kg/st, men buntar som väger cirka 2 000 kg/st förekommer också. Buntarna är hopbundna i båda ändar, men då det visat sig att plåtarna i bunten vid hård vind sugts upp och kastas omkring, har man börjat att binda längre plåtar också på mitten. Leveransen sker oftast med bil för att omlastningar skall undvikas. Vid stora order kan det vara lämpligt med delleveranser för att slippa egentlig lagring av material på byggplats.

Underhåll

Ett tak måste underhållas på samma sätt som alla andra byggnadsdelar. Beständigheten hos en papptäckning är god men sämre än på en plåttäckning av rostfri eller förzinkad stålplåt eller aluminiumplåt. De ekonomiska aspekterna är vanligen avgörande för valet av taktäckningsmaterial. Ett tak bör årligen besiktigas varvid speciellt kontrolleras att takavloppen ej är igensatta. Man bör vidare granska detaljan-

slutningar speciellt vad gäller plåt-papp, och man skall vara observant på ytor som står under vatten eller is viss del av året.

Merparten av justeringar och reparationsarbeten måste göras kort tid efter lagningen. Det kan då vara fråga om felaktiga anslutningsdetaljer, exempelvis till plåtbeslag e.d. Det kan även vara mekaniska skador bestående av genomträngning av spik eller skruv och plåtrester (spån) från tillkommande plåtslageriarbeten. Slaghål av spett (isspettning) förekommer även. Vidare kan taket skadas vid snöskottning.

En reparation av en skada i ett papptak är enkel att utföra medan lagning av hål i en sömsvetsad rostfri yttäckning är besvärligare, eftersom det i senare fallet krävs fullständig utrustning även för mindre lagningar. Om man undantar de mekaniska skadorna är den rostfria plåten i princip underhållsfri. Vad som sagts om rostfri plåt gäller i huvudsak även yttäckning av aluminiumplåt och förzinkad stålplåt. Aluminiumplåten är dock mer känslig för kvarstående vatten i rännor etc.

Externally insulated sheet metal roofs

Germund Johansson

In recent years, a great number of research projects concerning the different properties of externally insulated sheet metal roofs have been carried out. This summary is mainly based on results published in different research reports. The aim is to make these research results and experiences available to a larger group of readers. The summary work has been carried out in close cooperation with research workers and with those sectors of industry involved.

An externally insulated sheet metal roof consists of load-bearing trapezoidal sheet metal, possibly a vapour barrier, thermal insulation and a covering surface. The insulation and the surface covering can be fixed to the sheet either by means of mechanical fasteners or by asphalt. The roof may be provided with a ceiling which is hung in the sheet metal, it may be provided with noise absorbers of different types, the sheet metal may be perforated in order to improve sound absorption.

During the sixties, this roof construction came to dominate on the industrial roofs market but it is also common for schools, supermarkets etc. During 1975 an estimated 3 million m² was laid.

The dominant material for the load-bearing sheet metal is steel sheeting of thicknesses varying between 0.65 and 0.9 mm. The sheet metal is galvanized and often also coated with a layer of plastic or the like. Constructions using sheet aluminium also occur. The sheet thickness and profile geometry must be chosen so the sheet is able to withstand expected concentrated loadings on the uninsulated sheet metal during the construction phase so as to avoid the occurrence of buckling or other permanent deformations. The sheet metal may be fixed directly in the roof beams or in purlins.

For thermal insulation, use is made of slabs of mineral wool, cellular plastic or cork panels or sandwich board. In roofs with a sealing layer of roofing felt, relatively high demands are placed on the strength and deformation properties of the insulation. Traditionally, earlier insulation slabs were fixed to the sheet metal by adhesion with warm asphalt. In edge areas of high roofs, in particular in exposed coastal areas, use is nowadays often made of mechanical fasteners

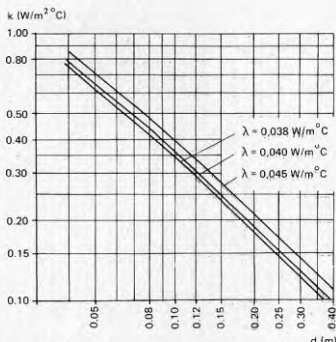


Fig. 1 Coefficient of heat transfer (k-value) as a function of insulation thickness for externally insulated sheet metal roofs. No account taken of any possible thermal bridges. For the transfer resistance $m_i + m_u$, $0.25 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ has been used and for the heat resistance of the sealing layer $0.05 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$.

in the form of, for example, self-drilling screws. In the case of mineral wool-insulated roofs, the washers for these fixing devices are placed on the lower felt layer or, in certain cases, directly on the slab.

Thermal insulation

Fig. 1 illustrates the k-value as a function of the insulation thickness for an externally insulated sheet metal roof without thermal bridges. The thermal resistance of the sealing layer is taken to be $0.05 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$.

In thermal bridges, disturbances occur in the heat flow, for which reason it is normally necessary to make a special determination of the thermal resistance. This is, for example, the case if thermal bridges in the form of wooden or steel studs are present in the structure. Mechanical fasteners such as screws and washers and the like increase the heat transmission through the roof, because the material in the fasteners has greater thermal conductivity than the insulation material. Measurements and calculations have shown, for example, that one 4 mm screw per m² increases the k-value by approximately $0.003 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. This increase is proportional to the number of screws per m².

Moisture

The moisture movement up into the roof through the sheet metal is determi-

Swedish Building Research Summaries

S35:1978

Summary of T22:1978

Key words:

roof, sheet metal roofs, profiled sheet metal, external insulation, research results

Summary S35:1978 refers to research grant 750557-8 from the Swedish Council for Building Research to Chalmers University of Technology, Structural Engineering, Steel and Timber Structures, Göteborg.

UDC 69.024.155
ISBN 91-540-2915-5

Summary of:

Johansson, G, 1978, *Utvändigt isolerade plåttak*. Externally insulated sheet metal roofs. (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm. T22:1978, 76 pp., ill. Approx. price 45 Skr.

The original publication is in Swedish.

Swedish and English summaries are published separately by the Swedish Council for Building Research.

Distribution of the original publication:

Svensk Byggtjänst
Box 1403
S-111 84 Stockholm
Sweden

ned by air movements in the joints. A minor pressure difference results in considerably greater amounts of moisture than that which may be conveyed by diffusion. The difference in air pressure between the outer and inner air may be caused e.g. by wind force on the house and by ventilation. Such difference in pressure almost always occurs. Interior excess pressure should as a rule not be accepted.

If the temperature on the underside of the roof falls, the risk for condensation directly on the underside of the load-bearing sheet metal increases. The risk of continuous surface condensation is very small when the insulation is unbroken. The vapour content indoors normally keeps well below the critical level by a generous margin.

The insulation materials rock wool, glass wool, cellular plastic and cork have been examined with respect to the risk of drip from the joints. These experiments have been carried out with different slot widths and with condensation periods of different lengths before thaw.

In cork and cellular plastic, water drips from narrower joints than in mineral wool at the same condensation period. As early as after 2 or 3 days condensation, these materials suffer from dripping water in joints as narrow as 2.5 mm. In no case does mineral wool suffer from dripping water from joints as narrow as 2.5 mm in condensation periods of 5 days or less.

Roofing

Roofing may consist of asphalt felt, sheet metal and foils of plastic or rubber. It is important that roof fittings, skylights, lead-ins, etc. are constructed in such a manner that the risk for leakage is reduced. Too low borders around a skylight can lead to water penetrating in behind the roofing felt. Skylights and led-ins should not be placed within those roof regions where water may gather, and lead-ins should absolutely not be disposed in gutters. The fewer penetrations there are in a roof the better.

Fig. 3 shows how the measured coefficients of linear expansion vary with the temperature for a few different sealing layers. For asphalt-coated, asphalt-impregnated mineral fiber felt and mineralized, asphalt-impregnated mineral fiber felt, the results for the transverse direction normally lie in the upper region, and, for the longitudinal direction, in the lower region of the sectioned field. Roofing felt of asphalt-coated, asphalt-impregnated rag base board and mineralized, asphalt-impregnated rag base board are also to be found in the lower region of the sectioned field.

The temperature dependence of the strain at failure is apparent from Fig. 4. Several of the curves show a maximum

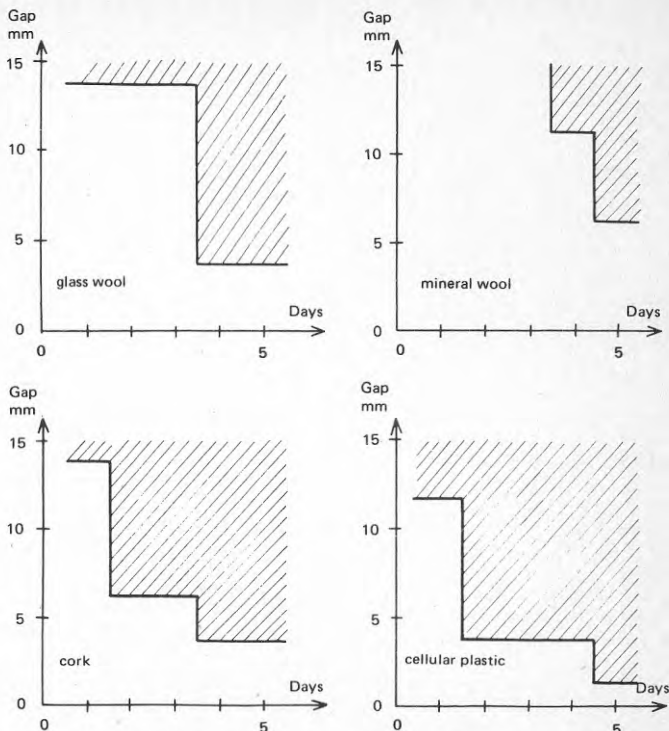


Fig. 2 Dripping from gaps in different insulation materials in a thaw period after a period of condensation. The condensation time is disclosed on the horizontal axis. The shaded portion marks the risk for drip.

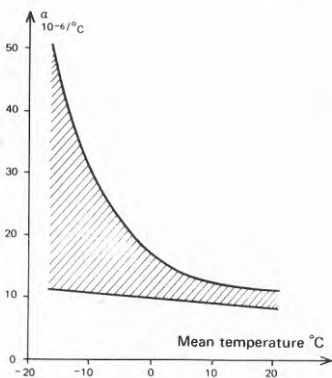


Fig. 3 Region for measured thermal coefficient of linear expansion for some different sealing layers of roofing felt. For sealing layers with surface-coated, asphalt-impregnated mineral fiber felt and protective-coated, asphalt-impregnated mineral fiber felt the results for the transverse direction normally lie in the upper region and for the longitudinal direction in the lower region of the sectioned field. For sealing layers with surface-coated, asphalt-impregnated rag base board and protective-coated, asphalt-impregnated rag base board the results normally lie in the lower region of the field.

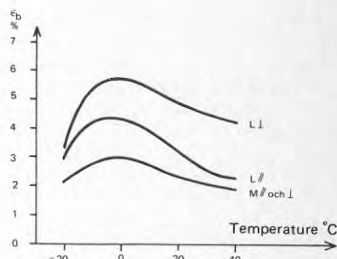


Fig. 4 Strain at failure as a function of temperature when loaded at a strain rate $3 \cdot 10^{-4}$ / sec. A base of rag board (L) and of mineral fiber felt (M) tested parallel to and at right angles to the manufacturing direction, respectively.

between 0 and 10 $^{\circ}\text{C}$. The rapid reduction of the strain at failure at lower temperatures is disturbing, since it is often at low temperatures when the sealing layer is exposed to high tensile stresses.

Load-bearing sheet metal

During the construction phase, the roof is, in many cases, subjected to loads which are, at least locally, considerably greater than the loads for which the

roof sheet metal was designed. Apart from being loaded by material, during transport and storage, the sheet metal is also loaded by equipment which is being used in the laying operation. As a general rule, material storage should be placed over the bearing beams. As far as sheet profiles available on the market are concerned, it can be said in general that, in spans of less than 5.0 m, all types of material pallets and asphalt pots should be placed in single lines directly above the bearing beams. In spans greater than 5.0 m, lighter pallets may be placed in two rows above the bearing beams.

In measurements made in the field on 25 roofs, the evenness of the mounted sheet metal was measured, its corrugation pitch and the distance from the sheet metal end to the fixation device. Unsatisfactory sheet metal mounting is manifested in all height differences, that is to say if the height difference between two adjacent profile crests is large, the difference between the greatest and smallest measurement values over 4 to 5 profile crests is also large. The evenness-deviation of the high profiles is almost twice as great as that of the low profiles. If a further subdivision is made of the high and low profiles into groups relating to grooved and ungrooved sheet metal, respectively, it will be found that the grooved high profiles display poorer evenness than the remaining three groups. However, it is probably not the groove which is of decisive importance for the poorer evenness, but instead the sheet metal thickness, which is from 0.6 to 0.8 mm for grooved and from 0.8 to 1.0 mm for ungrooved high profiles. Deviations of the above-mentioned type may be reduced by the use of patterns in the mounting operation.

Strength

The effect of different parameters on the tensile strength of the insulation and the asphalt adhesion joints loaded perpendicularly to the plane of the roof panel has been examined experimentally. The test specimen were constructed of trapezoidal sheet steel, thermal insulation and a two-layer covering with roofing felt. In certain specimen, a diffusion barrier of felt was glued in between the sheet metal and the insulation. The gluing was made with hot asphalt.

The strength of the test specimens with the rather stiff slabs of cellular plastic, cork, combi and urethane was approximately twice as high as that for the tests with less stiff insulation boards (glass wool and rock wool). The strength of test bodies with mineral wool was not appreciably affected by whether the relative adhesion areas were

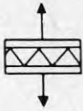
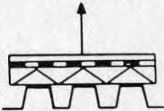
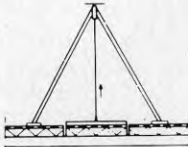
Test method	Relative strength
 <p>Material test</p>	1.0
 <p>Laboratory test</p>	0.6
 <p>Field test</p>	0.3-0.35

Fig. 5 The dependence of the strength upon the testing method employed.

45%, 35% or 20%. On the other hand, for test bodies with cellular plastic, the strength was considerably reduced at the relative adhesion area of 20% as compared with 45 or 35%.

The strength of specimen with mineral wool was not appreciably affected by reduction of the testing temperature, on the other hand the scatter of the failure load was increased and the fracture types were changed. For cellular plastic, the strength was markedly reduced already at +5°C, and at -5°C, the strength was lower than for mineral wool. For specimen with mineral wool, no appreciable reduction of the strength was obtained when manufactured at -5°C. On the other hand, for cellular plastic, the strength was lower when manufactured at -5°C.

For test bodies with mineral wool, a considerably lower strength was obtained in asphalt mopping of the sheet metal only or the insulation panel only, as compared with if both the sheet metal and the insulation panel were mopped. When the insulation panels were adhered to a cooled, asphalt-mopped sheet metal, a lower strength was obtained in normal mopping of the panels but the strength was unchanged if the panels were brushed with an extra amount of asphalt.

In order to gain an understanding of the strength of the finished roof, a number of field tests have been carried out. The testing device consists of a "quadripod" placed centrally over the test surface. A square chip board is laid on the felt and centered over the profile crests

of the sheet metal, whereafter it is glued to the roof surface with asphalt. A cut is made around the chip board through the felt and insulation down to the sheet metal. Finally, the chip board is pulled with centrally located force. The loading was measured by a dynamometer.

The field experiments which were carried out provide a certain possibility to calibrate the laboratory experiments against the results which, with closely similar testing equipment, were obtained in the tests in the field. The relationship is to be found in Fig. 5. As an estimate, it is possible to transform strength values given by manufacturers to the strength of the roofing structure.

The unevenness of the sheet metal surface affects its strength to a certain extent. No marked relationship seems to prevail, but an approximate scatter band may be discerned. A more even sheet metal surface may have an improving effect on the total strength but need not necessarily do so.

Acoustics

Profiled sheet metal reduces the sound insulation value considerably, which, however, is compensated for to a great extent by a vapour barrier of roofing felt. Different insulation materials give a quite small difference of the insulation index at a thickness of 6 cm. At 12 cm thickness the differences become more marked. For one and the same material, a thickness change of from 6 to 12 cm has little effect. For mineral wool, mech-

anical anchorage gives insulation which is as good as a class better than asphalt adhesion.

The sound absorbers which belong to the best class are: mineral wool slabs under the roof (minimum 50 mm thickness) and 80% covering, vertical noise absorbers (1 absorber/m² roof surface), fully perforated sheet metal. The following materials belong to the second-best class: mineral wool slabs on the underside, at least 60% coverage, rods in the corrugations on the underside. The following material is to be found in the third class: sheet metal with a perforated web with absorbent placed behind.

Fire

The investigations into fire spread and burning-through are accounted for. The results are intended to form the basis among others of an overview of those stipulations for classifying structural parts which constitute the basis of insurance assessments. Experiments have been carried out with different types of structures and insulation materials. Here, attempts were made to select structures which on one hand are common occurrences, and, on the other hand, constitute representative examples within the different fire insurance classes.

Different degrees of combustibility and other properties entail, naturally, highly diversified fire-technical behaviour in the different structures. Ignition, melting, deformation and drop formation – in particular with burning droplets – constitute examples of essential observations and phenomena during

the experiments. Moreover, continuous measurements of the temperature cycle in characteristic portions of the experimental installation were carried out and accounted for.

Mounting

During recent years, work in laying pre-field roofing sheet metal has an increased market. From a production point of view, this method of construction has many advantages. In a memo 1974:II, the Industrial Safety Board has provided instructions as to how the mounting work is to be carried out.

Sheet metal is normally mounted in lengths of between 6 and 15 m and weights of between 40 and 100 kg per sheet, but sheets of greater length and weight may also occur. The sheet stacks supplied to the working sites usually weigh about 1000 kg each, but stacks weighing about 2000 kg each may also occur. The stacks are tied together at both ends, but since it was found that the sheets in this stack are lifted up and thrown about when a hard wind is blowing, the practice of tying up longer sheets in the middle as well has also commenced. Delivery is most often effected by lorry in order to avoid re-loading. In the event of large orders, it may be advisable to supply with part deliveries in order to avoid actual storage of the material on the building sites.

Maintenance

A roof must be maintained just as any other structural part. The resistance to

wear in a roof felt covering is good but worse than in a sheet metal covering of stainless steel or zinked steel sheeting or sheet aluminium. Economic factors are normally decisive in the selection of roof covering materials. A roof should be inspected annually, special care being taken to check that the roof drainage system is not blocked. Furthermore, fitting connections should be examined, in particular as regards sheet metal to roofing felt, and special attention should be paid to surfaces which are under water or ice during a certain period of the year.

The majority of adjustment and repair work must be done a short time after the roof-laying. This may then be a matter of incorrect connection fittings, for example, sheet fittings etc. Mechanical damage may also occur consisting of penetration by nails or screws and sheet metal waste from further sheet metal working. Impact holes from crow bars (ice breaking) also occur. Furthermore, the roof may be damaged as a result of snow clearing.

Repair of damage to a felt roof is simple to carry out, whereas repair of holes in a seam-welded stainless steel roof covering is more difficult, since, in this case, a full set of equipment is required even for small repair jobs. If one disregards mechanical damage, stainless steel sheet is in principle maintenance-free. What was said about stainless steel sheet is also substantially valid for a roof covering of sheet aluminium and zinc-coated steel sheeting. However, sheet aluminium is more sensitive to residual water in gutters etc.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780055-3 från statens råd för byggnadsforskning
till Svenskt Stål DOBEL, Avd. DBF, Borlänge.**

R85: 1980

ISBN 91-540-3271-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700185

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
109 99 Stockholm**

Cirka pris: 30 kr exkl moms