



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.



D. H.
Rapport

R15:1979

**Snöskador vintern
1976—1977**

**Bengt Johannesson
Germund Johansson**

Byggforskningen

R15:1979

SNÖSKADOR VINTERN 1976-1977

Bengt Johannesson
Germund Johansson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
770589-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Inst. för konstruktionsteknik, Stål- och
träbyggnad, CTH, Göteborg.

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

R15:1979

ISBN 91-540-2980-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 950485

Förord

Denna rapport avser en undersökning av inträffade snöskador under vintern 1976/77. Arbetet har utförts vid institutionen för Konstruktionsteknik, Stål- och Träbyggnad, CTH, med stöd av anslag nr 770589-3 från Statens Råd för Byggnadsforskning till professor Allan Bergfelt. Bearbetningen av det insamlade materialet har gjorts gemensamt av undertecknade B Johannesson och G Johansson

Undersökningen initierades av några tidningsnotiser i början av 1977, i vilka man ganska summariskt beskrev att snön hade orsakat ras hos byggnader. Vi ansåg att det var angeläget att försöka göra en sammanställning av de erfarenheter som fanns att få.

Uppgifter om olika skador samlades in från byggnadsnämnderna och från olika personliga kontakter. Sedermera tog vi även kontakt med tillverkare och entreprenörer för att få kompletterande uppgifter. I vissa fall verkar det som om de interna kontaktvägarna inom byggnadsnämnderna inte fungerar helt oklanderligt. I allmänhet har vi mött en mycket positiv inställning till vårt arbete men vissa undantag finns.

Till alla dem som välvilligt bidragit till att denna undersökning kunnat genomföras vill vi framföra vårt varma tack.

Göteborg juni 1978

Germund Johansson Bengt Johannesson

<u>Innehåll</u>	<u>Sid.</u>
Förord	I
Innehåll	II
1. INLEDNING	1
1.1 Allmänt	1
1.2 Målsättning	1
1.3 Kommunsvar	2
1.4 Rapportuppläggnig	4
2. SNÖLASTNORMER	5
2.1 Allmänt	5
2.2 Snölaster. En jämförelse mellan BABS 1950, BABS 1960, SBN 1967, SBN 1975 och AK 77	6
2.3 Normförslag (ISO-AK 77-NKB)	8
2.4 Snöficka	8
2.5 Snölaster	13
3. SNÖSKADOR	19
3.1 Allmänt	19
3.2 Objektsredovisade skador	23
3.3 Skadeorsaker	31
3.4 Limmade träkonstruktioner (AB5, E3, F2, R7, T2, W2, W5)	33
3.5 Trätakstolar med spikplåtsförband (D4, G1, X3, AC1)	33
3.6 Trätakstolar med högben och hanbjälke (L1, T1, W1)	33
3.7 Takåsar av trä (F8, F9, F10, F11)	34
3.8 Carportar (H1, R2, W3, W4, X1)	34
3.9 Oisolerade lätta hallar med intäckning av duk eller plåt (AB2, O4, AC2, G2, T9, AC3, W6, Z1)	34
3.10 Stålpelare (T4, U1)	34
3.11 Plåtbalkar, med och utan veckat liv (AB6, D2, E2, O3, P1, P2, P3, R5, S1)	35
3.12 Trapetsprofilerad plåt (H2, O2, W7, Y1, (E4, H4, P7))	35
3.13 Lättbalkar av stål (AB3, D3, F7, R6)	35
3.14 Stålfackverk (F4, L2, R4, T3, T6)	35
3.15 Skärmtak (F5, F6, T5, T7)	36
3.16 Ej objektsredovisade skador	37

4.	SAMMANFATTNING	41
5.	LITTERATURFÖRTECKNING	43
AVDELNING 2 OBJEKTSREDOVISADE SKADOR		44
APPENDIX I	Utdrag ur belastningsbestämmelser	194

1. INLEDNING

1.1 Allmänt

Under vintern 1976-77 inträffade ett antal skador på byggnader orsakade av mycket snö. Skadorna varierade från totalt raserade byggnader till endast smärre deformationer och följskador såsom vattenläckage. Dagspressen omnämnde skadorna mer eller mindre sporadiskt. I slutet av februari började vi fundera på möjligheten att göra en sammanställning av inträffade skador och den 4 mars sände vi efter kontakter med statens planverk ut en förfrågan till byggnadsnämnderna i landets samtliga kommuner. I detta brev frågade vi om det förekommit några skador orsakade av snölast under den gångna vintern. De uppgifter vi ville ha var bl a typ av byggnad, byggnadsmaterial, skadetyper, när skadan upptäcktes o s v. En månad efter det att vi sände ut vårt brev sände planverket ut en påminnelse till de kommuner som inte ännu hade svarat.

Förutom via byggnadsnämnderna har vi fått reda på skador genom kontakter med försäkringsbolag, materialtillverkare, konsulter m fl.

1.2 Målsättning

Målsättningen med undersökningen är att närmare studera de skador som uppstått på grund av mycket snö och att försöka dra så mycket lärdom som möjligt av dessa. I redogörelsen har skilts mellan skador på bärande delar av stomkonstruktioner hos byggnader (undantagandes äldre ladugårdar) och övriga skador.

Skador på stomkonstruktioner leder ofta till att hela eller delar av tak och väggar rasar in. Risken för betydande skador på människor och annat innehåll i byggnaderna är därvid stor. Stora förluster kan också uppstå på grund av produktionsbortfall, skador på lager m m.

Skador, såsom vattenläckage, lossrivna stegar och ventilationsskorstenar m fl skador, har behandlats relativt summariskt eftersom det väsentligaste för oss har varit stomkonstruktionernas statiska uppförande.

1.3 Kommun svar

Ett 90-tal kommuner svarade direkt på vår förfrågan och efter påstötning från statens planverk inkom ytterligare ca 110 svar. Många av de kommuner som inte svarat i första omgången rapporterade att byggnadsnämnden inte kände till några skador i kommunen. I efterhand kan vi väl konstatera att rutinerna är sådana i många kommuner att byggnadsinspektionen inte alltid fått kännedom om vår skrivelse. Detta visade sig bl a på den träff med Sveriges Byggnadsinspektörer som anordnades i Norrköping i slutet av maj 1977 där ca 15 byggnadsinspektörer lämnade uppgifter om skador respektive icke skador. De angav då att de inte känt till vår förfrågan. Vidare kan vi konstatera att vi genom olika källor fått kännedom om skador i kommuner där byggnadsnämnden angivit att den inte känt till några skador. Även i kommuner som ej besvarat vår förfrågan har vi fått kännedom om inträffade skador.

I tabell 1.1 redovisas länsvis det antal kommuner som vi fått svar från samt det antal kommuner utav dessa som uppgivit att inga skador kommit till byggnadsnämndens kännedom. Totalt har vi fått svar från byggnadsnämnderna i 209 kommuner, motsvarande en svarsprocent på 75 %. Drygt hälften av de kommuner som svarat, anger att inga skador kommit till byggnadsnämndens kännedom. Vi har anledning att förmoda att i merparten av de kommuner, 25 %, som inte besvarat vår förfrågan har det inte förekommit några byggnadsskador orsakade av för mycket snö. I några av dessa kommuner vet vi dock att skador inträffat.

En kommun, Gullspång, besvarade vår förfrågan genom att hänvisa till ett uttalande av kommunstyrelsens arbetsutskott, enligt vilket man endast borde besvara enkäter från myndigheter och svenska kommunförbundet. Protokollsutdraget bifogades.

Genomgående kan vi annars konstatera att byggnadsnämnderna har varit mycket välvilligt inställda till vår undersökning även om personalbyten och arbetsbelastning har försvårat och i enstaka fall omöjliggjort uppgiftslämnandet.

Vi tycker oss ha märkt att man speciellt från tillverkare ibland försöker dölja små och medelstora skador för att inte "få dåligt rykte". I några fall har det varit svårt att få uppgifter från tillverkare om hur en konstruktion varit utförd. Inte heller byggnadsnämnden har haft tillgång till erforderliga uppgifter. I merparten av våra kontakter med entreprenörer, byggherrar, tillverkare, konsulter etc har vi dock mött en öppen inställning. Vid en del av dessa kontakter har vi fått ytterligare tips om skador. Skador av utpräglad tvistkaraktär, där ansvarsförhållandet inte är utrett, har behandlats under "tystnadslöfte". De har därför inte rapporterats i detalj i objektsammanställningen. I den allmänna bedömningen av skadeorsakerna har de dock varit medtagna som bedömningsbakgrund.

Tabell 1.1 Antal kommuner som besvarat vår förfrågan samt antal kommuner utan rapporterade skador. Inom parentes anges antal kommuner som ej svarat.

Län	Totalt antal kommuner	Antal kommuner som svar har erhållits från	Kommuner utan skador enligt byggnadsnämnden
AB	23	17 (6)	10
C	6	5 (1)	5
D	7	7 (-)	2
E	12	8 (4)	1
F	11	9 (2)	1
G	8	7 (1)	4
H	12	9 (3)	5
I	1	- (1)	-
K	5	4 (1)	3
L	13	10 (3)	6
M	20	13 (7)	11
N	6	5 (1)	4
O	15	11 (4)	9
P	18	13 (5)	6
R	16	11 (5)	5
S	16	14 (2)	7
T	11	9 (2)	1
U	11	8 (3)	7
W	15	10 (5)	5
X	10	8 (2)	4
Y	7	4 (3)	4
Z	8	7 (1)	5
AC	12	8 (4)	6
BD	14	12 (2)	10
Totalt	277	209 (68)	121

1.4 Rapportuppläggnig

I kapitel 2 diskuteras snölastnormerna från BABS 1950 och framåt. De snöuppgifter vi har fått i samband med skadorna, antingen de varit baserade på uppmätningar och vägningar eller endast med hjälp av ögonmått, har jämförts med normernas snölast. De angivna snölasternas periodicitet har beräknats för några platser med hjälp av frekvensdiagram redovisade i [8].

Kapitel 3 ger en sammanfattning över samtliga skador som inrapporterats och där redovisas även de slutsatser som kan dras av skadorna vintern 1976/77.

Detaljerade objektsbeskrivningar ges i avdelning 2. Slutsatserna i kapitel 3 har huvudsakligen baserats på dessa beskrivningar.

2. SNÖLASTNORMER

2.1 Allmänt

I Appendix 1 redovisas utdrag ur svenska belastningsbestämmelser fr o m 1950, vilka anger de minsta snölaster som skall användas vid hållfasthets- och deformationsberäkningar av bärande konstruktioner i husbyggnader. Bestämmelserna avser exempelvis inte lantbrukets ekonomibygnader men kan även för dessa tjäna som riktlinjer. I avsnitt 2.2 jämförs de olika normerna med några kommentarer om utvecklingen. I fig.2.1 visas snözonindelning enligt SBN 1975.

AK 77 är ett förslag till nya bestämmelser för bärande konstruktioner som presenterades av statens planverk i slutet av 1976.

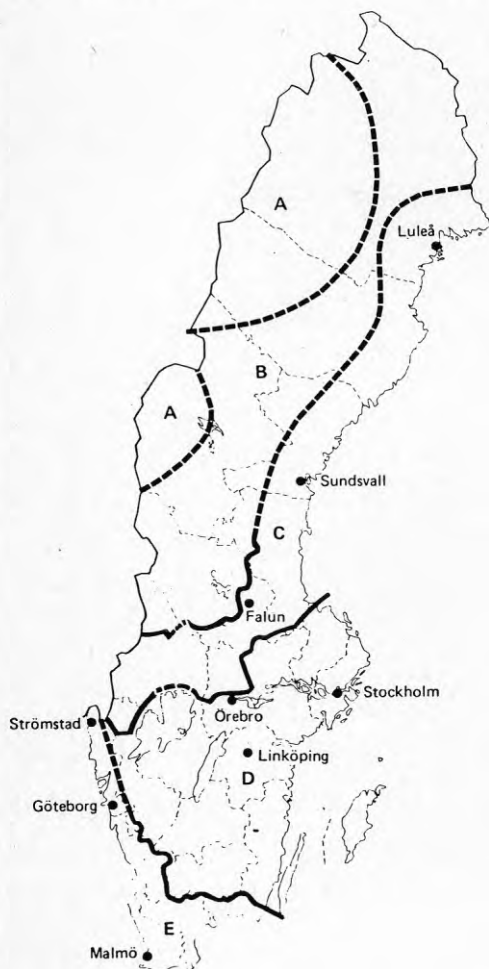


Fig. 2.1 Snözonindelning enligt SBN 1975

2.2 Snölaster. En jämförelse mellan BABS 1950, BABS 1960, SBN 1967,
SBN 1975 och AK 77

BABS 1950

Gränserna mellan de olika snözonerna är inte så väldefinierade. I norra och mellersta Sveriges inland har konstruktören själv möjlighet att avgöra snölastens storlek. I normen nämns att om snöficka kan förväntas uppstå skall hänsyn tas till den därav ökade belastningen. Ingen tunghet anges för snö i snöficka. Vidare anges att snölasten på yttertak förutsätts anbringad på ogynnsammaste sätt i vad avser påkänningarna på den bärande konstruktionen.

BABS 1960

Gränserna mellan de olika snözonerna är samma som i BABS 50. I norra och mellersta Sveriges inland har konstruktören fortfarande själv möjlighet att avgöra snölastens storlek. Normen anger att hänsyn skall tas till eventuell snöficka varvid snöns tunghet antas vara 4 kN/m^3 . Anvisningen i BABS 50 om att snölasten skall anbringas på ogynnsammaste sätt har borttagits i BABS 60.

SBN 1967

Gränserna mellan de olika snözonerna är här väldefinierade, med undantag för gränserna mellan områdena A, B och C i Nordsverige. Jämfört med BABS 60 har norra gränsen för snözon D flyttats längre norrut. Nytt är att halva snölasten anges vara rörlig och halva vilande. Härigenom kan drivbildning p g a vinden beaktas. Snöfickor diskuteras mycket utförligare än i BABS 60 och bl a påpekas risken av att nerrasande snö kan ge upphov till en snöficka. Tungheten för snön i snöfickan anges till 3 kN/m^3 . I supplement, 1972, infördes exceptionella snölaster.

SBN 1975

Den norra gränsen för snözon D har jämfört med SBN 67 flyttats 5-10 mil söderut i Närke-Värmland-Dalsland. I vissa områden går gränsen även längre söderut än i BABS 60. Gränsen mellan snözon E och D har flyttats längre västerut i Bohuslän. Fortfarande antas halva snölasten vara vilande och den andra hälften rörlig.

De exceptionella snölasterna som har införts är 20-40 % större än den vanliga snölasten. Risken för snöficka diskuteras mindre utförligt än i SBN 67 men snöns tunghet anges fortfarande till 3 kN/m^3 . Snöfickan räknas som en exceptionell last. Vidare ges möjlighet att räkna med mindre snölast än vad normen anger i normalfallet. Snölaster för växthus har införts.

AK 77

AK 77 avviker betydligt från tidigare normer. Snöns fördelning över taken anges med formfaktorer analogt med vindlasterna i tidigare normer. Takutformningen har stor betydelse för formfaktorernas värde. En fördel med formfaktorerna är att snöfickor automatiskt beaktas.

Tabell 2.1 Vanliga snölaster enligt svenska normer

Snözon (eller motsvarande geografiska område)	Snölaster i kN/m^2 enligt			
	Babs 50 ^{*)}	Babs 60 ^{*)}	SBN 67	SBN 75
A	2,0 - 3,0	2,0 - 3,0	2,5	2,5
B	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	2,0	2,0
C	1,5	1,5	1,5	1,5
D	1,0	1,0	1,0	1,0
E	0,75	0,75	0,75	0,8

*) ej exakt snözonindelning

2.3 Normförslag (ISO-AK 77-NKB)

För att ge en mer nyanserad bild av snölasten på tak har ISO (International Organization for Standardization) utarbetat ett förslag som innehåller formfaktorer för snölasten, analogt med formfaktorer för vindlast. Den dimensionerande snölasten fås genom att snölastens grundvärde multipliceras med en formfaktor som beror av takets utformning. Detta ISO-förslag utarbetades i början av 1970-talet. I de allmänna bestämmelserna för bärande konstruktioner (AK 77) som utarbetats av statens planverk har dessa tankegångar medtagits. ISO-förslaget presenteras i AK 77 i delvis modifierad form. Senare har NKB (Nordiska Kommittén för Byggbestämmelser) i sitt förslag till riktlinjer för last och säkerhetsbestämmelser medtagit en ytterligare kompletterad variant av ISO-förslaget.

Tidigare normer har i stor utsträckning överlåtit till konstruktören att bedöma risken för att en snöficka skall uppstå. Detta har i många fall lett till att risken för snöficka över huvud taget inte beaktats. Om den har beaktats har det gjorts på ett många gånger ganska förenklat sätt och kanske framför allt har snölastens storlek inte ökats i tillräcklig utsträckning. Exempelvis har i vissa fall hänsyn till risk för snöficka tagits genom att man ökat tjockleken på en trapetsprofilerad plåt med ett steg, motsvarande en tjockleksökning av cirka 0,1 mm. I AK 77 beaktas däremot snöfickor automatiskt.

2.4 Snöficka

De ur snöfickesynpunkt intressanta taktyperna redovisas i figurerna 2.2 - 2.4 vilka är hämtade ur NKB-förslaget september 1977. I de tidigare förslagen (ISO och AK 77) har ingen övre begränsning införts för formfaktorn i snöfickan. NKB-förslaget begränsar dock formfaktorns storlek till 4. Vid bedömning av snömängden i en eventuell snöficka skall förutom risken för drivbildning orsakad av vind, även hänsyn tas till att 50 % av snömängden på en angränsande högre belägen takyta kan rasa ner. Betraktelsesättet med formfaktorer låser upp konstruktörens bedömning på ett mycket hårt sätt och hans möjligheter att utgående från erfarenhet bedöma snölasten har starkt begränsats.

För ett omvänt sadeltak resp sågtak är den maximala formfaktorn för snölasten 1,6. Den totala snölasten för dessa tak förutsätts bero av taklutningen. Nedan visas några exempel på hur den totala snölasten för ett tak enligt figur 2.2 kan variera med taklutningen.

$$\varphi = 0^{\circ} \quad Q_{\text{snö}} = 0,8 q_{\text{snö}} L$$

$$\varphi = 30^{\circ} \quad Q_{\text{snö}} = 1,2 q_{\text{snö}} L$$

$$\varphi = 60^{\circ} \quad Q_{\text{snö}} = 0,8 q_{\text{snö}} L$$

där $q_{\text{snö}}$ är snölastens grundvärde.

Det förutsätts alltså att det ligger 50 % mer snö på ett tak med 30° taklutning än vid 0° resp. 60° taklutning.

Utförandet med ett högre och ett lägre tak som är sammanbyggda är ett annat exempel på fall där snöficka kan bildas. Här skall även hänsyn tas till nerrasad snö från det högre belägna taket när taklutningen på detta är större än 15° . Den drivbildning (snöfickebildning) som antas kunna orsakas av vind förutsätts vara proportionell mot byggnadens totala bredd och omvänt proportionell mot höjdskillnaden mellan byggnaderna. Formfaktorn μ väljes som det minsta av $(l_1 + l_2)/2h$ och $2h/q_{\text{snö}}$. Värdet på μ har uppåt begränsats till 4 i NKB-förslaget, medan tidigare förslag inte haft denna begränsning.

I tabell 2.2 har formfaktorn μ för några av de redovisade skadeobjekten beräknats utgående från NKB-förslaget och med användning av snölasten enligt AK 77. Svagheten i beräkningarna är att formfaktorn är beroende av snölastens grundvärde. Beräkningarna har gjorts för att ge en uppfattning om vilken storleksordning på snölasterna i snöfickan som kan bli aktuell.

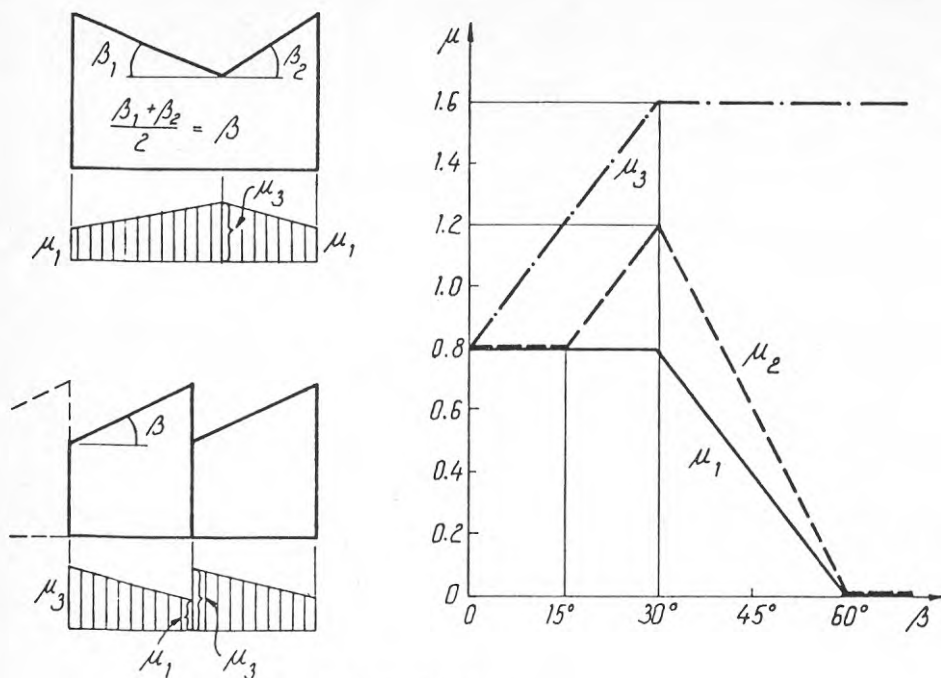
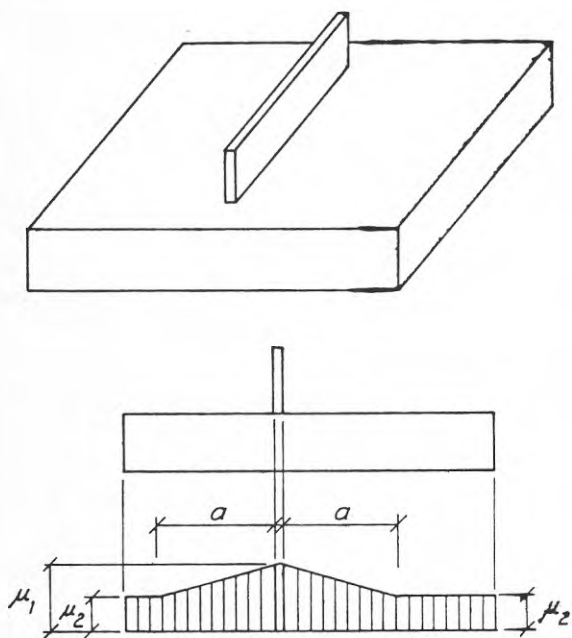


Fig. 2.2 Formfaktorer för snölast.

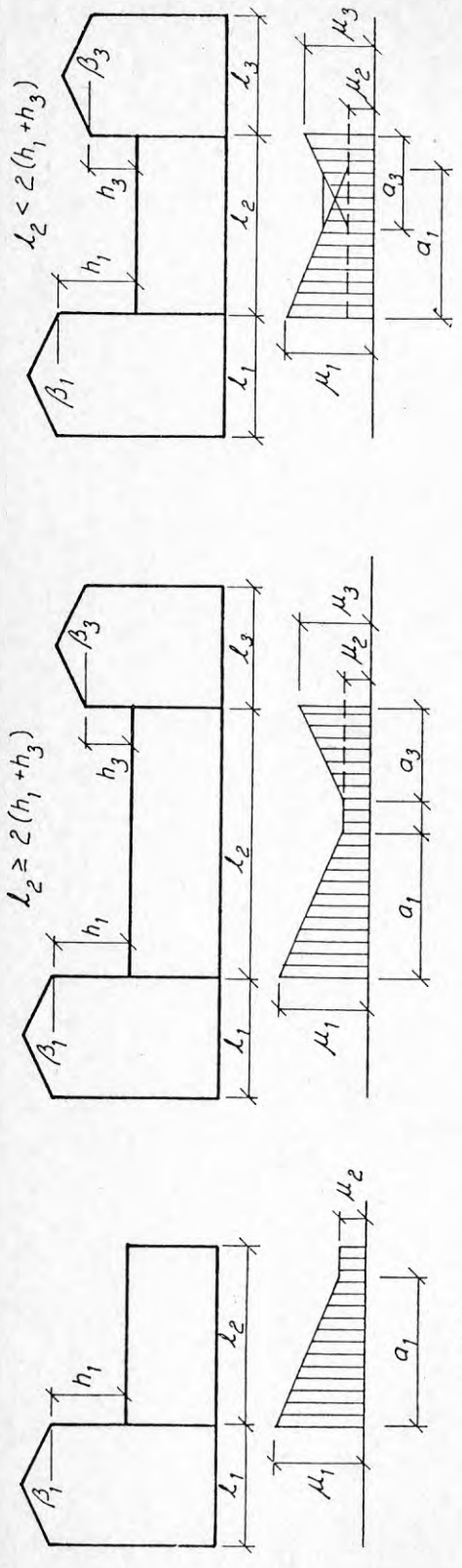


$$\mu_1 = \frac{2h}{5_0} \text{ dock } 0.8 \leq \mu_1 \leq 2.0$$

$$\mu_2 = 0.8$$

$$l = 2h \text{ dock } 5 \text{ m} \leq l \leq 15 \text{ m}$$

Fig. 2.3 Formfaktorer för snölast.



$\mu_2 = 0.8$
 $\mu_1 = \mu_{15} + \mu_{1w}$
 $\mu_3 = \mu_{35} + \mu_{3w}$
 μ_5 av ras
 μ_w av vind

μ_{1w} är det minsta av värdena $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2h_1}$; $\frac{2h_1}{50}$; 4

Motsvarande gäller för μ_{3w}

För $\beta > 15^\circ$ μ_5 svarar mot att 50 % av snölasten (beräknad enligt FIG 1) på angränsande högre belägna takyta rasar ner.

För $\beta \leq 15^\circ$ $\mu_5 = 0$

$a_1 = 2h_1$ dock $5m \leq a_1 \leq 15m$. Om $\lambda_2 < a_1$ räknas med $\mu_1' = \mu_2 + \frac{\lambda_2}{a_1} (\mu_1 - \mu_2)$
 $a_3 = 2h_3$ dock $5m \leq a_3 \leq 15m$. Istället för med μ_1 . Motsvarande gäller μ_3 om $\lambda_2 < a_3$.

Fig. 2.4 Formfaktorer för snölast. I fig ovan är s_0 snölastens grundvärde i kJ/m^2 . I texten används istället $q_{\text{snö}}$.

Tabell 2.2 Beräknade formfaktorer för snöficka enligt NKB-förslaget 1977. Formfaktorn μ_1 är uppåt begränsad till 4,0. Använda snölast har hämtats ur AK 77. Understrukna värden anger att den övre begränsningen på μ_1 använts.

Objekt	Snölast enl. AK 77 kN/m ²	μ_{1w}	μ_{1s}	μ_1	Maximal snölast i snöfickan kN/m ²	Anm.
AB 4	1,4	$2 \cdot 1,1/1,4 = 1,7$	0	1,7	2,4	Skärmtak
E 2	1,4	$2 \cdot 2,5/1,4 = 3,6$	0	3,6	5,0	
F 5	1,4	≈ 5	0	<u>4,0</u>	5,6	
H 2	1,4	$2 \cdot 2,0/1,4 = 2,9$	0	2,9	4,0	Plåt
O 2	1,0	$2 \cdot 2,5/1,0 = 5,0$	0	<u>4,0</u>	4,0	Plåt
P 4	1,4	$2 \cdot 1,5/1,4 = 2,1$	0	2,1	3,0	
P 5	1,4	$2 \cdot 3,2/1,4 = 4,6$	0	<u>4,0</u>	5,6	
R 3	1,4	$\approx 2 \cdot 1,0/1,4 = 1,4$		1,4		
R 6	1,4	$2 \cdot 3,9/1,4 = 5,6$	0	<u>4,0</u>	5,6	
T 1	1,4	$\approx 2 \cdot 2,5/1,4 = 3,6$	0	3,6	5,0	Lutande tak
T 5	1,4	$(62+4,2)/2 \cdot 5,2 = 6,4$	0	<u>4,0</u>	5,6	Skärmtak
T 6	1,4	$2 \cdot 2,0/1,4 = 2,9$	0	2,9	4,0	Skärmtak
T 7	1,4	$2 \cdot 1,8/1,4 = 2,6$	0	2,6	3,6	Skärmtak
U 1	1,4	$\approx (6+6)/2 \cdot 6 = 1,0$	0	1,0	1,4	Vinkel mellan byggnader
Y 1	2,1	$(11+19)/2 \cdot 3,5 = 4,3$	0	<u>4,0</u>	8,4	

De siffervärden som redovisas i tabell 2.2 visar att i flertalet fall blir den maximala snölasten i snöfickan 5 gånger så stor som snölasten på ett horisontellt tak ($4,0/0,8 = 5,0$). I tabellen har vissa objekt medtagits där snöfickan torde ha varit den avgörande orsaken för att en skada inträffat men där vi haft otillräcklig kännedom om ingående mått. I nästan samtliga skadefall där snöfickan bedömts som primär skadeorsak har skadorna gällt antingen skärmtak eller täckning med trapetsprofilerad plåt.

2.5 Snölaster

I många fall har vi erhållit uppgifter om uppmätta snödjup och/eller snölaster samtidigt med att vi fått uppgift om inträffade skador. I anslutning till skadefallsberättelserna redovisas även av SMHI uppmätta snödjup. Dessa snödjup har hämtats ur SMHI:s månadsöversikter.

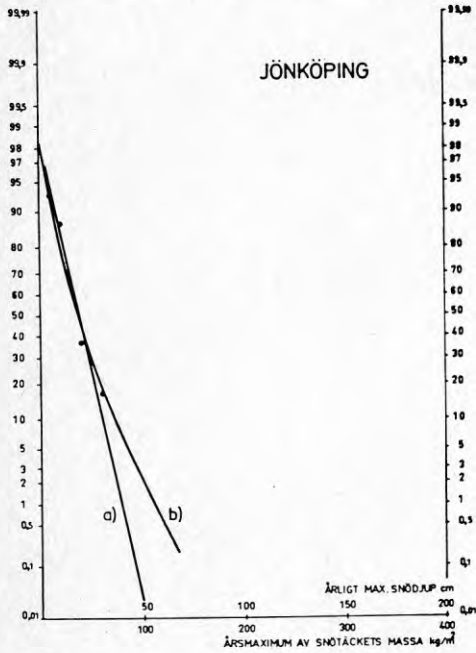
För några av SMHI:s mätstationer har vi gjort jämförelser med de frekvenskurvor avseende snödjupet som redovisas av Nord och Taesler [8]. De utvalda stationerna är de som är belägna i Syd- och Mellansverige och för vilka SMHI:s månadsöversikter anger snödjup och vilka även behandlats av Nord och Taesler. I tabell 2.3 redovisas för 15 olika mätstationer maximalt uppmätt snödjup under januari, februari och mars. Vidare redovisas uppmätta nederbördsmängder i mm under månaderna december, januari och februari samt summan av nederbörden under dessa tre månader. I tabellen anges även om marken den 5 december 1976 var snötäckt eller ej. Dessa data har hämtats ur SMHI:s månadsöversikter. Nord och Taesler redovisar frekvensfunktioner för snödjup och för snötäckets massa, fig. 2.5. I dessa frekvensfunktioner har vi avläst de snödjup för vilka sannolikheten är 2 % att de ska uppträda, den s k 50-årsvintern. Vidare har vi, i extremfallen något oegentligt, ur de redovisade frekvensdiagrammen beräknat sannolikheten för att det

under vintern 1976-77 maximalt uppmätta snödjupet ska inträffa. Denna sannolikhet, uttryckt i upprepningsperiod i år, redovisas i tabell 2.3. Som framgår av tabellen har för några mätstationer mycket extrema snödjup erhållits. Utgående från frekvensfunktionerna är upprepningstiden mer än tusen år för fyra av mätstationerna. Tre av stationerna redovisar en upprepningsperiod av storleksordningen 10.000 år, d v s det uppmätta snödjupet skulle inte ha inträffat sedan istiden. Anledningen till att vi erhållit dessa extrema värden är dels att frekvensfunktionen vid små sannolikheter är mycket osäker och dels att vissa av mätstationerna har flyttats under den tidigare mätperioden. De snödjup som anges av SMHI i dag gäller alltså inte för exakt samma mätställe som frekvensfunktionerna i Nord-Taeslers rapport gör. För mätstationerna Nyköping, Norrköping, Jönköping, Vänersborg, Skara och Karlstad bör man sätta ett frågetecken för upprepningsperioden för snödjupet. För övriga stationer erhålls mer normala upprepningsperioder, från drygt 100 år ner till drygt 5 år. Vi är medvetna om att en användning av frekvensfunktionerna på det sätt som gjorts inte är tillåten eftersom frekvensfunktionernas utseende vid små sannolikheter är mycket osäker. Det redovisade materialet ska tolkas så att för vissa stationer har exceptionellt mycket snö uppmätts. Någon ytterligare förfinad tolkning är icke möjlig.

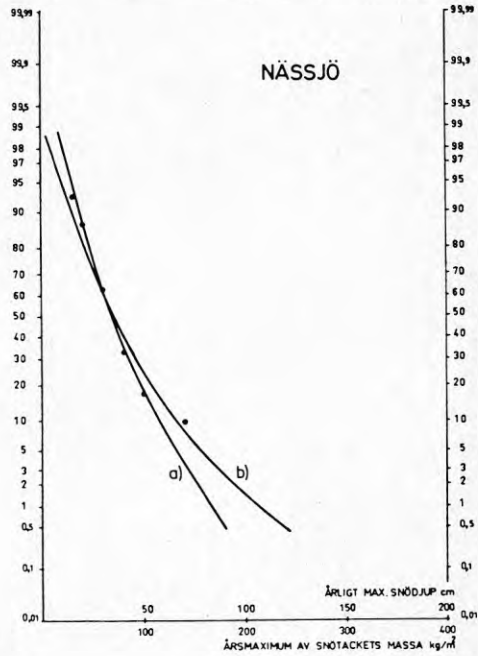
De redovisade nederbördsmängderna har tagits med för att markera den absolut maximala nederbördsmängden som kan förekomma. I exempelvis Nyköping uppmättes under december, januari och februari nederbördsmängden 256 mm vilken motsvarar en belastning av cirka $2,6 \text{ kN/m}^2$.

I tabell 2.4 redovisas en sammanställning av de snöuppgifter som vi fått från byggnämnderna. Av uppgifterna framgår bl a att snödjup på 1 m eller mer har registrerats uppe på tak. I snöfickor har ännu större snödjup registrerats, upp till 2 m. Mätningar av belastningen har gjorts endast i ett fåtal fall. Man har då på ett eller flera ställen på taket tagit ut en snöpelare, smält den och därefter mätt motsvarande vattenmängd. Det är med användning av erhållna uppgifter omöjligt att göra en allmän bedömning av snölasternas storlek. Man kan emellertid konstatera att på vissa ställen har snömängder motsvarande 1,5 å 2 x normenlig snölast uppträtt. En annan osäkerhetsfaktor när det gäller de inkomna uppgifterna på snödjup är att det inte alltid anges om det varit fråga om snöanhopningar, snöficka eller dylikt. Inte heller har alltid angetts vilken typ av snö det varit fråga om, exempelvis hårt packad snö eller nysnö.

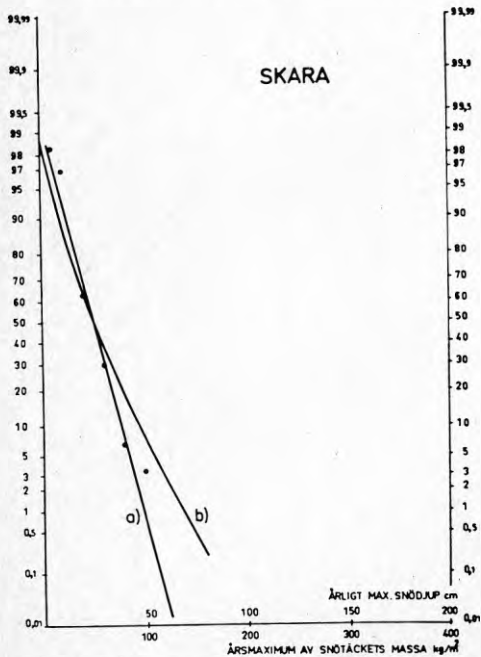
- a) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMISNÖDJUP
b) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMIVÄRDE AV SNÖTÄCKETS MASSA



- a) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMISNÖDJUP
b) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMIVÄRDE AV SNÖTÄCKETS MASSA



- a) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMISNÖDJUP
b) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMIVÄRDE AV SNÖTÄCKETS MASSA



- a) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMISNÖDJUP
b) SANNOLIKHETSFÖRDELNING FÖR ÅRLIGT MAXIMIVÄRDE AV SNÖTÄCKETS MASSA

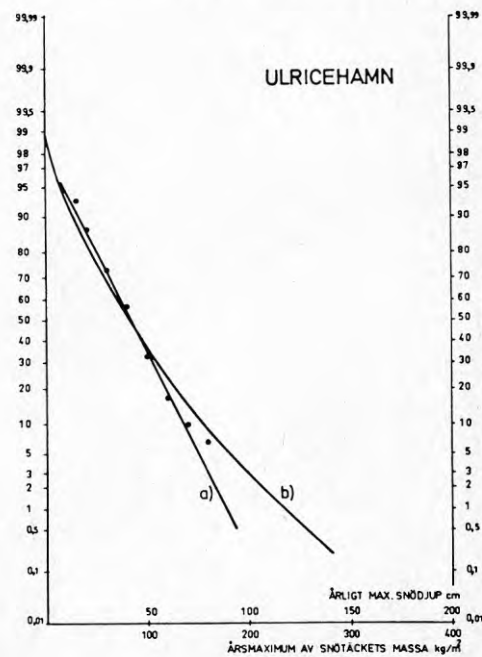


Fig. 2.5 Frekvensfunktioner för maximalt snödjup och för snötäckets maximala massa. Snödjupet avser uppmätta värden medan snötäckets massa avser ur densitet och snödjup beräknade värden. [8]

Tabell 2.3 Sammanställning av maximalt uppmätt snödjup enligt SMHI, beräknat snödjup för 50-årsvintern, beräknad upprepningstid för uppmätta snödjup samt uppmätta nederbörds mängder.

Station	Län	Maximalt uppmätt snödjup under jan, feb och mars (cm)	50 års vinter (cm)	Beräknad upprepnings- tid för maximalt snödjup (år)	Uppmätta nederbörds- mängder mm	Snö 5/12 1976
					dec jan feb	Σ
Nyköping	D	65, <u>75</u> , 66	66	≈ 300	143 78 35	256 nej
Linköping	E	60, <u>56</u> , 56	64	35	120 77 34	231 ja
Norrköping	E	71, <u>74</u> , 70	51	≈ 10.000	135 75 37	247 nej
Jönköping ^{*)}	F	<u>69</u> , 65, 62	38	mer än 10.000	97 81 45	223 ja
Nässjö	F	73, <u>85</u> , 84	76	≈ 125	101 95 51	247 ja
Växjö	G	<u>38</u> , 37, <u>38</u>	51	≈ 7	68 65 56	189 ja
Västervik	H	<u>48</u> , 37, 35	58	≈ 10	129 69 33	231 nej
Borås	P	<u>62</u> , 59, 55	73	≈ 25	87 93 40	220 ja
Ulricehamn ^{**)}	P	79, <u>84</u> , <u>84</u>	85	≈ 50	- - -	-
Vänersborg	P	60, <u>62</u> , 57	55	≈ 200	85 88 31	204 ja
Skara	R	<u>63</u> , <u>63</u> , 57	45	≈ 10.000	121 72 35	228 ja
Karlstad	S	<u>85</u> , 75, 73	67	≈ 2.000	89 131 34	254 ja
Knön	S	71, <u>73</u> , <u>73</u>	96	≈ 10	67 78 18	163 ja
Örebro, Ekeby	T	65, <u>70</u> , 68	75	≈ 30	101 100 45	246 ja
Falun	W	77, <u>78</u> , 69	81	≈ 45	62 91 29	182 ja

^{*)} Maximalt uppmätta snödjup och nederbörds mängder avser mätstationer i Jönköpings stad medan "årsvintrarna" avser Jönköpings flygplats. Det maximalt uppmätta snödjupet på Jönköpings flygplats under vintern 1976-77 var 92 cm.

^{**)} Redovisade värden har erhållits per telefon från SMHI.

Tabell 2.4 Redovisade snöuppgifter i olika kommuner

Kommun	Uppgift
Aneby	Uppskattat 60-70 cm. Uppmätning 20 x 20 x snödjup gav $q = 1,12 \text{ kN/m}^2$.
Avesta	Mätt 0,96 - 1,00 kN/m^2 på två provytor
Bollnäs	Normenlig last 1,5 kN/m^2 har troligen uppnåtts på många tak.
Borlänge	Snöns tunghet har mätts med 12 cm rör till 1,9 - 2,1 kN/m^3 . Div mätningar 55 cm 1,45 kN/m^2 41 cm 1,20 kN/m^2 45 cm 1,40 kN/m^2 55 cm 1,23 kN/m^2
Degerfors	Mer snö än normalt, 1 m djup på mark
Enköping	Inga skador p g a förebyggande snöskottning
Eskilstuna	Ej anmärkningsvärt mycket snö
Fagersta	Snöficka 30 cm vid nock - 90 cm i rännadal
Falköping	Yrsnö i drivor. Snön kom i omgångar och packade sig. Vatten-samlingar.
Falun	Gissar 1,8 kN/m^2 . Tätt liggande småhus 1,2 m med entrén i det smala utrymmet. Brant lutande tak mot gången. Snöras kan stänga in folk i gången och allvarliga olyckor kan ske.
Grums	Taksottning i allmänhet, d v s inga skador
Grängesberg	1,6 m snö i snöficka
Gävle	Snöpelare 25 x 34 x snödjup smält, vägt 2,4 kN/m^2 .
Huddinge	Mycket snö samt is och vatten
Jönköping	30 cm, på vissa ställen 60 cm i drivor, 1,5 - 2,0 kN/m^2
Kalix	Ej onormalt riklig snömängd
Karlskoga	Snölast bedömd till max 1,4 kN/m^2
Karlskrona	30-40 cm + 15 m/s vind gav drivsnö på en sida.
Kristianstad	Speciellt mycket snö. Över 1 m på tak. Fastfruset på plåten.
Laxå	Mer snö än vanligt. 1 1/2 m i drivor, kanske metern på öppna fält.
Linköping	$q = 2,4 \text{ kN/m}^2$ uppmätt, uppskattning 2,00 - 3,00 kN/m^2 på lada.
Ljusdal	Man tror $\sim 1,5$ x normenlig snölast
Lund	Mycket blöt och tung snö
Motala	Mycket snö - "det mesta under 7 år"
Nacka	7-8 cm lager is under snön på tak
Nora	Mycket snö. Ett fall med 1,85 m snö på 2 m sträcka på läsida (45°), i övrigt 80-100 cm. Många har skottat vid låg snönivå.
Nässjö	Cirka 80 cm snö uppskattat på skärmtak. Ett sjok på ett par hundra kilo har hängt över taksargen och fallit ned 7 m på skärmtaket. Via pressen uppmanade Byggnadsinspektionen folk att skotta. Just då var snövikten ca 1,4 kN/m^2 (65 cm).
Osby	~ 50 cm tung snö
Oskarshamn	Snö på plantak, is 1,10 kN/m^2 + snö 0,95 $\text{kN/m}^2 = 2,05 \text{ kN/m}^2$
Ovanåker	70 cm tjock snö + regn

Tabell 2.4 (forts.)

Ronneby	Vikt av snö på idrottshall 1,32 kN/m ² (ingen snöficka)
Skellefteå	0,8 - 1 m snö på tak uppmätt. Gissar max 2,0 kN/m ² på rasat tak.
Skövde	Gissar 1,75 - 2,25 kN/m ² 80 cm packad snö på taket. 70 cm snö på ena takhalvan, 50 cm på andra. Uppmätt snölast vid 60 cm snödjup är 125 kN/m ² . Uppmätt snödjup 60 cm, i snöficka 100 - 120 cm. Snöns tunghet 2,0 kN/m ³
Solna	Snöficka + tövatten: 20 - 25 cm is + 30 - 35 cm snö
Stockholm	I snöficka 4,0 kN/m ² (bedömd)
Sunne	Vid snöanhopning på södersida av villa uppmättes 0 cm i nock och 1 m vid takfot. Inga skador uppstod dock trots att efterföljd uppmaning om skottning ej följts.
Surahammar	Uppmätt 1,7 kN/m ² med sarg.
Svalöv	Snödjup 65 cm på meteorologisk station. I snödrivor på tak har snölasten bedömts till 2,5 kN/m ² . Snön uppskiktad med is. Taken skottade i tid.
Sävsjö	Taken skottade i tid.
Tranås	40-50 cm snö, drivbildning med upp till 100 cm snö \approx 2,0 kN/m ² .
Trollhättan	Omkring 70 cm i allmänhet + regn i snö $\gamma = 6 \text{ kN/m}^3 - 3 \text{ kN/m}^3$ uppmätt. Varvig snö - is. Onormalt snörik vinter. Tunghet 5,0 kN/m ³ mätt i undre skikt.
Uddevalla	1,6 resp 1,5 m snö har angivits. Troligen snöficka
Umeå	0,4 - 0,9 kN/m ² snö på plasttält
Uppvidinge	Snölast mellan 1,5 - 1,9 kN/m ²
Valdemarsvik	"Enorma mängder snö", \sim 60 cm
Vara	50 cm snö + is på rasade takplattor 20 cm bedömt på kvarvarande del
Vetlanda	Ung 60 cm på tak, uppmätt 1,25 kN/m ²
Vingåker	\sim 50 cm snö varav 16 cm blötsnö och is
Vårgårda	Gissar 1,5 m i rännal - 20-30 cm vid nock
Värnamo	Mätt tunghet upp mot 5,0 kN/m ³ , 40-50 cm snö + regn \approx 2,0 kN/m ² Onormalt mycket snö har uppträtt 3 ggr under 1900-talet.
Västervik	0,4 - 0,8 m packad snö och is. <u>Snöficka</u> - 1 m vid byggnad och 0,4 m vid takfot med packad snö och flera isskikt
Östersund	Ej speciellt stora snömängder

3. SNÖSKADOR

3.1 Allmänt

De skadeuppgifter som vi erhöll efter vår första förfrågan var i allmänhet mycket knapphändiga. Till viss del beror detta på att vi inte preciserade våra önskemål tillräckligt. Mycket arbete har därefter lagts ner för komplettering av uppgifterna. Dessvärre har det vid ett par tillfällen visat sig att lämnade upplysningar var felaktiga. Emellertid tror vi att de uppgifter som redovisas i rapporten är riktiga i alla väsentliga delar.

Skadorna har indelats i dels detaljredovisade skador, vilka i allmänhet har berört de bärande konstruktionernas funktion, dels i skador av sekundär art och skador på gamla ladugårdar m.m. De förstnämnda skadorna redovisas i avdelning 2.

I tabell 3.1 och i fig. 3.1 ges en översikt över fördelningen av olika skador över landet. I tabellen redovisas antal kommuner inom varje län där vi antingen direkt av kommunen eller på annat sätt fått reda på en skada.

Kolumn 1 anger antal kommuner som över huvudtaget svarat. Svarsprocenten var hög, ca 75 %.

Kolumn 2 anger antal kommuner där byggnadsnämnden givit uppgift om skador. Skador redovisas av ca 30 % av landets byggnadsnämnder.

Kolumn 3 anger antal kommuner där vi fått kännedom om skador på annat sätt än genom byggnadsnämnden. Närmare 10 % av landets kommuner är berörda. Av de 22 kommuner det gäller har 11 inte svarat på vår förfrågan, 7 svarat att skador finns men angivit andra skador och 4 sagt att skador inte förekommit.

Kolumn 4, 5, 6 och 7 avser antal kommuner med skador redovisade i avdelning 2. Skadorna har här delats på stålkonstruktioner, träkonstruktioner, betongkonstruktioner och aluminiumkonstruktioner. I flera kommuner har mer än en typ av skada inträffat.

Kolumn 8, 9, 10 och 11 anger antal kommuner med någon form av skada som inte oobjektsredovisats. Skärmtak avser skärmtak över entréer, altantak och liknande vid småhus. Skador på tak över biluppsättningsplatser redovisas däremot som objektskador. Skadetyperna som ingår i kolumnen övriga skador redovisas särskilt i avsnitt 3.3.

Tabell 3.1 Översiktlig fördelning av olika skadetyper.

Län	Antal kommuner som besvarat cirkulärskrivelsen			Antal kommuner med skador på							
	(1)	(2)	(3)	Objektredovisade				Ej objektredovisade			
				Stålkonstruktioner	Träkonstruktioner	Betongkonstruktioner	Aluminiumkonstruktioner	Ladugårdar	Växthus	Skärmtak (garagetak vid småhus)	Övriga skador
AB	17	7	1	2	3			1	1	2	3
C	5	0	0								
D	7	5	0	1	1 (+1)*			3			
E	8	7	2	1	2			7	1	2	2
F	9	8	3	2	6			2	2	2	1
G	7	3	0	1	1			2			2
H	9	4	0	1	1			3	1		1
I	0	0	0								
K	4	1	0		1						
L	10	4	0	1	1						3
M	13	2	0		1						2
N	5	1	0					1			
O	11	2	1	2	1						
P	13	7	3	4	2		1	3	1		4
R	1	6	5	4	5			3			5
S	14	7	0	1				6		1	3
T	9	8	4	4	2	1		3			5
U	8	1	0	1							
W	10	5	2	2	3			2	1	1	4
X	8	4	0	1	2			2		1	1
Y	4	0	1	1							
Z	7	2	0	1					1		1
AC	8	2	0	2	1	1					1
BD	12	2	0		1						1
Totalt	209	88	22	32	35	2	1	38	8	9	39

* Endast länstillhörighet känd på objektet



Fig.3.1 Geografisk fördelning av inträffade snöskador, redovisade i avd 2.

3.2 Objektsredovisade skador

Redovisningen i avdelning 2 berör 86 skadefall. Samtliga behandlade skador gäller primärt eller sekundärt bärande stomdelar. Skadorna är sammanställda i tabell 3.2. I tabellen ges en mycket kortfattad information om respektive skada.

Skadornas fördelning över landet framgår av fig.3.1. Skador har förekommit över hela landet med undantag för Gotland, Öland och fjälltrakterna. De flesta skadorna finns i mellersta och norra Götaland samt i Svealand.

Tabell 3.3 ger en sammanställning av vilken konstruktionsdel som primärt har skadats och orsaken till att skadan har uppstått. Av tabellen framgår att det i de flesta fallen är primärbalkarna som har skadats. Skadorna omfattar allt från relativt måttlig buckling till fullständig sammanstörtning av byggnad. Med "mycket snö" avses snömängd i förhållande till vad normen anger. Kolumnen tillverkningsfel i tabellen innefattar fel, d v s avvikelser från föreskrivet utförande, både i fabrik och på byggnadsplats. Med underdimensionering menas fel på projekteringsstadiet, både direkta beräkningsfel och olämpligt utformade konstruktioner.

Tabell 3.2 Förteckning över de objekt som redovisas i avdelning 2. Översiktligt redovisade objekt är utmärkta med asterisk.

Nr	Byggnad	Mtrl	Skadad konstruktion	Skada	Bedömd orsak
AB 1	Skola	Trä	Fältskarvad takbalk	Böjbrott	Olämplig underdimensionerad konstruktion
AB 2	Tälthall	Stål	Fackverksramar	Stab, brott	Dålig sidostagning
AB 3	Hallbyggnad	Stål	Z-balkar	Fläsbuckling	Underdimensionering
AB 4	Skärmtak	Trä	Upphångningsanordning	Stora nedböjn.	Enl. ritn. olämpligt utförande
AB 5	Kallager	Limträ	Takstolar	Delning i lamell-fogar	Otillfredsställande lamellimning
* AB 6	Hallbyggnad	Stål	HSI-balkar	Stora nedböjn.	
D 1	Åldringcenter	Limträ	Takbalkar	Böjbrott	Tillverkningsfel vid lamellskarvning
D 2	Skärmtak	Stål	HSI-balkar	Kantring	Otillfredsställande stagning av underfläns, snölast och vatten
D 3	Kallförråd	Stål	Z-balkar	Böjbrott	Underdimensionering
D 4	Svinhus	Trä	Fackverk m spikplåtar	Spjällkning	Konstruktionsfel
E 1	Lager	Limträ	3-ledsramar	Skjuvbrott	Trolligen mycket snö
E 2	Stälhall	Stål	OLW-balkar med hål	Skjuvbrott	Snöficka
* E 3	Lager	Limträ	Limträramar	Skjuvbrott	Mycket snö
* E 4	Skärmtak	Stål	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	
F 1	Ladugård	Trä	Träramar	Böjbrott	Felkonstruktion i samband med ombyggnad
F 2	Kallförråd	Limträ	Takstolar		Underdimensionering
F 3	Kallager	Trä	Spikade fackverksramar	Skarvbrott	Underdimensionerade montageskarvar
F 4	Förråd	Stål	Fackverk fast inspända i pelare	Knäckning	Konstruktionsfel
F 5	Skärmtak	Stål	Konsolbalkar	Svetsbrott	Tillverkningsfel i svets mellan balk och svetsplatta, snöficka
F 6	Skärmtak	Stål	Konsolbalkar	Svetsbrott	Mycket snö i snöficka
F 7	Lagerlokal	Stål	Z-balkar	Nedböjning	Mycket snö + felvända profiler
F 8	Kallager	Trä	Takåsar på spikade fackverk	Total kollaps	Mycket snö?
F 9	Kallförråd	Trä	Takåsar	Böjbrott	Konstruktionsfel

Tabell 3.2 forts.

Nr	Byggnad	Mtrl	Skadad konstruktion	Skada	Bedömd orsak
F 10	Kallförråd	Trä	Takåsar	Böjbrott	Konstruktionsfel
F 11	Kallförråd	Trä	Takåsar	Stora nedböjn.	Konstruktionsfel
* F 12	Förråd	Trä	Takstolar av rundvirke	Ras	Underdimensionering
* G 1	Affärslokal	Trä	Träfackverk m. spikplåt	Skarvbrott	Tillverkningsfel
* G 2	Ridhus	Stål	Båge av stålrör	Böjbrott	
H 1	Carpport	Trä	Reglar på stolpar	Stidförskjutn.	Konstruktionsfel, nedrasande snö
H 2	Plåttak	Stål	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	Snöficka
* H 3	Reningsverk	Trä	Trätraktolar	Stora nedböjn.	Mycket snö
* H 4	Plåttak	Stål	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	
K 1	Maskinhall	Trä	3-ledsram med dragstag	Böjbrott	Underdimensionering
L 1	Virkesmagasin	Trä	Takstol	Böjbrott	Underdimensionering
L 2	Förråd	Stål	Fackverksbalkar med dragstag	Flytn. i dragstag	Underdimensionering
M 1	Skärmtak	Trä	Reglar på stolpar	Böjbrott	Underdimensionering
O 1	Kallager	Trä	Takstolar på bärlinor	Röta	Eftersatt underhåll, snöficka
O 2	Plåttak	Stål	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	Snöficka
O 3	Lager	Stål	Rana-balkar	Nedböjning	Mycket snö
* O 4	Tälthall	Stål	2-leds fackverksbåge	Ras	Underdimensionering
P 1	Fryshus	Stål	Rana-balkar med hål	Skjuvbrott	Konstruktionsfel
P 2	Maskinhall	Stål	Rana-balkar med dragstag	Böjbrott	Stor ensidig snölast
P 3	Hallbyggnad	Stål	Rana-balk	Skjuvbuckling	Trolligen mycket snö
P 4	Verkstadslokal	Stål + betong-hälsten	Stålbalk på mur av betong-hälsten	Kraftkonc.	Snöficka, olämpligt utförande
P 5	Skola	Limträ	Takbalkar med urtag	Spjälkning	Snöficka
P 6	Kallförråd	Trä	Spikade fackverk	Skarvbrott/knäckn.	Snöficka, underdimensionering
* P 7	Skärmtak	Aluminium	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	Snöficka
R 1	Lager	Trä	Underspända träfackverk	Skarvbrott	Spruckna skarvlappar
R 2	Carpport	Trä	Reglar på stolpar	Stidförskjutn.	Konstruktionsfel

Tabell 3.2 forts.

Nr	Byggnad	Mtrl	Skadad konstruktion	Skada	Bedömd orsak
R 3	Ladugård	Trä	Lamellfackverk	Knäckning	Underdimensivering
R 4	Lager	Stål	Svetsade fackverk	Svetsbrott	Tillverkningsfel
R 5	Industri	Trä	Takåsar på stålbalkar	Röta	Träåsarna ruttade bort
R 6	Verkstad	Stål	Z-balkar	Böjbrott	Snöficka
R 7	Kallager	Limträ	3-ledsramar	Skjuvbrott	Snöficka
R 8	Verkstads-lokaler	Stål	Svetsat balkfäste på pelare		
*R 9	Skola	Stål	Stålkonstruktion	Stora nedböjn.	Snöfickor
*R 10		Limträ	Limträbalkar på bärlinor	Upplagsdef.	Konstruktionsfel
S 1	Magasinsbyggnad	Stål	Överkragande Rana-balkar	Buckling av livplåt	Överlast och underdi mensivering
T 1	Lager	Trä	Trätakstolar	Böjbrott	Troligen snöficka
T 2	Skola	Plywood	Plywoodbalkar	Limfogsbrott	Tillverkningsfel
T 3	Maskinhall	Stål	Fackverksbalkar	Svetsbrott	Tillverkningsfel
T 4	Virkesmagasin	Stål	Balkar på pelare av valsade profiler	Knäckning hos pelare	Underdi mensivering
T 5	Skärmtak	Stål	Konsolbalkar på btg.pel.	Infästningsbrott	Snöficka
T 6	Tak	Stål	Fackverkskonstruktion		Snöficka är troligt
T 7	Skärmtak	Stål + btg	Konsolbalkar m. dragstag	Infästningsbrott	Snöficka
T 8	Förråd	Stål	Stållram	Vipning	Stor snölast
T 9	Förråd	Stål	Stålbågar av rör	Böjbrott	Underdi mensivering
U 1	Garage	Stål	Fackverk på stålpelare	Knäckning	Utförandefel vid ombyggnad
W 1	Kallförråd	Trä	Takstolar av trä	Böjbrott	Underdi mensivering
W 2	Maskinhall	Trä- plywood	Plywoodbalkar	Böjbrott	Tillverkningsfel
W 3	Carpport	Trä	Reglar på stolpar	Sidoförskjutn.	Konstruktionsfel, nedrasande snö
W 4	Carpport	Trä	Reglar på stolpar	Sidoförskjutn.	Konstruktionsfel, nedrasande snö
W 5	Sporthall	Limträ	Takbalk	Skjuvbrott	Tillverkningsfel
W 6	Tälthall	Stål	Tvåleds fackverksramar	Svetsbrott	Tillverkningsfel
W 7	Silo	Stål	Trapetsprofilerad plåt	Buckling	Snöficka
X 1	Carpport	Trä	Reglar på stolpar	Sidoförskjutning	Konstruktionsfel, nedrasande snö

Tabell 3.2 forts.

Nr	Byggnad	Mtrl	Skadad konstruktion	Skada	Bedömd orsak
X 2	Cykelgarage	Trä	Fackverk med spikplåt		Bygghel
X 3	Bilgarage	Trä	Fackverk med spikplåt	Förbandsbrott	Tillverkningsfel
* X 4	Skärmtak	Stål		Stora nedböjn.	
Y 1	Spårtak	Plåt	Trapetsprofilerad plåt	Böjebrott	Snöficka
Z 1	Tälthall	Stål	2-leds fackverksbåge		Underdimensionering
AC 1	Svinhus	Trä	Fackverk med spikplåt	Spjällkning	Konstruktionsfel
AC 2	Tälthall	Stål	3-leds fackverksbåge	Böjebrott	Konstruktionsfel samt snö + vind
AC 3	Tälthall	Stål	2-leds Vierendelram	Svetsbrott	Underdimensionering, tillverkningsfel
AC 4	Lager	Betong	TT-takplattor	Stora skjuv- sprickor vid upplag	Underdimensionering, snöficka
BD 1	Entrétak	Trä	Träreglar på pelare	Sidoförskjutn. och pelarknäckning	Nedrasande snö

Tabell 3.3 forts.

Objekt nr	Skadad konstruktionsdel				Bedömd skadeorsak					
	Primärbärare, ras	Primärbärare, def	Sekundärbärare, ras	Sekundärbärare, def	Nedrasande snö	Mycket snö (i förhållande till normen)	Snöficka	Tillverkningsfel	Underdimensionering	Övrigt
H 1	x				x				x	
2			x				x			
3		x				x				
4				x						
K 1	x								x	
L 1	x								x	
2	x								x	
M 1	x								x	
O 1	x						(x)			x
2				x			x			
3		x				x				
4	x								x	
P 1	x								x	
2	x					x				
3		x				x				
4	x						x		(x)	
5	x						x			
6	x						x			
7				x			x			
R 1	x									x
2	x				x				x	
3	x								x	
4	x							x		
5	x		x							x
6			x				x			
7	x					x				
8	x						x			
9		x					x			
10				x					x	

Tabell 3.3 forts.

Objekt nr	Skadad konstruktionsdel				Bedömd skadeorsak					
	Primärbärare, ras	Primärbärare, def	Sekundärbärare, ras	Sekundärbärare, def	Nedrasande snö	Mycket snö (i förhållande till normen)	Snöficka	Tillverkningsfel	Underdimensionering	Övrigt
S 1	x					x			x	
T 1	x						x			
2	x							x		
3	x							x		
4	x								x	
5	x						x			
6	x						x			
7	x						x			
8	x					x				
9	x								x	
U 1	x							x		
W 1	x								x	
2	x							x		
3	x					x			x	
4	x					x			x	
5	x							x		
6	x							x		
7				x			x			
X 1	x					x			x	
2	x							x		
3	x							x		
4		x								
Y 1			x				x			
Z 1	x								x	
AC1	x								x	
2	x								x	
3	x							x	x	
4				x			x		x	
BD1	x					x				

3.3 Skadeorsaker

Den utlösande faktorn för skadornas uppkomst har i samtliga fall varit att snölasten överstigit konstruktionens bärförmåga. I några fall har även vindlast samverkat med snölasten. I tabell 3.4 redovisas en sammanfattning av bedömda skadeorsaker med en något mer detaljerad indelning. Åtta objekt är dubbelförda i tabellen och därav är 5 st skarportar förda under rubrikerna nedrasande snö och konstruktionsfel.

Tabell 3.4 Antal objektsredovisade skador fördelade efter orsak.
Antalet stämmer ej med tab.3.1 p g a att 8 objekt är dubbelförda.

	Stål	Trä	Material		Totalt
			Aluminium	Betong	
Nedrasande snö	-	6	-	-	6
Mycket snö	7	5	-	-	12
Snöficka	14	3	1	1	19
Tillverkningsfel					
i fabrik	5	7	-	-	12
på byggplats	1	1	-	-	2
Underdimensionering					
olämplig konstruktions- utformning	5	15	-	-	20
felaktiga beräkningar	8	7	-	1	16
Övrigt	-	3	-	-	3
Obekant	4	-	-	-	4
Totalt	44	47	1	2	94

Många gånger har det funnits flera möjliga orsaker till skadans uppkomst. Vid bedömningen har den troligaste orsaken angetts men ibland kan alternativa orsaker ha förelegat. Vissa skador är en följd av en kombination av orsaker, exempelvis skador på skarportar där nedrasande snö förskjutit taket horisontellt därför att man inte utformat konstruktionen för att uppta sådana laster.

Eftersom det finns relativt få utförda mätningar av snölastens storlek på de skadade byggnaderna har det varit svårt att avgöra när "mycket snö" i första hand har förorsakat brottet. Vid vår bedömning av den huvudsakliga skadeorsaken kan det mycket väl vara så att vi angivit exempelvis underdimensionering, konstruktionsfel eller

någon annan orsak men att konstruktionen dessutom varit utsatt för en snölast som överstiger den i normerna angivna. Det är därför omöjligt att dra slutsatsen att mycket snö uppträtt endast i de 12 angivna fallen. Däremot är det helt klart att förekomsten av snöfickor förorsakat skador i cirka 25 % av fallen (19 fall av 86). Det är en anmärkningsvärt hög siffra med tanke på att redan BABS 1950 hade med en anvisning om snöfickor. Med en förnuftig bedömning av snöfickans inverkan vid projekteringen hade dessa skador troligen kunnat undvikas.

Tabell 3.4 visar mycket tydligt att skadorna i de flesta fallen (53 %) berott på felantingen på projekteringsstadiet eller vid tillverkningen. Av dessa skador berör 30 st träkonstruktioner, 19 st stålkonstruktioner och 1 st betongkonstruktioner.

Att andelen träkonstruktioner är så stor kan delvis bero på att självbyggeri är vanligt för träkonstruktioner vilket inte är fallet för stål- eller betongkonstruktioner. Det är också signifikativt att den största inrapporterade skadan på betongkonstruktioner är en skada som orsakats av underdimensionering i kombination med överlast. Normalt sett klarar betongkonstruktioner, tack vare sin stora egenvikt, en relativt sett större överlast än vad trä- och stålkonstruktioner gör.

En stor skillnad mellan skadorna hos stål- och träkonstruktioner finner man i skador på grund av konstruktionsfel. För träkonstruktioner har speciellt hopfästningar med spikning, limning och liknande förorsakat svåra problem.

I det följande diskuteras några typskador lite mer i detalj.

3.4 Limmade träkonstruktioner (AB5, E3, F2, R7, T2, W2, W5)

Problem med limning har förekommit i limträ- och plywoodbalkar, totalt sju objekt. I limträkonstruktionerna har det varit limfogarna mellan lamellerna som varit dåliga. Bl a har konstruktioner från början av 1960-talet rasat. Flera liknande konstruktioner av samma tillverkare rasade under 1960-talet och Kungliga Byggnadsstyrelsen påtalade bristerna hos dessa konstruktioner i cirkulärskrivelse 1966.

En förutsättning för att limfogen skall bli bra är att sammanlimmade delar är plana. Speciellt gäller detta vid spiklimning, som inte kan ge lika högt presstryck som exempelvis en hydraulpress. Ovarsam hantering efter limningen kan bryta upp limfogar där limmet redan börjat att härda. Limfogens hållfasthet kan därigenom spolieras helt.

3.5 Trätakstolar med spikplåtsförband (D4, G1, X3, AC1)

Konstruktioner med spikplåtsförband är svåra att utforma riktigt vilket fyra skador visar. I tre av dessa fall har samma tillverkare gjort fackverken. I två av fallen (G1, X3) har spikplåtarna placerats felaktigt vid tillverkningen, vilket inneburit att i något förband har spikplåten hamnat helt vid sidan av skarven medan i andra förband har bara 1/3-del av nödvändig förankring funnits.

I tre fall var förbanden så utformade att uppsprickning var oundviklig, (bl a beroende på att för små spikplåtar användes). Fackverken var dessutom olämpligt utformade med upplag under högbenen i stället för under underramstången.

Med lite större noggrannhet vid konstruktion och tillverkning hade felaktigheterna lätt kunnat undvikas. Utförandefelen kan bero på bristande kunskap hos dem som står vid spikplåtspressarna.

3.6 Trätakstolar med högben och hanbjälke (L1, T1, W1)

Enkla hemsnickrade trätakstolar med högben och endast en högt placerad hanbjälke har i allmänhet en mycket liten bärförmåga, vilket 3 skador visar. Vid måttliga spännvidder 4-5 m kan sådana takstolar accepteras. När spännvidderna ökar bör man utföra takstolarna på något lämpligare vis, exempelvis som fackverk.

3.7 Takåsar av trä (F8, F9, F10, F11)

Sidostagningen av takåsar kan behöva utföras lite noggrannare. Speciellt gäller detta vid tak där skivverkan hos takpanelen inte kan påräknas.

3.8 Carportar (H1, R2, W3, W4, X1)

I moderna småhusområden placeras ofta förrådsdelen med tak över bilplatsen intill grannens hus. Dessa tak har i allmänhet inga eller mycket dåliga möjligheter att ta upp sidokrafter. Det har tyvärr visat sig att man vid dimensioneringen inte tagit hänsyn till att snö kan rasa ner på carporten och skjuta iväg den. Krafterna vid raset kan vara avsevärda och de bör givetvis beaktas vid dimensioneringen.

3.9 Oisolerade lätta hallar med intäckning av duk eller plåt (AB2, O4, AC2, G2, T9, AC3, W6, Z1)

En konstruktionstyp som i relativt stor utsträckning varit utsatt för skador är hallar med duk som takintäckning. Det finns många skilda orsaker till dessa skador, men en mycket vanlig orsak verkar vara att hallarna projekterats som uppvärmda men senare har dess användningsområde ändrats och de har fått fungera som kallförråd. Genom att hallarna projekterats som uppvärmda har den dimensionerande snölasten valts relativt låg och stomkonstruktionerna har då blivit för klena för att orka ta upp den snölast som verkligen kan uppträda. Vissa av skadorna kan dessutom hänföras till utförandefel och konstruktionsfel. Utförandefelen har bestått dels i excentrisk infästningar och dels i felaktigt utförda svetsar. Fyra olika tillverkares hallar har varit utsatta för skador. De hallar som skadats har varit av fackverkskonstruktion med bågform och ramform och i två fall en båge av enkelt rör. Om man skall välja ut en "typskada" inom denna grupp kan man säga att raset kan ha orsakats av mer snö än vad man föresatt i dimensioneringsberäkningarna kombinerat med att hallen vid tillfället inte varit uppvärmd, eventuellt har även något tillverknings- eller montagefel varit för handen.

3.10 Stålpelare (T4, U1)

Två skador beror på att pelarna har knäckt. I det ena fallet har pelarna knäckt på grund av att konstruktionen ej haft några diagonalstag så att knäcklängden har blivit ungefär dubbla pelarlängden. I stället för enligt Eulers andra eller tredje knäckfall, som man kan förmoda att konstruktören har förutsatt, har pelarna fungerat som inspända i grunden och delvis fria i pelartoppen.

Det andra fallet där brottet skedde genom pelarknäckning är ett intressant exempel på att s k icke bärande delar i en konstruktion även har bärande funktion. Man byggde en ny hall bredvid den gamla och när nybyggnaden var klar rev man bort den avstyvande väggbeklädnaden mellan hallarna. Detta innebar att pelarna i den ursprungliga hallen som dimensionerats mot knäckning i styva leden förlorade staggningen i veka leden och knäckte.

3.11 Plåtbalkar, med och utan veckat liv (AB6, D2, E2, O3, P1, P2, P3, R5, S1)

Många skador på svetsade plåtbalkar har inträffat. De har rört HSI-balkar (2 fall), Rana-balkar (6 fall) och OLW-balkar (1 fall), de senare två typerna med veckat liv. Skadeorsakerna varierar mellan de olika objekten. I några fall har skadorna inträffat på grund av rena tillverknings- eller konstruktionsfel. Man har tagit hål i balklivet vid upplagen, i ett fall så stora hål att balkens tvärkraftupptagande förmåga i det närmaste försvunnit helt. En annan skada beror på kombination av överbelastning och underdimensionering. Ett fall har bedömts bero på att snölasten har överskridit det dimensionerande värdet. Vidare har vi observerat bristfälliga svetsar mellan liv och fläns, det har i vissa fall varit möjligt att se rätt igenom balklivet.

3.12 Trapetsprofilerad plåt (H2, O2, W7, Y1, (P7, H4, E4))

Antal skador på trapetsprofilerad plåt som vi fått kännedom om är förvånansvärt få. I samtliga fall där skador inträffat kan skadorna hänföras till att snöficka bildats och att man vid dimensioneringen inte tagit tillräcklig hänsyn till risken för snöficka. I allmänhet har plåten bucklat och fått kvarstående nedböjningar. Endast i enstaka fall verkar överlasten ha varit så stor att plåten har vikt sig och trillat ner.

3.13 Lättbalkar av stål (AB3, D3, F7, R6)

Vid vår inventering har vi funnit fyra olika fall där lättbalkar av stål, Z-profiler, har skadats. Anledningen till dessa skador har varit dels feldimensionering och dels överbelastning i form av snöficka. Skadorna utgör inte något misstroendevotum mot balktypen som sådan utan de har uppstått på grund av fel som är oberoende av balktyp.

3.14 Stålfackverk (F4, L2, R4, T3, T6)

Merparten av de skador som inträffat har berott på felaktigt utförande. Skadorna har uppstått på grund av brott i svetsar. I ett fall är det emellertid helt klart att

fackverket även var underdimensionerat men brottet skedde i svetsen. Anledningen till det inträffade svetsbrottet är att hänföra till utförandefel, godset har icke varit genombränt utan svetsen har varit en "maskeringssvets".

3.15 Skärmtak (F5, F6, T5, T7)

En konstruktionstyp som varit ganska utsatt för skador är de mindre skärmtaken, skärmtak över en lastkaj, skärmtak över ett skyltfönster eller dylikt. Dessa skärmtak har fungerat som konsoler med spännvidden 2-3 m. I den vinkel som bildas mellan huset och skärmtaket har det i allmänhet samlats relativt mycket snö. Orsaken till de inträffade skadorna är, bortsett från den snöfickebildning som skett, utförande- eller konstruktionsfel, exempelvis dåliga svetsar.

3.16 Ej objektsredovisade skador

I många kommuner har endast mindre skador av typen losslitna ventilations skorstenar och inläckning av smältvatten förekommit. Ett stort antal raserade ladugårdar har också rapporterats.

I tabell 3.1 gavs en länsvis fördelning av antal kommuner med olika typer av skador. En särskild redovisning gjordes av kommuner med skärmtakskador. Många av dessa inträffade på tak över altaner vid småhus. Kategorien övriga skador specificeras för respektive kommun i tabell 3.5.

I flera fall har man fått skador på taktäckning med papp. Problemet uppkommer speciellt vid horisontella tak där avvattningen sker genom takbrunnar som ofta olämpligt placerats i högpunkter intill takbalkar. På grund av isbildning på taket kan takpappen förstöras. Otillfredsställande tätningar vid ventilationsstosar och takkupoler medför läckage om vattnet blir stående. Även från början tillfredsställande tätning och limningar mellan papp och plåttäckningar förstörs lätt av is. Denna typ av skador är inte specifika för den snörika vintern 1976/77 utan de förekommer mer eller mindre varje år.

Viss kritik har framförts mot anvisningarna i Bygg-AMA 72 där man anser att alltför låga plåtstosar tillåts. Vid plana tak eller på andra ställen där vatten kan bli stående måste ofta högre plåtstosar användas för att inte läckage genom stosen skall uppstå.

En annorlunda skada har rapporterats från Ljusdal. Där skjuvades en skorsten vid takfoten av. Snön och isen på taket bildade ett sammanhängande sjok och gled på plåttaket.

Tabell 3.5 Övriga skador som vi erhållit kännedom om

Kommun	Uppgift
Arvika	Ventilationshuvar och likn. losslitna. Isvall vid takfot ger läckage
Falköping	Vatten hellre via bräddavlopp än takbrunnar Ras- och krosskador på tegeltak
Falun	Brott i snöräcken
Gnosjö	Takstegar, ventilationsskorstenar
Hallsberg	Trasigt tegel, tegelläkt. Ventilationshuvar förskjutna Snöras knäckt uppstolpad takstol Smältvatten frusit sönder rännor och plåtfalsar
Haparanda	Läckage genom takpapp och ventilationsstos
Herrljunga	Vattenskador - sprucken papp
Härjedalen	Snöräcken, yttertak
Karlskoga	Läckage i horisontellt tak. Uppdämningar på horisontella tak bör motverkas genom placering av avlopp på varma ställen som <u>ej</u> fryser
Karlstad	Tegelmur
Lerum	Frysskador på horisontellt tak - vatten fryser hos pappväder
Linköping	Putstras
Ljusdal	Ras ner på lägre delar, murad skorsten avskjuvad vid snöglidning på plåttak - issjok
Lund	Skador på gesims- och hängrännor
Mariestad	Stora nedböjningar hos tak med stålfackverk
Motala	Brott i takstol i äldre magasin (sekelskifte ?)
Mullsjö	Ventilationshuvar, taktegel
Nora	Ventilationsskorstenar, takstegar (38° - 45° spec.) Byggnad från 1850 skadad
Olofström	Vattensamling på horisontellt tak ger tillskottsnedböjningar
Osby	Äldre lastbilsgarage rasat
Oskarshamn	Stora nedböjningar av horisontellt tak
Skövde	Ventilationshuvar, tätskikt
Storfors	Frysskador ger inläckning
Svalöv	Huvar, hängrännor, plåtbeslag
Södertälje	Takstege, stos för avloppsventilation, hängränna, stuprör
Tingsryd	Takfotspåbyggnad och hängränna nedrasat
Töreboda	Infästning av limträbalk med expanderbult i äldre byggnad revs loss
Vaxholm	Takfotsbräda och hängränna i småhus skadade
Vimmerby	Solavskärmning
Vårgårda	Inbyggd ljusgård utan utlastningsmöjlighet
Älmhult	Plåttak
Örebro	Nedrasande snö har dragit ned takutbyggnad



Fig. 3.2 Ras i rötskadad dansbana. Stomme av spikade ramar.



Fig. 3.3 Ras i ladugård. Stolpverk av timmer med utvändig brädforning.



Fig. 3.4 Ras i vagnslider. Stolpverk av timmer med utvändig brädförning.



Fig. 3.5 Växthus

4. SAMMANFATTNING

De inträffade skadorna har huvudsakligen drabbat lätta konstruktioner i stål eller trä medan betongkonstruktioner med sin normalt stora egenvikt genomgående har klarat sig mycket bättre. Skadorna har geografiskt fördelats över hela landet men med en koncentration till mellersta och norra Götaland och södra Svealand. I de områden där skadefrekvensen har varit störst har man ibland även registrerat för området exceptionellt mycket snö. Det har vid genomgång av skadorna visat sig att en bidragande orsak till den relativt stora skadefrekvensen är att man vid dimensionering inte tagit tillräckligt stor hänsyn till att snöfickor kan bildas.

Skadeorsakerna har varierat från skada till skada. Både felaktigheter vad gäller bedömning av snölastens storlek samt tillverkningsfel och felaktiga konstruktionsberäkningar har varit orsak till inträffade skador. Ungefär en fjärdedel av de skador vi studerat orsakades av snöficka.

Inträffade skador har gett en del allmän erfarenhet. I ett fall verkar det exempelvis som om det normala betraktelsesättet vid överföring av snölast via kontinuerligt upplagda bärande takplåtar har lett till en underdimensionering av huvudbärarna. För en kontinuerligt upplagd plåt över 3 stöd med lika spännvidd blir stödreaktionen över mittstödet 25 % större än vad lasten $q \cdot L$ motsvarar. Denna effekt att stödreaktionen i mittstödet är större än qL brukar man av praxis inte ta hänsyn till vid dimensioneringen. I verkligheten fungerar huvudbärarna som fjädrande stöd så att ökningen av stödreaktionen blir kanske inte 25 % utan mellan 0 och 25 %. Man borde kanske vid dimensionering tänka om något så tillvida att man vid kontinuerligt upplagda plåtar dimensionerar huvudbalkarna för en last som är 15 eller 20 % större än vad man får om man tar den jämnt utbredda lasten och multiplicerar med avståndet mellan huvudbärarna.

Den viktigaste slutsatsen av undersökningen är enligt vår bedömning att man bör lägga stor vikt vid ett konstruktivt riktigt utförande. Tillverkningskontrollen är vidare en sak som man icke får glömma; det har ju visat sig att ett flertal skador (närmare 40 %) hänför sig till tillverknings- eller konstruktionsfel. Inträffade skador ger knappast någon anledning till att öka de normenligt föreskrivna snölasternas

storlek. Merparten av de skador som inträffat torde ha inträffat ändå, även om konstruktionerna dimensionerats utgående från en förhöjd snölast, eftersom skadeorsaken har varit felaktigheter på ett eller annat sätt.

5. LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] BABS 1950. Anvisningar till byggnadsstadgan. Kungl. Byggnadsstyrelsens Publikationer 1950:1.
- [2] BABS 1960. Anvisningar till byggnadsstadgan. Kungl. Byggnadsstyrelsens Publikationer 1960:1.
- [3] SBN 1967. Svensk Byggnorm 67. Statens Planverk, Publikation nr 1.
- [4] SBN 1975. Svensk Byggnorm. Statens Planverk 1975.
- [5] AK 77. Allmänna bestämmelser för bärande konstruktioner. Förslag 1976-11-24.
- [6] ISO. Snow loads on roofs. International organization for standardization. Fourth draft proposal. Date 1974-05-22.
- [7] NKB. Förslag till riktlinjer för last- och säkerhetsbestämmelser. Förslag TS 42, september 1977.
- [8] Nord, M & Taesler, R: Snötäckets densitet och massa i Sverige. (Statens Institut för Byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R 21:1973.
- [9] Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Månadsöversikt över väderlek och vattentillgångar. Vol 58 (1976):11,12 Vol 59 (1977):1, 2, 3, 4.
- [10] Sveriges Kommunkalender 1977. Malmö 1977.

AVDELNING 2
OBJEKTSREDOVISADE SKADOR

Sammanlagt 86 skadefall redovisas objektvis. Av dessa är 13 stycken endast översiktligt behandlade och placerade sist i avdelningen. Anledningen är att ansvarsförhållandena inte är utredda eller att endast knapphändiga uppgifter gått att få fram.

Objekten redovisas länsvis utan någon uppdelning efter skadetyper eller liknande inom länet. I tabell 3.2 har tidigare redovisats en översikt över objekten och fördelningen på olika skadetyper, skadeorsaker m m har tidigare redovisats i tab.3.3.

OBJEKT NR AB 1

1. TYP AV BYGGNAD: Envånings skolpaviljong i trä tillverkad som volymentelement och byggd 1968.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delarna av Stockholms län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet i Stockholm 31 cm den 5/3 1977 och 0 cm den 15/3.
3. KONSTRUKTION: Fritt upplagda takbalkar av 3" x 9" virke med spännvidden 9,3 m på c/c 0,6 m. Balkarna var skarvade i fältmitt med dubbla 1 1/2" tjocka skarvlappar. Enligt byggnadsinspektören var skarvlapparna av dålig kvalitet med stora kvistar. Dessutom var spikningen olämpligt utförd. Brott vid kvist i skarvlapp framgår av fig.1.
4. SKADA: Stora nedböjningar iakttoogs den 14/3 1977. Vid inspektion konstaterades att skarvlapparna brustit. Enligt uppgift fanns vid skadetillfället mycket snö samt is och vatten på taket.
5. ORSAK: Av tillgängligt bildmaterial att döma har böjdragspänningen intill en mycket stor kvist i ena skarvlappen blivit för stor, fig.1. Kontrollberäkningar visar att böjspänningen i skarvlapparna för normenlig snölast och egenvikten $0,5 \text{ kN/m}^2$ är ungefär $\sigma_b = 13 \text{ MPa}$, vilket är mer än dubbla tillåtna värdet 6 MPa för Ö-virke. Takbalken är både underdimensionerad och olämpligt konstruerad med en fältskarv.

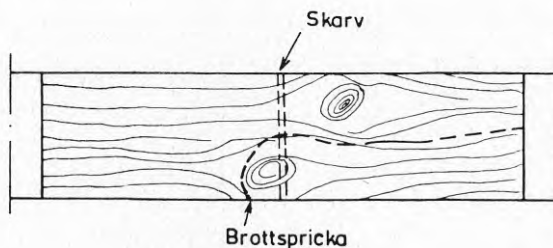


Fig.1 Ungefärlig brottspricka vid stor kvist i skarvlapp.

OBJEKT NR AB 2

1. TYP AV BYGGNAD: Ridhus med stomme av fackverksramar i stål, byggt omkring år 1975. Tak och väggar var klädda med plastduk. Husets planmått var 20 x 42,5 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: I Stockholmstrakten, enligt SBN 1975 snözon D. SMHI:s mätningar i Stockholm visar ett snödjup på 27 cm den 25/12 1976.
3. KONSTRUKTION: Den bärande stommen bestod av fackverksramar med c/c 2,5 m och spv 20 m. Ramens utseende framgår av fig.1. Pilhöjden var 6,6 m och höjden från mark till takfot var 4,0 m. Ramen var svetsad av fyrkantströr (50 x 30 x 2 i över- och underram). Ramarna var klädda med en uppspänd plastduk som tak och väggar. I taket och väggarna fanns vindstag av linor och i taket dessutom 4 st längsgående stag.
4. SKADA: Hela hallen störtade in. Raset skedde 22 eller 23 december 1976. Skadan framgår av fig.3. Enligt uppgift var snödjupet på takets ena sida 70 cm vid rastillfället.
5. ORSAK: Hallen var ouppvärmad vid rastillfället. I konstruktionsberäkningarna hade snölasten enligt uppgift reducerats till 0,4 kN/m² (gällande växthus). Motiveringen härtill var att byggnaden skulle hållas uppvärmd, vilket alltså inte gjordes. Det uppmätta snödjupet 70 cm motsvarar en last av 1,5 - 2 kN/m².
Brottet var ett stabilitetsbrott. Enligt tillverkaren vek sig takstolarna i sidled och brottet skedde vid takfoten genom att de inre ramstängerna knäcktes i hörnet. Plastduken hade dragit ramarna i sidled genom hängmatteverkan. Inga materialfel har enligt uppgift konstaterats. Hallen är uppbyggd igen med ett ökat antal stag för sidostagning. Vid rastillfället var hallen ensidigt belastad.

En överslagsberäkning av ramen med en jämnt utbredd last $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$ ger påkänningen 320 MPa i ramhörnet. Tillåten tryckspänning för en ramstång är med $\frac{L}{i} \approx 100/1,1 = 90$, $\sigma_{\text{till}} \approx 95 \text{ MPa}$. Lasten $q = 0,4 \text{ kN/m}^2$ ger spänningen $320/2,5 \approx 130 \text{ MPa}$. Den aktuella konstruktionen verkar alltså vara underdimensionerad även för $q = 0,4 \text{ kN/m}^2$. Hallens sidostagning var otillräcklig. .

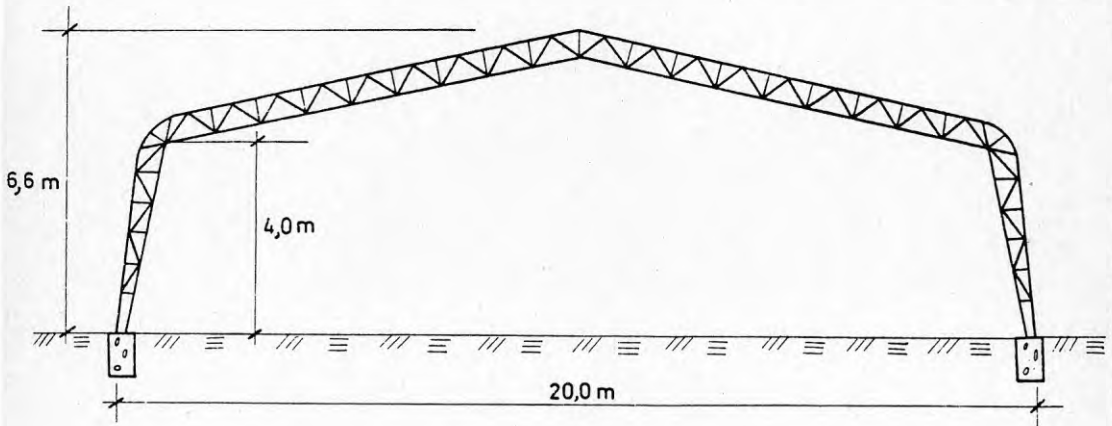


Fig. 1 Ramens utseende

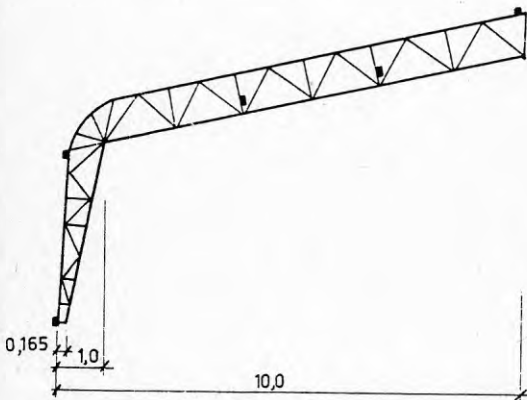


Fig. 2 Längsgående stagning

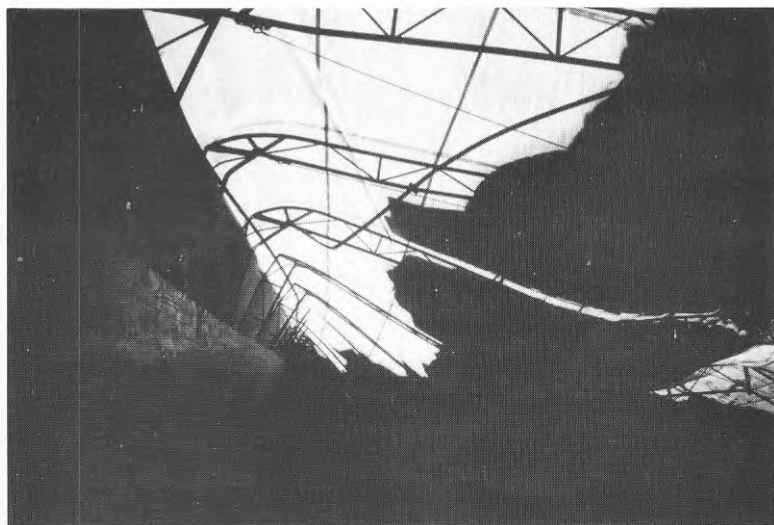


Fig.3 Rasad hall

OBJEKT NR AB 3

1. TYP AV BYGGNAD: Stålhall byggd 1976. Stomme av stål balkar med åsar av Z-profil.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Stockholmsområdet, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet på mark den 25/1 1976 27 cm och den 5/1 1977 33 cm.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av svetsade stål balkar, ovanpå dessa Z-profiler med spännvidden 6,0 m och c/c 3,0 m. Taket var täckt med trapetsprofilerad plåt. Z-profilernas dimension var i ytterfack 150 x 1,5 och i innerfack 150 x 1,2.
4. SKADA: Z-balkarna böjde ner på grund av att tryckflänsen bucklade och knäckte i fältmitt. Balkarna rasade inte ner utan hängde kvar. Skadan upptäcktes efter nyårshelgen 1976-77.
5. ORSAK: Anledningen till skadan var en klar underdimensionering. Vid förstärkning av taket inlades Z-profiler c/c 3,0 m (Z 150 x 2), så att åsarnas centrumavstånd efter reparationen är 1,5 m. De ursprungliga åsarnas centrumavstånd var dubbelt så stort som det tillåtna.



Fig. 1 och 2 Skadade takåsar, Z-balkar.

OBJEKT NR AB 4

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak 1,5 x 3,6 m över ytterdörr till en skola, fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Stockholms län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Skärmtakets konstruktion framgår av fig.2. Tre konsolbalkar av trä, c/c 1,4 m, hängdes upp med hjälp av dragstag med T-profil.
4. SKADA: På grund av skärmtakets placering 1,2 m under takkanten bildades en snöficka, fig.1. Ca 10 cm nedböjning konstaterades vid skärmtakets ena hörn.
5. ORSAK: Inga uppgifter finns om vilken del av konstruktionen som brustit, men det är troligt att dragstagets övre infästningspunkt deformerats kraftigt. Dragstagets infästning bör ha varit tillfredsställande om genomgående skruv (bult) använts. Däremot kan man tvivla på att kortlingens infästning fungerar. Spikarna i vinkelstålet dras axiellt ur träet och kan endast antas överföra skjuvkrafter. Den funktionen upphör emellertid till stor del om spikarna dras ur träet en bit. Bandjärnets förmåga att förhindra horisontella rörelser hos kortlingen är också den tvivelaktiga. Trät deformeras ju lätt vid hörnen där bandjärnet ger höga påkänningar.

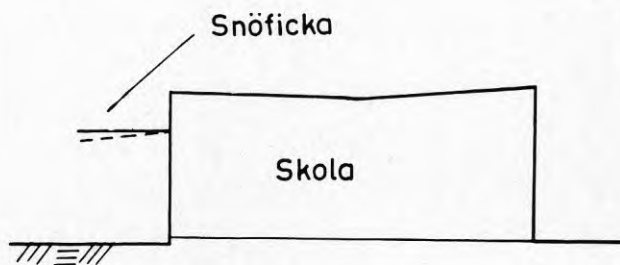


Fig.1 Snöficka på skärmtak

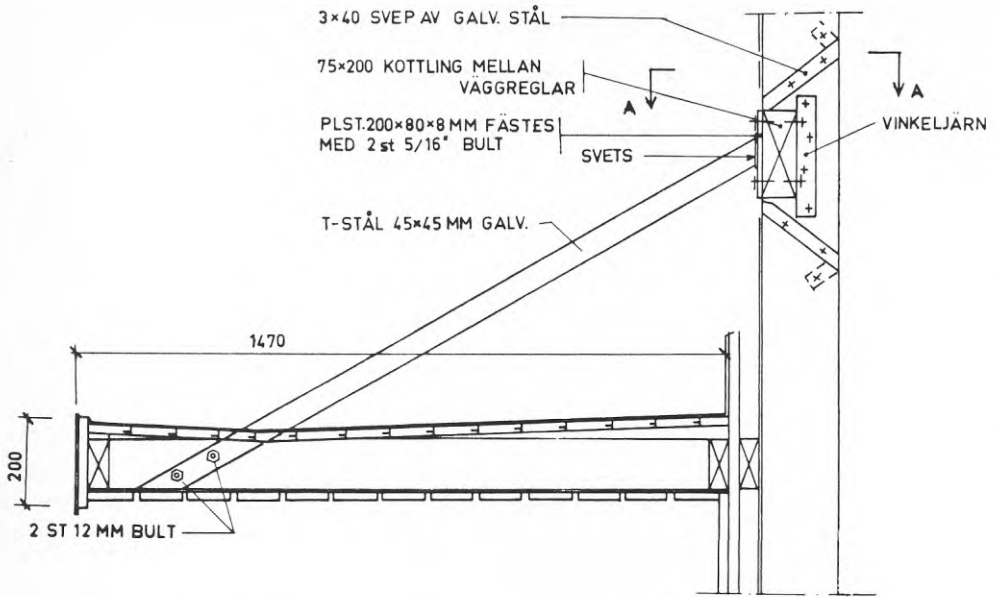


Fig.2 Upphängning av skärmtak.

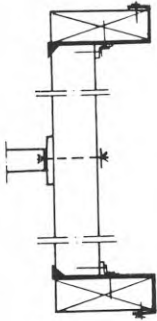


Fig.3 Sektion A-A genom dragstags-upphängningen.

OBJEKT NR AB 5

1. TYP AV BYGGNAD: Kallager i två skepp uppfört 1962-1963 med stomme av träpelare och sadeltakstolar av limträ med dragstag. Byggnadens planmått var 30 x 50 m,
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delen av Stockholms län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet i Stockholm 38 cm den 25/2 1977 och 31 cm den 5/3.
3. KONSTRUKTION: Takstolar av armerade limträbalkar med I-tvårsnitt. Tre armerade limträbalkar byttes mot oarmerade balkar i samband med skador på grund av stora snölaster 1965-66. Övriga balkar med sprickor förstärktes då med spiklimmad plywood.

Takstolarna var upplagda på ett hammarband 2" x 7" på 7" x 7" träpelare och sammanhållna med dragstag placerade en bit ovanför anfangen, fig.1. Taktäckning med takplåt på omlottlagda åsar. Taklutning 22°. Vid diskussioner över förstärkningsåtgärder konstaterades att konstruktionen från början varit mycket bristfälligt utförd varför man föredrog att bygga in ett helt nytt bärande system i stället för det gamla.
4. SKADA: Många takstolar var allvarligt skadade, en del var helt sönderbrutna medan andra hade grova sprickor i limfogar och i lamellskarvar. I fickan mellan skeppen bildades en snöficka med 20-25 cm is och 30-35 cm snö ovanpå. Skadan inträffade omkring 1 mars 1977.
5. ORSAK: Den primära brottorsaken har varit långsgående sprickor som troligen på grund av tillverkningsfel uppstått i lamellfogar varvid underflänsen spjälkats loss och den kvarvarande balkdelen böjbelastats till brott, fig.2. Limträbalkarna levererades från ett företag som upphörde med tillverkning för länge sedan.

Kungliga Byggnadsstyrelsen konstaterade i brev 1966-02-14 att "Det kan befaras, att de konstaterade bristerna inte är enstaka företeelser. Byggnadsstyrelsen anser därför att det ur säkerhetssynpunkt är nödvändigt, att limmade träkonstruktioner av ifrågavarande typ som tillverkats av nämnda firma snarast kontrolleras".

Det framgår också tydligt av tillgängligt bildmaterial att brotten skett i limfogarna. Av bilderna verkar det också som om limmet fläckvis (stora fläckar) endast haft vid den ena lamellen i fogen.

Limningen av armeringsstängerna till trä tycs ha fungerat tillfredsställande.

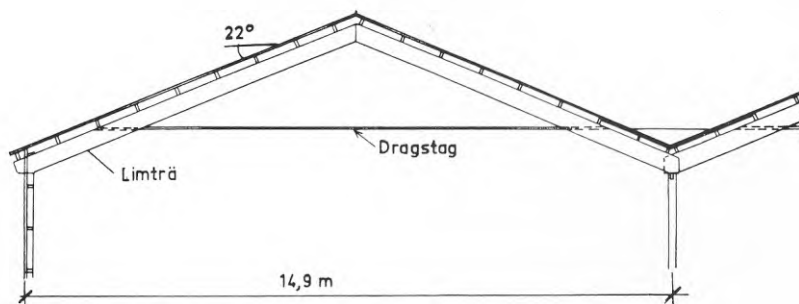


Fig.1 Takstolskonstruktion

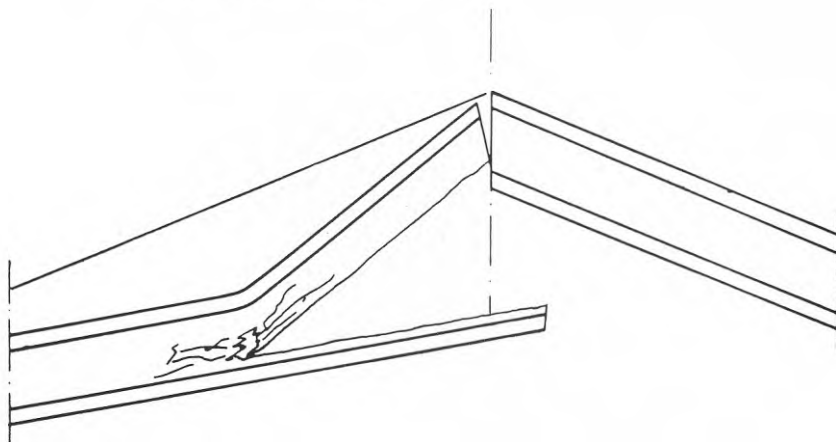


Fig.2 Schematisk bild av brott i limträbalk



Fig.3 Brott i takbalkar

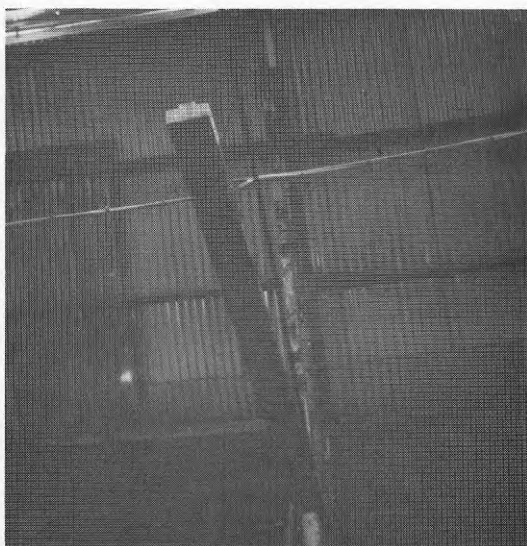


Fig.4 Brott i lamellfog

OBJEKT NR D 1

1. TYP AV BYGGNAD: Enplans byggnadsdel av åldringscenter byggt 1970.
Takbalkar av limträ.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Västra delen av Södermanlands län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 61 cm den 15/2 och 70 cm den 25/2 1977 i Norrköping-Sörby.
3. KONSTRUKTION: Taket var uppbyggt med pulpetbalkar av limträ, 56 och 66 mm tjocka, spännvidd 10 m och c/c 1,04 m. Balkarnas översida lutade 1:100. I ena änden var vissa balkar försedda med urtag som förstärkts för att förhindra uppsprickning. Utvändigt var taket täckt med ett 4-5 cm tjockt lager med singel på papptäckning och träpanel.
4. SKADA: Omkring mitten av februari 1977 hade en balk erhållit stora deformationer. Balken hade brustit genom dragbrott i de båda understa lamellerna i anslutning till fingerskarvar. Skarvarna var limmade med karbamidlim och "synbart täta".
- Brottet i den understa lamellens skarv var delvis limbrott, delvis träbrott pga att den ena lamellens fingrar var frästa i ett område med kraftiga fiberstörningar.
- I den andra lamellen hade brottet startat vid skarven men det definitiva brottet skedde i en närbelägen kvist. Brottet var lokaliserat ungefär till tredjedelspunkten av spännvidden. Snödjupet hade uppmätts till maximalt 52 cm i samband med avskottning av taket direkt efter att skadan inträffade. Med tungheten 3 kN/m^3 (enligt SBN 1975) var snölasten omkring $1,5 \text{ kN/m}^2$ på taket. Det undre snölagret ca 15 cm hade delvis fyllts med vatten och frusit till is.
5. ORSAK: Flera faktorer samverkade till att skadan uppstod.
- Balkarna var feldimensionerade. Spännvidden och singel-lagrets tjocklek var större än som antagits vid dimensioneringen. Dessutom var den yttre snölasten stor - 15 cm is och 35 cm snö väger $2 - 2,5 \text{ kN/m}^2$.

De stora lasterna förekom i områden där vatten samlats på grund av alltför dåliga avrinningsmöjligheter. Kontrollberäkningar med beaktande av verkliga laster och mått gav maximal böjspänning ungefär 20 MPa mot tillåtet 18 MPa i exceptionellt lastfall d v s en ganska måttlig ökning trots allt. En troligare brottorsak än överbelastning är dålig skarvqualität på grund av fräsning av fingerskarv i virke med kraftiga fiberstörningar. Enligt tillverkningsreglerna skall sådana virkesändar kapas av.

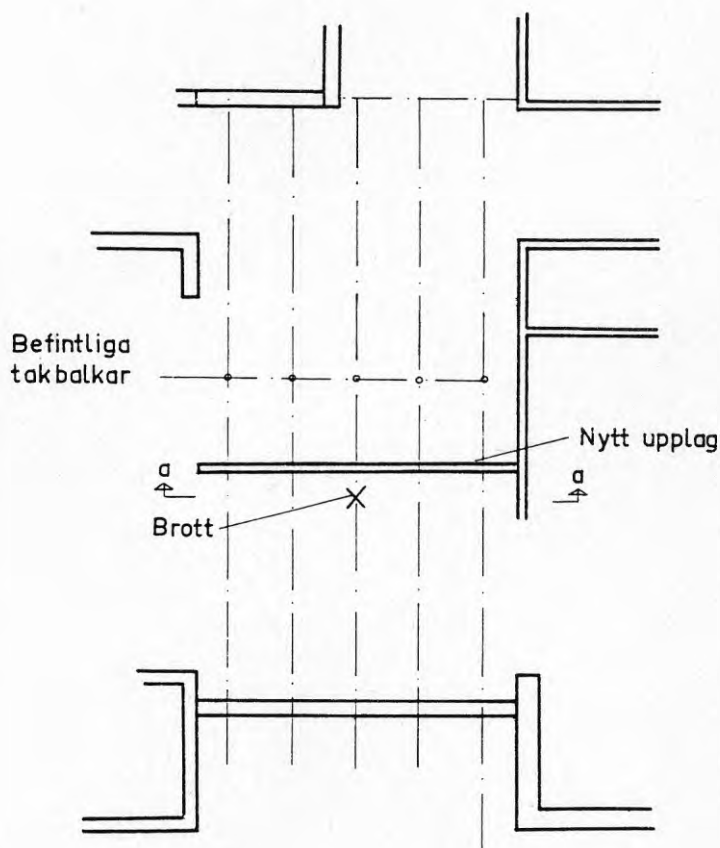


Fig.1 Plan över skadat takparti

OBJEKT NR D 2

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak, byggt 1971. Stomme av stålbalkar. Plan visas i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Södermanland, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 40 cm den 5/3 1977.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av HSI-balkar i både sekundär- och primärbalkar. Taket var horisontellt. Sekundärbalkarna var HSI 600-6-225 över stöd och HSI 600-4-175 i fält. De var skarvade med skruvförband vid primärbalkarna, fig.2. Balkarnas underflänsar var sidostagade mellan upplagen. Avloppen var placerade ca 2,5 m från balk nr 20 (se fig.1) dvs nästan i högpunkt. Ovanpå sekundärbalkarna låg trapetsprofilerad plåt TRP100/0,7 med kondensisolering av asfaboard samt tät-skikt av papp.
4. SKADA: Delar av taket störtade in den 9/3. Uppskattningsvis ca 500 m² berördes. Enligt ögonvittnesuppgift sjönk taket mellan huvudbalkarna vid balk 9 och 10, först långsamt och sedan fortare varvid vatten strömmade ut. Strax efter raset uppmättes istjocklekar på upp till 20 cm. Vid rastillfället uppskattas lasten ha varit 1,7 - 2,0 kN/m². Endast sekundärbalkarna och plåten har rasat. Takavvattningen var enligt uppgift dålig - "änderna höll till på taket under sommaren". Synliga nedböjningar och vattenläckage hade iakttagits före raset. Rasets utbredning framgår av fig.3.
5. ORSAK: En utredning av raset har gjorts av K-KONSULT. Beräkningarna visar att konstruktionen är dimensionerad för de snölaster som gällde vid projekteringen (SBN-67), dvs 1,0 kN/m² jämnt fördelad över taket. Den primära skadeorsaken bedöms vara utknäckning av den ostagade underflänsen hos balkarna 9 och/eller 10. Utknäckningen har orsakats av för stor snölast i kombination med snösmältning och olämpliga avrinningsförhållanden.

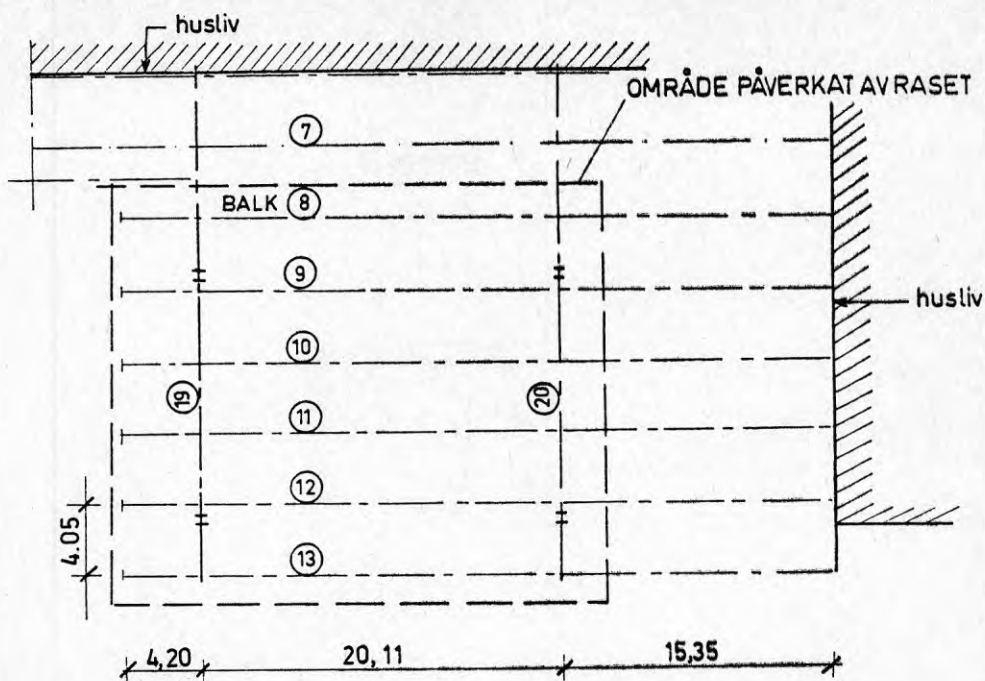


Fig. 1 Plan. Rasat område inom den streckade fyrkanten.

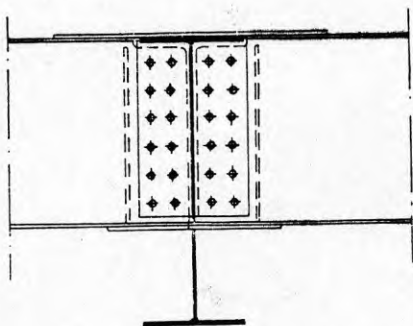


Fig. 2 Anslutning tvärbalk - huvudbalk.



Fig.3 Det rasade taket

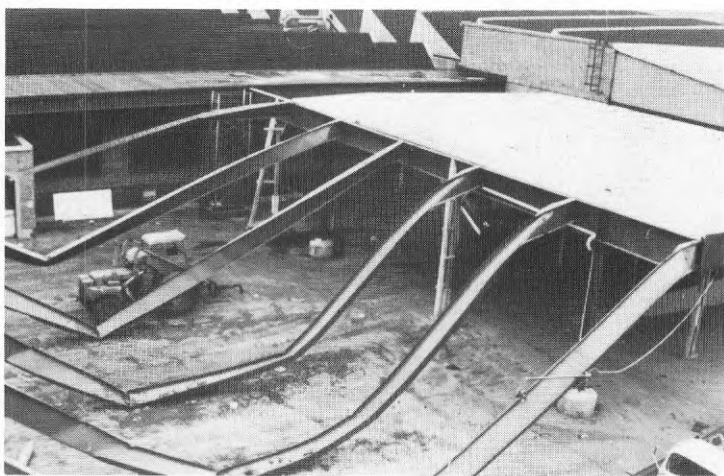


Fig.4 Takbalkar efter det att takplåten avlägsnats

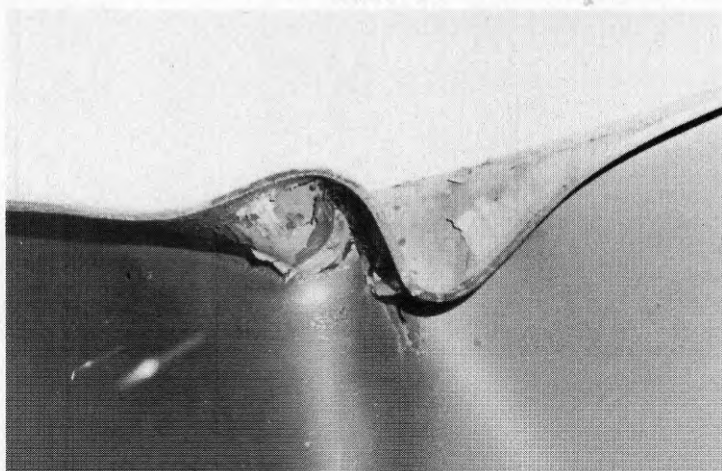


Fig. 5 Bucklad fläns

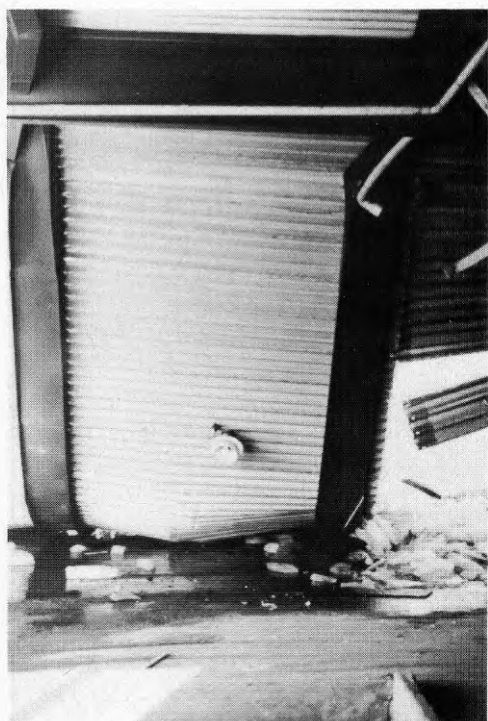


Fig. 6 Taket sett underifrån

OBJEKT NR D 3

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd med åsar av lättbalkar av stål.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Södermanland, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Åsar av Z-balkar 200 x 1,5 med spännvidden 6,6 m på c/c 3,3 m. Ovanpå Z-åsarna låg trapetsprofilerad plåt typ TR 45A/0,7.
4. SKADA: Åsarna bucklade av snölast.
5. ORSAK: Tillåten last är ca $0,4 \text{ kN/m}^2$ om åsarna räknas som fritt upplagda balkar. Det är alltså fråga om en klar underdimensionering eftersom snölasten i snözon D är $1,0 \text{ kN/m}^2$ i vanligt lastfall. Enligt uppgift har Z-profilen valts för ett visst centrumavstånd hos primärbalkarna, varefter primärbalkarnas centrumavstånd har ökats utan att åsarnas dimension eller centrumavstånd justerats.

OBJEKT NR E 1

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd med planmått 21 x 50 m byggt 1951-1952. Stomme av treledsramar i limträ.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Östergötlands län, enligt SBN 1975 snözonzon D. Enligt SMHI var snödjupet 61 cm i Norrköping-Sörby den 15/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Huvudbärare av 3-leds limträramar med I-sektion på c/c 5 m. Spännvidd 21 m, höjd till nock 7,8 m och taklutning 16,5°. Taktäckning av eternitplattor på 4" x 7"-träåsar. Ramens utseende och tvärsnitt framgår av fig. 1.
4. SKADA: Två limträramar havererade med brott dels vid anfangen, dels ca två meter över anfangen. Ramarna stod mitt i byggnaden. Inga noggrannare uppgifter finns om skadornas utseende. På taket fanns "enorma mängder snö" vid skadetillfället, uppskattningsvis 60 cm. Skadan inträffade troligen omkring mitten av februari efter en period med mildväder och regn.
5. ORSAK: Enligt uppgift var orsaken "underlåtenhet att skotta taket". Brott vid anfang och en bit upp tyder på att skjivspänningarna varit alltför stora. Brottorsaken är omöjlig att avgöra på de knapphändiga uppgifter som finns. Kontrollberäkningar med snölasten $0,6 \cdot 3 = 1,8 \text{ kN/m}^2$ ger maximal skjuvspänning vid anfang och i livet en bit över anfanget $\tau = 1,2 \text{ MPa}$ resp. $\tau = 3,3 \text{ MPa}$. Det senare värdet är relativt högt med tanke på att virke som regel spricker något med tiden. Speciellt i ett kallager med växlande klimat. Böjpåkänningen beräknad med maximalt moment i det största tvärsnittet är 12 MPa och såvitt inga skarvar givit med sig bör inte böjbrott varit fallet. Enligt besiktning i april 1978 finns inga sprickor vare sig i lamellfogar eller skarvar i de kvarvarande ramarna.

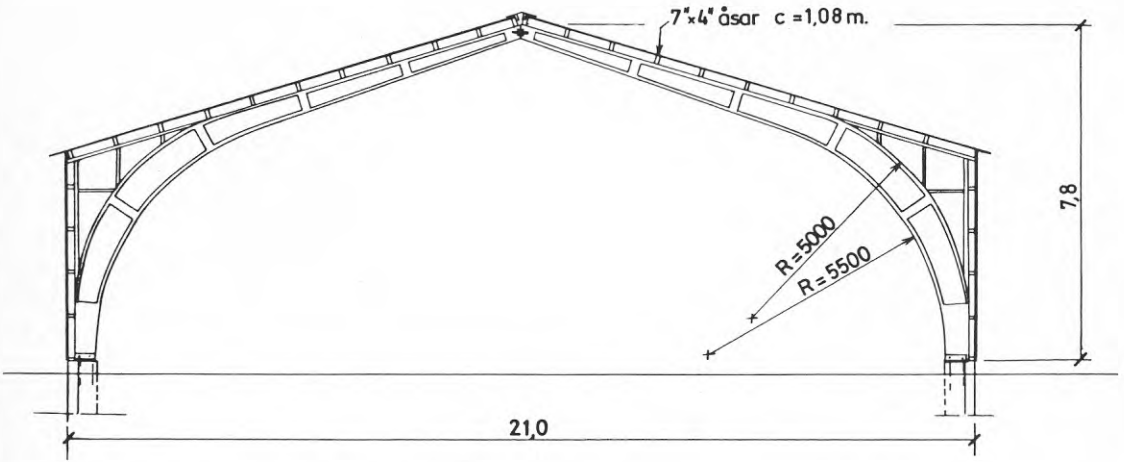


Fig.1 Sektion genom byggnaden

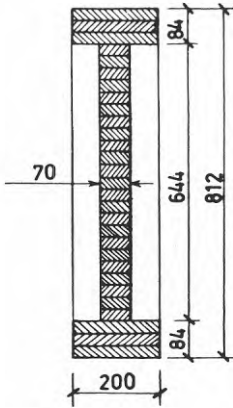


Fig.2 Maximal tvärsektion genom
limträramen (i det krökta partiet)

OBJEKT NR E 2

1. TYP AV BYGGNAD: Stålhall, byggd 1976.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta Östergötland, enligt SBN 1975 snözon D.
SMHI redovisar snödjupet 45 cm i Linköping den 5/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Takstolarna bestod av fritt upplagda OLW-balkar typ K600-3-200/10 med spännvidden 14,3 m på c/c 4,0 m.
Sju av balkarna var försedda med hål vid upplag, se fig.2.
För balkprofilen var tillåtet moment 207,6 kNm och tillåten tvärkraft 171 kN, om hänsyn inte tas till hålets reducerande inverkan.
4. SKADA: Fyra av balkarna skjuvdeformerades vid håltagningarna nära upplag. Skadan inträffade de första dagarna i februari. Snölasten uppmättes till ca 2,4 kN/m². Vid skjuvdeformationen trycktes de 50 mm breda plåtarna mellan hålen ihop. Något direkt ras skedde inte utan överflänsen "åkte bakåt" på grund av skjuvdeformationer. Av de skadade balkarna låg fyra stycken intill varandra. I hålen hade dragits rör med isolering, vilka inte skadades.
5. ORSAK: Med den uppmätta snölasten 2,4 kN/m² blir balkmomentet 286 kNm och tvärkraften 80 kN. Förskjutningskraften $F = T/h$ ger upphov till skjuvspänningen $\tau = \frac{200}{50} \cdot \frac{133}{3} = 177 \text{ MPa}$ i plåten mellan hålen.
Mot sträckgränsen σ_s svarar skjuvspänningen $\tau_s = 260/\sqrt{3} = 150 \text{ MPa}$.
Vid den aktuella snölasten har alltså sträckgränsen uppnåtts vid håltagningarna. I beräkningarna ovan har tvärkraften vid upplagen använts. Den verkliga tvärkraften vid håltagningen torde vara något mindre. Detta ändrar emellertid icke bedömningen i någon större omfattning. Skadeorsaken är att snölasten överstigit den enligt SBN 1975 dimensionerande.

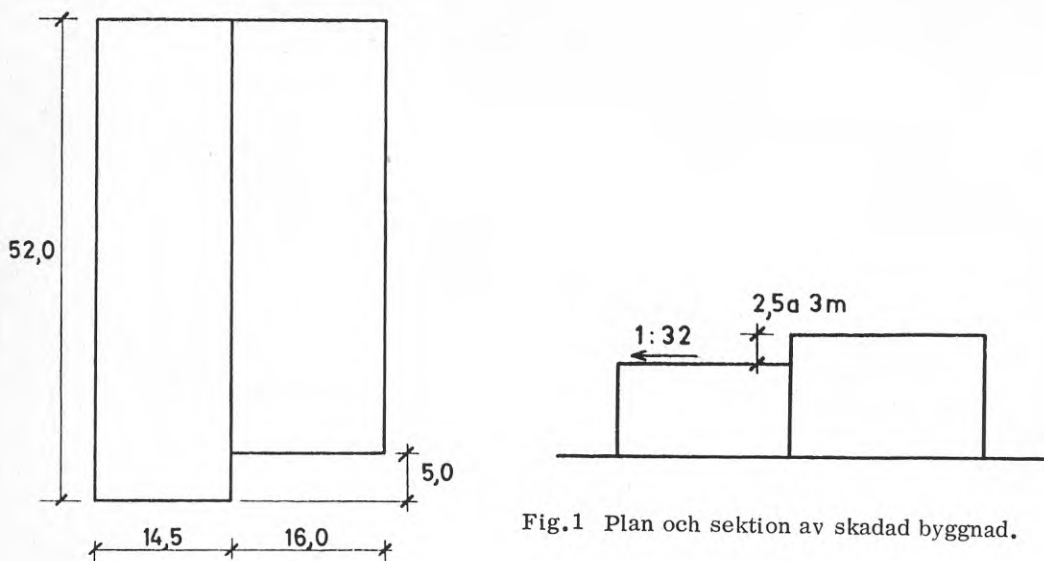


Fig. 1 Plan och sektion av skadad byggnad.

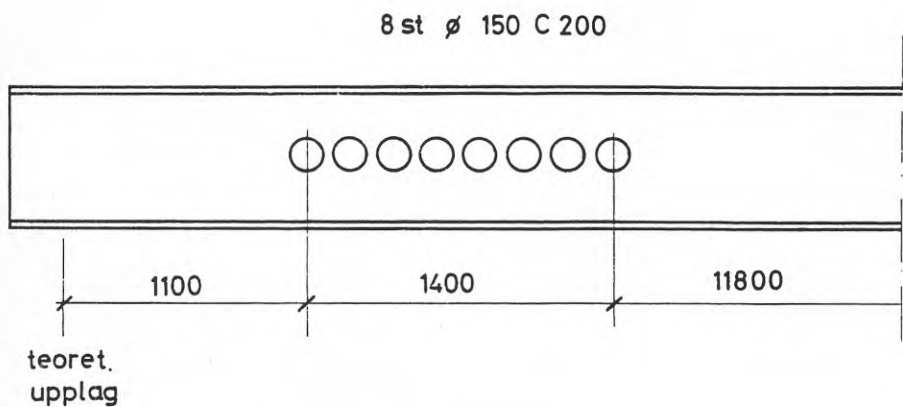


Fig. 2 Håltagning hos skadad balk

OBJEKT NR F 1

1. TYP AV BYGGNAD: Ladugård. Ombyggd under 1976 för installation av höhiss.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D och reducerad snölast (67 %) på grund av taklutningen. Enligt SMHI var snödjupet i Nässjö 70 cm den 15/2 och 83 cm den 25/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen var ombyggd i samband med en hissinstallation. Den ursprungliga konstruktionen bestod av ramar enligt fig.1, av sågat "kantat" virke, placerade ovanpå murade väggar i ladugårdsdelen. I knutpunkterna C och D fanns inhuggningar 1 1/2" resp. 2" djupa. Spännvidd 15 m, c/c 1,3 m och taklutning 40°. Taktäckning av eternitskivor lagda på det gamla spåntaket. Vid ombyggnaden användes en del av de gamla hanbjälkarna som snedsträvor.
4. SKADA: Enligt utredningsmannen är det omöjligt att uttala sig om rasets förlopp då hela takkonstruktionen var total-skadad och även en del av väggarna nedrasade. Gissningsvis har brott skett i en överram varefter taket störtat in och därvid tryckt ut väggen som sedan rasat ned. Snötäckets tjocklek uppmättes efter raset till ca 27 cm på kvarstående delar av taket. Utredningsmannen anger: "Erfarenhetsmässigt uppgår tungheten till 1,5 - 2,5 kN/m³ vilket ger snölast 0,4 - 0,67 kN/m²." Enligt SBN 75 är tungheten 3 kN/m³, vilket ger lasten 0,8 kN/m² d v s något mer än den normenliga snölasten.
5. ORSAK: I den ursprungliga konstruktionen - en tvåleds fackverksram - utgjorde knutpunkten C en svag punkt, eftersom betydande böjmoment erhöles där vid ensidig last. Egenvikt och normenlig snölast (0,67 kN/m²), ojämnt fördelad enligt SBN 1975, gav påkänningarna $\sigma_{b\ddot{o}j} = 8,7$ MPa, $\sigma_{tryck} = 0,6$ MPa och $\tau = 0,4$ MPa. I snittet krävdes således virke motsvarande T30.
- De ombyggda ramarna fungerar som treledsramar. Maximalt moment i överramsstängen, snitt D eller E, fås av ojämnt fördelad snölast. Vid normenlig snölast blir $\sigma_{b\ddot{o}j} = 31$ MPa i snitt D med 2" urtag. Enbart egenviktslasten

$q = 1 \text{ kN/m}$ ger $\sigma_{\text{b\ddot{o}j}} = 15,2 \text{ MPa}$ i snittet.

Påkänningarna i den ombyggda ramen är sådana att konstruktionen "måste" kollapsa dels på grund av den yttre lasten, dels på grund av att inhuggningen utgör en spänningskoncentration som ytterligare reducerar bärförmågan. Genom ombyggnaden blev ramarna felkonstruerade.

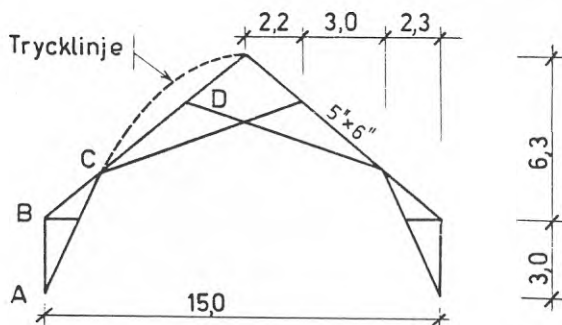


Fig. 1 Ursprunglig ramkonstruktion med trycklinje för jämnt utbredd last.

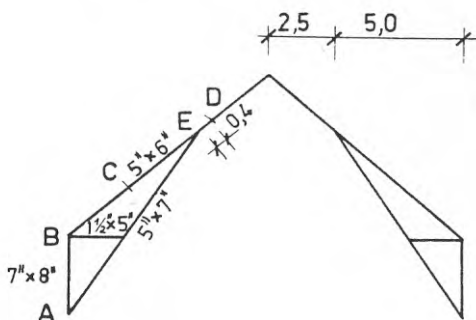


Fig. 2 Ombyggnad av var 3:e takstol

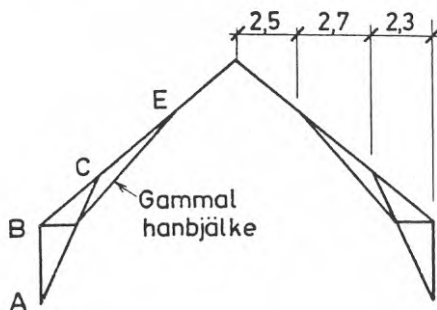


Fig. 3 Ombyggnad av 2/3 av takstolarna.

OBJEKT NR F 2

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd, sadelformade takstolar av limträ med dragstag.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 30 cm den 5/3 1977 i Ljungby.
3. KONSTRUKTION: Trätakstolarna, spv 15 m och c/c 3,0 m, av armerade limträbalkar 93 x 355 var upplagda på limträpelare och hölls samman med ett 1 1/4" dragstag som var infäst vid upplagen med hängseljärn kring balkändarna. Förbanden i nocken och mellan takstol och pelare utfördes med 2 st 2" x 8" skruvade skarvklappar. Taket var utvändigt klätt med korrugerad eternit på 2" x 7" åsar, c/c 60 cm.
4. SKADA: I början av mars störtade hela taket in i byggnaden. Uppskattningsvis 1/2 m blöt snö låg på taket.
5. ORSAK: Ingen besiktning av skadan eller utredning om orsaken företogs. Enligt ägarens åsikt brast dragstagen med påföljd att taket störtade in. Han tyckte inte heller att det hade funnits någon påtaglig sprickbildning i balkarna före brottet.
- Kontrollberäkningar av takstolen med snölasten $1,5 \text{ kN/m}^2$ (normsnö = 1 kN/m^2), egenvikten $0,4 \text{ kN/m}^2$ och taklutningen 22° ger påkänningen 100 MPa i dragstaget.
- I limträbalkarna blir böjspänningen ca 27 MPa . Interaktionssambandet enligt SBN 1975 för kvalitet L40 och med hänsyn till vertikal knäckning är $\frac{\sigma_n}{k_l \cdot \sigma_{n \text{ till}}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{b \text{ till}}} = 2,46$.
- För normenlig snölast blir interaktionssambandet = $1,81$. Med ledning härav är det troligare att limträbalkarna har överbelastats än att dragstaget brustit, speciellt med tanke på att många av limträttillverkarens levererade konstruktioner antingen rasat eller uppvisat stora brister beträffande hållfastheten i lamellfogar och lamellskarvar. Takstolen var således underdimensionerad.

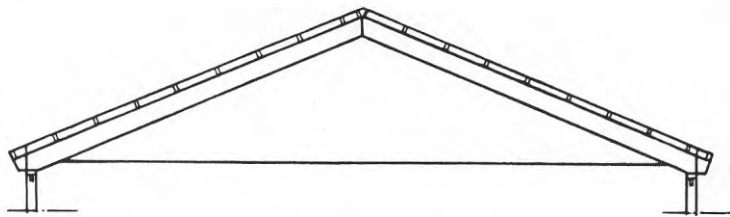


Fig.1 Vy av takstol

OBJEKT NR F 3

1. TYP AV BYGGNAD: Kallager med stomme av treleds fackverksramar av trä. Uppfört 1953, därefter flyttat till nuvarande plats 1973.
2. LÄGE: Nordvästra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snö-zon D. Enligt SMHI var snödjupet i Nässjö 57 cm den 15/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Huvudbärare av spikade treleds fackverksramar enligt fig.1, c/c 4,35 m, 14⁰ taklutning. Taktäckning med eternit på åsar. I förbanden mellan fackverksstängerna användes även taggplåtar för kraftöverföringen. Vid flyttningen av ramarna delades dessa i snitt A-A pga transporttekniska skäl. Vid den senare hopmonteringen skarvades delarna med påspikade skarvlappar. Det är oklart hur skarvningen i detalj utförts. Av bilder att döma tycks den övre ramstången (2 st 2" x 5") ha skarvats med 2 skarvlappar av 2" x 5"-virke, ungefär 1 m långa och infästade med 4-5 spik per skarv och skarvlapp. Den minsta skarvytans längd var ungefär 25 cm.
4. SKADA: Hela byggnaden 15,5 x 37,6 m störtade samman i mitten av januari 1977. Brottet skedde i skarvsnittet A-A. När en skarv givit efter har pålastningen på intilliggande ramar ökat tillräckligt för att brott skulle uppstå även i dessa. Vid instörtningen bröts i några fall underramstängerna vid sidan av skarven. Efter raset uppmättes snömängden till 1,1 kN/m² takyta. På intilliggande byggnad med ungefär samma taklutning var snödjupet 55-60 cm (motsvarande 1,65 - 1,8 kN/m² med $\gamma = 3,0 \text{ kN/m}^3$ enligt SBN 1975).
5. ORSAK: Primärt brott torde ha varit dragbrott i överlappsskarven i överramstången i snitt A-A. Kontrollberäkning av skarven med egenvikt och normenlig snölast enligt SBN 1975 ($q = 5,74 \text{ kN/m}$) visar att mellan skarvlappar och överramsstänger behövs 130 spikskär per skarvsida. Skarvlappar av 2" x 5"-virke förutsätts spikade med spik 125 x 43.

Det befintliga bildmaterialet tyder på att maximalt 20 stycken spikskär använts. Uppskattad tillåten last enligt SBN 1975 blir då $5,74 \cdot 20/135 = 0,88 \text{ kN/m}$, vilket är lägre än egenviktslasten $1,39 \text{ kN/m}$.

Antas säkerhetsfaktorn 3 för spikförbandet är brottlasten $2,64 \text{ kN/m}$ d v s knappt hälften av normenlig last.

Skarvarna var underdimensionerade.

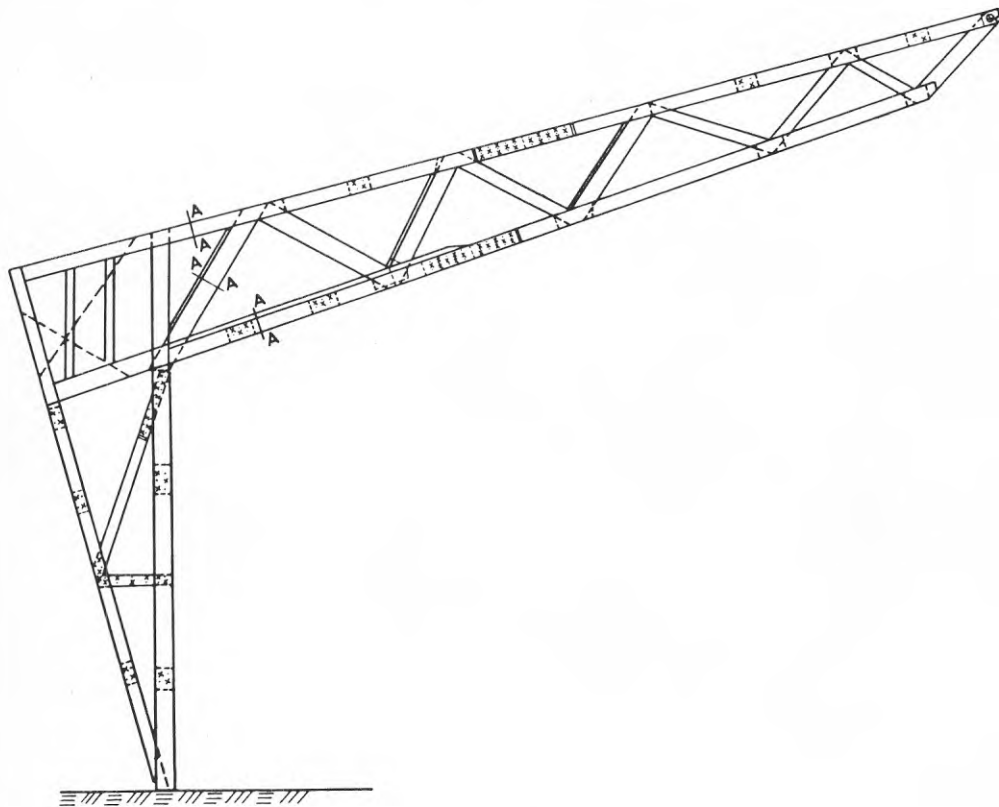


Fig.1 Ramhalva med skarvsnitt A-A.

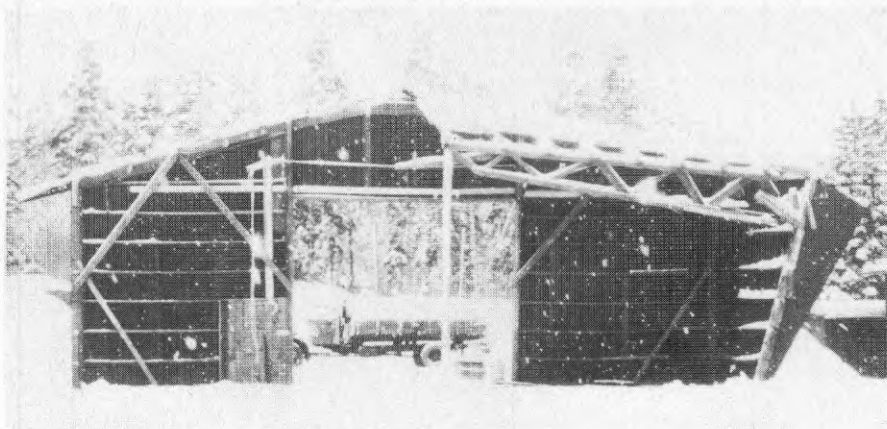


Fig. 2 Kvarstående byggnadsdel

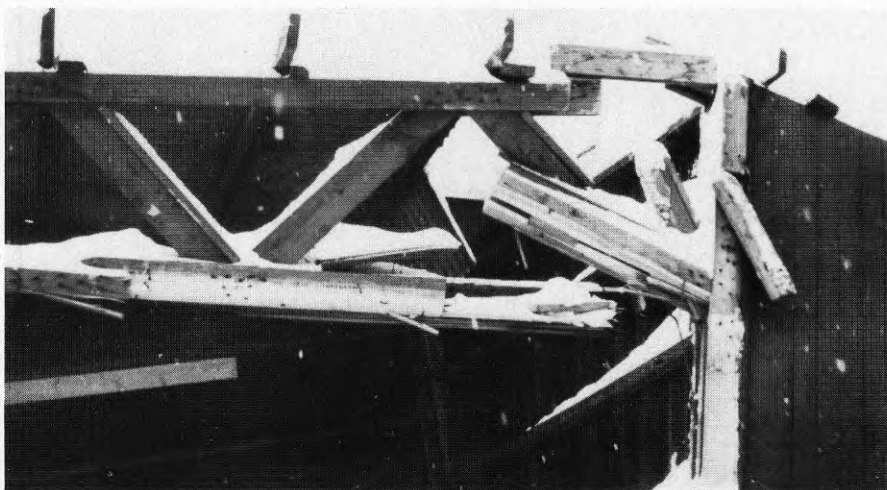


Fig. 3 Skarvbrott

OBJEKT NR F 4

1. TYP AV BYGGNAD: Förrådsbyggnad i ett skepp byggd 1962. Stomme av stål-fackverk på stålpelare. Husets planmått är 14 x 36 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D. För Nässjö redovisar SMHI snödjupet 83 cm den 25/2 och 70 cm den 5/3 1977.
3. KONSTRUKTION: Stommen bestod av fackverkstakstolar med spännvidden 14 m upplagda på rörpelare på c/c 6 m. Avstånd mellan takfot och grund var 3,2 m. Fackverkets överram bestod av rör med ytterdiameter 152 mm och godstjocklek 4 mm, stålqualität motsvarande SIS 1311. Underramen bestod av 2 st 22 mm rundjärn Ks 40 S. Även livstängerna bestod av rör. Anslutningen mellan fackverk och pelare gjordes momentstyv genom påsvetsning av 10 mm tjock plåt, fig.1. Pelaren hade samma dimension som fackverkets överram.
4. SKADA: Hela taket störtade in. Pelarna knäcktes genom den påtvungade böjningen i "ramhörnet". Fig.2 och 3 visar hur pelarna har knäckts. Raset inträffade i slutet av februari. Snödjupet på taket (innan det rasade) var ungefär 1,0 m.
5. ORSAK: En kontrollberäkning med hänsyn tagen till de momentstyva ramhörnen visar att hörnmomentet blir ca 14 kNm med snölasten $1,0 \text{ kN/m}^2$. Detta moment överstiger flera gånger det maximala moment som tvärsnittet kan uppta. En bidragande orsak till skadan är att underramen inte varit sidostagad vilket inneburit att när pelarna började deformeras välte fackverken. Om fackverken inte hade vippat hade taket troligen stått även efter det att flytleder utbildats i pelarna.

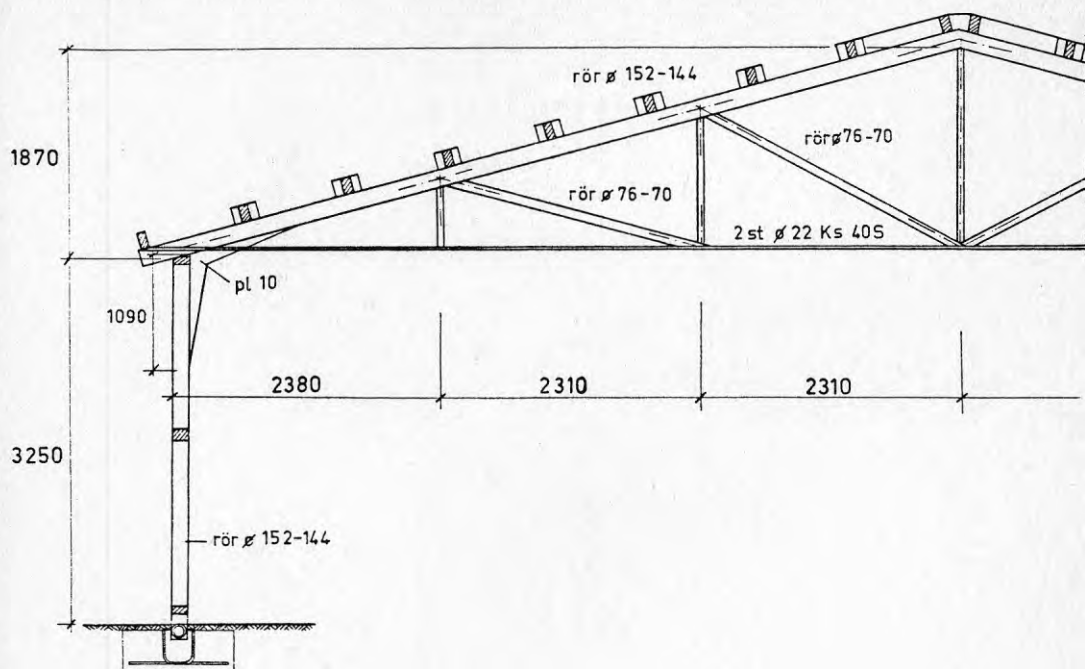


Fig. 1 Sektion



Fig. 2 Fackverksbalk som vippat

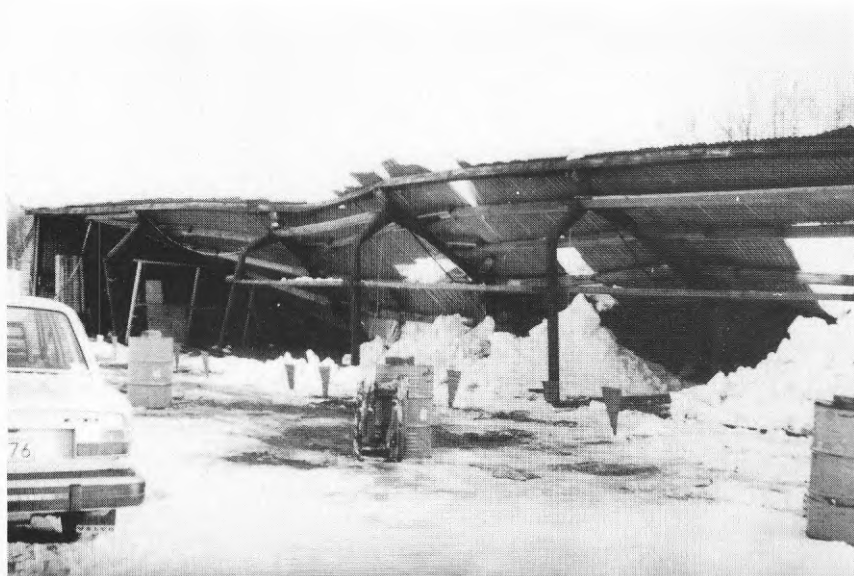


Fig. 3 och 4 Taket med böjda pelare

OBJEKT NR F 5

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak över utlastningsplan, planmått 2,2 x 24,0 m.
Konsolbalkar av IPE 180.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D.
Enligt SMHI var snödjupet 57 cm den 15/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Skärmtaket bestod av 6 st IPE 180 balkar, spv 2,2 m,
svetsade mot stålplattor 240 x 280 x 15 mm vilka i sin tur
var ingjutna i betongpelare. Plattorna var förankrade med
vardera 6 st kamjärn \varnothing 12 mm, enligt uppgift KS40 S.
Balkarna skulle ha svetsats med a-måttet 4,0 mm runt om.
4. SKADA: Natten mellan den 14 och 15 januari rasade skärmtaket
ner. Hos flertalet av balkarna brast svetsförbandet mellan
balk och den ingjutna plattan. För två av balkarna har
svetsarna mellan den ingjutna plattan och kamstängerna
brustit.
5. ORSAK: Det utförda svetsarbetet var undermåligt. Hos en av
balkarna var flänsarna endast svetsade från ovansidan.
Svetsareorna var genomgående otillräckliga.

OBJEKT NR F 6

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak med konsolbalkar av HE 140 B, byggt 1972.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözozon D. SMHI anger snödjupet 57 cm i Nässjö den 15/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Skärmtaket bestod av stål balkar, HE 140 B, med spännvidden 1,7 m (konsolbalkar) på c/c 6,0 m.
4. SKADA: Skärmtaket störtade in i mitten av januari. Brottet skedde i svetsarna mellan HE 140 B-balkarna och de ingjutna svetsplåtarna. Vid okulärbesiktning upptäcktes enligt uppgift inga fel på svetsarna.
5. ORSAK: Tillåtet moment för en balk HE 140 B i stål 1311 är 31,8 kNm. Detta motsvarar snölasten $q = 3,7 \text{ kN/m}^2$. Det verkar mindre troligt att svetsarna skulle dimensionerats för att överföra hela denna lasten. Enligt uppgift från konstruktören har taket inte beräknats vare sig för exceptionell snölast eller med hänsyn till snöficka. Konstruktören anger vidare att snödjupet vid rastillfället var ca 80 cm samt att ett sjok snö hängde ner från en högre byggnad och kan ha fallit ner på skärmtaket. Fallhöjden var ca 7 m. Anledningen till raset verkar vara snöfickan.

OBJEKT NR F 7

1. TYP AV BYGGNAD: Lagerlokal med stålbalkar och åsar av Z-profil.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delarna av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D. SMHI anger att det maximala snödjupet i Nässjö under vintern var 85 cm (i slutet av februari).
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av åsar av lättbalkar (Z-profil 300 x 3) bl a placerade på c/c 1,5 m och med spännvidden 14,0 + 4,0 m. Taket lutade 1:10, höjden från mark till takfot var 5,2 m. Z-balkarna låg vinkelrätt mot taklutningen och parallellt med husets längdriktning. Åsarna var enligt ritning placerade "felvända" jämfört med fabrikanternas rekommendationer. Denna vändning har ingen betydelse för hållfastheten medan den däremot kan påverka deformationerna. Åsarna var dimensionerade för exceptionell snölast 1,4 kN/m².
4. SKADA: Något ras har inte inträffat, däremot har åsarna tagit skada, speciellt i de nedre facken intill takfot. Skadorna har yttrat sig som kraftiga nedböjningar samt en tendens till vippning.
5. ORSAK: Orsaken till deformationen kan vara dels att balkarna varit felvända, dels att balkarna varit belastade med osedvanligt stor snölast.

OBJEKT NR F 8

1. TYP AV BYGGNAD: Kallager, tillbyggnad till fabrik, uppförd 1966.
Takbalkar av spikade fackverk upplagda dels på murad vägg, dels på avväxlingsbalk av trä typ HB. Taktäckning med trapetsprofilerad stålplåt.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Jönköpings län, snözon D enligt SBN 1975. Enligt SMHI var snödjupet 71 cm i Nässjö den 25/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Taket bestod av profilerad plåt på 2" x 7" takåsar, c/c 0,85 m. Åsarna var upplagda på spikade träfackverk, fig.4, med något olika utförande. Åsarna var skråspikade till varje fackverk med 2 st 6" spik. De längsta fackverken hade över- och underramsstänger av 2 st 3" x 9" och diagonaler och vertikaler av 3" x 9", 3" x 7" resp. 3" x 5". De långa fackverkens centrumavstånd var omkring 6,85 m och spännvidden 13,9 m. De längsta fackverken var upplagda på en murad vägg i ena änden och på avväxlingsbalkar i andra änden.
4. SKADA: Raset inträffade den 26/1 1977.
Samtliga fackverk med spännvidden 13,9 m rasade ner samt ytterligare några med kortare spännvidder, se plan i fig.3. Enligt uppgift var det 50-70 cm snö på taket. Snön var i stort sett jämnt fördelad över taket.
5. ORSAK: Enligt en teori skulle brottorsaken varit överbelastning av takåsarna med brott i dessa som följd. Takåsarna skulle sedan dragit med sig fackverken ner i sidled. Det tillgängliga bildmaterialet antyder istället att vissa fackverk skurits tvärt av intill första vertikalen från upplaget. Speciellt ett fackverk antyder brott genom en skarv i underramsstången intill första vertikalen, fig.1. Den tätastipplingen hade trasat sönder virket inuti. Det är tänkbart att en längsgående spricka uppstått genom skarven. I skarven i underramsstången i fältmitt överskrids den tillåtna lasten

på spikarna med 70 % om taklasten $(1,8 + 0,2)$ kN/m² antas. Spikförbandet bör klara en sådan överlast. Fackverkens infästning till avväxlingsbalken har varit så stark att denna vridits loss från angränsande bakomliggande fackverk och även vridit sönder infästningen till rörpelarna.

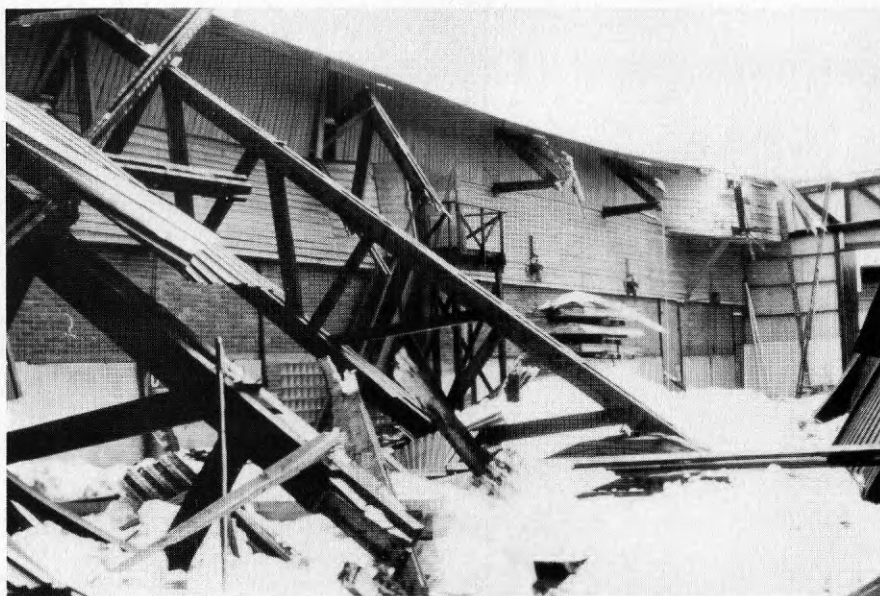


Fig.1 Raserad takkonstruktion



Fig.2 Nerkanad takskiva av åsar och plåt

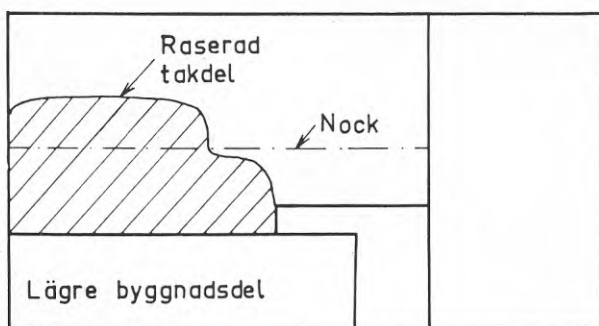


Fig. 3 Plan över fabriksdel med markering av raserad takdel.

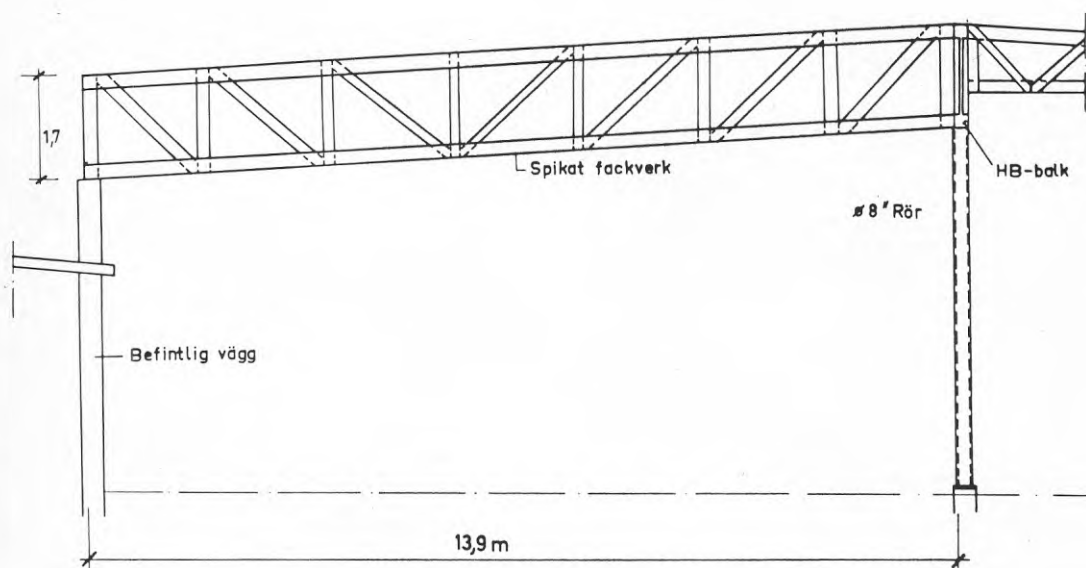


Fig. 4 Spikad fackverkstakstol

OBJEKT NR F9, F10

Redovisningen avser två likadana byggnader i olika kommuner.

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd i ett skepp byggt 1966. Byggnadsyta 1000 m². Takåsar av trä på stomme av spikade fackverkstakstolar och limträpelare.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Objekt F9 i södra delen och F10 i norra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet i Ljungby 30 cm den 5/3 1977 och i Nässjö 83 cm den 25/2.
3. KONSTRUKTION: Spikade fackverkstakstolar, spv 18 m, c/c 6 m, upplagda på inspända limträpelare. "Gaffelformade" takåsar, fig.1, av 2" x 7" Ö-virke, c/c 1,05 m, med samma lutning som takfallet och ej stagade i sidled. De var förankrade till takstolen med enbart en påspikad träknäp, i princip enligt fig.1. Taktäckning med korrugerade asbestcementplattor.
4. SKADA: Takåsar har böjt ut i sidled och vridits varvid de brutits av. Stagningen för takstolarna har därvid försämrats så att 2 takstolar i varje byggnad helt rasat ner och 1 takstol i ena byggnaden (F9), snedställt kraftigt. Vid raset har pelarna förskjutits utåt så mycket att träskruvarna i pelarförankringen delvis dragits ur.
 Objekt F9: Snödjupet på taket uppskattades till 40 cm (ställvis 50 cm) varefter ytterligare snö och regn föll före raset.
 Objekt F10: Snödjupet på taket uppskattades till 40-50 cm. Drivbildning förekom på ena sidan omnocken så djupet där var omkring 100 cm.
 Snöns tunghet uppmättes för vissa snölager till 5 kN/m³ i samband med utredningen.
 Skadorna inträffade med några dagars mellanrum, F9 den 4/3 1977 och F10 den 28/2.

5. ORSAK:

Den primära brottorsaken torde vara åsarnas skeva böjning och simultana vridning. Taktäckningen har inte utgjort en effektiv sidostagning.

Kontrollberäkningar av åsarnas fältedel, antagna som fritt upplagda i ändarna och utsatta för skev böjning, visar att åsar av Ö-virke eller T20-virke inte får belastas med mer snölast än $0,21 \text{ kN/m}^2$ resp. $0,38 \text{ kN/m}^2$, dvs långt under föreskriven snölast.

Att större snölast har förekommit torde bero på att en viss lastfördelning trots allt bör kunna påräknas från taktäckningen. Momentfördelningen i takåsarna bör i själva verket vara något gynnsammare än antaget. Det uppskattade snödjupet 40–50 cm och snöns tunghet $= 3 \text{ kN/m}^2$ motsvarar $1,5$ x normenlig snölast. För normenlig snölast är den beräknade kantpåkänningen 17 MPa vilket ungefär motsvarar karakteristisk hållfasthet hos Ö-virke. Konstruktionen var underdimensionerad.

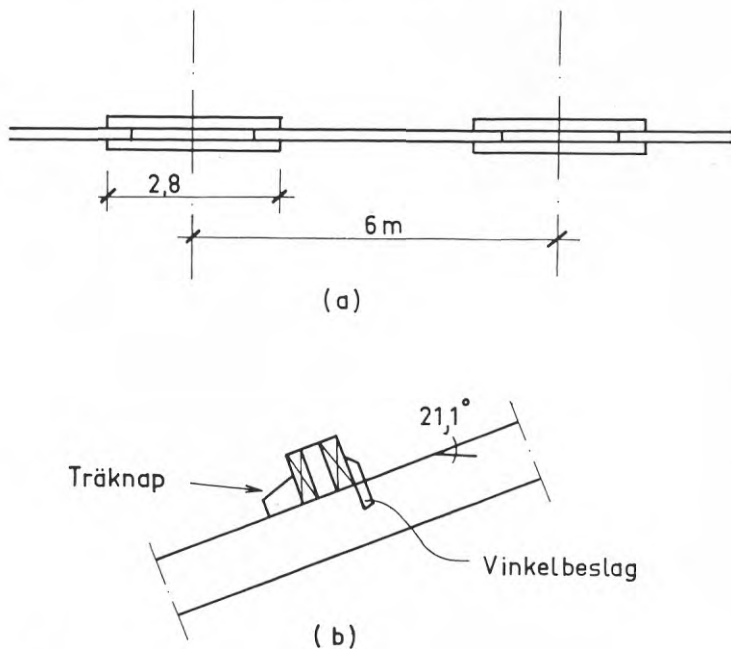


Fig.1 a) Åskonstruktion
b) Infästningen av takåsar vid reparationen

OBJEKT NR F 11

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd med takåsar av trä på stålfackverk.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Nordvästra delen av Jönköpings län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Gaffelformade takåsar av trä, c/c 1,1 m, upplagda på takstolar av stålfackverk med dragstag. 15^o taklutning och 36,6 m spännvidd. Takåsarna, spv 6 m var av enkla 2 1/2" x 7" i fält och dubbla 2" x 7" över stöd. Virkeskvalitet motsvarande T20 enligt SBN 1975. I spannmitt var åsarna sammankopplade från takfot till taknock med ett plattstål. Taket var täckt med korrugerade asbest-cementplattor.
4. SKADA: Stora deformationer uppstod i takkonstruktionen. Kvarstående deformationer hos takåsar observerades i viss omfattning efter det att snön tagits bort och speciellt hos takåsar som legat över en tvärgående mellanvägg. Innan snön smältes bort var snödjupet omkring 30 cm men uppgick till 60 cm i snöanhopningar. Uppskattningsvis var snölasten 1,5 - 2 kN/m².
5. ORSAK: Takåsarna har troligen böjt ut i sidled, trots plattstålet. För att detta skall ha avsedd funktion måste antingen kraftiga nockbalkar finnas eller också måste plattstålet förankras direkt i takstolarna.
- Kontrollberäkningar visar att de tillåtna påkänningarna i takåsarna vid nocken överskreds vid normenlig snölast. För den uppskattade snölasten är påkänningarna även i övriga takåsar för stora. De kvarstående deformationerna hos åsar vid mellanväggen beror på att denna inte sjunkit ned så som takstolarna gjort.
- Anordningen för upptagning av åsarnas sidokrafter var felaktigt utförd.

OBJEKT NR H1, R2, W3, W4, X1, BD1

Likartade skadefall på carportar på fem orter redovisas gemensamt.

Skadorna har inträffat i grupphusbebyggelse-kedjehus med mellanliggande förråd och carport. I några fall har endast någon enstaka carport skadats medan ett flertal carportar har skadats inom andra områden.

Snöras på ett entrétak upplagt på pelare har givit en liknande skadebild med loss-riven infästning i väggen och instörtning.

1. TYP AV BYGGNAD: Carport sammanbyggd med förråd. Stomme av träreglar på trästolpar.
2. LÄGE, SNÖDJUP:
 - H1) Östra delen av Kalmar län, snözon D enligt SBN 1975.
 - R2) Södra delen av Skaraborgs län, snözon D enligt SBN 1975.
 - W3) Sydöstra delen av Kopparbergs län, enligt SBN 1975 snözon C. I kommunen uppmättes tungheten 2 kN/m^3 hos snö utan isbildning på uthus samt tungheten $1,2 - 1,5 \text{ kN/m}^3$ och snödjupen 40-55 cm på olika skolbyggnader. Enligt SMHI var snödjupet i Falun den 5/3, 15/3 och 25/3 1977 62 cm, 33 cm resp. 0 cm.
 - W4) Östra delen av Kopparbergs län, snözon C enligt SBN 1975. Enligt uppgift låg det mycket snö på taken och alltsammans rasade ner under en dag med temperaturer över noll.
 - X1) Norra delen av Gävleborgs län, på gränsen mellan snözon B och snözon C enligt SBN 1975. Raset inträffade efter en tid med upprepade tö- och nedkylningsperioder. I botten av snötäcket fanns ett islager. En uppskattning anger att snömängden motsvarat $1,5 \times$ normenlig snölast.
 - BD 1) Sydöstra delen av Norrbottens län, snözon C enligt SBN 1975. Raset inträffade efter omslag till temperaturer över noll grader.

Carportens placering intill huset innebär också att en snöficka kan bildas.

3. KONSTRUKTION:

En typisk konstruktion är följande:

Taket över bilupställningsplatsen (carporten) är sammanbyggt med förrådet och placerat intill grannens hus, se fig.1. Det bärs av stolpar fästade med ingjutna plattjärn och ett par skruv till plintar i grunden. Inga avstyvande förband finns vare sig i taket eller mellan stolpar och takbalkar. Taket är heller inte infäst till huset dels emedan detta tillhör grannen, dels för att undvika problem vid tjälskjutning. Endast en anslutningsplåt för vattenavrinning finns uppsatt.

4. SKADA:

När töperioden började på våren rasade snön från taket ner på carportens tak. Snömassans sneda rörelse påverkade taket med tillräckligt stor horisontell kraft för att det skulle förskjutas i sidled och få en stor kvarstående snedställning. Uppgifterna om de horisontella förskjutningarna varierar mellan 10 cm och 75 cm.

5. ORSAK:

Skadorna beror på otillfredsställande hållfasthet mot sidoförskjutningar. Stommen har varit utförd utan ramverkan med takreglar på pelare.

Horisontalkraften från ett nerglidande snötäcke på takkonstruktionen i fig.2 kan uppskattas till

$$H = (q_s \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\ell}{2} - \mu \cdot q_s \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\ell}{2}) / \cos \alpha = 2,6 \text{ kN/löpmeter tak.}$$

Glidfriktionskoefficienten har antagits $\mu = 0,1$ och några dynamiska tillskott har inte beaktats. Uppträdande krafter kan således bli avsevärda.



Fig. 1 Typisk placering av garage eller carport och förråd intill grannhuset.

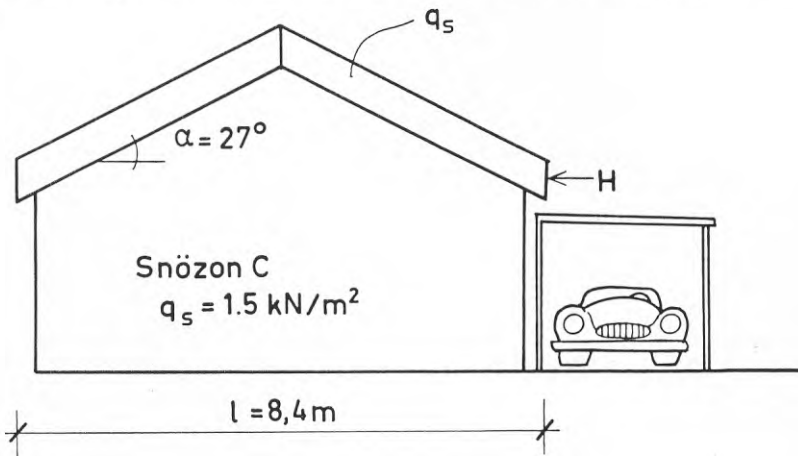


Fig. 2 Modell för beräkning av horisontalkraft H på carportstak.

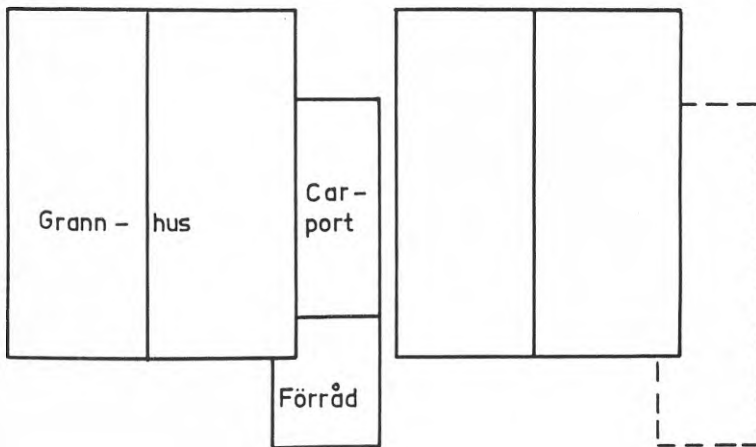


Fig. 3 Plan över carportens placering intill grannhuset.

OBJEKT NR H 2

1. TYP AV BYGGNAD: Plåttak, byggt 1976. Utförande, se fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Nordöstra delen av Kalmar län, enligt SBN 1975 snözon D. SMHI anger det maximala snödjupet i Västervik till 48 cm.
3. KONSTRUKTION: Den skadade takkonstruktionen bestod av trapetsprofilerad plåt, DO-TP 100 B, tjocklek 1,0 mm. Plåten var fritt upplagd med spännvidden 6,0 m. Taket var oisolerat.
4. SKADA: Utbyggnaden (skärmtaket) har störtat in. Snödjupet torde ha uppgått till minst 1 m invid byggnaden för att sedan minska till ca 0,4 m nere vid takfot. Snön var packad och bestod av flera skikt med is eftersom det tidvis varit mildväder. Enligt uppgift var den uppskattade snölasten 300 kN på 120 m² takyta, vilket ger 2,5 kN/m². Fig.2 visar det nerrasade taket.
5. ORSAK: Skadeorsaken torde kunna hänföras till överlast orsakad av snöfickan. Enligt tillverkarens informationsmaterial är den tillåtna lasten 2,0 kN/m² för 1 mm tjock plåt vid spännvidden 6 m. Plåten klarar alltså den aktuella spännvidden vid normenlig snölast. I beräkningarna har emellertid ingen hänsyn tagits till snöfickan. Visserligen motsvarar den ovan angivna uppskattade belastningen endast en överlast på 25 % men det troliga är dock att den verkliga snölasten var större än 2,5 kN/m² på grund av snöfickan.

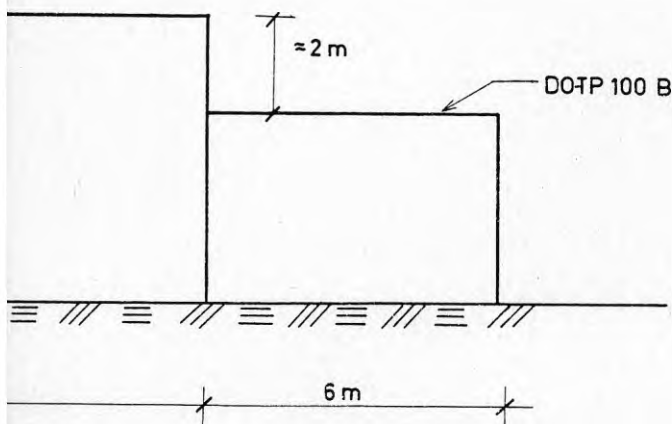


Fig.1 Tvärsektion

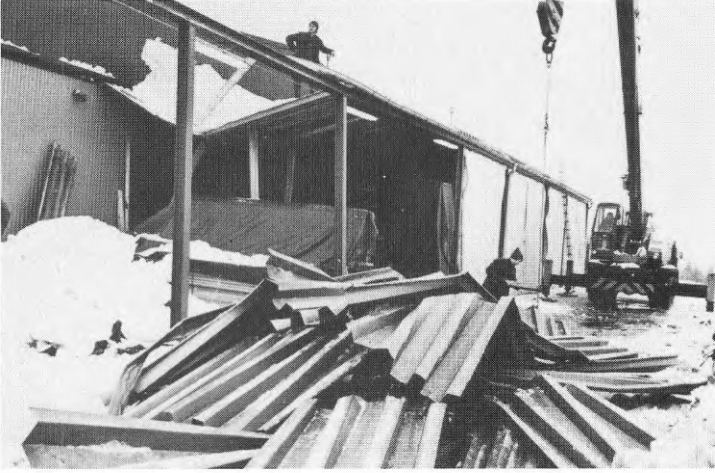


Fig.2 Det nedrasade taket

OBJEKT NR K1

1. TYP AV BYGGNAD: Oisolerad maskinhall uppförd 1972. Huvudbärare utformade som ramar av trä med dragstag av stålwire. Byggnadens planmått var 25 x 50 meter.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Blekinge län, enligt SBN 1975 snözon E. Enligt väderlekstjänsten på Kallinge Flygflottilj föll 26 mm nederbörd (snö) den 17/12 1976 och ytterligare 24 mm fram till kl 7 den 18/12.
3. KONSTRUKTION: Huvudbärarna av sågat virke fungerade i princip som tvåledsramar med dragstag. Ramkonstruktionen framgår av fig.2. Takåsarna, 50 x 180 mm, var fritt upplagda på ramarna. Tak- och väggbeklädnaden var utförd med profilerad stålplåt på reglar. Byggnaden var uppförd utan vare sig ritningar eller beräkningar.
4. SKADA: Hela stommen utom gavelskivorna kollapsade. Enligt tillgängligt bildmaterial och muntliga uppgifter från besiktningsmannen bröts överramsstängerna mellan knutpunkt B och C i fig.2. Raset inträffade efter ett intensivt snöfall (20-25 cm) med blöt snö och samtidig kraftig vind omkring 15 m/sek. Snön lade sig som drivsnö på lovartsidan. Dessutom låg en angränsande byggnad på läsidan så att en snöficka kunde bildas, fig.1. Byggnaden rasade på förmiddagen den 18/12 1976.
5. ORSAK: Enligt besiktningen efter raset var konstruktionen fackmässigt utförd till alla delar. Vissa brister fanns beträffande virkeskvaliteten. Inget virke bedömdes emellertid vara sämre än Ö-virke. I besiktningsutlåtande till försäkringsbolaget sägs: "Orsaken till raset har varit en kombination av exc. belastning vind + snö, varvid högbenen överbelastats i samband med utböjning av hanbanden. Troligtvis har de sämre virkeskvaliteterna medverkat till deformationen av högbenen".

Kontrollberäkningar, med hänsyn till dragstagets förlängning och med jämnt fördelad 35 cm djup snö ($\approx 1 \text{ kN/m}^2$) ger böjspänningar 14 MPa i överramsstängerna. Läggts därtill vindlast motsvarande 15 m/s och flyttas rörlig snölast enligt SBN 1975 ökar böjspänningen till omkring 20 MPa.

Med ledning härav, bildmaterialet och besiktningsmannens muntliga utlåtande kan man dra slutsatsen att överramsstängerna överbelastats i böjning. Beroende naturligtvis på virkets kvalitet kan $\sigma_b = 20 \text{ MPa}$ mycket väl överskrida materialets hållfasthet.

Om dragstaget antas oändligt styvt minskar maximal böjspänning i överrammen till omkring 4 MPa. Ramarna var underdimensionerade.

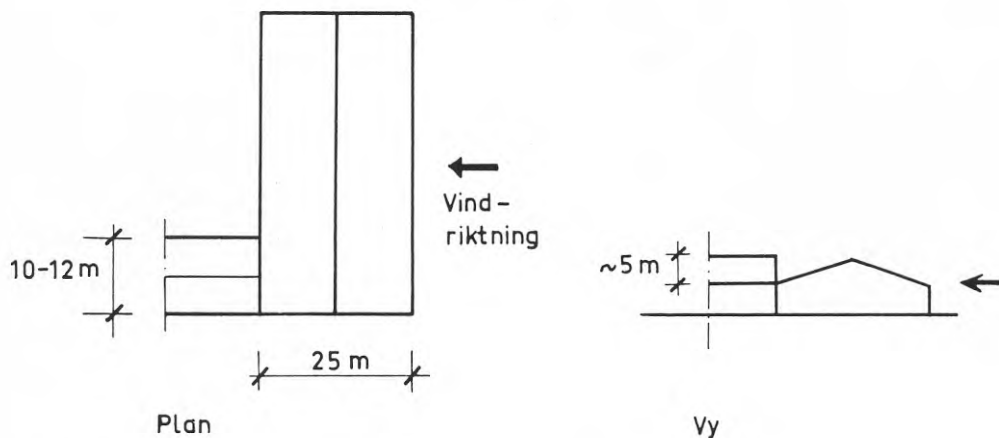


Fig.1 Plan och vy av maskinhallen.

OBJEKT NR L1

1. TYP AV BYGGNAD: Två virkesmagasin utan väggar, uppförda 1974-75. Stommar med spikade trätakstolar på trästolpar.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Västra delen av Kristianstads län, enligt SBN 1975 snözon E. Enligt SMHI var snödjupet i Kristianstad maximalt 45 cm under december 1976.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av korrugerad plåt på åsar och spikade trätakstolar med spännvidden 10 m upplagda på stolpar c/c 4,2 m. Stolparna av tryckimpregnerat rundvirke var ingjutna i betongfundament. Takstolskonstruktionen framgår av fig.1.
4. SKADA: Taket på båda magasinerna rasade in. Takstolarna brast i rent böjbrott intill hanbjälkens infästning. Skadan inträffade, troligen 19 eller 20 december 1976, efter tre dygns snöande. Den första snön frös fast på takplåten varför efterföljande snö inte kunde glida av utan lade sig ovanpå. Enligt uppgift hade man speciellt mycket snö i trakten som även normalt får mycket snö.
5. ORSAK: Kontrollberäkningar visar att maximal böjpåkning vid normenlig snölast var ungefär 66 MPa. Enbart egenviktslasten $0,15 \text{ kN/m}^2$ ger böjspänningen 10,5 MPa vilket är 75 % mer än tillåtet för Ö-virke. Takstolen var underdimensionerad.

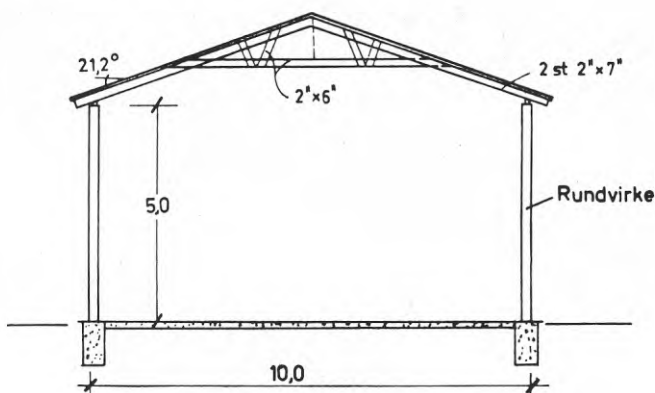


Fig.1 Sektion genom virkesmagasin.

OBJEKT NR L2

1. TYP AV BYGGNAD: Oisolerad byggnad uppförd 1975. Stomme av prefabricerade stålfackverk med dragstag på stålpelare. Byggnadens planmått var 11 x 22 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Nordöstra delen av Kristianstads län, enligt SBN 1975 snözon E. Enligt SMHI är maximalt uppmätta snödjup 50 cm i Ljungby och 25 cm i Kristianstad.
3. KONSTRUKTION: Stomkonstruktionen framgår av fig.1. Fackverken tillverkades av fyrkantrör 40 x 40 x 3 mm med diagonaler av rundstål \varnothing 16 mm, fig.2. Dragstaget av rundstål \varnothing 16 var svetsat till fackverket. Flänsarnas tyngdpunktsavstånd var 300 mm. I nock var underramsstången skarvad i en vinkel, fig.3. Taktäckningen utgjordes av profilerad stålplåt.
4. SKADA: Fackverket "vek sig" vid upplagen och nockskarven i underramsstången brast varvid hela taket störtade ner. Snödjupet uppskattades till ca 30-40 cm.
5. ORSAK: Enligt uppgift berodde raset på att fackverkets upplag "vek sig". Kontrollberäkningar med egenvikt och normenlig snölast visar att påkänningen i dragstaget var ungefär 360 MPa. Draghållfastheten för exempelvis stål SIS 1411 är 430 MPa och sträckgränsen 260 MPa. (Uppgift om faktisk stålqualität saknas.) Snödjupet 30-40 cm motsvarar ungefär normenlig snölast.
Troligen har dragstaget börjat flyta varvid upplagen flyttats utåt. Därigenom har kraftspelet i fackverket förändrats och nockskarven i underramsstången har utsatts för så höga dragspänningar att den slutligen brustit.
Orsaken till raset är troligen underdimensionering av dragstaget.

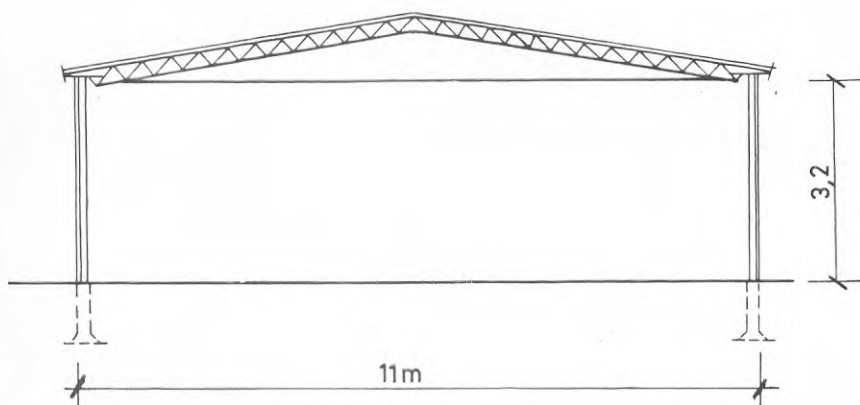


Fig. 1 Sektion genom byggnaden

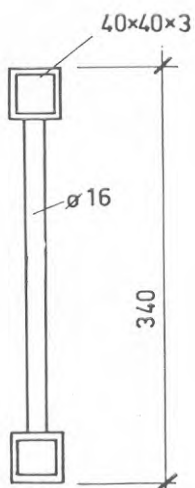


Fig. 2 Sektion genom fackverket

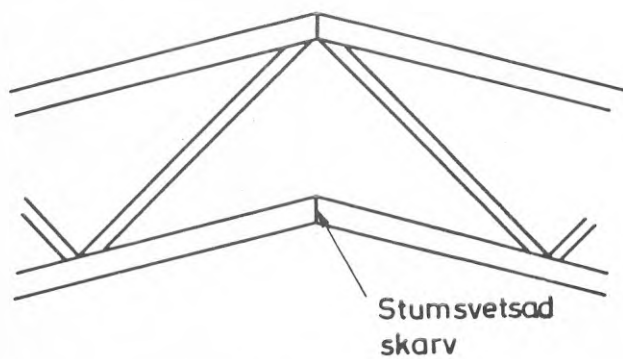


Fig. 3 Utförande vid nocken

OBJEKT NR M 1

1. TYP AV BYGGNAD: Friliggande skärmtak av korsande träreglar över bilupställningsplats.
2. LÄGE, SNÖDJUP: I de centrala delarna av Malmöhus län, enligt SBN 1975 snözon E.
3. KONSTRUKTION: Taktäckning av korrugerad plåt på reglar 45 x 40, c 60 cm, vilka sänkts ner i bärreglar 75 x 50 enligt fig. 1.
Virkeskvaliteten har antagligen inte varit bättre än Ö-virke.
4. SKADA: Reglarna A och B brast vid kvistar. I regel B var kvisten (\varnothing 30 mm på underkanten) placerad ungefär i spannmitten. Förutom dessa brott uppvisade reglarna spjälksprickor i höjd med nedsänkningen, fig. 2. Mycket blöt och tung snö hade förekommit. Raset inträffade efter en period med nederbörd i form av regn. På taket förekom 20-30 cm djup blötsnö.
5. ORSAK: Den primära brottorsaken var böjdragbrott vid kvistarna. Spjälksprickorna har förmodligen uppstått på grund av stora spänningskoncentrationer vid urtagens innerhorn. För normenlig snölast blir böjspänningen i bruttosektionen 75 x 50 ungefär 40 MPa. I snitt med urtag kan man anta att tvärreglarna överfört tryckkrafter. Påkänningen i kvarvarande del under urtaget utan hänsyn till tvärregelns lastöverföring blir 250 MPa vid normenlig snölast.
Takkonstruktionen var underdimensionerad.

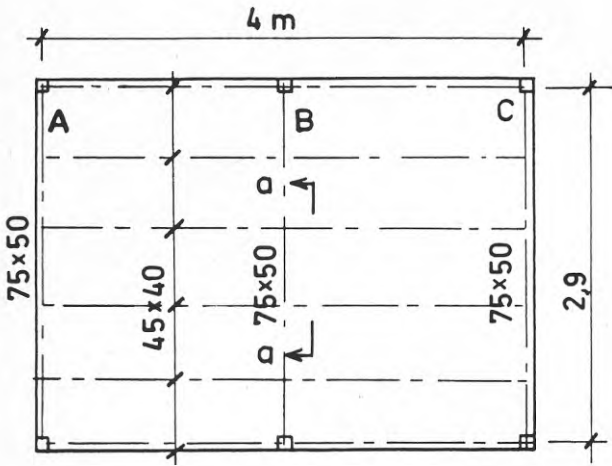


Fig.1 Plan av carportstaket

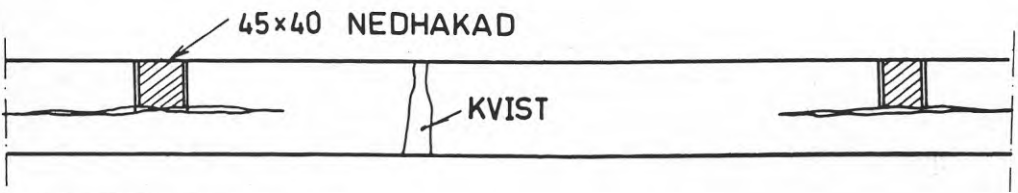


Fig.2 Sektion a-a

OBJEKT NR O1

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd av trä i flera skepp uppfört omkring sekelskiftet. Byggnadsyta ungefär 6400 m².
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Göteborgs och Bohus län, enligt SBN 1975 snözon E.
3. KONSTRUKTION: Den raserade byggnadsdelen var ett tak mellan två högre byggnadskroppar, fig.1. Takstolen var utförd enligt fig.2, med högben av 2" x 6" och hanbjälke och snedsträva av 2" x 4" samt horisontella avstyvningar av dubbla 1" x 4". Spännvidden 6-8 m och c/c ~ 1 m. Takstolarna var upplagda på träbalkar upplagda på pelare c/c ≈ 4 m. Av fig.1 framgår att tre takstolar belastade bärlinan mellan två pelare. Taket var täckt med panel och papp.
4. SKADA: Delar av taket störtade in helt och kvarvarande delar fick stora deformationer. Den raserade delen låg mellan två väggar varför en snöficka bildades.
5. ORSAK: Den primära brottorsaken var rötangrepp på vitala bärande delar till följd av försummat underhåll. På grund av att mycket snö föll inträffade raset tidigare än det annars skulle ha gjort.
Brottet har troligen skett så att den rötskadade och fuktiga upplagsbalken givit med sig så mycket eller gått helt av så att överramstången böjbelastats till brott. I fig.3. syns hur stora deformationer har medfört att överramstången spjälkats vid snedsträvans inhuggning.
Normalt skulle böjmomentet i överramen givit tryckspänningar vid inhuggningen. Deformationerna har gjort att böjmomentet ändrat riktning och i stället givit upphov till spjälkspänningar.



Fig.1 Kvarvarande del av nedrasat tak. Detalj av upplag.

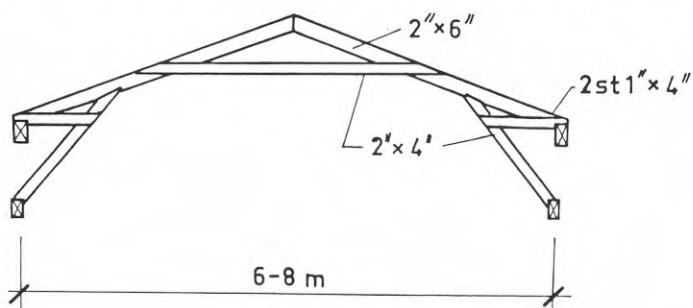


Fig.2 Vy av takstolskonstruktion

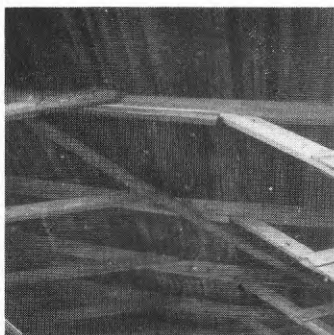


Fig.3 Sprickbildning i takstol pga överbelastning.

OBJEKT NR O 2

1. TYP AV BYGGNAD: Verkstadslokal med tak av trapetsprofilerad plåt.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Bohuslän, enligt SBN 1975 snözon E. Enligt SMHI var snödjupet 28 cm i Vänersborg den 5/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Takplåten var typ TH 95 R, 0,6 mm tjock. Plåten var upplagd kontinuerligt med spännvidden 4,0 m i ändfacket och 2,0 m i övriga fack. Plåtuppläggning enligt fig.3.
4. SKADA: Delar av plåttaket, speciellt i 4 m-facket, deformerades. Plåten hängde ner som en hängmatta. Skadan upptäcktes omkring trettondagshelgen. Deformationerna uppkom pga överlast varvid plåten bucklade. Plåten måste bytas ut på 7-8 m längd, totalt byttes 50 m².
5. ORSAK: Anledningen till skadan var den snöficka som uppstått. Inne vid väggen uppmättes 2,2 - 2,3 m snödjup (vilket kan motsvara $\approx 4 \text{ kN/m}^2$). Det var även här som plåten inte höll. Nere vid takfot deformerades plåten inte. Enligt plåttillverkarens informationsmaterial är tillåten belastning ca $1,0 \text{ kN/m}^2$ för den använda plåten. Utan hänsyn till snöfickan har plåten alltså tillfredsställande dimensioner. Pga snöfickan, jämför fig.1, har den verkliga snölasten emellertid varit avsevärt mycket större än den last som gäller för horisontella tak.

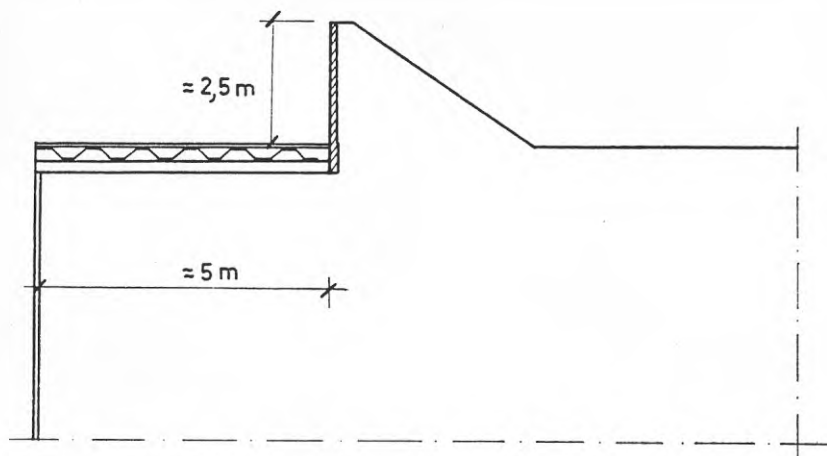


Fig. 1 Tvärsektion av snöfickan

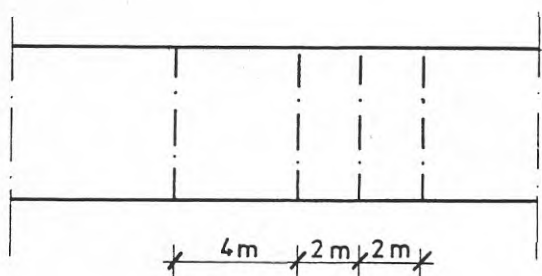


Fig. 2 Plan

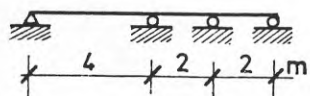


Fig. 3 Plåtupplägning

OBJEKT NR 03

1. TYP AV BYGGNAD: Lagerbyggnad, byggd 1967-68. Stomme av stålbalkar. Tvärsektion enligt fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta Bohuslän, enligt SBN 1975 snözon E. Enligt SMHI var snödjupet 54 cm i Vänersborg den 25/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av fritt upplagda svetsade stålbalkar av typ Rana med spännvidden cirka 11,3 m och centrumavståndet 5,4 m. Balkarna var parallellflänsiga med höjden 400 mm och flänsar 200 x 8. Takbalkarna lutade 14° . Ovanpå takbalkarna låg åsar av trä.
4. SKADA: Balkarna erhöll stora deformationer, "balken böjde ner en bit". Nedanför var ett skärmtak som skadades vid snöskottningen av det stora taket.
5. ORSAK: Med hänsyn till snödjupet har man i efterhand bedömt snölasten till ca $2,0 \text{ kN/m}^2$. Den använda balkens böjmotstånd är $W = 640 \text{ cm}^3$. Med lasten $0,8 + 0,25 = 1,05 \text{ kN/m}^2$ är fältmomentet 89 kNm , vilket ger böjspänningen 139 MPa . Med snölasten $2,0 \text{ kN/m}^2$ blir den formellt beräknade böjspänningen ca 300 MPa dvs spänningen är större än sträckgränsen. Anledningen till skadan torde alltså vara för stor snölast.

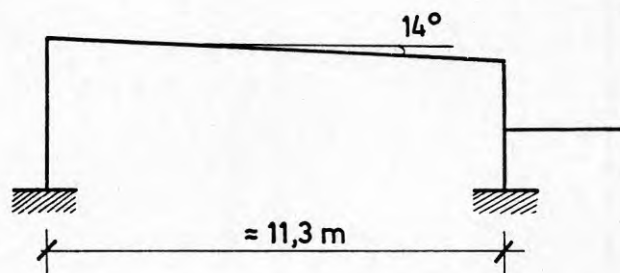


Fig.1 Tvärsektion

OBJEKT NR P1

1. TYP AV BYGGNAD: Fryshus i ett skepp byggt omkring 1973. Stomme av stål balkar, typ Rana, upplagda på stålpelare.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydöstra delen av Älvsborgs län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Takbalkarna bestod av fritt upplagda Rana-balkar med centrumavståndet 6 m och spännvidden ca 23 m. Ovanpå balkarna låg trapetsprofilerad stålplåt. På grund av att man inte ville ha några fickor med stillastående luft uppe vid taket tog man hål i balkliven ganska nära upplagen. Dessa håltagningar gjordes efter VVS-entreprenörens önskemål.
4. SKADA: Hela taket störtade in. Skadan upptäcktes på förmiddagen den 15/1 1977 och raset skedde vid 14,30-tiden. Före den totala kollapsen hade taket sjunkit ner ca 1/2 m. Fig.1 och 2 visar deformerade takbalkar.
5. ORSAK: Anledningen till skadan är håltagningarna i balklivet. Den tvärkraft som man kan överföra från balken till stödet över det håltagna området är mycket liten. Skadeorsaken är alltså konstruktionsfel.

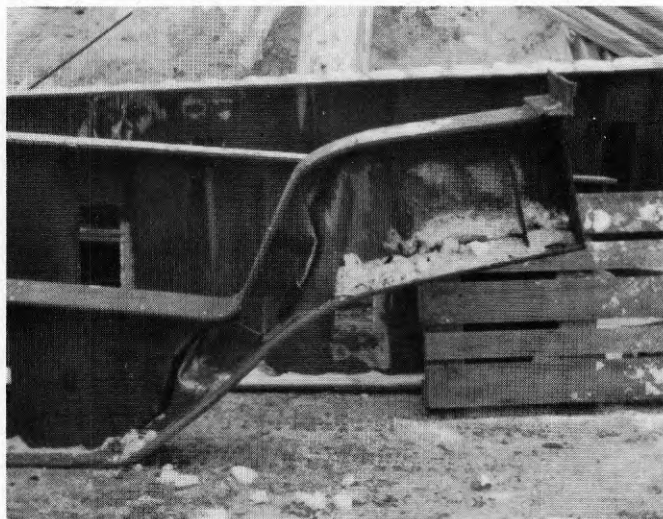


Fig.1 och 2 Skadade balkar vid håltagningar

OBJEKT NR P2

1. TYP AV BYGGNAD: Maskinhall, byggd i slutet på 1960-talet. Stomme av stål balkar i form av tvåledsbåge med dragband.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Västra delen av Älvsborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. För den 15/1 1977 anger SMHI snödjupet 50 cm i Åmål.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av en tvåledsbåge med dragband, se fig.1. Takbalken var en Rana-balk med höjden 550 mm, flänsar 150 x 8. Stålkvaliteten i flänsarna var St 44 (SIS 1411 eller motsvarande). Balkarnas spännvidd var 20 m och centrumavstånd 4,9 m. Dragbanden bestod av $\varnothing 22$ HJS 80. Taklutningen var 26° . Ovanpå stål balkarna låg träåsar och därpå taktäckning av eternit. Hallen var oisolerad.
4. SKADA: Alla takstolarna (7 st) gav vika. Ena högbenet i varje takstol gav vika pga böjbrott. Takstolen var excentriskt belastad genom en drivbildning på ena takhalvan. På halvan med snödriva uppmättes snödjupet 1,1 m.
5. ORSAK: En beräkning av takstolen med nominella snölasten visar att maximal spänning i balken blir ca 110 MPa och spänningen i dragbandet ca 200 MPa. Anledningen till skadan torde vara den ovanligt stora ensidiga snölasten. Det snödjup som har uppmätts motsvarar en belastning av storleksordningen $2,5 - 3,0 \text{ kN/m}^2$.

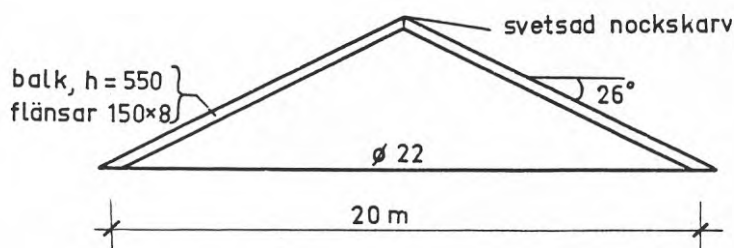


Fig.1 Takstol

OBJEKT NR P3

1. TYP AV BYGGNAD: Hallbyggnad, öppen på ena långsidan, uppförd 1970. Stomme av stål balkar och stål pelare. Planmått 14 x 109 m. Två lika byggnader ligger intill varandra med öppningen mot varandra, avstånden mellan byggnaderna är 32 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Västra delen av Älvsborgs län intill Vänern, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet i Åmål 85 cm den 25/3 1977 och 80 cm den 5/4.
3. KONSTRUKTION: Konstruktionen bestod av Rana-balkar, upplagda på pelare av HE 240 A. Balkarnas spännvidd var 13,8 m på c/c 6,4 m. Ovanpå balkarna låg åsar c/c 1,40 m. Takbalkarna lutade 1:20. Byggnadens höjd var ca 7,7 m. Rana-balkarna hade höjden 500 mm, flänsplåtar 150 x 10 mm och livplåttjocklek 2,5 mm.
4. SKADA: Livet i en av balkarna nära takets mitt skjувbucklade nära ena upplaget. Eventuellt initierades bucklingen av livintryckning. Övriga balkar visade ingen tendens till skador. Brottet har skett på balk nr 6 från ena gaveln räknat, fig.1. Fig.5 visar tydligt hur skjувbucklingen har skett. Bucklingen har börjat under den andra åsen från långsidan räknat, dvs 1,2 m från pelaren. Livplåtsbucklingen innebar att balken sjönk ner ca 10 cm.
5. ORSAK: Takbalken var dimensionerad för snölasten $1,4 \text{ kN/m}^2$ (exceptionell last). Enligt uppgift låg en ansamling av snö just över den balk som skadats. Där fanns ca 60 cm blöt snö, ca 10 cm mer snö än på övriga taket. På ett plant garagetak i närheten uppmättes snövikten $1,8 \text{ kN/m}^2$, varefter taket skottades. Den snö som föll därefter vägdes till $0,3 \text{ kN/m}^2$. Detta skulle alltså motsvara en snölast av ca $2,1 \text{ kN/m}^2$. Den dimensionerande snölasten ($1,4 \text{ kN/m}^2$) motsvarar ett "brottvärde" av $1,4 \cdot 1,3 = 1,82 \text{ kN/m}^2$. Det verkar därför troligt att snölasten har överstigit den "normenliga" snölasten och förorsakat brottet.

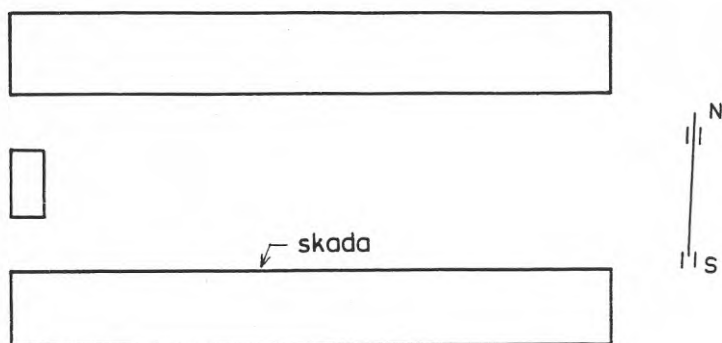


Fig. 1 Plan

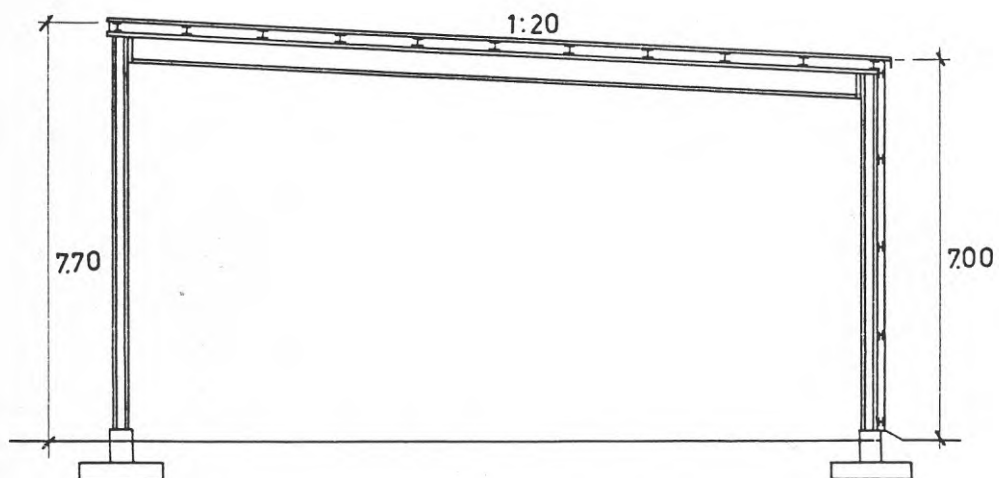


Fig. 2 Tvärsektion



Fig.3 Den skadade byggnaden

Fig.4 Balkupplaget

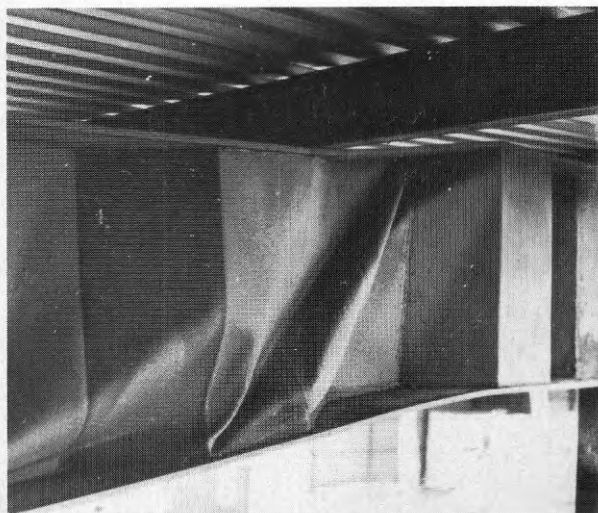
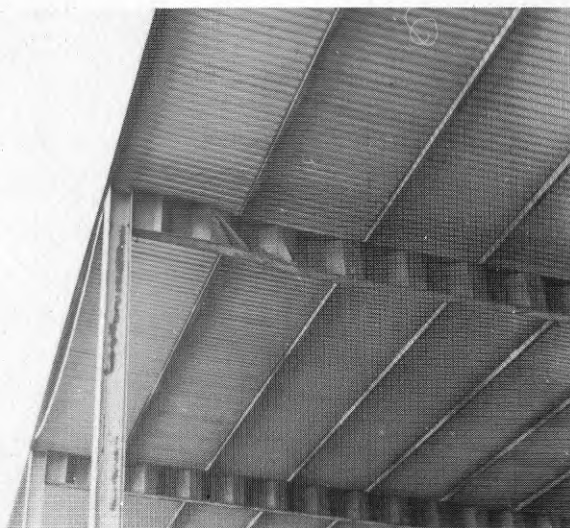


Fig.5 Detalj av den skadade balken

OBJEKT NR P4

1. TYP AV BYGGNAD: Verkstadslokal, byggd i början på 1960-talet. Stomme av stålbalkar.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Älvsborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 58 cm i Borås den 5/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Tvärsektion av fabrikslokalen visas i fig.1. Balkarna i mellanskeppet, det aktuella skeppet, bestod av hålbalkar som var upplagda i ena änden på HEB-balkar och i andra änden på en mur av betonghålstén. Ovanpå balkarna låg skivor av träullsplattor, råspont och papp. Mellan hålbalken och muren av betonghålstén låg ett 50 mm brett plattjärn som balken var fastsvetsad vid.
4. SKADA: Taket på mellandelen, fig.1, rasade ner, yta ca 200 m². Raset skedde genom att upplaget på betonghålsténsmuren gav vika.
5. ORSAK: På grund av den stora snölasten brast upplaget. När snön samlats i den snöficka som bildades har balken böjt ner och upplagsytan koncentrerats i betonghålsténens framkant. Därvid blev tryckspänningen under balkupplaget för stor och balkarna gled av ("plattjärnet skar genom väggen"). Skadeorsaken kan alltså hänföras till felkonstruktion.

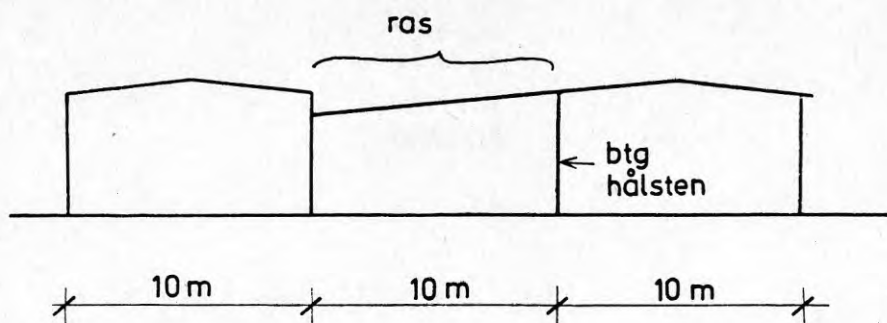


Fig. 1 Tvärsektion

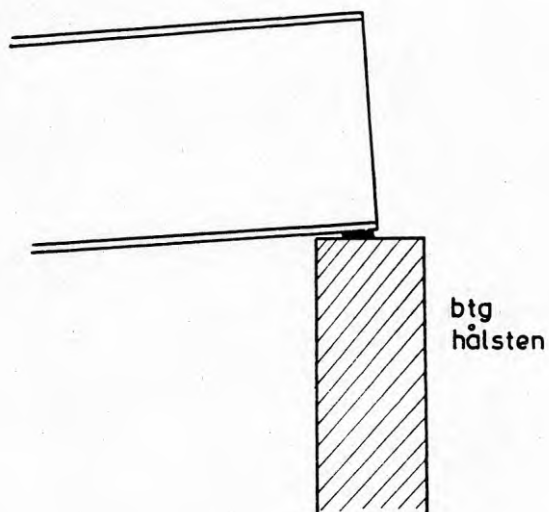


Fig. 2 Balkuplag

OBJEKT NR P 5

1. TYP AV BYGGNAD: Skolbyggnad i ett plan uppdelad i ett flertal byggnader med sadeltak och däremellan lågdelar med plant tak. Byggnadsår 1974.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delen av Älvsborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 52 cm i Vänersborg den 15/1 1977. Skadan inträffade den 18/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Det skadade taket låg söder om och var hopbyggt med en byggnad med sadeltak. Gavelspetsen stack upp ungefär 3 m över taket, fig.1. Huvudbärarna var limträbalkar 66 x 400 c/c 1,2 m, spv 8,4 m. Taktäckning av panel och papp. I ena änden var balkarna upplagda på en bärbalk av limträ. För att passa i höjd hade takbalkarna försetts med ett 100 mm djupt urtag d v s 1/4-del av balkhöjden.
4. SKADA: Sex limträbalkar mitt för angränsande gavelspets, där snödjupet kan antas ha varit störst, sprack längs fibrerna i höjd med urtaget, fig.3. En snöficka bildades varför snömängden vid skadetillfället bör ha varit åtskilligt mer än den normenliga lasten. Enligt fotografier på närbelägna lågdelar och vittnesuppgifter var snödjupet 1,5 - 2 m invid gavelspetsen och 30-40 cm i takets framkant. Vid skadebesiktning uppmättes snöns tunghet $3,1 - 3,5 \text{ kN/m}^3$.
5. ORSAK: I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till att snöficka kunde bildas. Man hade heller inte kontrollerat skjuvpåkänningarna vid upplag för normal snölast. För normenlig snölast blir skjuvspänningen vid urtag 0,64 MPa och reducerad tillåten skjuvspänning enligt SBN 1975 är 0,90 MPa. En rimligt antagen snöficka enligt fig.4. ger skjuvpåkänningen 1,1 MPa vid urtaget.

Det är emellertid inte skjuvspänningarna som orsakar brott utan tvärdragspänningar. En noggrann elasticitetsteoretisk beräkning ger tvärdragspänningen

$\sigma_{\perp \max} = 0,7 \text{ MPa}$ vid lasten $1,0 \text{ kN/m}$. Normenlig last uppgår till $2,0 \text{ kN/m}$ och med hänsyn till snöficka fås $\sigma_{\perp} \approx 2,5 \text{ MPa}$. Brottvärdet för σ_{\perp} är av storleksordningen $1,5 \text{ MPa} - 2,5 \text{ MPa}$.



Fig.1 Gavelspets över kapprumstak

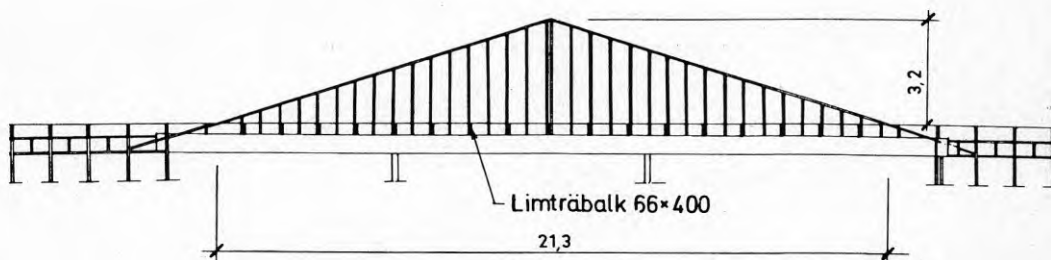


Fig.2 Gavelspets och balkar i taket

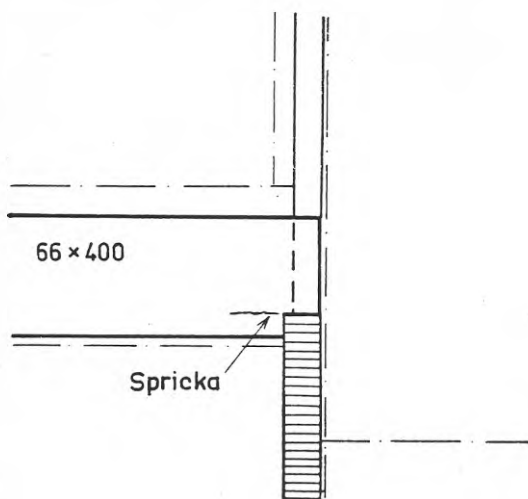


Fig.3 Uppsprickning av limträbalk vid urtag

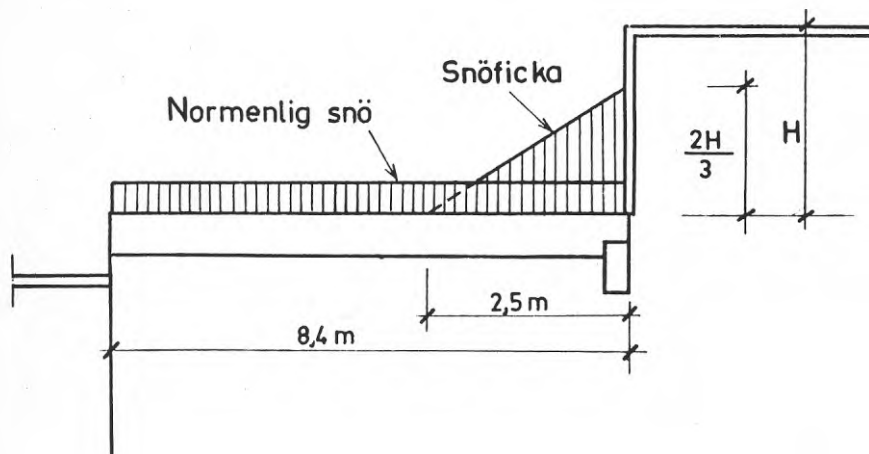


Fig.4 Vid kontrollberäkning efter raset antagen snöficka.

OBJEKT NR P 6

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd i fem skepp tillbyggt i etapper. Den senaste tillbyggnaden skedde omkring 1965-1967. Trästomme med fackverkstakstolar på pelare. Varje byggnadsdel är ungefär 17 x 50 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Älvsborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Snödjupet i Borås var 46 cm den 5/3 1977.
3. KONSTRUKTION: Takstolarna var uppbyggda enligt fig. 2 av 2"- och 2 1/2"-virke. Överramsstången var av dubbla virken med mellanliggande distanser, som bitvis bestod av en kontinuerligt spikad stång. Spikförbanden var förstärkta med taggplåtar, troligen av fabrikat Twinaplate. Vid första skarven, S, i underramsstången var delen från takfoten lagd mellan de två inre ramstångsdelarna och hopspikad med 32 + 32 st 6" spik dvs totalt 128 spiksnitt. Inga taggplåtar fanns i detta förband. Taket var täckt med profilerad aluminiumplåt på åsar 2" x 7" c/c 1,5 m.
4. SKADA: En takstol bröts av och sjönk ner. Takstolen delade sig intill den första vertikalen enligt fig. 4 i skarven i underramsstången och i överramsstången. Byggnadsutformningen innebar att mycket snö kunde samlas i rännalarna. En gissning är maximalt 1,5 m snö i botten och 0,2-0,3 m vidnocken. Skadan inträffade den 5/3 1977.
5. ORSAK: Två alternativa brottorsaker är knäckning i sidled av överramsstången mellan takåsarna och brott i första diagonalens infästning i underramsstången. I denna infästning fanns inga taggplåtar. I vissa andra förband fanns endast en taggplåt. Kontrollberäkningar med en rimligt antagen snöficka ger snölasten enligt fig. 5. I överramsstången närmast upp-lag blir tryckkraften 140 kN och i motsvarande underramsstång blir dragkraften 133 kN. Elastisk knäckning av överramsstångens enskilda delar mellan åsinfästningarna motsvarar en kritisk tryckkraft på 2 x 96 kN dvs drygt 35 %

mer än kraften av uppskattad last. Samverkan mellan delarna på grund av mellanlägget kan uppskattas att reducera slankheten så mycket att den elastiska knäcklasten ökar till 400 kN. Interaktionssambandet $\frac{\sigma_t}{\kappa_l \cdot \sigma_{t \text{ till}}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{b \text{ till}}}$ enligt SBN 1975 blir då 2,7. Kombinationen sidledsknäckning och böjning kan således mycket väl ha varit en brottsorsak. Andra diagonalsträvan A i fig.2 var infäst med 2 x 5 st spik. Spiklasten i förbandet blir $53/(2 \cdot 2,5) = 2,65$ kN/skär, dvs 3,3 gånger tillåtet värde 0,8 kN/skär. Det har förmodligen varit konstruktörens avsikt att förbandet skulle förstärkas med taggplåtar. Exceptionell snölast infördes i bestämmelserna efter byggnadens uppförande. Utan snöficka minskar krafterna i den aktuella takstolsdelen med 22 %. Trots detta är vissa delar klart underdimensionerade.

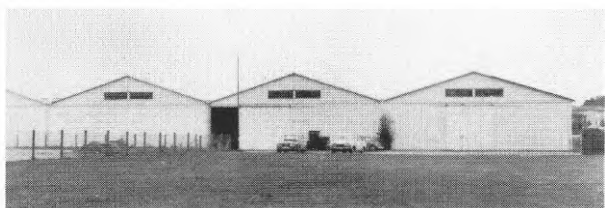
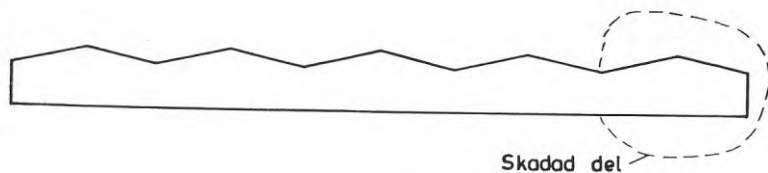


Fig.1 Byggnadsutformning

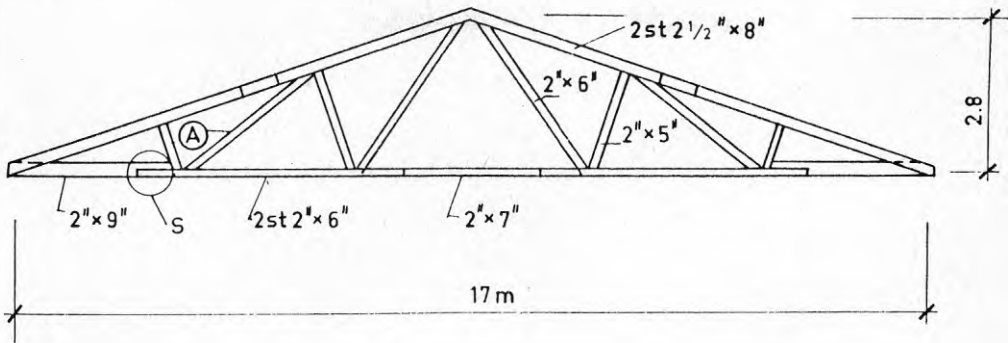


Fig. 2 Spikad fackverkstakstol



Fig. 3 Fackverkstakstolar. Skadad takstol med stötta.

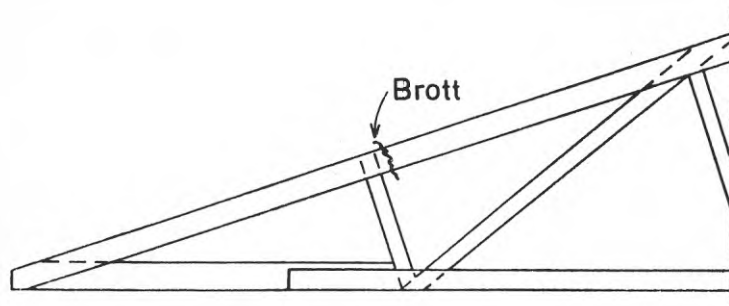


Fig.4 Brottställe i överslagsstång

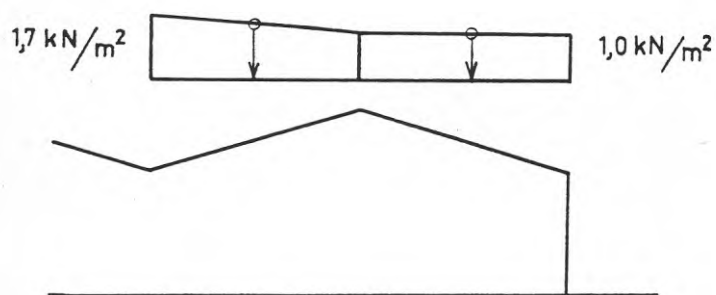


Fig.5 Snöfördelning med hänsyn till snöficka

OBJEKT NR R 1

1. TYP AV BYGGNAD: Lagerbyggnad uppförd 1955. Stomme med underspända träfackverk på murade ytterväggar. Lagerbyggnaden ansluter till en högre byggnad.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delarna av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözonzon D. Enligt SMHI var snödjupet i Skara 57 cm den 5/2 och 50 cm den 15/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Stomme av underspända träfackverk, fig.1, täckt av papp och träpanel på träåsar. Virkesdimensioner framgår av fig.1. Underramsstången var skarvad med skruvförband med mellanläggsbrickor - Ø16 skruv och 4" tvåsidigt tandade Bulldogbrickor.
Spännstagen av 2 Ø19 Ks 40, var svetsade till två platt stålsbyglar, som klämdes fast mot träet vid upplagen med fyra skruv.
4. SKADA: Delar av taket störtade in på grund av brott i 3 takstolar. Snölasten uppmättes efter raset till 1,8 - 2,3 kN/m² på kvarvarande delar. Raset inträffade omkring den 10/2 1977.
5. ORSAK: Den direkta brottorsaken är svår att fastställa.
Troligtvis förorsakades brottet av att skarvlapparna i underramsstången var uppspruckna horisontellt genom alla skruvhål.
Skarvlapparnas spruckna tillstånd borde normalt inte ha haft någon betydelse när ramstången troligen var föga belastad på grund av underspänningen. Emellertid har dragstagsinfästningen med tiden skurit sig in i träet mer och mer och därigenom förkortat avståndet mellan infästningarna. Detta har i sin tur inneburit att underspänningen delvis förlorat sin verkan varigenom kraften i underramsstången ökat. Med den flacka lutning 1:10 som dragstaget hade innebär förskjutningen 1 cm av infästningspunkten att dragstaget sjunker 10 cm i spannmitt. Det är troligt att dragstaget haft mindre betydelse för takstolens bärförmåga.

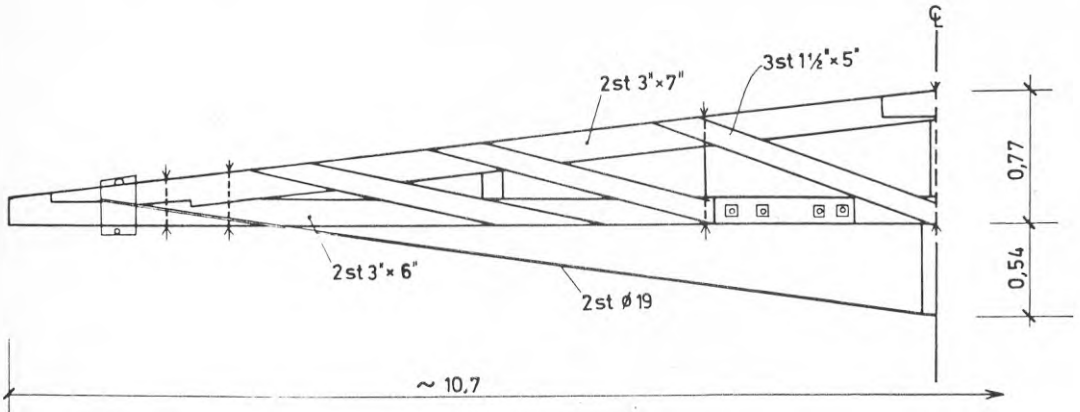


Fig.1 Vänster halva av underspänd fackverkstakstol.



Fig.2 Rasat takparti

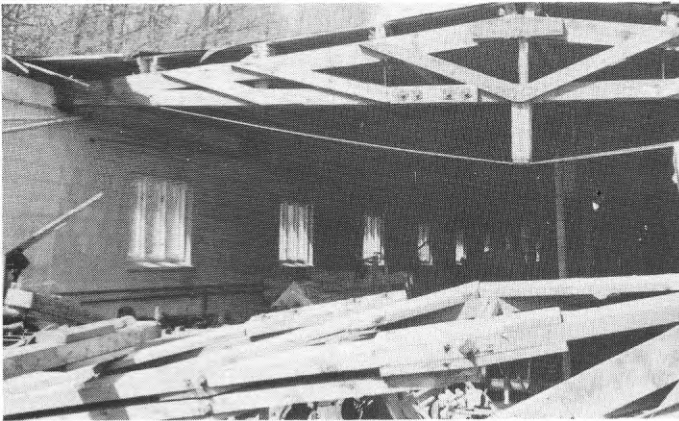


Fig.3 Takstolskonstruktion



Fig.4 Detalj av dragstagsinfästning med ståldetalj inskuren i träet.

OBJEKT NR R 3

1. TYP AV BYGGNAD: Ladugård byggd 1909. Höskullen var återuppförd 1946 efter en brand. Utmed den ursprungliga byggnadens västra långsida är ett 16 m brett skärmtak tillbyggt, plan i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 57 cm den 5/2 1977 i Skara.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av treleds ramar av lamellfackverk med taktäckning av eternitplattor på 5" x 5" åsar på c/c \approx 1 m. Ramarna stod på ett mellanbjälklag av betong. Ramarnas spännvidd var 21,4 m och centrumavstånden varierade mellan 3,1 m och 5,4 m. I den del där total kollaps skedde var centrumavstånden 5,1 m resp. 5,4 m. Fackverkets över- och underramstänger var uppbyggda av 4 st 1" x 7" bräder. Mellan dessa var diagonalbräderna instuckna och förbundna. Underramstången var avstyvad på tre ställen längs vardera takfallet.
4. SKADA: Skadan inträffade den 4/2 1977. Fyra ramar (nr 9-12) totalhavererade. En ram (nr 1) fick en lokal utknäckning av överramen och två andra (nr 3 och 4) en antydan till utknäckning på samma ställe. Vidare observerades att underramstänger i två ramar (nr 1 och 4) hade en s-formad utböjning mellan avstyvningarna. På kvarvarande del av taket bedömdes snödjupet till 20 cm. Bland nedrasade delar fanns takplattor med ca 50 cm tjock snö. Den östra takhalvan var utan snö. Skärmtaket och det inåtgående hörnet på ladugårdstaket har utgjort en snöficka. Besiktningsmannen har antagit att de djupare snömassorna - 50 cm - har legat nere vid takfoten, medan det västra takfallet i övrigt haft omkring 20 cm djup snö.
5. ORSAK: Orsaken till kollapsen har med stor sannolikhet varit lokal utknäckning av överramstången hos ramarna 9-12. Överramstången kan antas knäcka lokalt som en ledat in-

fäst sträva mellan åsarna. Knäckningen observerades ungefär mitt på takfallet. Tillåten tryckspänning enligt SBN 1975 för T20-virke är $0,94 \text{ MPa} \approx \sigma_{e1}/3$. Aktuell tryckpåkänning av reducerad snölast enligt SBN 75 (taklutning 45°) i snözon D (motsvarar ungefär uppmätt snödjup om snöns tunghet = 3 kN/m^3) är $3,7 \text{ MPa}$ varav egenvikten utgör 35 %. Takstolarna var alltså underdimensionerade.

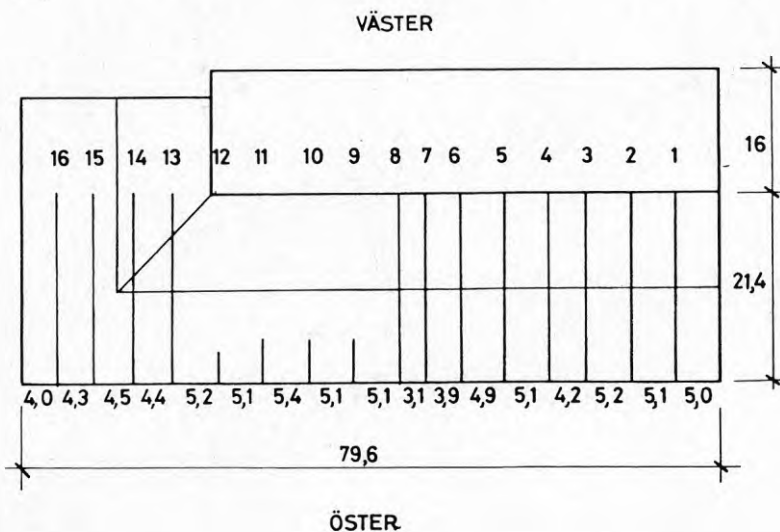


Fig.1 Plan

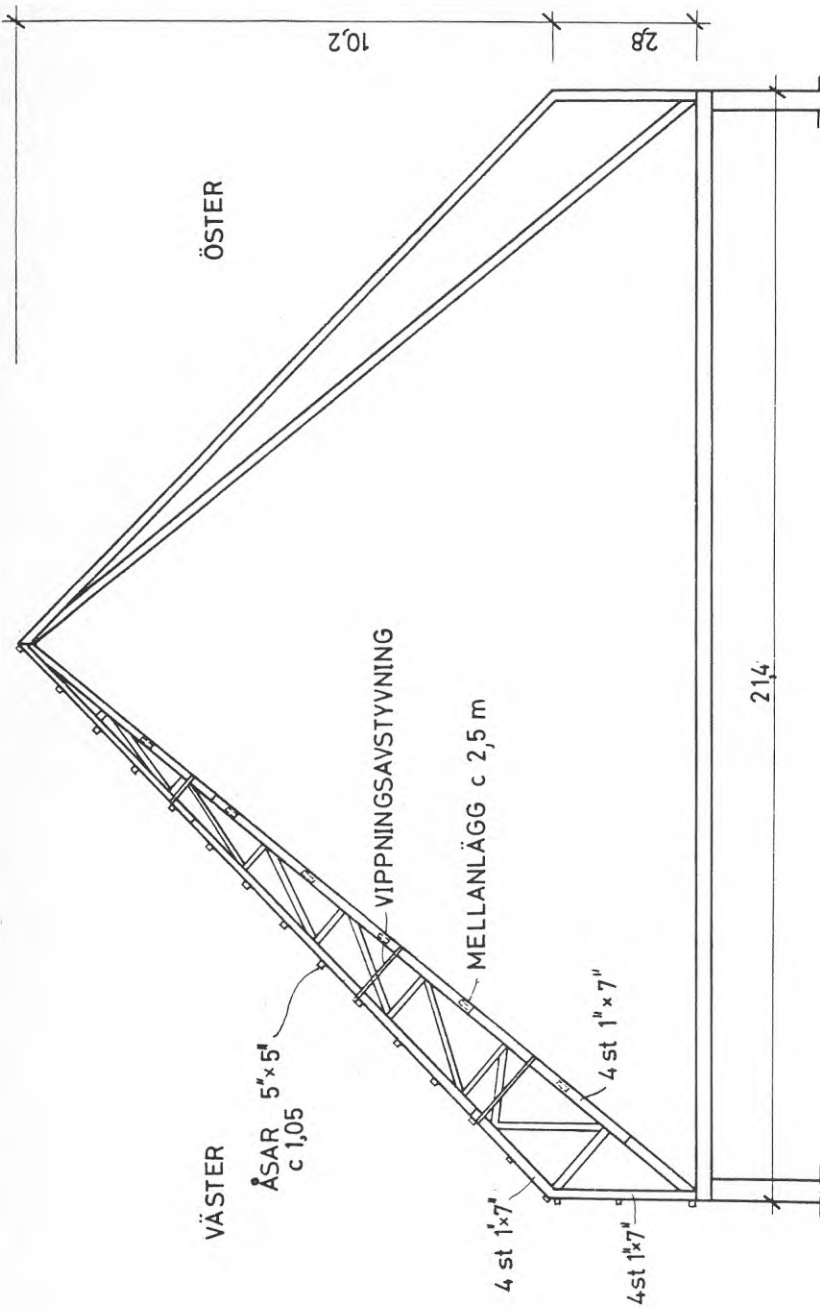


Fig. 2 Takstolskonstruktion

OBJEKT NR R 4

1. TYP AV BYGGNAD: Lagerlokal byggd i mitten av 1970-talet, takbalkar av stålfackverk.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Svetsade fackverkstakstolar spännvidd 20 m. I fackverket hade hängts in ledningar, kylelement och ammoniakrör. Dessa tillägglaster var icke medtagna vid fackverksdimensioneringen.
4. SKADA: Hos en takstol brast svetsarna i underramsstången. Raset inträffade i slutet av januari 1977. Vid rastillfället var det is på taket. Snölasten var mindre än den normala.
5. ORSAK: Anledningen till raset var dåligt utförda svetsar i underramsstängerna. Samma typ av skada redovisas mer utförligt i objekt nr T3.

OBJEKT NR R 5

1. TYP AV BYGGNAD: Industrilokal, byggd 1967. Taket består av en treledstakstol med dragband.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Taket bestod av treledstakstol med dragband, högben av Rana-balkar, 15^o taklutning och spännvidden 20 m. Ovanpå takstolen låg åsar av trä på centrumavståndet 1 m, åsarnas dimension var 3" x 9". Taket bestod från insidan av plåt, isolering, plastfolie och plåt.
4. SKADA: Åsarna rasade och drog med sig takstolarna. Åsarna blev hängande på takstolarna. När åsarna rasade försvann takstolarnas sidostagning. Raset skedde i december efter det första snöfallet och det var inte speciellt mycket snö vid rastillfället.
5. ORSAK: Genom att ångspärren var på fel sida hade takåsarna ruttnat. Luftfuktigheten i lokalen var mycket stor.

OBJEKT NR R 6

1. TYP AV BYGGNAD: Verkstadsbyggnad, byggd 1976-77. Stomme av betongbalkar med ovanpåliggande åsar av stål, lättbalkar med Z-profil.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 57 cm i Skara den 15/1 1977.
3. KONSTRUKTION: De skadade delarna var lättbalkarna. Dessa var tillverkade med Z-profil och upplagda på en betongstomme. Z-balkarnas spännvidd var 9 m och c/c 3,0 m. Profilen var Z 250 x 2,0 resp. Z 250 x 3,0. Z-balkarna lades vid monteringen "felvända" d v s placerade enligt fig.1. Det skadade facket, vilket var ett ändfack, hade dubbla Z-profiler i fält och överlappsskarvade Z-profiler över stöd. I fält fanns Z 250 x 3,0, längd 10,6 m samt Z 250 x 2,0, längd 7,5 m. Över stöd fanns två st Z 250 x 3,0.
4. SKADA: Skadan skedde den 17/1 1977. Kl. 9 var taket intakt och kl. 11 var nedböjningarna ca 20-30 cm. Z-balkarna böjde ner och bucklade i ett fack intill en högdal, d v s snöficka. Snön har vägts och tungheten var ungefär 2,0 kN/m³. Uppmätt snödjup var i genomsnitt 60 cm (jämnt över taket) och i snöfickan 100-120 cm.
5. ORSAK: Dimensioneringen var gjord utan hänsyn tagen till snöfickan. Uppmätta snödjup i snöfickan motsvarar en last av ca 2 - 2,4 kN/m², vilket är 1,0 kN/m² mer än vad SBN 1975 anger för exceptionell snölast. Z-balkarnas "felvändning" torde spela mindre roll för bärrigheten. Sidokrafterna som skall överföras till plåten via skruvförbandet påverkas däremot. Kontrollberäkningar med egenvikten 0,25 kN/m² och exceptionell snölast 1,4 kN/m² ger spänningarna 220 och 225 MPa i fält resp. över stöd. För stål med $\sigma_{su} = 340$ MPa är tillåten spänning vid exceptionell belastning 250 MPa.

Pga snöfickan har lasten varit nästan dubbelt så stor som den normenliga snölasten. Skadeorsaken är troligtvis snöfickan.

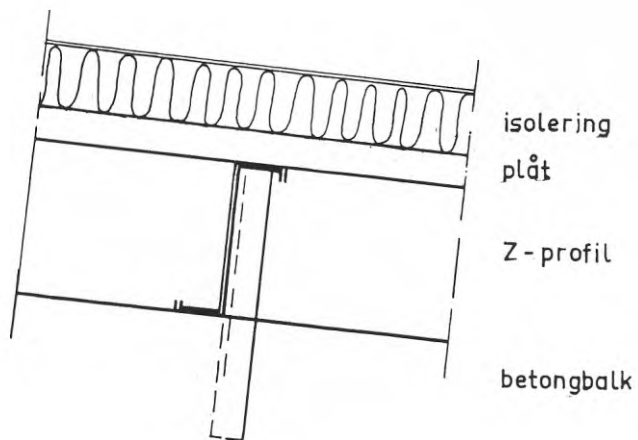


Fig.1 Infästning av Z-balk

OBJEKT NR R 7

1. TYP AV BYGGNAD: Kallager med stomme av limträramar uppfört 1966.
Byggnadens planmått är 50 x 100 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Centrala delarna av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D.
Enligt SMHI var snödjupet 50 cm i Skara den 5/3 1977.
3. KONSTRUKTION: Huvudbärare utförda som treledsramar av limträ, spv 50 m
c/c 6 m, stagade i sidled av spikade 2" x 8" takåsar c/c
1,0 m och vindförband tvärs byggnaden. Taktäckning med
asbestcementskivor. Ramarna var limmade av 33 mm la-
meller och hyvlade till 195 mm bredd. I ramhörnet var
höjden 1300 mm och i nocken ungefär 600 mm. Ena ram-
halvans utformning framgår av fig. 5. I figuren redovisas
även en förstärkning, utförd efter skadan, med 20 mm
plåt på var sida. I nocken var plattstål, ung 10 cm breda,
skruvade till ramändarna. Mellan plattstålen fanns även
en distansanordning som troligen också överfört tvärkraft-
terna.
Ramhörnet var utbyggt med en påsalning av konstruktions-
virke. Påsalningens "takbalkar" bestod av 2 st 2" x 8".
Vid vindfackverken var dimensionen något grövre.
4. SKADA: En limträramhalva på den mest belastade sidan, lovartsidan,
sprack från nocken och ungefär 14 m längs takfallet i början
av mars 1977. Sprickan låg i anslutning till en limfog unge-
fär 30 cm från underkanten. Sprickans ungefärliga läge
är markerat i fig. 5.
I samband med besök iaktogs hur påsalningens "takbalkar"
var spruckna vid infästningen dels vid den skadade ramen,
dels vid en ram på ömse sidor om denna.
Uppmätningar av snödjupet i samband med snöskottning
visade på ett genomsnittsdjup av 80 cm på lovartsidan.
På läsidan var djupet 20-30 cm mindre.

5. ORSAK:

Den längsgående sprickan som har startat vid nocken har troligen uppstått på grund av att snölasten givit höga skjuvspänningar samtidigt som lamellfogens hållfasthet varit låg. En bidragande faktor kan även ha varit spjälknings-
spänningar på grund av den koncentrerade lastförningen. Kontrollberäkningar med egenvikt och normenlig snö fördelad enligt SBN ger skjuvspänningen $\tau = 1,0 \text{ MPa}$ vid nocken. Med egenvikt och snöbelastningen $3 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ kN/m}^2$ fördelad enligt SBN 1975 ökar $\tau = 1,9 \text{ MPa}$. Skjuvhållfastheten för limträ utan torksprickor eller liknande är i storleksordningen 5-7 MPa.



Fig.1 Stomme av limträramar

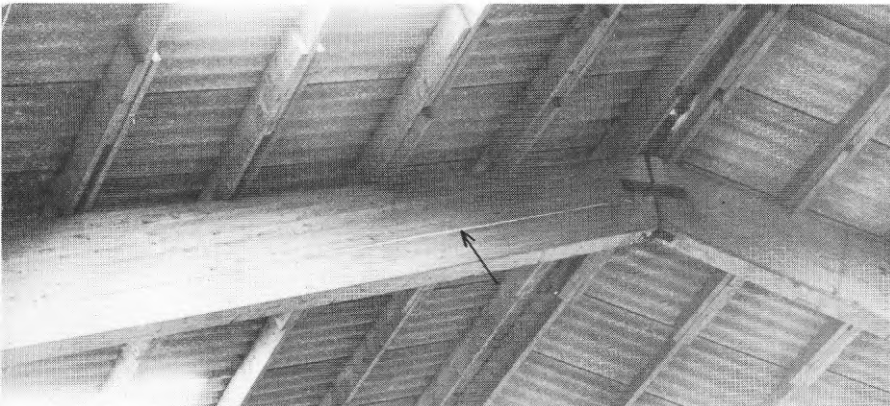


Fig.2 Spricka i limträram vid pilens spets



Fig.3 Snöskottning på taket

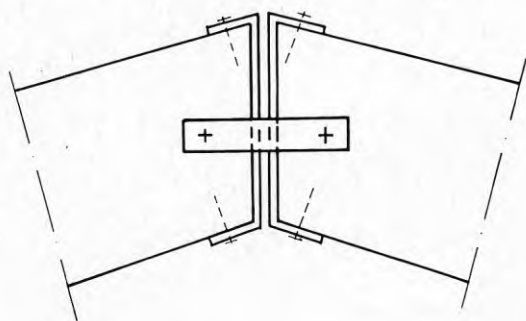


Fig.4 Beslagning i nock

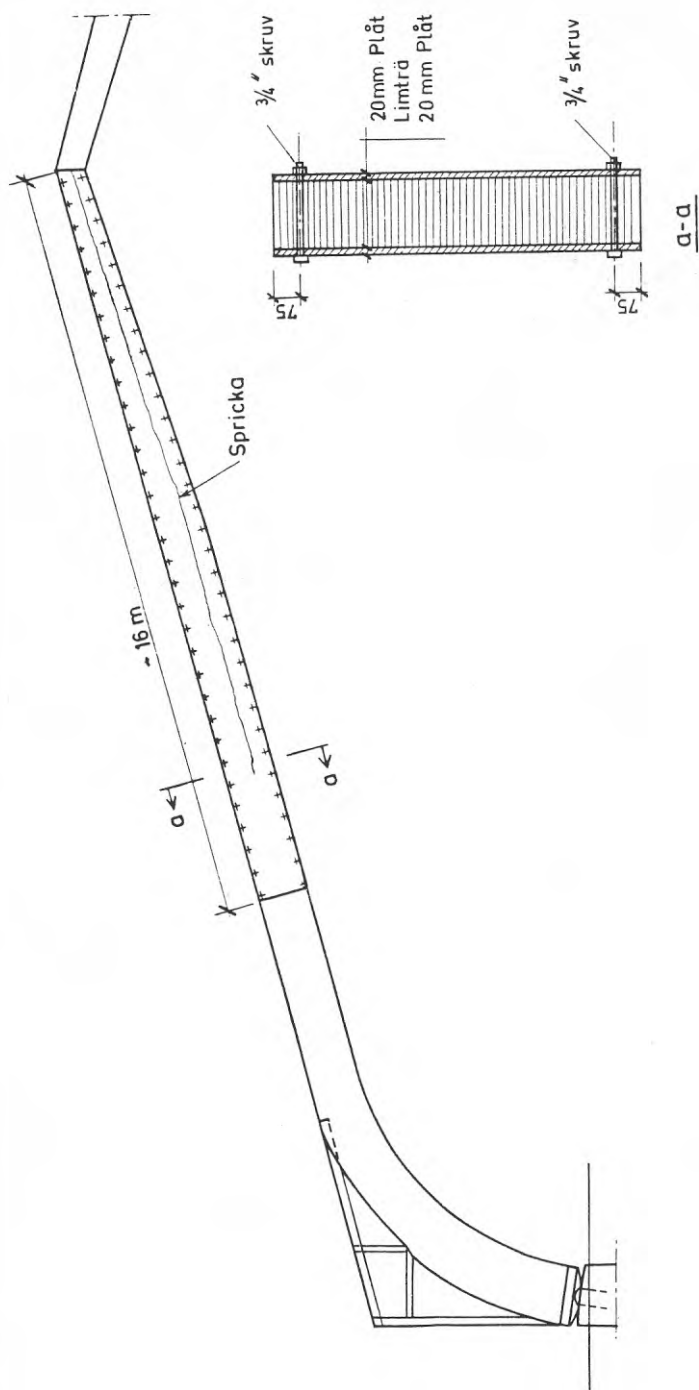


Fig. 5 Vy av en ramhalva med förstärkningsplåt och sektion genom ramen. Förstärkningsplåt påsatt efter skadan.

OBJEKT NR R8

1. TYP AV BYGGNAD: Verkstadslokaler, tre sammanbyggda byggnader.
Stomme av stål balkar. Plan och tvärsektion visas i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Skaraborgs län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 43 cm i Skara den 5/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av stål balkar upplagda på balkupplag som svetsats fast till stål pelare. Närmare detaljer inte kända.
4. SKADA: Ett svetsat balkfäste på en pelare gav vika. Raset skedde mellan nyår och trettondagshelgen. Vid tillbyggnaden, se fig.1, bildades en snöficka 1,5 m djup. Inga snödjupsmätningar har gjorts utan bedömningen var "snöfickan fyllde ända upp".
5. ORSAK: Snöfickan torde ha varit den avgörande orsaken till att raset skedde. Huruvida några tillverkningsfel förelegat har vi inte haft någon möjlighet att bedöma.

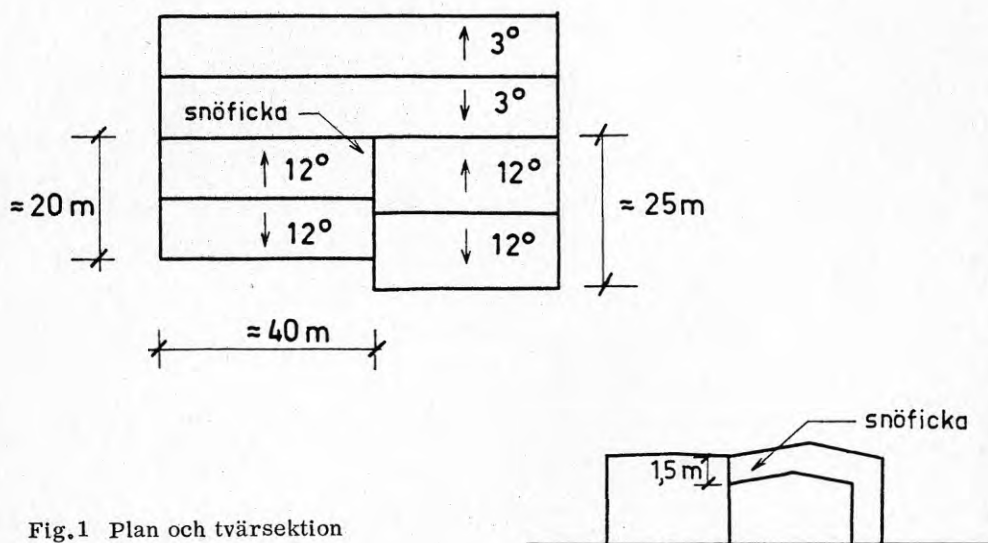


Fig.1 Plan och tvärsektion

OBJEKT NR S1

1. TYP AV BYGGNAD: Magasinsbyggnad med stomme av stål, uppförd 1971. Byggnadens planmått är 66 x 35 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydvästra delen av Värmlands län, enligt SBN 1975 snözozon D. Enligt SMHI:s mätningar var snödjupet den 5/2 1977 66 cm i Karlstad, 60 cm i Arvika och 70 cm i Åmål.
3. KONSTRUKTION: Byggnaden bestod av två skepp, vardera med spännvidden 15,5 m. På den östra långsidan kragade takbalkarna ut 4 m och bildade ett skärmtak. Takbalkarna var av typ Rana på c/c 5,1 m. De var upplagda på IPE-balkar resp. pelare. Ovanpå Rana-balkarna låg trapetsprofilerad plåt, skivor av asfboard samt papptäckning. Den skadade delens uppläggning framgår av fig.1. I det långa facket låg en Rana-balk typ 450-95010-200 och konsolen bestod av 45010-150. Vid upplagen fanns livavstyvningar.
4. SKADA: Taket i det östra skeppet har rasat in. Brottet uppstod i livplåten vid upplag. Detta gäller nästan samtliga balkar i östra skeppet. Invid upplaget vid östra fasaden bucklade livplåten på flera balkar. Detta medförde att skärmtaksdelen lutade ca 60° mot horisontalplanet. Primärbalken (IPE 450) vreds därvid och pelaren lutade inåt byggnaden. I västra skeppet uppkom brottet i en takbalk vid upplaget på mittre primärbalken. På fig.3 visas hur livplåten har bucklat vid upplag. Raset inträffade tidigt på morgonen den 2/2 1977. Enligt uppgift föll ingen nederbörd vid tillfället och i övrigt rådde lugnt väder. Snödjupet på taket uppmättes i fyra olika linjer. Inom takets båda mellersta fjärdedelar varierade snödjupet mellan 56 och 62 cm. Medeldjupet ca 60 cm. Snöns tunghet mättes genom vägning till 2,9 kN/m³. Detta motsvarar en belastning av $0,6 \cdot 2,9 = 1,74$ kN/m².

5. ORSAK:

Brottsorsaken synes vara en kombination av ett flertal samverkande faktorer. Dels har underflänsens lutning en negativ inverkan på den tvärkraftsupptagande förmågan hos livet, dels användes endast enkel livavstyvning över IPE-profilen, dels var angivna laster (egentyngder) för små (den av entreprenören angivna linjelasten var 9,55 kN/m men borde rätteligen varit 9,80 kN/m), dels överskred snölasten som tidigare nämnts den dimensionerande lasten (endast vanligt lastfall). Vid konstruktionstillfället gällde SBN 67 i vilken inga exceptionella snölaster fanns angivna. Den exceptionella snölasten i SBN 1975 är 40 % högre än den vanliga snölasten. Takplåtarna var kontinuerligt upplagda över två fack vilket innebär att stödreaktionen i mitten, dvs linjelasten på Rana-balken, var ca 25 % större än vad man normalt brukar räkna med. Brottsorsaken är alltså en kombination av överlast och underdimensionering.

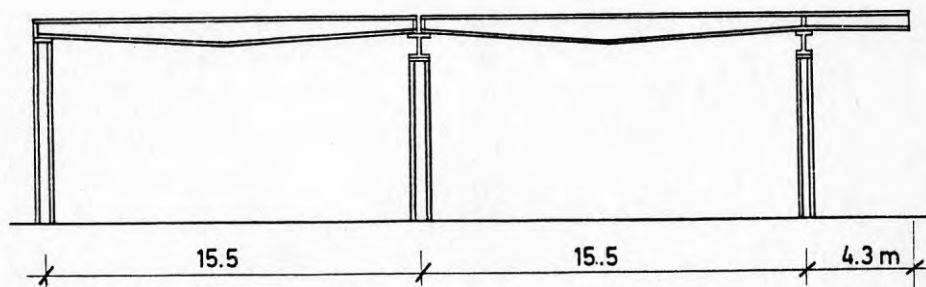


Fig. 1 Tvärsektion

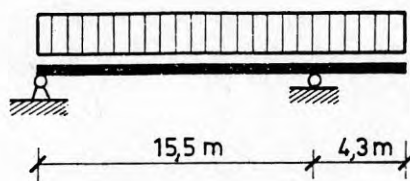


Fig. 2 Belastad balk



Fig.3 och 4
Delar av det skadade taket

OBJEKT NR T 1

1. TYP AV BYGGNAD: Lager i mindre verkstadsbyggnad. Takstolar av trä upplagda på murade ytterväggar. Byggnaden uppförd någon gång på 1930-40-talen.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Västra delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 70 cm i Örebro-Ekeby den 5/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Takstolens utförande framgår av principritningen i fig.3. Några virkesdimensioner finns dock ej tillgängliga. Takstolarnas centrumavstånd var 1,2 m. Taket var täckt med tegel på papp och panel.
4. SKADA: Enligt uppgift tryckte takstolarna ut väggarna. Snömängden under vintern var enligt uppgift mer än normal med 1 m djup snö på marken. Den nerrasade byggnadsdelen låg öster om och intill en högre byggnadsdel vars sadeltak låg vinkelrätt mot den lägre delens, fig.1. Raset inträffade i början av februari 1977.
5. ORSAK: Uppgiften om att väggarna trycktes ut pekar på att takstolen brustit. Byggnadsutformningen gör det troligt att en snöficka utbildades.



Fig.1 Kvarvarande del av byggnaden



Fig. 2

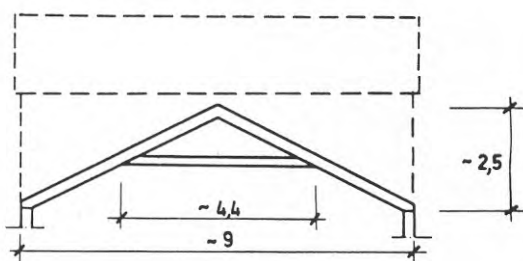
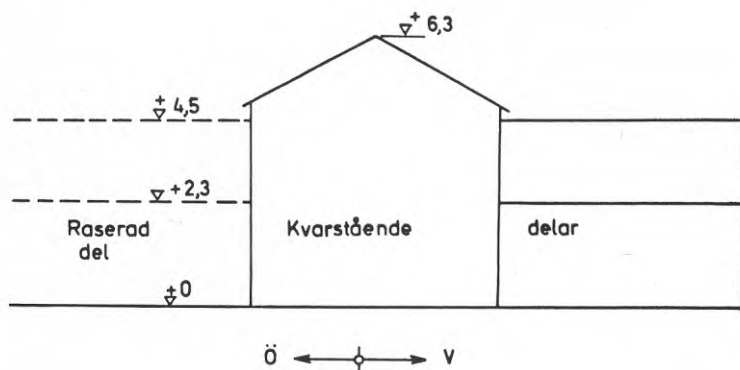


Fig. 3 Vy av byggnadskroppen och sektion genom nedrasad del.

OBJEKT NR T 2

1. TYP AV BYGGNAD: Skolbyggnad uppförd 1974. Takkonstruktion av omvända sadelbalkar av trä.
2. LÄGE, SNÖDJUP: I västra delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet 60 cm i Örebro-Ekeby den 5/3 1977.
3. KONSTRUKTION: Takbalkarna i den skadade takkonstruktionen var utförda som omvända I-formade sadelbalkar med liv av plywood P30 och flänsar av hyvlat virke, i underflänsen fingerskarvat virke T20, fig.1. Spännvidden på de längsta balkarna var 13,2 m. Underflänsen skarvades i balkmitten med skarvbräder enligt fig.1. Flänsarna och skarvlapparna spiklimmades till plywoodlivet med trådspik 100 x 34 och kallhårdande fenollim (Cascofen) varvid ensidig maskinspikning och separat anbringat presstryck användes. Yttertak av 3 lager papptäckning på spontad panel och innertak med glespanel, gipsskivor och isolering.
4. SKADA: På morgonen den 6/3 1977 upptäcktes att något höll på att ske med takkonstruktionen. Vid inspektion konstaterades att limningen mellan skarvbräder och plywoodliv hade släppt. (Enligt ögonvittne skulle innertaksskivorna öppnat sig omkring 10 cm vid "nocken"). Enligt uppgift förekom inga onormalt stora snömängder. Man bedömde att snölasten inte översteg $1,4 \text{ kN/m}^2$.
5. ORSAK: Enligt tillverkaren förelåg ett tillverkningsfel. Skarvlimningen hade förstörts genom oförsiktig hantering efter spiklimningen. Tillverkarens kontrollberäkningar visar att böjdragspänningen i plywoodlivet vid normenlig last överskrider den tillåtna spänningen med upp till 70 %. Med maximalt moment enligt tillverkarens beräkningar är limfogspänningen ungefär 0,4 MPa enligt kontrollberäkningar av en fristående konsult. Tillåtet värde för spiklimning är normalt 0,6 MPa, men SBN 1975 föreskriver att hållfastheten numera skall visas genom provning.

En enkel uppskattning av det komplicerade påkännings-
tillståndet visar dessutom att panelskjuvspänningen i liv-
delen mellan fläns och skarvlappar är ungefär 5 MPa mot
tillåtet 2 MPa enligt SBN 1975.

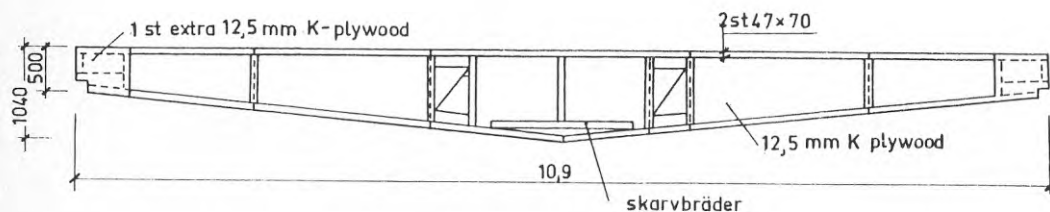


Fig.1 Vy av skadad takbalk

OBJEKT NR T 3

1. TYP AV BYGGNAD: Maskinhall, byggd i början av 1970-talet. Stomme av stålpelare och stålfackverk. Husets planmått är 11,6 x 27 m. Plan visas i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av svetsade fackverksbalkar, spännvidd 11,6 m på c/c 5,4 m. Ovanpå fackverken låg träåsar (3" x 8", c/c 1,3 m) och trapetsprofilerad plåt. Fackverkets överram bestod av fyrkantrör 90 x 90 x 4, underramen av 51 x 76 x 4 och diagonalerna av 50 x 50 x 4. Fackverket visas i fig.2.
4. SKADA: Tre av fackverksbalkarna rasade pga brott i en svetsad skarv i underramsstången. Skarvens läge anges i fig.2. Brottstället var beläget i stången med näst största stångkraften. Brottet i fackverket visas i fig.3 och 4. Taket hade skottats en gång efter det första stora snöfallet så jämförelse med SMHI:s mätningar av snödjup på mark är inte relevant i detta sammanhang.
5. ORSAK: Brotten i skarvarna berodde på dåligt utförda svetsar. Beräkning med normenlig snölast visar att fackverket dessutom var underdimensionerat. Den tillåtna snölasten är av storleksordningen 0,5 kN/m² i stället för 1,0 kN/m² som krävdes i SBN 67. Vid normenlig snölast fås en maximal dragkraft på ca 250 kN. Motsvarande spänning i underramsstången blir ca 260 MPa. Den beräknade spänningen i svetsen vid brottstället, fortfarande med normenlig snölast, blir ca 470 MPa.
Den primära skadeorsaken var utförandefel.

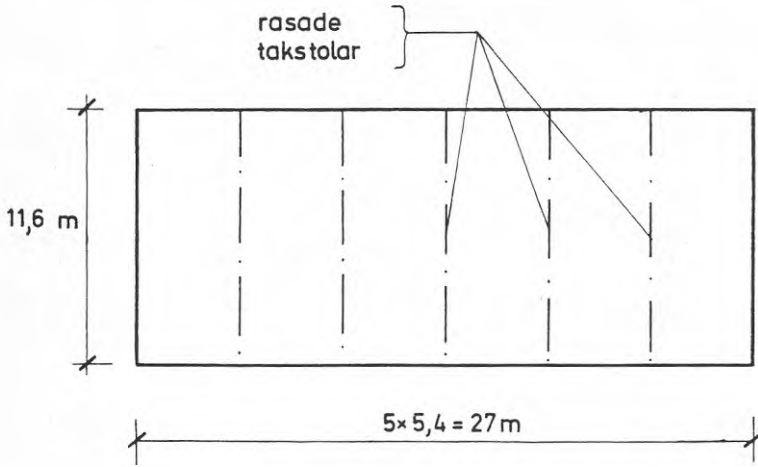


Fig.1 Plan

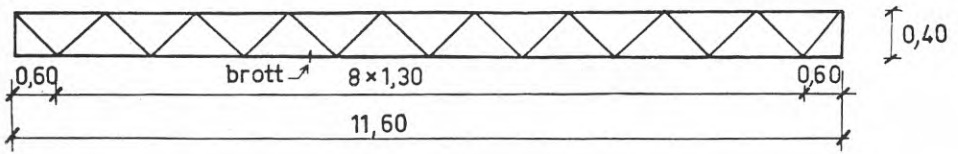


Fig.2 Fackverk

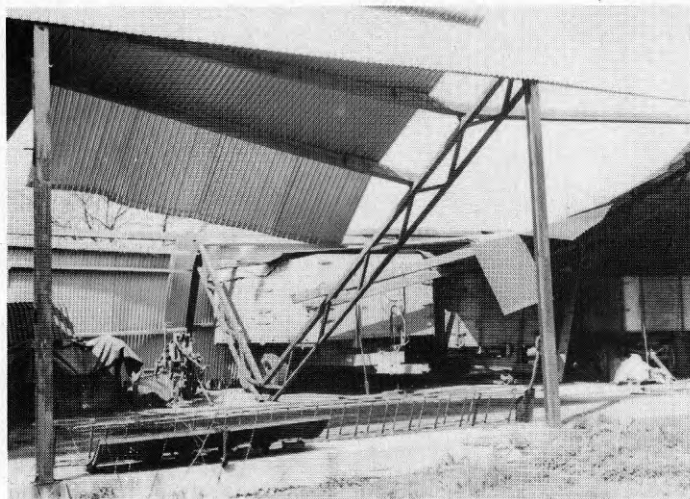


Fig. 3 Rasad fackverkstakstol



Fig. 4 Brottstället

OBJEKT NR T 4

1. TYP AV BYGGNAD: Ett öppet virkesmagasin byggt 1968. Stomme av valsade stålbalkar och pelare. Byggnadens planmått är 70 x 135 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon C. SMHI anger snödjupet 63 cm i Örebro den 25/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Konstruktionen bestod av takskiva upplagd på HEB-pelare, HE 180 B i fasader och HE 200 B i övrigt. Pelarnas c/c var 15,0 resp. 14,0 m (14 x 15 m rutnät). Pelarlängderna varierade mellan 9,4 och 8,0 m. Pelarna var ingjutna i grundplintar. Takskivan bestod av INP-profiler, INP 45 - INP 38 som huvudbärare och INP 28 som sekundärbalkar. Huvudbalkarna var fästa till pelartopparna med 2 st 7/8" skruv. Ovanpå sekundärbalkarna ligger åsar av trä, 21/2" x 7". Konstruktionen var gjord helt utan någon form av vindförband mellan tak och grund.
4. SKADA: Pelarna knäckte och hela taket störtade in. De kvarvarande virkestaplarna fick tjänstgöra som "pelare". Raset skedde den 26/1 1977. Snödjupet på taket var i medeltal 53 cm, och maximalt uppmätt snödjup var 58 cm. Tungheten på snön har också uppmäts, mätvärdena varierar mellan 2,6 och 2,9 kN/m³.
5. ORSAK: Pelarna var klart underdimensionerade. Snölastens storlek var med uppmätta värden på snödjup och tunghet insatta ca $0,5 \cdot 2,6 = 1,4$ kN/m². Den normenliga snölasten är 1,5 kN/m² enligt SBN 1975. Lasten per pelare orsakad av egenvikt och snö blir ca $(0,35 + 0,53 \cdot 2,6) \cdot 15 \cdot 14 = 364$ kN. Om pelarna antas fungera enligt Eulers första knäckfall, dvs inspända i grunden och rörliga i toppen, blir knäcklasten ungefär 105 kN/pelare. Slankhetstalet L/i blir ungefär 400, dvs avsevärt mycket mer än vad StBK-N1 tillåter. Om vi i stället räknar bakvägen och utgår från brottlasten 360 kN/pelare får vi knäcklängden till $1,08 \times$ pelarlängden ($\beta L = 1,08 L$). Pelarna verkar

förstyvande för varandra. Den verkliga knäcklasten är alltså ungefär lika med den som svarar mot Eulers 2:a knäckfall. Samtliga pelare utom gavelpelarna är vända åt samma håll.

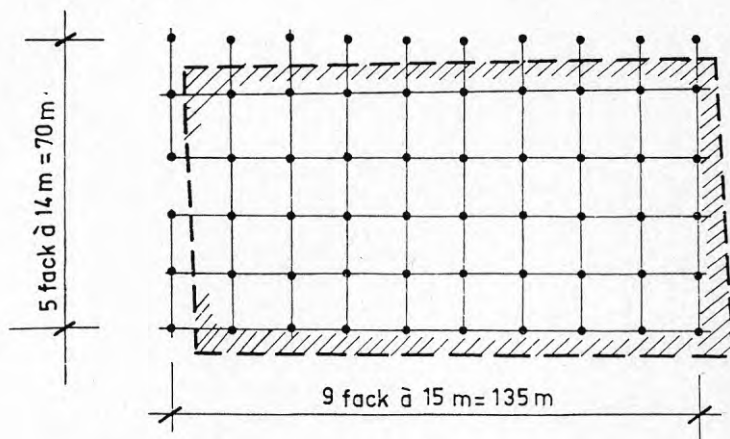


Fig. 1 Pelarplan samt takskivans läge efter raset.

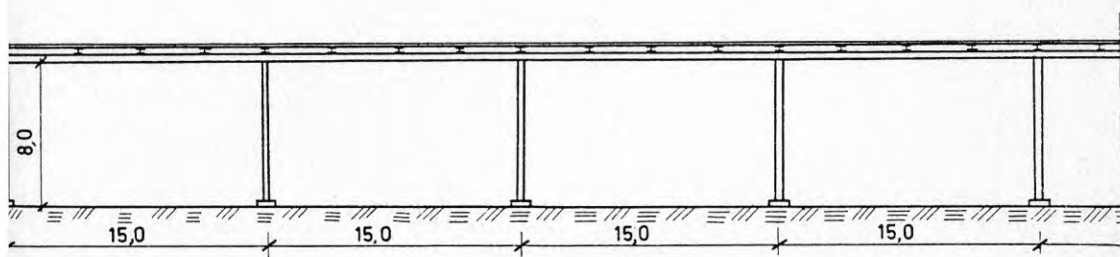


Fig. 2 Tvärsektion

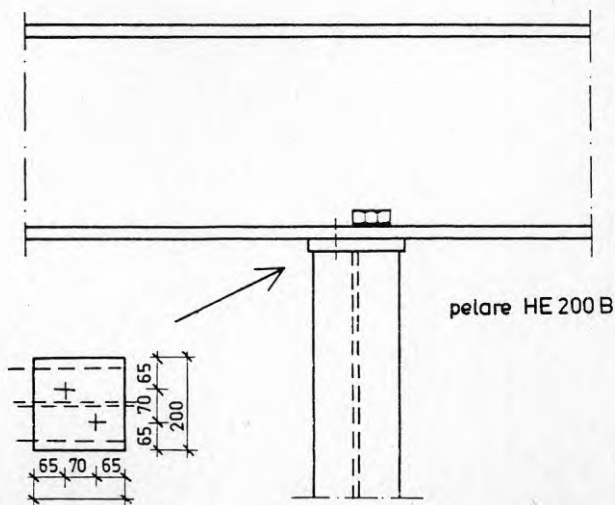


Fig. 3 Anslutning balk-pelare

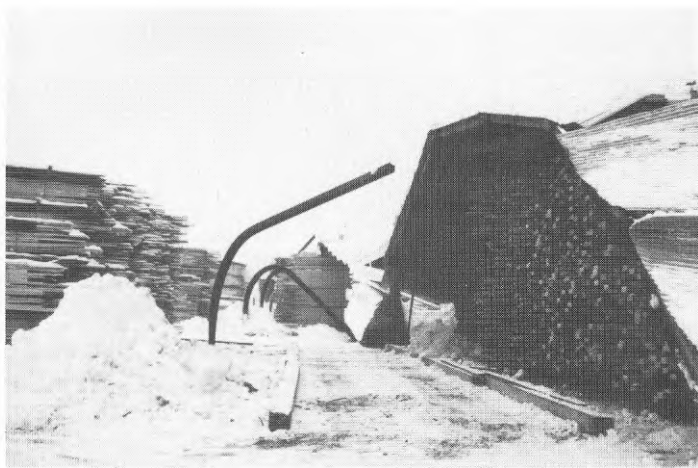


Fig. 4 och 5 Knäckta pelare

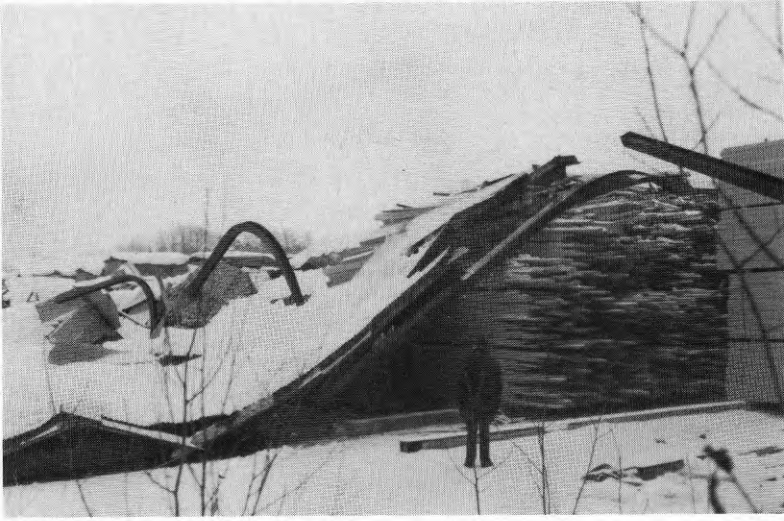


Fig. 6 Översikt över det skadade taket

OBJEKT NR T 5

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak, konsolbalk av stål. Byggnadsår 1970-71.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D. SMHI redovisar uppmätta snödjup i Örebro den 25/2 1977 till 69 cm och den 5/3 till 60 cm.
3. KONSTRUKTION: Skärmtaket var uppbyggt av IPE-profiler med spännvidden 4,3 m. Både profiler IPE 270 och IPE 300 användes, se fig.1. Centrumavståndet mellan profilerna var dels 4,8, dels 8,2 m. Vid den fria delen av skärmtaket låg en UNP-profil längs med skärmtaket på vilken plåten var upplagd. Snölast på den täckande plåten överfördes alltså ut till ytterkanten av konstruktionen och där via UNP-balkarna över till IPE-balkarna.
4. SKADA: Delar av skärmtaket kollapsade, se markering på planritningen. Den mest ansträngda delen av skärmtaket har gett efter. Brottet skedde i de i betongpelaren ingjutna kamjärnen. Brottssnittet ligger i de fastsvetsade kamjärnen just intill svetsen, se fig.5.
5. ORSAK: Skadan beror på flera faktorer, dels har snöfickan inte beaktats tillräckligt vid dimensioneringen, dels har kamstålen svetsats.
Med exceptionell snölast $2,1 \text{ kN/m}^2$ blir inspänningsmomentet i konsolbalkarna 140 kNm.
Krafterna i armeringsstålen är överslagsmässigt $140/0,48 = 294 \text{ kN}$. Motsvarande dragspänning är 300 MPa, dvs $3/4$ av den nominella sträckgränsen.
Huvudorsaken till skadans uppkomst torde vara snöfickan.

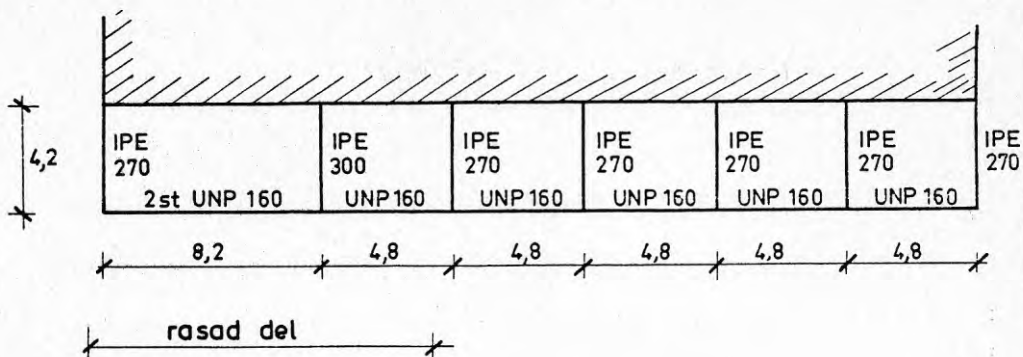


Fig. 1 Plan

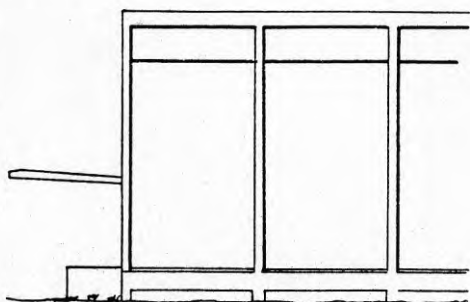


Fig. 2 Tvärsektion

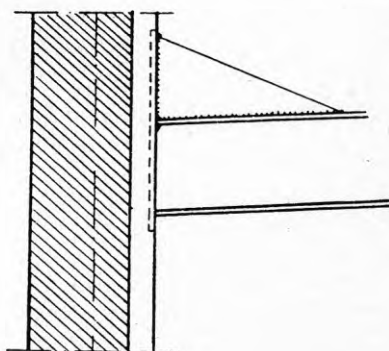


Fig. 3 Infästning av skärmtaket

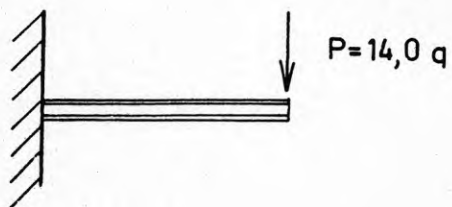


Fig. 4 Belastning på konsol

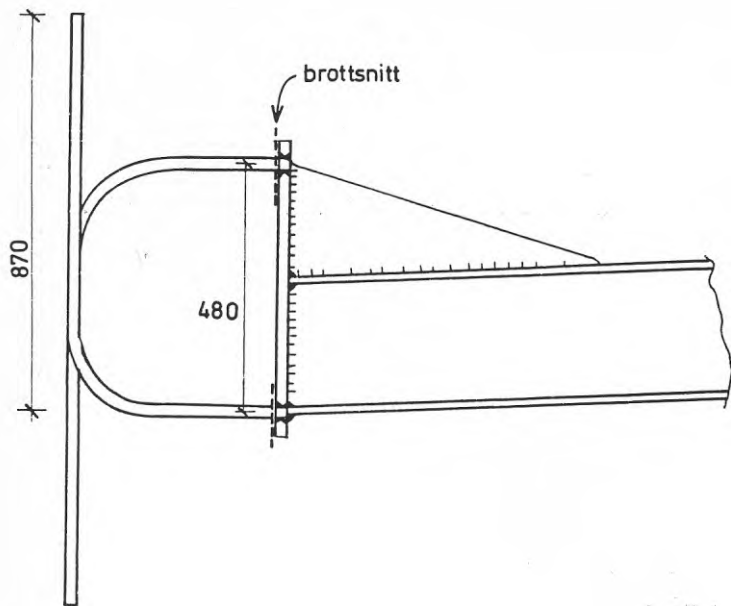


Fig. 5 Brott

OBJEKT NR T 6

1. TYP AV BYGGNAD: Tak över en lastkaj beläget mellan två lagerlokaler.
Stomme av stålfackverk. Byggnadsår 1963.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D.
Enligt SMHI var maximalt snödjup i Örebro under december 1976, januari, februari och mars 1977 45 cm, 65 cm, 70 cm resp. 68 cm.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen var en fackverkskonstruktion av stål med taktäckning av korrugerade asbestcementskivor.
Närmare detaljer ej kända av oss.
4. SKADA: Fackverkstakstolarna rasade ner på marken.
5. ORSAK: Vi har inte haft möjlighet att kontrollräkna fackverket, men skadeorsaken torde vara att det uppstått en snöficka. Det verkar mindre troligt att taket dimensionerats med hänsyn till belastning av snöficka. Enligt uppgift var det en väldigt stor snödriva på taket när det rasade.

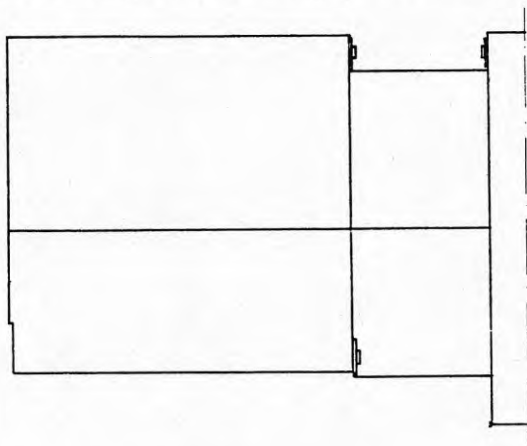


Fig.1 Plan

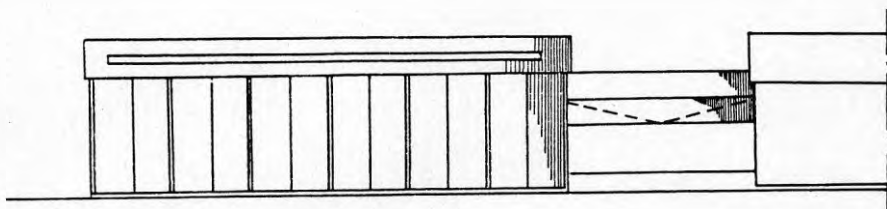


Fig.2 Fasad

OBJEKT NR T 7

1. TYP AV BYGGNAD: Skärmtak, byggt 1974. Konsolbalkar av stål, se fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon D. Enligt SMHI var snödjupet i Örebro 69 cm den 25/2 1977 och 60 cm den 5/3.
3. KONSTRUKTION: Skärmtaket bestod av konsolbalkar UNP 12 på c/c 6 m och med spännvidden 2,5 m. Längs med skärmtaket vid takfoten fanns en UNP 16 balk på vilken plåten var upp-lagd, se fig.1. Snedstaget (upphängningen) bestod av fyrkantrör 50 x 50 x 4. Vid anslutningen till betongpelaren (K 500) var UNP-balkarna fastsvetsade till ingjutna stål-plattor. Plattorna var ingjutna med fyra st fastsvetsade 25 cm långa, raka kamstål med 12 mm diameter, kvalitet Ks 40 S, se fig.2.
4. SKADA: Skärmtaket störtade in. Infästningarna (kamjärnen) drogs ur betongpelarna. Vid rastillfället var det "ett par meter snö på skärmen".
5. ORSAK: Med $q = 1,6 \text{ kN/m}^2$ (snö + egentyngd = $1,4 + 0,2 \text{ kN/m}^2$) blir balkmomentet 7,2 kNm vilket ger en böjspänning av storleken $\sigma = 62 \text{ MPa}$. Kraften i dragstaget blir 35,2 kN. Motsvarande drag- och vidhäftningsspänningar i de in-gjutna armeringsstängerna blir $\sigma_a = 78 \text{ MPa}$ och $\tau_v = 0,9 \text{ MPa}$. Ingjutningslängden motsvarar dock endast 60 % av skarvlängden $35 d = 42 \text{ cm}$. Det är som synes spänningar som ligger klart under tillåtna värden. Först vid cirka tre gånger så stor belastning uppnår man flyt- eller brottspänningarna.
- Snöfickan torde vara den primära skadeorsaken.

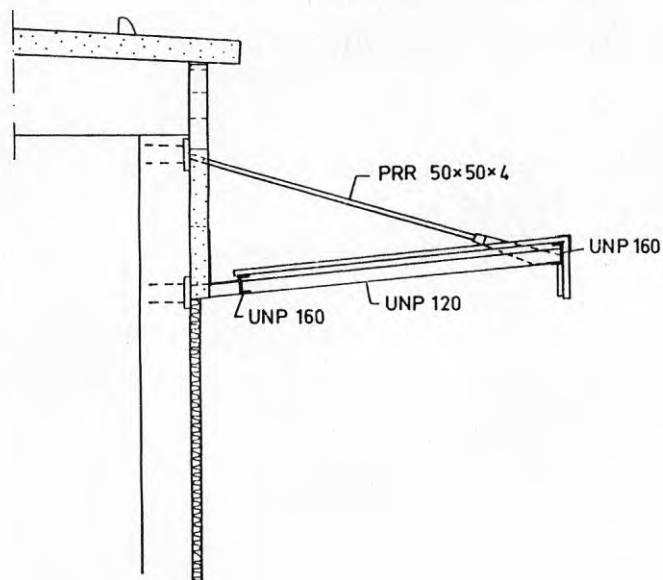


Fig. 1 Tvärsektion

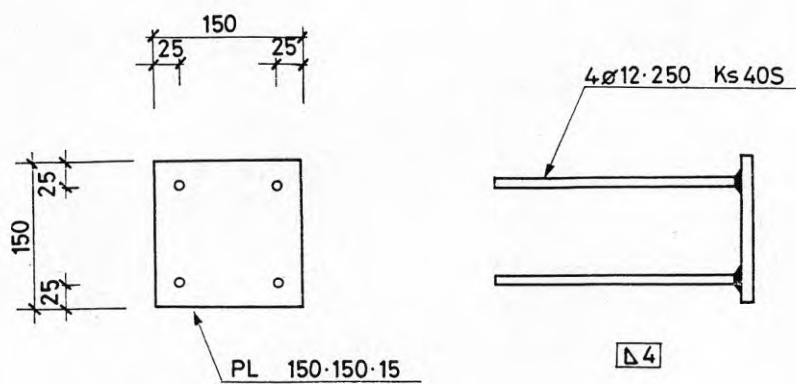


Fig. 2 Infästning i betongpelare

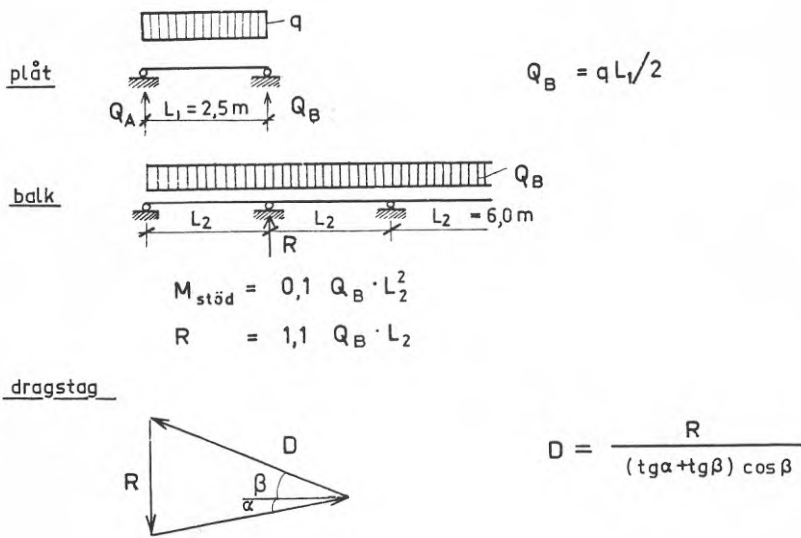


Fig. 3 Belastning

OBJEKT NR T 8

1. TYP AV BYGGNAD: Förrådsbyggnad byggd 1974 med stomme av stålramar och åsar av trä.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Mellersta delen av Örebro län, SMHI redovisar uppmätta snödjup i Örebro 15/2 1977 resp. 25/2 till 45 cm resp. 69 cm. (Den 19/2 föll 22 mm nederbörd.)
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktionen bestod av stålramar på c/c 5,4 m och med spännvidden 16,8 m. Ramhörnen var votade. Taklutningen var 15°. Takåsarna bestod av 3" x 7", åtta åsar på varje takhalva, c/c åsar 1,2 m. Ovanpå takåsarna låg trapsprofilerad plåt. Det inre ramhörnet var inte sidostagat. Vid ramhörnet och i nocken har skarvning gjorts med skruvförband. Rambalken bestod av valsad profil IPE 240, votad vid ramhörnet. Rambenen var svetsade I-profiler med flänsbredd 150 mm och flänstjocklekar 8 och 10 mm för ytter- resp. innerfläns. Livplåtens tjocklek var 7 mm och dess höjd var 482 mm vid början av ramhörnet och 112 mm vid infästningen i grunden.
4. SKADA: Hallen rasade någon gång mellan 19/2 och 21/2. Vid ras-tillfället fanns närmare 1 m snö på taket. Vid raset deformerades ramarna med plastiska leder enligt fig. 3. Ramhörnet knäckte (böjde ut i sidled) och infästningen till grunden vreds loss. Undergjutningen under fotplåten var "bara grus".
5. ORSAK: Primärt har skadan orsakats av den stora snölasten. Raset kan ha initierats av dåliga fingerskarvar hos takåsarna. När dessa brustit har sidostagningen försvunnit och ramen vippat. Alternativt kan raset initierats av att innerdelen av ramhörnet inte var stagad utan kunde knäcka i sidled. Vilken av de två möjliga anledningarna som varit avgörande är inte helt klart. Det fanns två likadana byggnader inom området, varav en rasade. En gränslastberäkning ger en tillåten exceptionell snölast 1,9 kN/m². Den primära skadeorsaken är den stora snölasten.

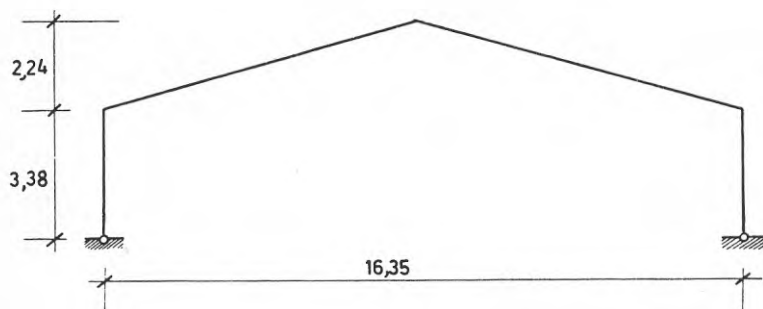


Fig. 1 Ram

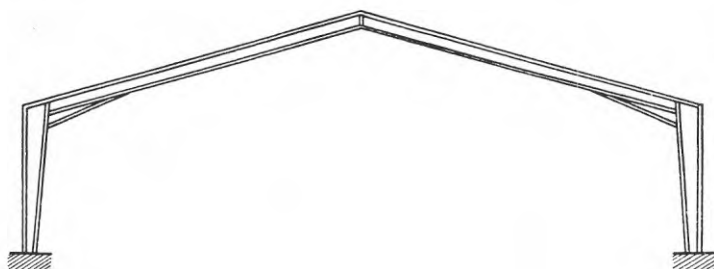


Fig. 2 Ram

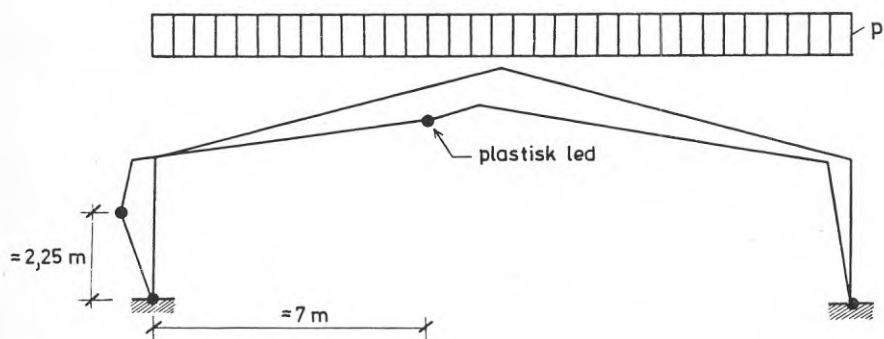


Fig. 3 Brottdeformation



Fig. 4 Skotning av taket. Lägg märke till snödjupet.



Fig. 5 Utknäckt innerfläns på pelare

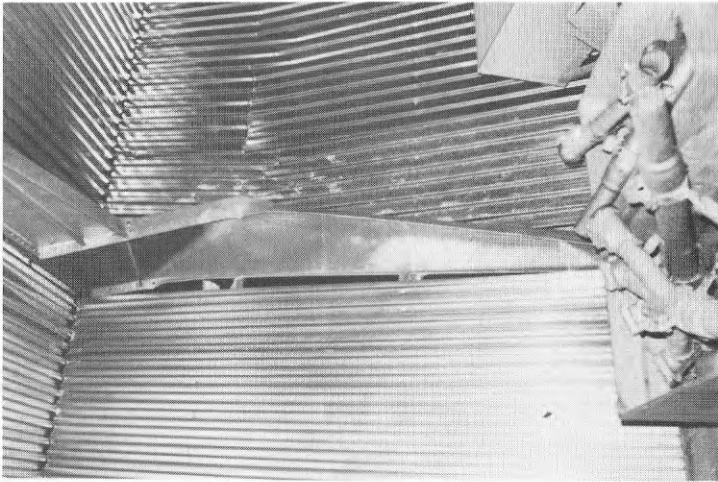


Fig.6 Pelare



Fig.7 Sidodeformation

OBJEKT NR T 9

1. TYP AV BYGGNAD: Förrådsbyggnad med stomme av stålbågar, byggd 1976.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Norra delen av Örebro län, enligt SBN 1975 snözon C. SMHI redovisar i Ställdalen uppmätt snödjup den 25/1 1977 82 cm.
3. KONSTRUKTION: Stommen bestod av halvcirkelformade stålbågar, spv 10,7 m och c/c 2,45 m. Taktäckning av korrugerad aluminiumplåt på åsar. Bågarna bestod av rör med ytterdiameter 76 mm och godstjocklek 3,65 mm.
4. SKADA: Bågarna störtade in. Raset skedde i februari månad 1977. Bågarna "vek sig" (plastisk led) i hjässan och ungefär i 1/4-delspunkterna. Förmodligen har skadan börjat genom att plastiska leder utbildats i anfangen, därefter i hjässan och slutligen har den på så sätt bildade treledsbågen kollapsat genom brott i 1/4-delspunkterna.
5. ORSAK: Skadan torde bero på att bågarna var underdimensionerade. Enligt en utredning av P.Christiansson, LTH, är det maximala inspänningsmomentet ungefär 13 kNm för snözon D, exceptionellt lastfall, vilket motsvarar en spänning av cirka 870 MPa.

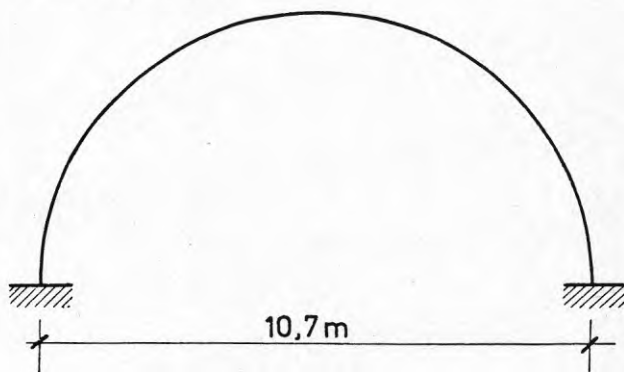


Fig.1 Tvärsektion

OBJEKT NR U1

1. TYP AV BYGGNAD: Lastbilsgarage i ett skepp uppfört 1963 och tillbyggt med ett skepp 1970. Tillbyggnaden var lika stor som ursprungsbyggnaden.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Nordvästra delen av Västmanlands län, snözon D enligt SBN 1975. Enligt SMHI var snödjupet 51 cm i Folkärna den 25/1 1977.
3. KONSTRUKTION: Fackverkstakstolarna av stål var fritt upplagda på stålpelare och bildade ett sadeltak, fig.1. I den ursprungliga byggnaden utformades fasadpelarna, INP 14, som pendel- pelare ursprungligen stagade i sidled av väggkonstruktionen. Mittpelaren var inspänd för att kunna ta upp vindkrafter. Tillbyggnaden längs ena långfasaden utfördes med separata pelare HE 140 A placerade ungefär 20 cm från den ursprungliga byggnadens vägg. Byggnadskropparna var förbundna enbart via ränn dalen. Tillbyggnadens pelare var beräknade för knäckning även i veka leden. Vid tillbyggnaden förutsattes att den befintliga väggen skulle vara kvar och fortsätta att avstyva pelarna INP 14 i veka leden.
4. SKADA: Pelarna i den gamla byggnaden knäckte i sidled och drog med sig delar av taket. Skruvförbandet mellan takstol och pelare slets sönder. Den nya byggnaden förblev helt oskadad bortsett från smärre skador i ränn dalen. Snömängden varierade mellan 30 cm vid nocken och 90 cm nere i ränn dalen mellan byggnaderna. Raset inträffade den 26/1 1977.
5. ORSAK: Vägg, till ca 3,6 m höjd, i den gamla byggnaden intill nybygget hade tagits bort delvis för att möjliggöra passage mellan byggnaderna. Härigenom ökade pelarnas slankhetskoefficient från $\lambda = 82$ (styva leden) till $\lambda = 257$ (veka leden), om upplagen antas ledade. Enligt StBK-N1 får inte λ överstiga 200. Den aktuella snölasten och egenvikten uppskattades ge lasten 70 kN per pelare. Knäcklasten vid Eulers andra knäckfall är ungefär 56 kN.

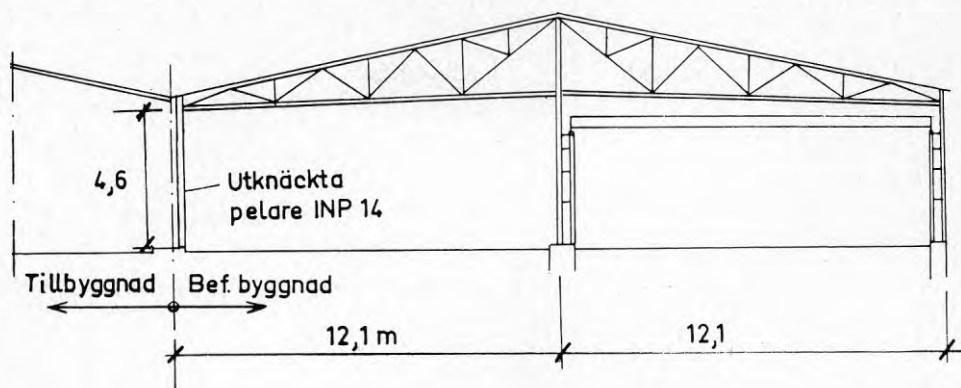


Fig.1 Sektion genom befintlig byggnad

OBJEKT NR W 1

1. TYP AV BYGGNAD: Kallförråd med stomme av trätakstolar på stålpelare troligen byggt 1968.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Kopparbergs län, enligt SBN 1975 snözon C. Enligt SMHI var snödjupet i Falun 49 cm den 15/2 1977 och 69 cm den 25/2.
3. KONSTRUKTION: Spikade takstolar, med åsar och trapetsprofilerad aluminiumplåt, upplagda på gamla fackverkspelare (traversspelare) av stål. Takstolens dimensioner framgår av fig.1. Den var sammansatt av enkla virkesstycken. Inga uppgifter finns varken om spikförbandet mellan överramsstänger och hanbjälke eller om skarvarna i stängerna. Takstolsvirket bedömdes ha dålig Ö-virkes kvalitet.
4. SKADA: Taket rasade in på grund av brott i ca 5 takstolar. Snömängden anges ha varit exceptionellt stor - gissningsvis mellan 1,5 och 2 kN/m². Skadan inträffade i mitten av februari 1977 - troligen efter den 19/2 då 13 mm nederbörd föll enligt SMHI.
5. ORSAK: Enligt uppgift har den primära brottorsaken varit alltför klena spikförband. Eftersom inga uppgifter finns om spikförbanden kan dessa ej kontrolleras.
Med vanlig snölast enligt SBN 1975 fås maximal böjspänning 107 MPa i ramstängerna och maximal dragspänning 5,3 MPa i hanbjälken. I förbandet mellan ramstängerna och hanbjälken skulle behövts 79 st enskäriga spik 100 x 37. Antas brottspänningen $\sigma_b = 24$ MPa för virket skulle snölasten kunna vara högst 17 % av normenlig snölast. Enbart egenviktslast 0,1 kN/m² ger böjspänningen $\sigma_b = 6,7$ MPa vilket är 10 % mer än tillåtet för Ö-virke.
Takstolen var underdimensionerad.

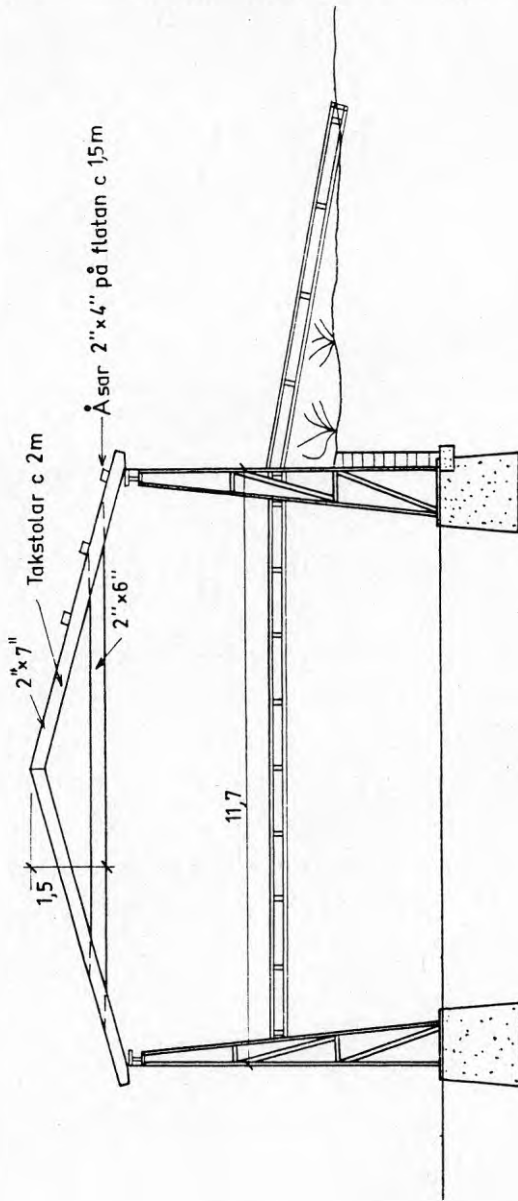


Fig. 1 Sektion genom förrådsbyggnaden

OBJEKT NR W 2

1. TYP AV BYGGNAD: Maskinhall för jordbruksmaskiner med spiklimmade takbalkar, uppförd 1969.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydöstra delen av Kopparbergs län, enligt SBN 1975 snözon C. I Falun var enligt SMHI snödjupen 58 cm och 76 cm den 25/1 resp. 5/2 1977.
3. KONSTRUKTION: Takkonstruktion av trapetsprofilerad plåt på åsar upplagda på takbalkarna. Balkarna låg på c/c 4 m och var utförda som spiklimmade I-balkar med liv av 15 mm plywood och flänsar av hyvlat virke 45 x 145 mm². Spikningen var utförd med slät räfflad trådspik. Flänsarna skarvades med spiklimmade skarvlappar av hyvlat virke 45 x 145 mm².
4. SKADA: Dragbrott erhöles i en flänsskarv i underflänsen vilket medförde att två balkar tvärt bröts av. Två intilliggande balkar fick begynnande brott i liv- och flänsskarvar, men hängde kvar på upplagen troligen tack vare en viss lastminskning genom de två första balkarnas kollaps. Skadan inträffade den 30/1 1977. Snölasten beräknades av lantbruksstyrelsen ha varit 1,2 kN/m² vid skadetillfället.
5. ORSAK: Den direkta brottorsaken var otillfredsställande utförd limning som resulterat i mycket låg hållfasthet hos limfogarna. Endast ca 30 % av limfogytan mellan skarvlapp och flänsvirke hade erhållit tillräckligt limtryck. Resten av limfogytan var bestruken med lim som härdat utan kontakt med motstående limyta. Den dåliga limningen orsakades av att virket kupat och slagit sig. Även fogarna mellan livplywood och flänsvirke var undermåliga. Spikningen gav inte tillräckligt tryck för att åstadkomma erforderligt plana limytor. Dessutom har slät trådspik använts i stället för kamspik, som angavs i tillverkningsanvisningarna.

Kontrollberäkning av flänsskarven ger medelskjuvpåkänningen 2,2 MPa i limfogarna för den uppmätta snölasten. Normalt skall skjuvhållfastheten i en spiklimmad skarv vara minst $\tau = 3$ MPa vid korttidsprov, vilket ungefär motsvarar långtidshållfastheten $\tau = 1,8$ MPa. Med 30 % anligning i skarven har skjuvspänningen i limfogen varit ca $\tau = 2,2/0,3 = 7,3$ MPa vilket är ett relativt högt hållfasthetsvärde även för en väl utförd presslimmad fog. Även vid en fullgod limning var skarvarna underdimensionerade. Brottorsaken var tillverkningsfel.

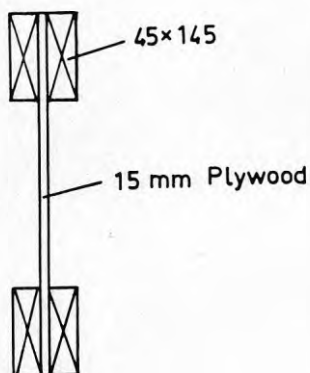


Fig.1 Sektion av plywoodbalk

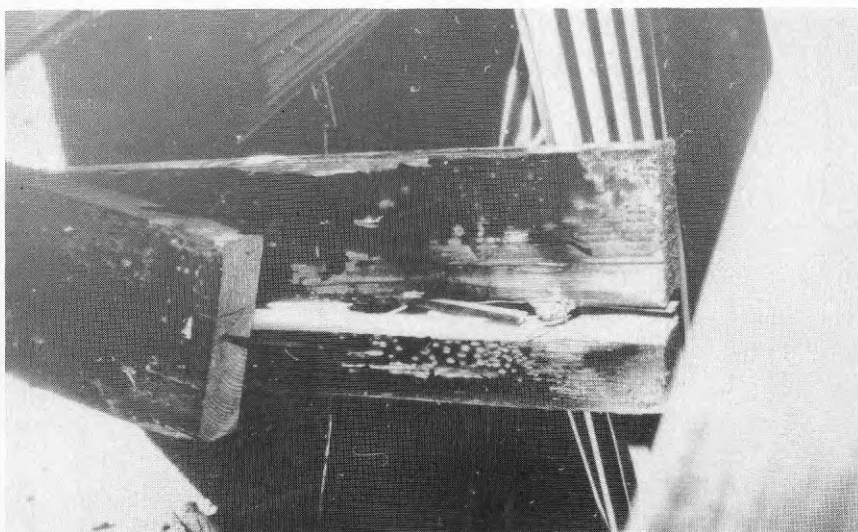


Fig.2 Skarvslapp med härdat lim

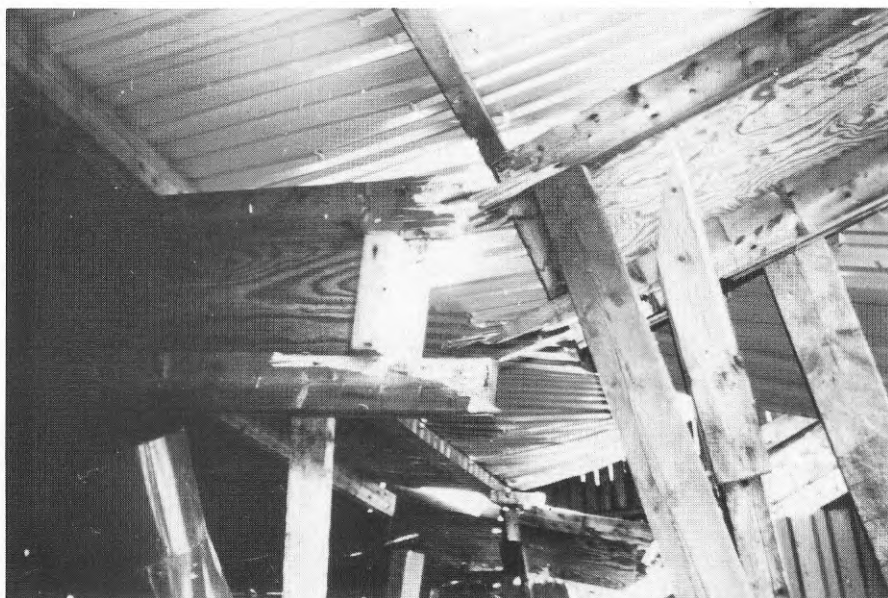


Fig.3 Brott i plywoodbalkar

OBJEKT NR W 5

1. TYP AV BYGGNAD: Sporthall (25 x 44 m) med bärande takbalkar av limträ. Hallen uppfördes 1976/77. Balkarna var tillverkade av en tillverkare som ej var godkänd av Nordisk Limträ-nämnd.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydöstra delen av Kopparbergs län, snözon C enligt SBN 1975.
3. KONSTRUKTION: De bärande takbalkarna var tillverkade av limträ. Balkarna låg på c/c 5,4 m. Den balk som gick sönder hade spännvidden 22,6 m och tvärsnittet 214 x 1500 mm. Ytter- och innertaket bars av takåsar på c/c 1,2 m.
4. SKADA: Takbalken närmast ena gaveln sprack horisontellt längs en lamellfog och delade sig i två ungefär lika höga delar. Snömängden uppskattades med hjälp av mätning av snödjup och snövikt till att ha varit högst lika med normenlig snölast.
5. ORSAK: Skadan orsakades av skjuvbrott i en lamellfog. Brott-sprickan uppstod på halva balkhöjden där skjuvspänningen är störst. Orsaken till att ett skjuvbrott utvecklades var "bom" i limningen d v s man hade misslyckats med att få en fullgod vidhäftning i limfogen.

OBJEKT NR W 6

1. TYP AV BYGGNAD: Tälthall byggd 1975 och flyttad 1976 till nuvarande plats. Stomme av stålfackverk.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Kopparbergs län, enligt SBN 1975 snözon C. SMHI redovisar för Falun snödjupet den 25/1 1977 till 58 cm och den 5/2 till 60 cm.
3. KONSTRUKTION: Stommen bestod av tvåledsramar, spännvidd 20 m och c/c 3,0 m. Höjd från mark till takfot var 4 m. Taklutningen var 15°. Taktäckning av duk ovanpå åsar av hattprofil c/c 1,2 m. Fackverket var uppbyggt av fyrkantprofiler som svetsats samman. Dimensionerna var i rambenet 70 x 70 x 4 (innerstängerna), 50 x 50 x 3 (ytterstängerna) och 40 x 40 x 3 (diagonalerna). Motsvarande dimensioner i rambalken.
4. SKADA: Hallen rasade den 29-30/1 1977. Svetsbrott uppstod i det yttre ramhörnet, jfr fig.2. Vid skadetillfället fanns ca 70 cm snö på taket, varav 20-30 cm var frusen till is (tillverkarens uppgifter). Enligt byggherren vägdes snön på provytor och enligt dessa mätningar var belastningen omkring 1,0 kN/m². Det tidigare redovisade snödjupet (70 cm) motsvarar en last på 1,5 - 2,5 kN/m².
5. ORSAK: Taket har beräknats för snölasten 1,5 kN/m² vilket innebär att taket borde hållit. Brottet i svetsen torde ha orsakats av mindre gott svetsutförande.

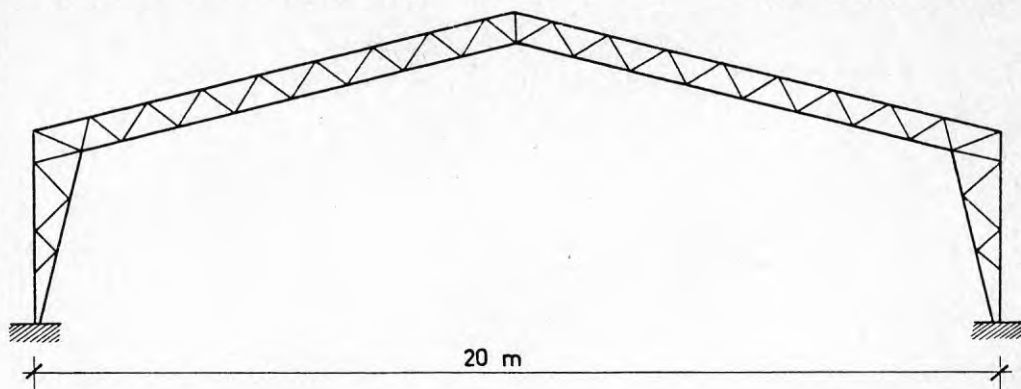


Fig.1 Ram

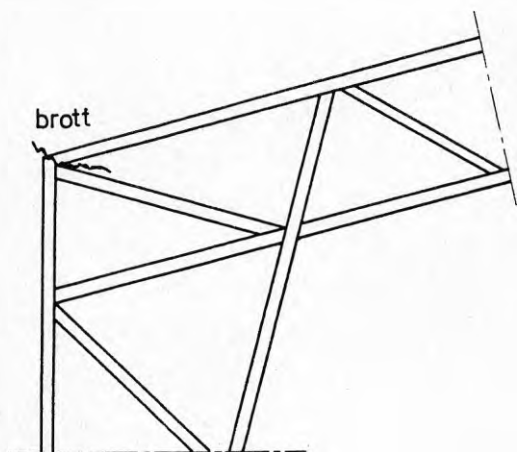


Fig.2 Brottställe

OBJEKT NR W7

1. TYP AV BYGGNAD: En silobyggnad (med två överbyggnader på taket) med täckning av trapetsprofilerad plåt. Silons diameter 15-20 m. Plan visas i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydvästra delen av Kopparbergs län, enligt SBN 1975 snözon C. I Ställdalen var snödjupet på mark enligt SMHI den 15/1 1977 90 cm, den 25/1 82 cm och den 5/2 92 cm.
3. KONSTRUKTION: Takplåten bestod av DO-TP 45C/0,7, som var upplagd kontinuerligt över tre stöd med spännvidden 3,0 m per fack. I en annan del av konstruktionen var centrumavståndet mellan åsar 2,45 m. Även här var plåten upplagd kontinuerligt över tre stöd. Plåtdimensionen var vald utan hänsyn till snöfickan. De två överbyggnaderna var 5-6 m högre än silotaket.
4. SKADA: Plåten har fått stora nedböjningar pga fläns- och livbuckling. Takplåten låg kvar på plats dvs inga ras skedde. Bucklingen förekom ute i fält där vissa av plåtarna veckades i både liv och profiltopp. Uppmätt maximalt snödjup på taket var 1,6 m. Denna mätning gjordes i en snöficka.
5. ORSAK: Anledningen till skadorna är att plåten dimensionerats utan hänsyn tagen till snöfickan. Snön på taket har vägts och tungheten bestämdes till $4,0 \text{ kN/m}^3$. Med snödjupet 1,6 m motsvarar detta en belastning av ca 6 kN/m^2 . Belastningen var alltså ca 3 ggr större än exceptionell snölast enligt SBN 1975. Sträckgränsen hos plåtmaterialet var 350 N/mm^2 enligt provningar. Normerat värde är 320 N/mm^2 . Fig.3 och 4 visar hur plåten har bucklat. Om plåten har bucklat över stöd framgår inte av besiktningsprotokollet. Snöfickan är alltså skadeorsaken.

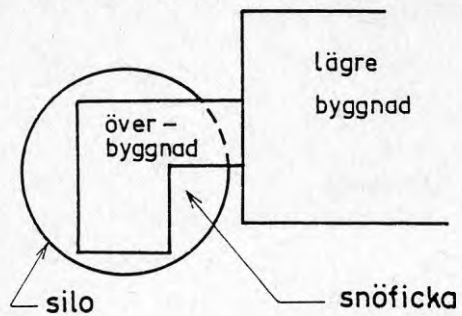


Fig.1 Plan

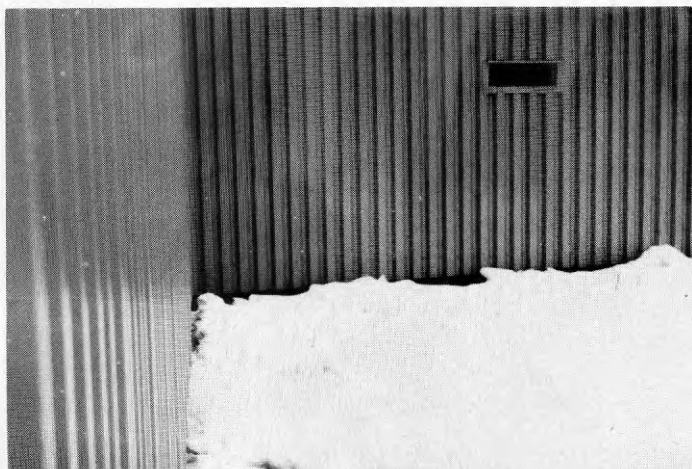


Fig.2 Snöficka

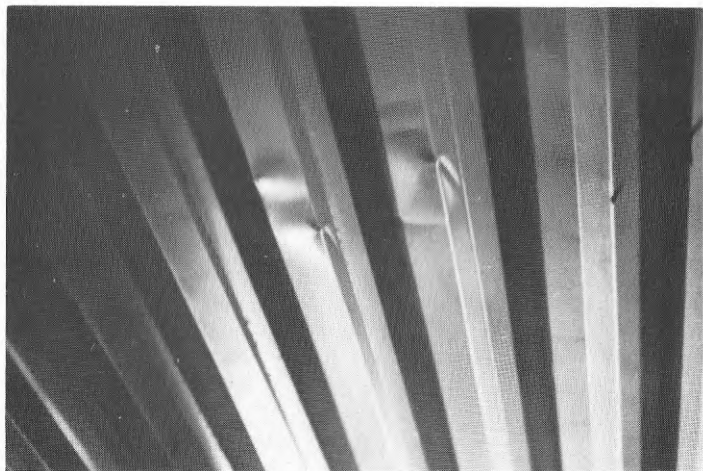


Fig. 3 och 4 Bucklad plåt

OBJEKT NR X 2

1. TYP AV BYGGNAD: Oisolerat cykelgarage med planmått 5 x 10 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Gävleborgs län, enligt SBN 1975 snözon C.
3. KONSTRUKTION: Takstolarna bestod av träfackverk med spikplåtsförband. Taktäckning av profilerad plåt på åsar. Inga ritningar finns. Takstolarna, c/c 2,4 m, var utförda ungefär som skissen i fig.1 visar.
4. SKADA: Takstolarna störtade samman.
5. ORSAK: Takstolarna var felmonterade med dubbla centrumavståndet 2,4 m jämfört med avsett c/c 1,2 m. På grund av att mycket snö föll brast takstolarna.

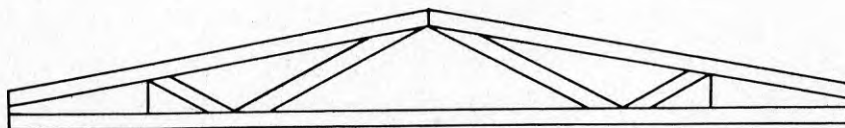


Fig.1 Ungefärligt utseende hos takstolar i cykelgaraget.

OBJEKT NR X3

1. TYP AV BYGGNAD: Bilgarage med ca 10 bilplatser. Stomme av träfackverk.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Södra delen av Gävleborgs län, enligt SBN 1975 snözon C.
3. KONSTRUKTION: Huvudbärare av träfackverk med spikplåtsförband enligt fig.1. Huvudbärarnas c/c var 2,5 m och spännvidd 5,8 m. Utvändig beklädnad var profilerad plåt på åsar. Spikplåtarna var av fabrikat Hydro-Nail.
4. SKADA: Ändrät sprack strax under spikplåtarna i förbandet i fig.2. Därefter slets plåtarna ur trät. På grund av stora deformationer hos överramsstången bucklade även de stora skarvplåtarna vid knut A i fig.1. Fig.2 anger uppmätt spikplåtsplacering och fig.3 visar placeringen enligt konstruktionsritningarna. Snövikten mättes med hjälp av en snöpelare 25 x 34 x snödjupet som smältes och vägdes. Belastningen befanns vara $2,4 \text{ kN/m}^2$.
5. ORSAK: Spikplåten har varit felaktigt placerad. Dels har inte förankringen skett tillräckligt långt ner på underramen, dels har förankringsytan blivit för liten. Ju längre ner förankringen sker desto mindre är risken att sprickor uppstår. Erforderlig förankringsyta mot underramen vid den aktuella snölasten $2,4 \text{ kN/m}^2$ är 132 cm^2 . Enligt konstruktionsberäkningarna räcker 90 cm^2 vid snölasten $1,5 \text{ kN/m}^2$. Den effektiva förankringsytan enligt fig.2 är 41 cm^2 d v s ungefär 1/3-del av erforderligt värde vid den aktuella lasten. Brott bilden med utdragna spikplåtar svarar mot att förankringsytan varit för liten.
- Den förbandstyp som gått sönder behandlas inte särskilt i statens planverks anvisningar. Med en rimlig tolkning av givna anvisningar kan man räkna fram att inte ens garagets egen vikt $0,2 \text{ kN/m}^2$ kan tillåtas belasta huvudbärarna.

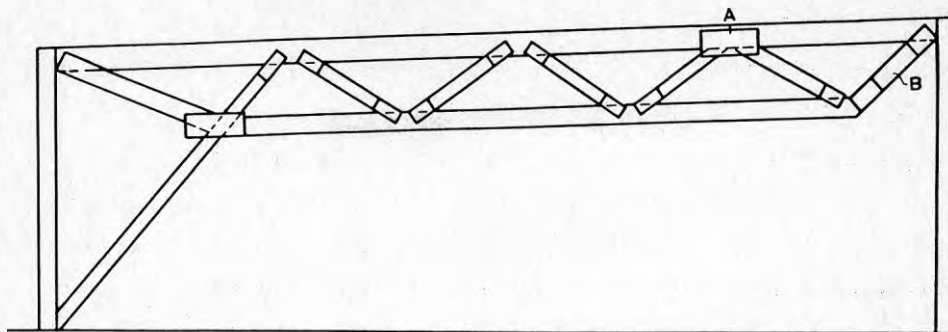


Fig. 1 Huvudbärare i garaget

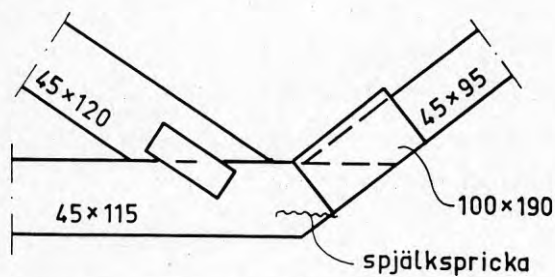


Fig. 2 Spikplåtsplacering och markering av brottspricka

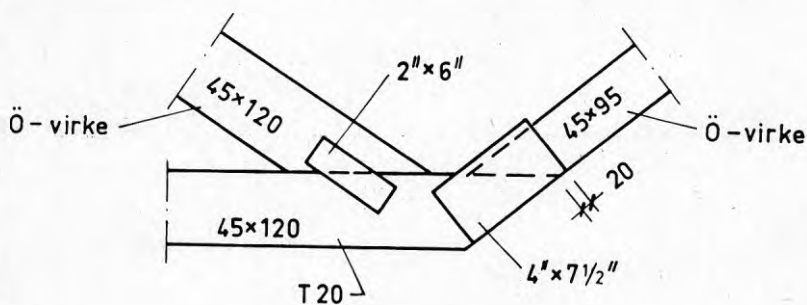


Fig. 3 Knutpunktsdetalj enligt tillverkningsritning

OBJEKT NR Y1

1. TYP AV BYGGNAD: Spårtak över järnväg, byggt omkring 1975. Plåttak.
Sektion visas i fig.1.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Västernorrlands län, enligt SBN 1975 snözon C. SMHI redovisar maximalt uppmätt snödjup i Härnösand under januari och februari 1977 till 64 resp. 86 cm.
3. KONSTRUKTION: Takplåten bestod av DO-TP 100-1,2 kontinuerligt upplagd på betongbalkar över två fack. Plåtens spännvidd var 6 m per fack. Konstruktionen visas ytterligare i fig.2.
4. SKADA: Plåten bucklade över mittstödet. Vid dimensioneringen ökade man plåttjockleken från 1,0 till 1,2 mm pga risk för snöficka. Tillåten last för den använda plåten kontinuerligt upplagd över två fack är $q = 2,6 \text{ kN/m}^2$.
5. ORSAK: Pga snöfickan fick plåten avsevärt mycket större belastning än om den legat på ett horisontellt tak.

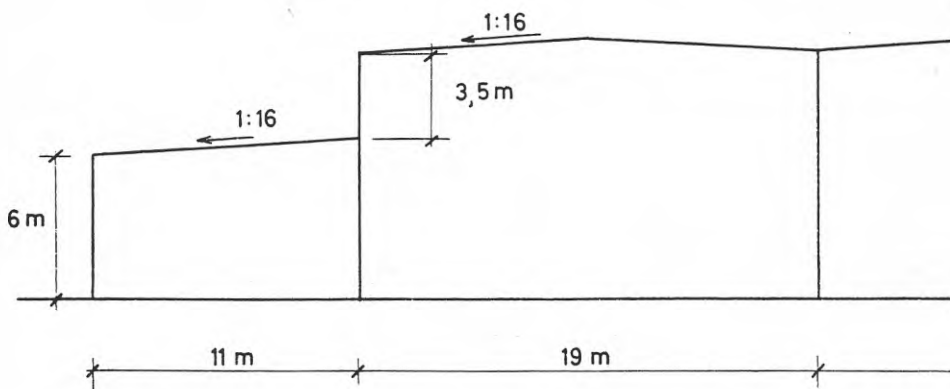


Fig.1 Tvärsektion

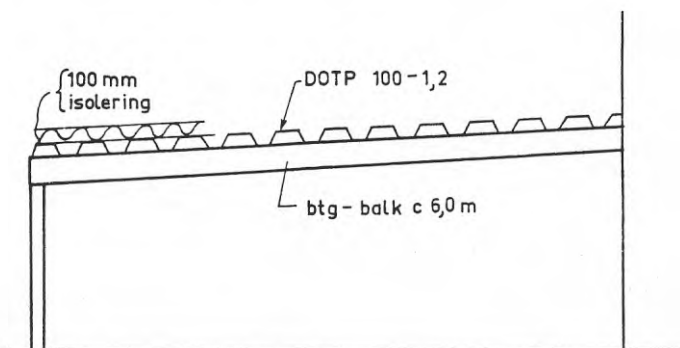


Fig.2 Det skadade taket

OBJEKT NR Z1

1. TYP AV BYGGNAD: Lagerbyggnad, stomme av stålstativ med beklädnad av PVC-duk. Byggnadsår 1971. Hallen flyttades 1974 till nuvarande plats.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Sydöstra delen av Jämtlands län, enligt SBN 1975 snözon B. Enligt SMHI var snödjupet i Östersund den 15/2 1977 46 cm och den 25/2 65 cm.
3. KONSTRUKTION: Den bärande stommen bestod av stålfackverk (2-ledsbåge), rörkonstruktion med spännvidden 11,5 m och höjden 4,5 m. Bågarnas centrumavstånd var 3,0 m. Tältduken hängde direkt på bågarna, dvs utan åsar.
Hallens planmått var 11,5 m x 30 m. Hallen var i första skedet varmförråd men nu kallförråd.
Ytterligare detaljer rörande konstruktionen saknas.
4. SKADA: Hallen rasade i februari. Takstolarna har stöttats upp igen och det "ser ut som ett plockepinnspel".
5. ORSAK: Hallen var inte dimensionerad för normal snölast. Den var projekterad med uppvärmning men användes som kallförråd. Skadeorsaken var underdimensionering.
Anm. En liknande skada på samma halltyp inträffade i O-län. Även den hallen var dimensionerad som uppvärmd.

OBJEKT NR AC 1

Här redovisas objekt AC 1 noggrant. Objekt AC 1 är en byggnad av fyra likadana uppförda på samma plats. Objekt D4 är en likadan skada på en likadan byggnad i Södermanlands län.

1. TYP AV BYGGNAD: Svinhus byggt 1976 med stomme av fackverkstakstolar av trä upplagda på ytterväggarna.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Västerbottens län, enligt SBN 1975 snözon C. Enligt SMHI var snödjupet i Bjuröklubb 80 cm den 15/2 1977 och 83 cm den 25/2 .
3. KONSTRUKTION: Fackverkstakstolar av trä med spikplåtar enligt fig. 1, spännvidden 14,5 m och c/c 1,2 m. Yttertak av plåt på åsar och innertak av plåt med ovanpåliggande isolering. Takstolarna var upplagda med överramen på väggarna, fig. 2. Trävirket var ej T-märkt och bedömdes av utredningsmannen vara dåligt Ö-virke.
4. SKADA: Taket rasade in den 18/2 1977. Överramsstängerna sprack vid ena takfoten i princip enligt fig. 2. Uppsprickningen medförde att takstolarna förlorade sina upplag varvid hela taket störtade ner. Snödjupet på en maskinhall 50 m från svinhuset uppmättes till ca 45 cm. Enligt utredning motsvarar det $0,8 \text{ kN/m}^2$. Med tungheten 3 kN/m^3 för snö är vikten istället $1,35 \text{ kN/m}^2$, vilket är något lägre än den normenliga lasten.
5. ORSAK: Enligt uppgift har takstolarna dimensionerats med plywoodknutar vilka sedermera byttes mot spikplåtar för rationellare tillverkning. Därvid kan något misstag ha begåtts vid kontrollen av spikplåtens dimensionering och takstolens utförande. Enligt en annan uppgift har takstolarna dimensionerats för snölasten i södra Sverige och sedan använts i norra Sverige utan att centrumavståndet för takstolarna reducerats. Emellertid tycks skadeorsaken primärt vara en felaktigt placerad spikplåt. Enligt statens planverk, Godkännanderegler Nr 4, 1974 skall nämligen gälla:

"Vid upplag infällt i överramen utformas förbandet så att en linje genom tyngdpunkten för överramens effektiva fogarea, parallell med överramen, inte träffar inskärningen, fig. 3. "Detta villkor var inte uppfyllt för aktuella fackverk.

Anvisningen avser att minska risken för uppsprickning på grund av ogynnsamma dragspänningar vinkelrätt fibrerna.

Takfotsförbandet var felaktigt utfört.

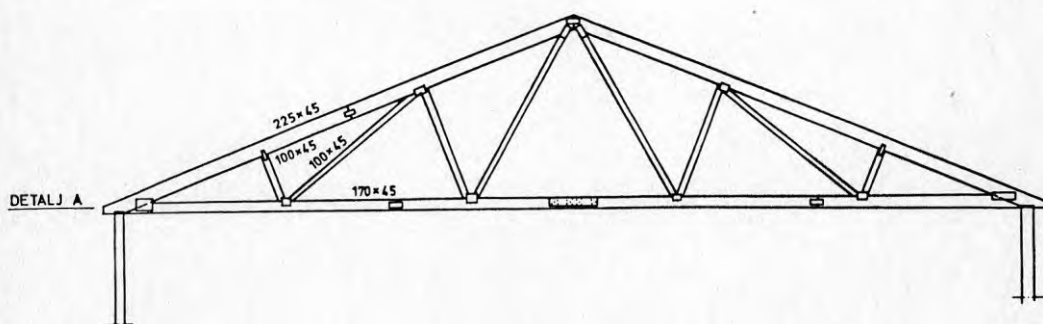


Fig.1 Fackverkstakstol

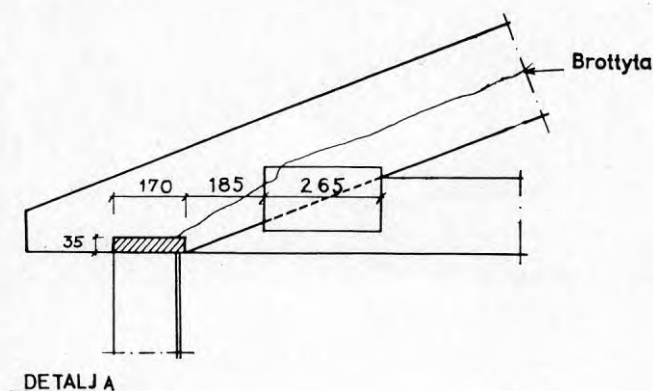


Fig.2 Detalj av takfotsförband med angiven brottspricka.

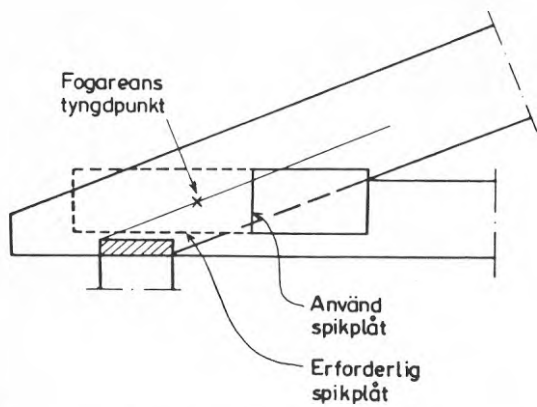


Fig. 3 Jämförelse mellan erforderlig och använd storlek hos spikplåtsförbandet.



Fig. 4 Nedrasade fackverkstakstolar

OBJEKT NR AC 2

1. TYP AV BYGGNAD: Oisolerad hall med bärande bågar av stålfackverk och plastduk. Hallen var byggd år 1974. Byggnadens planmått var 60 x 40 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delarna av Västerbottens län. Enligt SMHI var snödjupet den 5/12 1976 i Piteå 10 cm och i Umeå 0 cm. Nederbörden i Piteå den 1 och 2/12 1976 var 15 mm och i Umeå 16 mm.
3. KONSTRUKTION: Den bärande stommen bestod av treledsbågar (fackverksbågar) av stål, spännvidden 40 m och centrumavståndet 3,0 m. Pilhöjden var 13 m. Fackverket var svetsat, med skruvade montageskarvar. Över- och underramen bestod av fyrkantrör 60 x 40 x 2,9 i stål 1412. Hallen hade längsgående stag i överramen. Motnocken var varje fackverksknut stagad och ner mot anfangen var varannan - varje knut stagad. I hallens två ytterfack vid gavlarna (dvs två fack per gavel) var krysstag infästade i jämnhöjd med övre montageskarvarna och mellan intilliggande fackverksbågars över- och underramsstänger.
4. SKADA: Hela hallen störtade in den 2/12 1976 varvid samtliga 21 fackverksbågar rasade. Dagarna före rastillfället föll snö motsvarande ca 0,2 kN/m². Vidare blåste det maximalt 13 m/s vid rastillfället. Vid besiktning i januari 1977 konstaterades att samtliga bågar vikit sig i översta montageskarven, ca 6 m frånnocken. Inga tillverkningsfel eller materialdefekter iaktogs vid besiktningen.
5. ORSAK: Enligt en utredning av raset av Orrje & Co var den troliga skadeorsaken excentriciteter i montageskarvarna, vilka gav upphov till böjande moment i skarven. Enbart snölasten har ej kunnat ge påkänningar som förklarar raset utan skadan torde orsakats av snö i kombination med vind. De stabiliserande vindförbanden har helt eller delvis satts ur funktion.

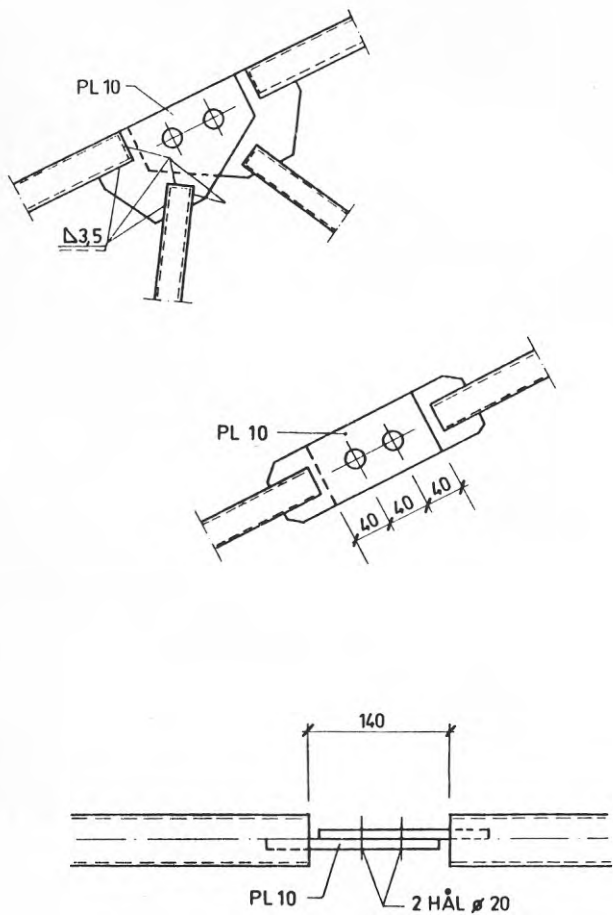


Fig.1 Skarvutformning

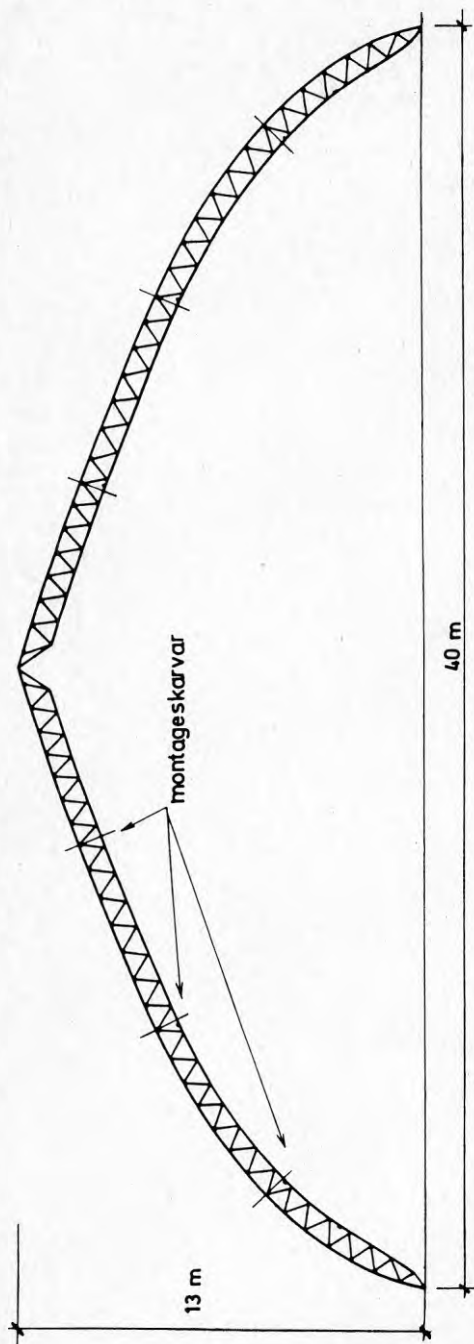


Fig. 2 Tvärsektion

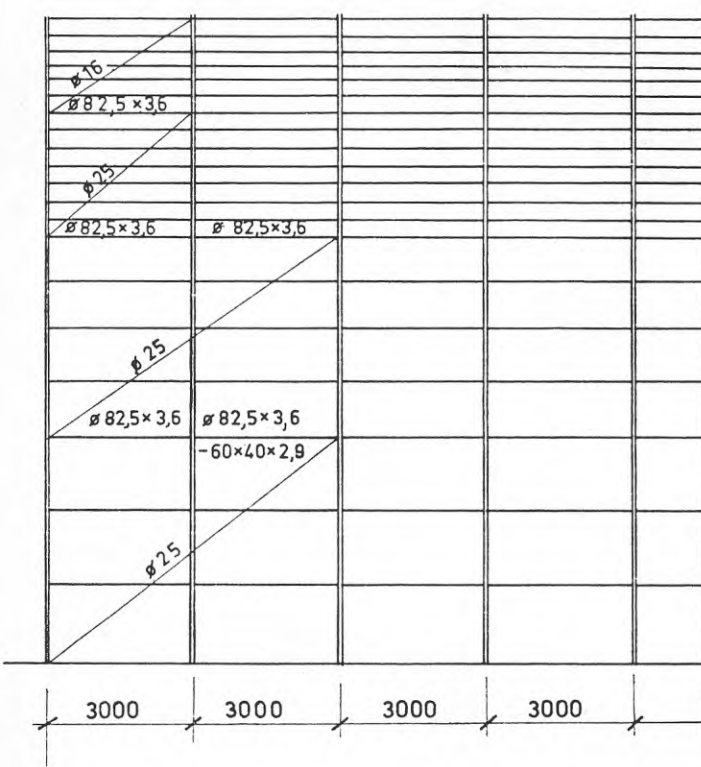


Fig.3 Vindförband

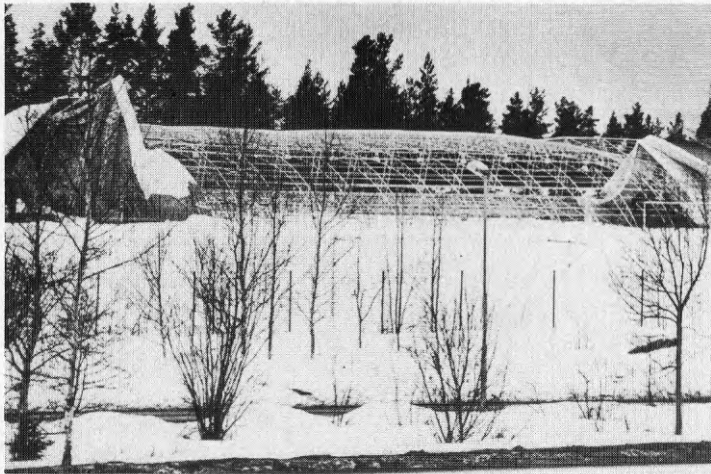


Fig. 4-6 Den raserade hallen

OBJEKT NR AC 3

1. TYP AV BYGGNAD: Plasthall med bärande stålramar, byggd omkring 1975.
2. LÄGE, SNÖDJUP: Östra delen av Västerbottens län, enligt SBN 1975 snözon C. SMHI redovisar ett uppmätt snödjup i Umeå den 25/1 1977 på 41 cm och den 5/2 på 59 cm. Skillnaden i snödjup beror till största delen på det snöfall som kom den 26 och 27 januari.
3. KONSTRUKTION: Konstruktionen bestod av tvåledsramar i Vierendelkonstruktion, dvs fackverk utan diagonaler, med spännvidden 12 m på c/c 3,0 m. Höjd från mark till takfot var 4 m och pilhöjden utvändigt 5,5 m. Ramen bestod av svetsade fyrkantrör, rambenet av 40 x 40 x 4 (utvändigt) och 50 x 50 x 4 (invändigt). Rambenen var förbundna med fyrkantrör 40 x 40 x 4. Rambalkens höjd var 0,6 m och dess dimensioner var lika med rambenet.
4. SKADA: Hallen rasade den 29/1 1977. Enligt uppgift skedde det primära brottet i svetsförbandet mellan vertikal och överramsstång, se fig.2, varefter konstruktionen störtade in. Snölasten av storleken 0,4 - 0,9 kN/m² fanns på taket vid rastillfället.
5. ORSAK: Vid dimensioneringen av ramen bortsåg man från de tillskottsmoment som tvärkrafterna i över- resp. underramsstången gav upphov till. Eftersom enbart normalkrafterna leder till att använda profiler är fullt utnyttjade kommer de verkliga spänningarna att avsevärt överstiga de i beräkningen angivna. Vidare är åsar placerade mellan knutpunkterna och även detta ger tillskottsmoment och därmed även tillskottsspänningar. Överslagsmässigt ger tvärkraften 22 kN upphov till momentet $M \approx 22/2 \cdot 0,45 = 4,9$ kNm i över- resp. underramen. Motsvarande böjspänning är ungefär 90 MPa, dvs en tillskottsspänning som är lika stor som spänningen förorsakad av enbart normalkraft. Enligt uppgift från byggnadsinspektionen kunde man vid besiktningen konstatera dåliga

svetsar i den bärande stålramen. Hela stålstommen är skrotad och en ny hall är uppsatt. Brottet kan hänföras dels till felaktigt utförande (inkörning av ny svetsutrustning) och dels till underdimensionering.

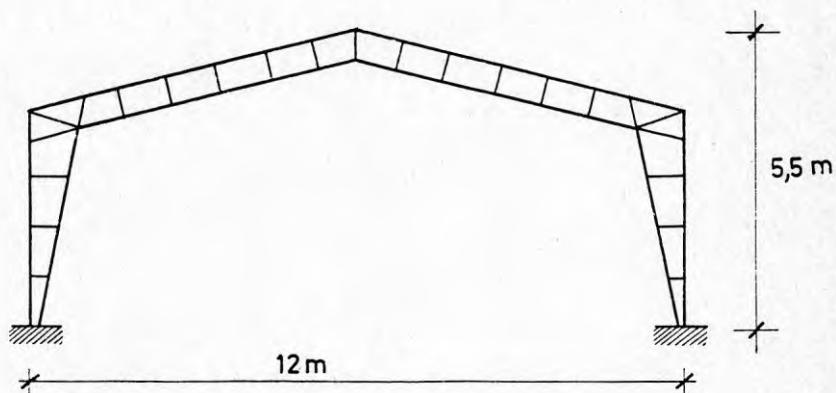


Fig.1 Ramen

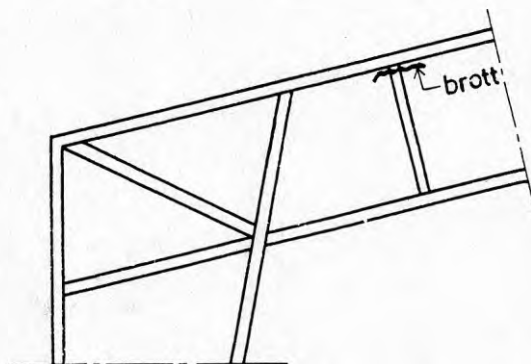


Fig.2 Brottställe

OBJEKT NR AC 4

1. TYP AV BYGGNAD : Lagerbyggnad av prefabricerad betongstomme med TT-takplattor. Byggnadens planmått cirka 166 x 110 m.
2. LÄGE, SNÖDJUP : Östra delarna av Västerbottens län. Enligt SMHI var snödjupet 71 cm i Umeå den 25/2 1977.
3. KONSTRUKTION : Taket består av TT-takplattor vilka för största delen av huset hade spännvidden 15,0 m. De skadade takplattorna låg intill en högre del av byggnaden och parallellt med väggen mellan byggnadsdelarna. Höjdskillnaden mellan byggnadsdelarna var 2,15 m. Takplattorna var upplagda på prefabricerade betongbalkar. Enligt dimensioneringsföresattingarna skulle takplattorna dimensioneras för en snölast som intill den höga byggnaden uppgick till $5,0 \text{ kN/m}^2$ och som rätlinjigt minskade till $1,5 \text{ kN/m}^2$ på avståndet 10,5 m därifrån.
4. SKADA : Vissa av takplattorna har fått kraftiga sprickbildningar vid upplagen. Nästan samtliga skadade takplattor var belägna i anslutning till den högra byggnadsdelen, men även ute på takytan fanns takplattor med sprickor. Dessa senare är troligen monterings-skador.
Skadorna upptäcktes i början av mars. Både snödjup och snöns tunghet har uppmätts efter skadetillfället. I snöfickan har uppmätts 1,8 - 1,9 m djup snö med en tunghet motsvarande $3,3 - 3,6 \text{ kN/m}^3$. Ute på takytan uppmättes snödjup på ca 60 cm och motsvarande tunghet $2,7 \text{ kN/m}^3$. Det fanns vid skadetillfället både naturliga snöfickor (orsakade av vind) och snöfickor som bildats av nerskottad snö från den högre takdelen. Tungheten $3,6 \text{ kN/m}^3$ uppmättes i en sådan skottad snöficka.

5. ORSAK :

De uppkomna skadorna beror på flera samverkande faktorer. Det var vid skadetillfället ovanligt mycket snö. Det maximalt uppmätta värdet på snödjup och tunghet motsvarar en max snöbelastning av ca $6,9 \text{ kN/m}^2$, d v s en cirka 30 %-ig ökning av den föreskrivna totala belastningen (egentyngd $2,1 \text{ kN/m}^2$). TT-kassetten är 2,4 m bred och har 2 balkliv. Varje balkliv är vid upplag skjuvarmerat med 1 st $\varnothing 16 \text{ Ks40}$. Dragkraften i detta sneda järn vid begynnande flytning är 80 kN. En enkel jämviktsbetraktelse för det uppspruckna tvärsnittet vid upplag visar att motsvarande upplagsreaktion per balkliv blir $80/\sqrt{2} = 56,6 \text{ kN}$. Motsvarande jämnt utbredda last blir $56,6 \cdot 2 / (1,2 \cdot 15) = 6,3 \text{ kN/m}^2$. För den närmast väggen belägna TT-plattan med bredden 1,9 m blir $q \approx 7,9 \text{ kN/m}^2$. Detta visar att spänningen i det sneda armeringsjärnet ligger i närheten av eller i nivå med sträckgränsen vid den i handlingarna angivna dimensionerande lasten. Primärorsaken till skadan torde vara för lite armering vid elementens upplag i kombination med stor snölast. Det kan även nämnas att tillverkaren hävdar att dragsprickor på detta ställe är helt naturliga och att de inte på något sätt indikerar någon skada. Vidare hävdar elementtillverkaren att "brott trots överbelastningen ej inträffat i något upplag". Detta senare är korrekt så till vida att elementen inte har trillat ner men de har dock deformerats så kraftigt att man måste bedöma den uppkomna skadebilden som brott. Provbekastning av elementen visade enligt tillverkaren cirka 2,5-faldig brottsäkerhet och stor deformerbarhet.

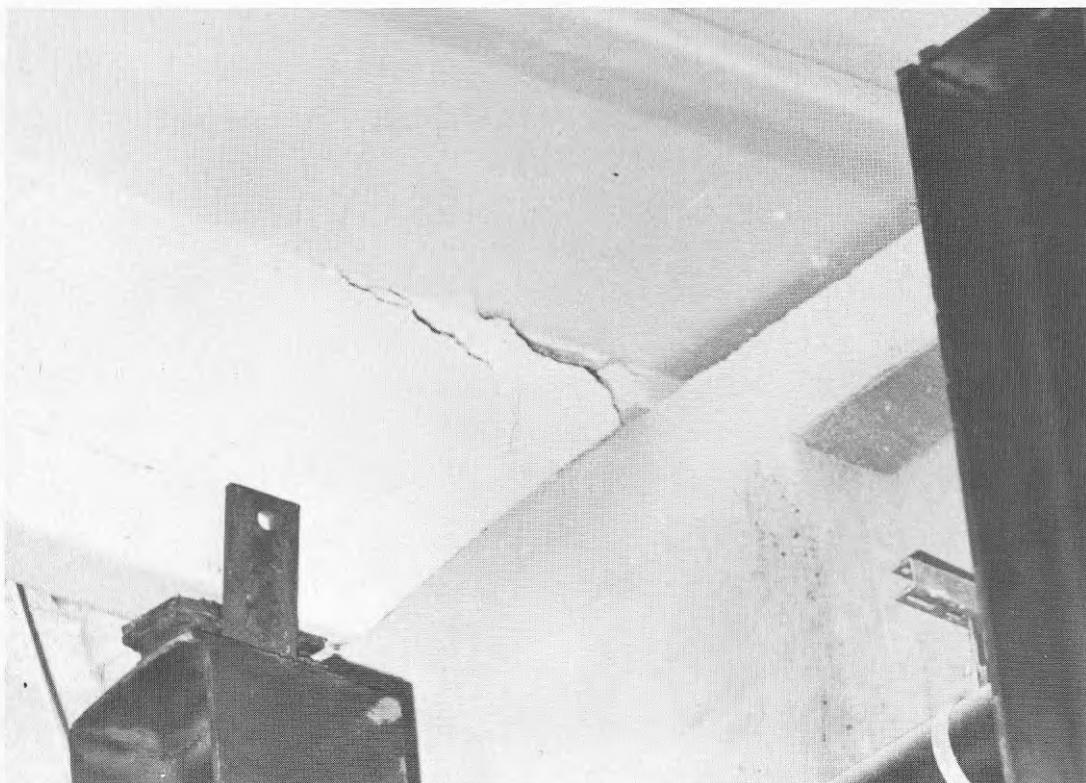


Fig.1. Spricka vid upplag.



Fig.2. Snöfickans utseende.

OBJEKT NR AB 6

Större byggnad med tak av HSI-balkar. På grund av snöficka erhöles stora kvarstående nedböjningar för några av balkarna. Nedböjningarna uppmärksammades vid montage av innerväggar.

OBJEKT NR E 3

Byggnad med fyra sadelformade skepp. Stomme av limträramar och raka limträbalkar. På grund av vindlast och snöficka mellan skeppen erhöles så stora tvärkrafter i nocken att vissa limträdelar sprack längs fibrerna utgående från nockbeslagen. Den aktuella skjivspänningen uppskattades till ungefär 2,5 gånger tillåtet värde. Konstruktionsutformningen i nocken invercade ogynnsamt.

OBJEKT NR E 4

Skärmtak av trapetsprofilerad plåt över kallförråd. Plåten bucklade och vek sig. I profilbottnarna hade bildats is orsakad av att snön smält och sedan frusit.

OBJEKT NR F 12

Förrådsbyggnad från 1950 med trätakstolar av rundvirke. Snödjupet uppskattades till 1 m. Takstolarna brast i hela byggnaden. Orsaken anges vara underdimensionering "eller snarare för långt mellan (4 m)".

OBJEKT NR G 1

Byggnad uppförd 1976/77 med fackverkstakstolar av trä med spikplåtsförband. Takkonstruktionen rasade ner. Snölasten på taket var i storleksordningen $1,8 \text{ kN/m}^2$ (exceptionell snölast är $1,4 \text{ kN/m}^2$ enligt SBN 1975). Raset förorsakades av att spikplåtar placerats felaktigt i samband med tillverkningen.

OBJEKT NR G 2

Ridhus med stomme av halvcirkelformade stålrör beklädda med plåt. Rören hade 100 mm ytterdiameter och centrumavståndet 2 m. Huset rasade samman helt.

OBJEKT NR H 3

Reningsverksbyggnad med plant tak och trätakstolar. Stora nedböjningar konstaterades. Snölasten uppmättes till $2,05 \text{ kN/m}^2$ varav $1,1 \text{ kN/m}^2$ av is och resten av snö.

OBJEKT NR H 4

Plåttak. Taket erhöll kraftiga nedböjningar och plåten bucklade. Belastningen var $0,4 - 0,8 \text{ m}$ packad snö.

OBJEKT NR O 4

Förrådsbyggnad med stomme av stålörersfackverk (2-ledsram) och klädd med plastduk. Vid rastillfället (28.12.1976) var hallen uppvärmd.

OBJEKT NR P 7

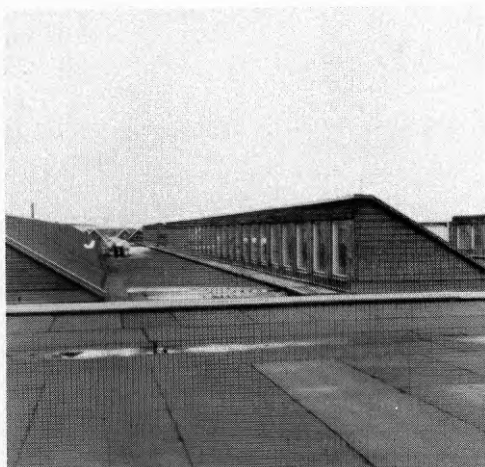
Skärmtak med trapetsprofilerad aluminiumplåt över skolentré. Taket ligger i anslutning till den skada som redovisas i objekt P5. En snöficka bildades. Takplåten uppvisade kvarstående bucklor, se fig.nedan.



Bucklad aluminiumplåt (P7)

OBJEKT NR R 9

Skolbyggnad byggd 1975. Stora nedböjningar hos takkonstruktionen iaktogs. Byggnaden hade plant tak med påbyggnader för ljusinsläpp i klassrummen. Stora snömängder samlades vid ljusinsläppen.



Ljusinsläpp (R9)

OBJEKT NR R 10

Hus med limträbalkar upplagda på 2" x 3" reglar. Stora deformationer i upplagen troligen på grund av för små upplagsytor.

OBJEKT NR X 4

Skärmtak av stålkonstruktion över lastbryggor fick stora nedböjningar. Taken skottades och rasade inte.

APPENDIX I

UTDRAG UR BELASTNINGSBESTÄMMELSER

I det följande redovisas utdrag rörande snölaster ur BABS 50, BABS 60, SBN 67 och SBN 1975.

BABS 1950 [1]

Utdrag ur kap I.

E. Snölast

På tak med mindre lutning mot horisontalplanet än 30° skall i nedan angivna delar av landet räknas med följande snölast (p) per m^2 horisontal yta.

För området söder om en linje genom Strömstad och Uppsala $p = 100 \text{ kg/m}^2$
dock med undantag för kusttrakterna i Bohuslän, Halland,

Skåne och Blekinge, där snölast antages $p = 75$ »

För områdena invid norrländska kusten $p = 150$ »

För återstående delar av landet $p = 150-200$ »

dock med undantag för fjälltrakterna, där alltefter omständigheterna räknas med $p = 200-300$ »

Tak med större lutningsvinkel än 60° skall ej anses påverkat av snötryck. Vid lutningsvinklar mellan 60° och 30° interpoleras mellan 0 och angivna värden för p .

Kan snöficka förväntas uppstå skall hänsyn tagas till därav uppkommande ökad belastning.

Snölast på yttertak förutsättes anbringad på ogynnsammaste sätt i vad avser påkänningarna på de bärande konstruktionerna.

BABS 1960 [2]

Utdrag ur kap 11

:5 Snölast

På tak med lutningsvinkel $\leq 30^\circ$ mot ett vågrätt plan räknas i nedan angivna delar av landet med följande snölast (p) per m^2 horisontal yta.

För kusttrakterna i Bohuslän,

Halland, Skåne och Blekinge $p = 75 \text{ kg/m}^2$

För övriga områden söder om en linje genom Strömstad och Uppsala $p = 100$ »

För områdena invid norra upplandskusten och norrländskusten $p = 150$ »

För fjälltrakterna (efter förhållandena) $p = 200-300$ »

För återstående delar av landet (efter förhållandena) $p = 150-200$ »

Tak med lutningsvinkel $\geq 60^\circ$ antages ej påverkat av snölast. Vid lutningsvinklar mellan 30° och 60° interpoleras rätlinjigt mellan p och 0.

Där snöficka kan uppstå, tages hänsyn till därigenom ökad snölast. Volymvikten för snö antages därvid uppgå till 400 kg/m^3 .

SBN 67 [3]

Utdrag ur kap 21

:5 SNÖLAST

På tak med lutningsvinkel $\leq 30^\circ$ mot ett vågrätt plan räknas för olika delar av landet med en snölast (q) per m^2 horisontal yta enligt tabell 21:5. Halva denna snölast antas vara vilande, andra halvan rörlig.

Tabell 21:5 Snölast i olika snözoner

Snözon ¹⁾	Snölast q i kp/m^2
A	250
B	200
C	150
D	100
E	75

¹⁾ Zongränserna framgår av fig 21:5

Tak med lutningsvinkel $\geq 60^\circ$ antas ej påverkat av snölast. Vid lutningsvinklar mellan 30° och 60° interpoleras rätlinjigt mellan q och 0.

Där yttertakets form eller angränsande byggnadsdelar bedöms medföra att snöficka bildas eller där i övrigt snöanhopning bedöms uppstå, tas hänsyn till därigenom ökad snölast. Sådan snölast betraktas normalt som vilande last.

:51

Inverkan av rörlig snölast, exempelvis på ett sadeltak, studeras dels med ena takhalvan belastad, dels med bägge takhalvorna belastade. Vid dimensionering av sekundärkonstruktioner, exempelvis takåsar, bortser man från snölastens rörlighet.

Snöficka kan bildas exempelvis invid vägg eller annan byggnadsdel som sticker upp ovan yttertak. Snöanhopning kan uppstå också på sådan del av yttertak som skyddas för vindens påverkan av högre liggande bebyggelse, terräng, trädvegetation e d. Det bör även beaktas att snöanhopning kan inträffa genom snöras från ett högre beläget tak till ett lägre beläget. Sådan snölast betraktas normalt som vilande last.

Snölastens storlek vid snöanhopning bedöms från fall till fall. Volymvikten kan antas vara 300 kg/m^3 .

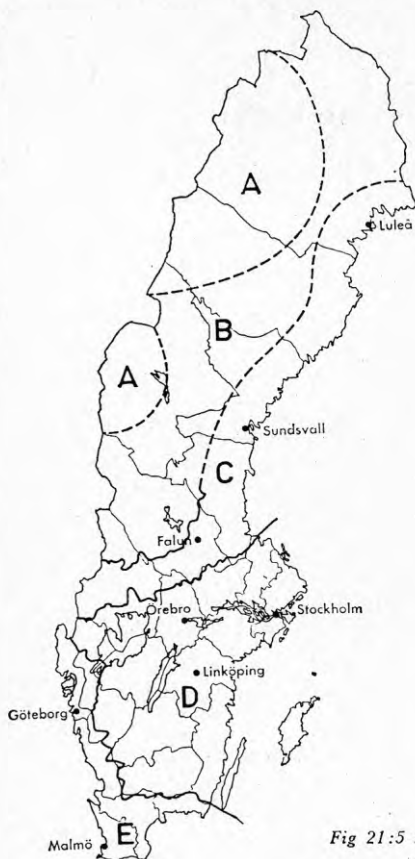


Fig 21:5 Zonindelning med hänsyn till snölast

Snözon A

De delar av landets fjälltrakter som i öster begränsas av linjer enligt kartan.

Snözon B

Den del av landet som i väster begränsas av snözon A och i öster av en linje 60 km från fastlandets inre kustlinje samt av södra eller östra gränsen hos följande kommunblock¹⁾: Edsbyn, Rättvik, Leksand, Mockfjärd, Vansbro, Malung, Kyrkheden och Torsby.

Snözon C

Den del av landet som i norr och väster begränsas av snözon B och i söder av södra gränsen hos följande kommunblock¹⁾: Skutskär, Gävle, Sandviken, Avesta, Norberg, Smedjebacken, Kopparberg, Hällefors, Filipstad, Hagfors, Forshaga, Kil, Arvika och Arjäng.

Snözon D

Den del av landet som i norr begränsas av snözon C och i söder och väster av södra och västra gränsen hos följande kommunblock¹⁾: Torsås, Emmaboda, Tingsryd, Älmhult, Strömsnäsbruk, Markaryd, Ljungby, Hyltebruk, Gislaved, Svenljunga, Borås, Vårgårda, Nossebro, Grästorps, Lidköping, Mellerud och Bengtsfors.

Snözon E

Den del av landet som i norr och öster begränsas av snözon D.

SBN 1975 [4]

Utdrag ur kap 21

:5 SNÖLAST

På tak med lutningsvinkel $\leq 30^\circ$ mot ett vågrätt plan räknas med en vanlig snölast q_v eller, om så är ogynnsammare, med en exceptionell snölast q_e , angiven per m² horisontell yta enligt tabell 21:5. Halva snölasten antas vara vilande, den andra hälften rörlig.

Tak med lutningsvinkel $\geq 60^\circ$ antas ej påverkat av snölast. Vid lutningsvinklar mellan 30° och 60° interpoleras rätlinjigt mellan q_v och 0 resp q_e och 0.

För tak där snö mängden kan påvisas bli väsentligt mindre än som svarar mot lastantagandena i tabell 21:5 får lägre värden på snölasten användas.

Där yttertakets form eller angränsande byggnadsdelar kan medföra att snöficka bildas eller där i övrigt snöanhopning bedöms kunna uppstå, tas hänsyn till därigenom ökad snölast. Sådan snölast betraktas normalt som exceptionell last.

Med avsteg från vad som anges i tabell 21:5 får för oisolerade tak över uppvärmda utrymmen lägre värden än som svarar mot lastantagandena i tabellen användas.

:51 När inverkan av rörlig snölast skall studeras godtas följande förfaranden.

Sadeltak antas belastat dels på ena takhalvan, dels på båda takhalvorna. Vid dimensionering av sekundärkonstruktioner, exempelvis takåsar, bortser man från snölastens rörlighet.

Snölastens storlek i snöfickor och vid snöanhopning kan bedömas med hänsyn till takets utformning samt den omgivande bebyggelsens och terrängens karaktär. Snöns tunghet får därvid antas vara 3 kN/m^3 .

:52 För växthus med tak och väggar av glas e d godtas antaganden om snölast enligt tabell 21:52.

Tabell 21:52 Snölast på växthustak av glas i olika snözoner (se figur 21:5). kN/m^2 horisontell yta

	Snözon				
	A	B	C	D	E
Snölast q_v	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3



Tabell 21:5
Snölast på tak i olika
snözoner (se figur 21:5).
kN/m² horisontell yta

Snözon	Snölast	
	q_v	q_e
A	2,5	3,0
B	2,0	2,6
C	1,5	2,1
D	1,0	1,4
E	0,8	1,0

Figur 21:5 Zonindelning med hänsyn till snölast.

Snözon A

De delar av landets fjälltrakter som i öster begränsas av linjer enligt kartan.

Snözon B

Den del av landet som i väster begränsas av snözon A och i öster av en linje 60 km från fastlandets inre kustlinje samt av södra eller östra gränsen hos följande kommuner: Rättvik, Leksand, Gagnef, Vansbro, Malung och Torsby.

Snözon C

Den del av landet som i norr och väster begränsas av snözon B och i söder av södra gränsen hos följande kommuner: Älvkarleby, Gävle, Sandviken, Avesta, Norberg, Smedjebacken, Lindesberg, Nora, Karlskoga, Storfors, Karlstad, Grums, Säffle, Ämål, Bengtsfors och Dals-Ed. Område inom kommunerna Karlstad, Grums och Säffle beläget 10 km från Vänerns nordvästra och norra kustlinje hänförs dock till snözon D. Mindre avvikelser från nämnda avstånd får medges av byggnadsnämnden.

Snözon D

Den del av landet som i norr begränsas av snözon C och i söder och väster av södra och västra gränsen hos följande kommuner: Torsås, Emmaboda, Tingsryd, Älmhult, Markaryd, Ljungby, Gislaved, Svenljunga och Borås samt därifrån en rät linje öster om Strömstad mot svensk-norska gränsen.

Snözon E

Den del av landet som i norr och öster begränsas av snözon D.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770589-3 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för konstruktions-
teknik, Stål- och träbyggnad, CTH, Göteborg.**

R15:1979

**ISBN 91-540-2980-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Art.nr: 6600915

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner o. material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 40 kr exkl moms