



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

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



Rapport

R79:1989

# Tunga snölaster på tak Norrlands kusttrakter 1987–88

Några erfarenheter och synpunkter

Staffan Wredling

R  
Jull

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

Byggforskningsrådet

R79:1989

TUNGA SNÖLASTER PÅ TAK  
NORRLANDS KUSTTRAKTER 1987-88  
Några erfarenheter och synpunkter

Staffan Wredling

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880389-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Arne Johnson  
Ingenjörbyrå, Utvecklingsavdelningen, Stockholm.

## REFERAT

Vintern 1987-88 drabbades Norrlands kusttrakter av stora nederbördsmängder. Snötyngderna orsakade förstörelse i olika avseenden, från småskador på detaljer till total-raserade byggnader.

Uppgiften har syftat till att inventera och analysera snö-vintern och dess följder, bedöma skadorna och deras orsaker, väga kostnader för snöskottning och annat mot kostnaderna för och nyttan av att göra bättre tak - starkare i det stora och med högre kvalitet i detaljerna.

Resultatet utgörs av insikten om att vi senare år har haft och fortsättningsvis bör räkna med en klimattyp som innebär vintrar med svårförutsebara växlingar mellan sträng kyla med "traditionell" snösituation och inslag av blid-väder och vindar som, om de passerar öppet hav och värms/fuktas, kan ge berörda kusttrakter svåra snöoväder.

Berörda kusttrakter i Norrland bör "äläggas" en dimensionerande snölast lika som den längre inåt landet. I övriga kusttrakter och i landet som helhet bör projektering drivas i medvetenhet om att en liten extra styrka i takets konstruktion kan betala sig redan efter första ordentliga snöovädret.

Inträffade ras och deras orsaker ger anledning att betona vikten av egenkontroll och kontroll i alla led från projekteringsledet med dess bedömning av risken för snöfickor och dimensionering av takkonstruktionernas alla komponenter inklusive avvattningsystem och till utförandeledets omsorg beträffande förtillverkning av komponenter och plats-tillverkning, - montage och -komplettering.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R79:1989

ISBN 91-540-5092-8  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

## INNEHÅLL

FÖRORD	4
SAMMANFATTNING	6
1. SNÖN OCH KLIMATET	7
1.1 Översikt november 1987 - april 1988	7
1.2 Februari månad i Umeå - blidväder, kyla och snö.	8
1.3 Varför all snö och varför så tung?	10
1.4 Snöfallet och s -lasten i byggnormen och praktiken	11
2. SKADORNA	13
2.1 Sammanställningoch rapporter	13
2.2 Förteckning på några skadefall	13
2.3 En vinterbild som ger viktiga lärdomar	14
3. EKONOMISKA ASPEKTER	15
3.1 Takets kostnadsgrupperingar	15
3.2 Bruksskedets kostnadsspektrum	15
3.3 Skulle det löna sig att göra starkare tak?	19
4. DISKUSSION	21
4.1 Tak med tung snö i kalla trakter- avvattningsprincipen	21
4.2 Invändig avvattning	22
4.2.1 Det horisontella taket	22
4.2.2 Motfalls/pulpet/sadeltak, lutning ~1:20	25
4.2.3    "-        "-        "-                    1:10 och brantare	29
4.3 Utvändig avvattning	31
4.3.1 Flera material - återfrysningsrisk vid takfot.	31
4.3.2 De lägsta lutningarna	31
4.3.3 Lutningar kring 1:20	32
4.3.4 Lutningar 1:10 och brantare.	33
REFERENSER	41

## FÖRORD

Snön och snöfallet som drabbade Norrlands kusttrakter vintern 1978-79 gav stora snölaster på byggnadernas tak. Många tak rasade och många fler fick skador av olika slag. Många husägare räddade sina tak och byggnader genom massiva och akuta snöskottningsinsatser.

Ras- och skadekostnader samt de av snöskottning mm språngvis ökade förvaltnings- och underhållskostnaderna gav nytt bränsle till debatten om taken och takens olika kvaliteter - eller frånavaren av dem.

I olika utredningar och översikter har enskilda objekt, material/konstruktionsdelar samt snö- och snölaster penetrerats.

Byggforskningen har genom anslag till Tekniska Högskolan i Luleå och till Arne Johnson Ingenjörbyrå möjliggjort en analys av snö, snölaster och skador respektive några ekonomiska och konstruktionstekniska sammanställningar.

Denna rapport belyser främst hur klimatet - temperaturen och nederbörden - under vissa förhållanden kan påverka taket, dess taktäckning och detaljer.

Denna påverkan är speciellt märkbar i kalla och snörika trakter. Mycket av det som belyses här är dock tillämpligt även i andra delar av landet, varhelst och närhelst mycket snö, kyla, blidväder, regn och sol uppträder i olika ordningsföljder och intensiteter.

Den vill illustrera behovet av en målmedveten och konstruktiv observans i vad gäller projektering och utförande - och underhåll - av tak.

Den vill leda till kvaliteter som gör taket kapabelt att säkert och varaktigt skydda underliggande funktioner och miljöer.

Till alla som har ställt sina erfarenheter, intryck och informationer till förfogande riktas härmed ett varmt tack.

Stockholm januari 1989

Staffan Wredling

Arne Johnson Ingenjörbyrå



## SAMMANFATTNING

Vintern 1987-1988 drabbades Norrlands kusttrakter av kraftiga och ihållande snöfall, främst i februari och mars 1988. Under stora delar av snöfallsperioderna rådde mildt väder med dygnsmedeltemperaturer straxt under noll eller till och med kring noll.

Snön var således tung och kompakt redan från början vilket gav stora laster på taken i förhållande till snödjupen. Densitetsmätningar gav värden upp till 300-400 kg/m<sup>3</sup>.

Redan i början av februari var man uppe i trakten av normlasten. Då rasade ett antal tak av "naturliga" skäl - de visade sig vid utredning ha haft defekter i olika avseenden. Defekterna spände över ett stort spektrum - limträbalkars limkvaliteter, sekundärbalkars skarvar ofullständigt skruvade, träfackverks tryckta stänger ostagade mot utknäckning, uppstolpade konstruktioner söndertryckta i sekundärbalkarnas infästning etc.

De första rasen blev väckarklockan som initierade skottning. Husägare, egen personal, anlitat fackfolk och frivilliga mobiliserades för att med hjälp av allt från småskryfflar till bandgående snöslungor avlägsna snön.

Den massiva insatsen, i vissa fall under förhållanden av typ undantagstillstånd, torde ha räddat många fler byggnader från att helt eller delvis förstöras. Fortsatt snöfall och vissa effekter av blidväder, regn och vårens solsmältning och frostnätters återfrysning skulle förmodligen ha lett till ytterligare skador.

Utöver rena takras inträffade skador av typ att takfötter/taksprång och hänggrännor bröts sönder av snötyngden. På brantare tak inträffade snöras som rev med sig snörasskydd, kraschade skärmtak, stötte ut en veranda några centimeter och deformerade plåtskorstenar, takstegar och installationer.

Snövintern kostade pengar. Snöskottning med kringaktiviteter belöpte sig till allt mellan 15 och 60-80 kr/m<sup>2</sup> vartill kommer alla följdkostnader för att laga "skottskadade" taktäckningar och plåtdetaljer, samt installationer och infästningar som rubbats av snön. Som ytterligare påspädning kan nämnas arbetsbortfall av muskel- och ryggsträckningar, incidenter och olycksfall. Som exempel på storskaliga kostnader kan nämnas en industri som inte hade skottat sina tak sedan 1967 men som denna vinter fick avdela 2,5 miljoner för att ta bort snön på 50.000 m<sup>2</sup> tak med besvärliga borttransportförhållanden.

Vid en jämförelse finner man att taket som viktig byggnadsdel i många fall skulle må bra av att tillföras något ökad bärighet och en högre kvalitet i detaljer, genomföringar och avvattningssystem m m. En höjning av snölasten med 30 till 100 % spänner över tilläggs-kostnader i storleksordningen 15-20 respektive något över 100 kr/m<sup>2</sup>.

Minst en beställare begär numera att byggnaderna skall konstrueras för högre snölast än normen påbjuder. Här och var "tar man till" vid dimensionering av takstolar, sekundärbalkar och annat.

Beträffande snözonerna i våra byggbestämmelser kan man notera att med ojämna mellanrum inträffar en för kusttrakterna besvärlig väderlekssituation. Denna består i att vindar har kunnat passera öppet hav och därigenom samla värme och fukt. När vinden sedan kommer in över kusttrakterna kondenseras fukten till regn eller snö. Vintern 76-77 drabbades ostkusten vid Västervik-Kalmar och allt emellanåt drabbas Skåne - Österlen-området. Denna vintern kom ett snöoväder längre norrut.

Med facit i hand råder i drabbade områden uppfattningen att snölasten i byggnormen borde ökas något.

Snöfallet, snölasten och skadorna under aktuell vinter har analyserats i olika avseenden. I ett examensarbete vid Tekniska Högskolan i Luleå penetreras snölasten respektive skadorna närmare.

Här redovisas endast några sammanfattande uppgifter beträffande temperatur, nederbörd och snödjup samt förtecknas några ras, skador och krissituationer.

I en diskussion analyseras olika vattenavledningssystem, takformer och taklutningar m m under förutsättning av stora snömängder tunga snölast, stark kyla men också inslag av blidväder och regn samt, det som förr eller senare inträffar, snösmältning av vårsol och vårtemperaturer.

Diskussionen bygger på erfarenheter som finns tillgängliga i litteraturen samt på uppgifter och intryck från aktuell vinter. Den illustreras med exempel från aktuell vinter, från tidigare vintrar och från en ackumulerad förtrogenhetskunskap.

I diskussionen berörs möjligheten

- att snölasten kan omvandlas/omlagras under vinterns lopp såtillvida att smältvatten av underifrån kommande värme, av solvärme eller allmänt töväder kan leta sig mot lägre liggande delar av takfallen eller
- att brantare tak, speciellt de med slät taktäckning, kan drabbas av snötryck och snö/lastanhopning mot hinder som sargar och snörasskydd.

Sammantaget ger aktuell vinter och andra svåra snö/vinterperioder anledning till observans på allt som berör takets goda bestånd. Sålunda bör beställare/husägare informeras om värdet av god kvalitet i alla led från planering/programmering till förvaltningsskedets vardagliga översyn och underhåll.

I alla verkställande led - projektering, upphandling och utförande bär sedan en eftersträvd kvalitet säkerställas, bl a genom kunskap och erfarenhetsåterföring samt kontroller, egenkontroller och andra kvalitetssäkringsinstrument.

Med nya byggbestämmelser och förfinade/förbättrade typgodkännandekvaliteter och med alla goda erfarenheter som presenterats på senare år bör förutsättningar finnas att skapa takkonstruktioner som under lång tid kan erbjuda sina ägare och nyttjare goda miljöer och funktioner med rimliga övervaknings- och underhållsinsatser.



## 1. SNÖN OCH KLIMATET

### 1.1 Översikt november 1987 - april 1988.

För Norrlands kusttrakter blev vintern mild och mycket snörik. Med ledning av SMHI's månadspublication "Väder och Vatten" (1) kan väderleksutvecklingen grovt sammanfattas enligt nedan.

November mild och nederbördsrik i mellersta Norrland.

Vintern gav sin föraning redan i november med något större nederbörd än normalt. Största nederbörden föll i mellersta Norrland. Så fick t ex Ångermanland lokalt upp till 200 mm, mer än dubbelt mot normalt.

December normal temperatur - nederbörden något mindre än normalt.

December gav för kusttrakterna nära normal eller något under normal temperatur. Nederbörden var något under normal med undantag av ett stråk från Skagsudde nordväst mot Bredbyn-Junsele som i stort fick 25 % mer än normalt.

Januari gav temperaturöverskott och stora snömängder.

Medeltemperaturen var i januari 2-4°C över normal. Nederbörden i kusttrakterna framgår av procentsiffror från några kuststationer från Haparanda till Sundsvall: 166, 149, 188, 211, 156, 186, 155, 158, 183, 184, 192.

Februari fortsatt mild och med nya snörekord i Umeå-området.

Medeltemperaturen var här 0,5-2,0°C högre än normalt. Snön fortsatte att falla. Umeå-området fick 350 % av normal nederbörd. Vattenvärdet var 29/2 generellt 200 mm, motsvarande last 2 kN/m<sup>2</sup>.

Mars gav ytterligare snömängder.

Mars var för landet som helhet något kallare än normalt. Dock hade norrlandskusten normal temperatur, trakten kring Umeå lokalt övertemperatur, upp till 2°C, mot slutet av månaden. Nederbörden blev även denna månad riklig - Umeå-området fick 150-200 % mot normalt, ett område kring Luleå dock över 250%. Vattenvärdet var nu över 200 mm i hela området mellan Luleå och Örnsköldsvik.

April med något plåster på såren.

April innebar slut på snöintern - men inte slut på takproblemen, vilket berörs i kap 4.3.3. Månaden gav något lägre temperatur och mindre nederbörd än normalt. Dock vare det mildt i början av månaden. De ovan antydda takproblemen avser två ras som kan ha ett intressant samband med detta blidväder. Nederbörden var ungefär hälften mot normalt. Snödjupet i Umeå minskade till nära hälften under de första fjorton dagarna, från 110 till 63 cm.

Sammantaget blev vintern mild och snörik. Mätningar av snödjup och snödensiteter utfördes på många platser, bl a i samband med utredningar beträffande takras.

I Umeå-området gjordes mätningar av bl a Lennart Boström, Umeå Kommun, och Olle Holmström, Statens Institut för Byggnadsforskning. Mätningarna pekar på att densiteteten var uppåt 300-400 kg/m<sup>3</sup>, således en tung snö och väsentligt tyngre än vad som kan anses vara normalt under högvintern.

Maximala snödjupet i Umeå uppmättes till 127 cm.

## 1.2 Februari månad i Umeå - blidväder, kyla och snö.

Enligt Nord-Taesler (2) har lätt nysnö densiteter om 30-80 kg/m<sup>3</sup>. Snön sätter sig dock ganska fort, bl a under tyngden av tillkommande snö. En grov tumregel är att densiteten första tiden efter ett snöfall kan vara ca 100 kg/m<sup>3</sup>, vilket då skulle motsvara 1 cm snö per mm nederbörd.

Framåt högvintern har snön satt sig och kan då ha 200-250 kg/m<sup>3</sup>. Under våren ökar sedan densiteten i takt med att temperaturen ökar och snösmältningen sätter in.

Våt nysnö kan ha densiteter 100-300 kg/m<sup>3</sup> och ger då ner till 3-4 mm snötäcke per mm nederbörd.

Februaris temperaturer, nederbördsdata och snödjup för Umeå har sammanställts i nedanstående figur.

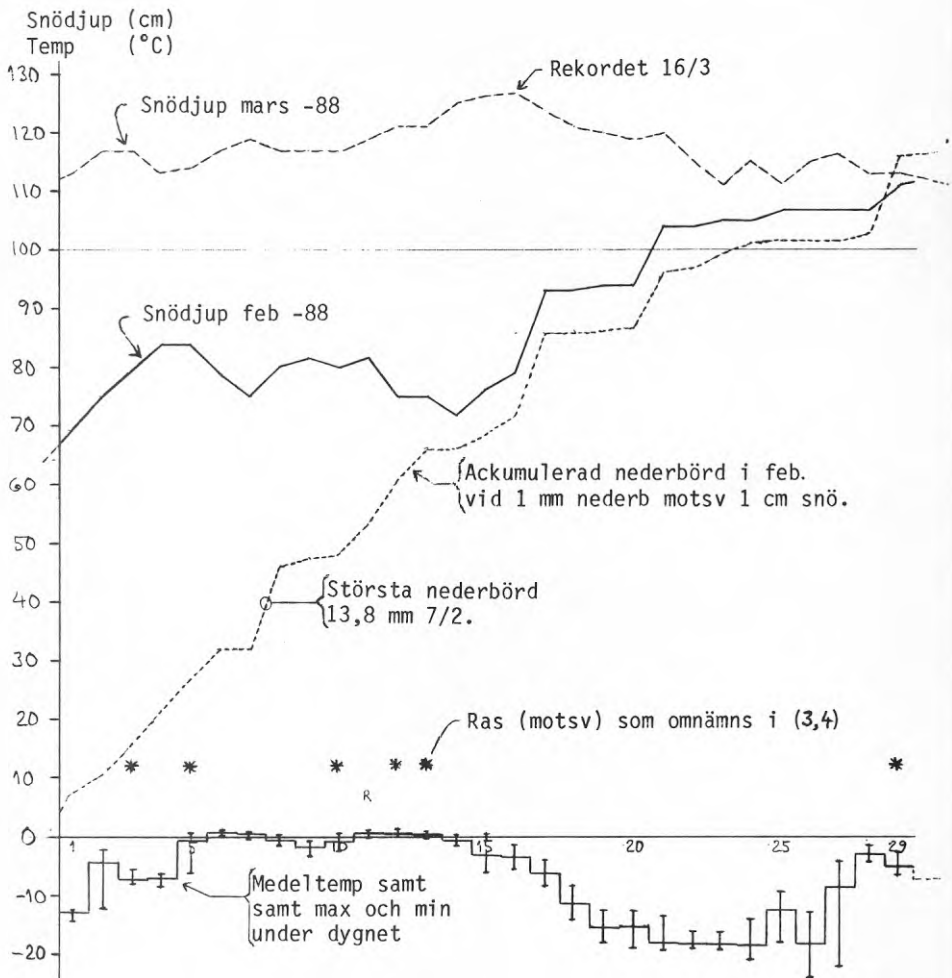


Fig 1.1 Temperatur, nederbörd mm för Umeå februari 1988.

### Nederbörd och snödjup följs åt i början av februari.

I februariöversikten på föregående sida har nederbörden lagts in som en särskild kurva under antagandet att 1 mm nederbörd ger 1 cm snö. Antagandet är grovt och schematiskt men ger ändå en viss bild av hur nederbörden har fallit och hur nederbörd och snödjup följs åt under inverkan av bl a temperaturen.

Man ser att de stora nederbördsdygnen var 7,16,20 och 28 med rekordet den 7. (13,8 mm).

Snödjup och nederbörd följer varandra någorlunda de första fyra dagarna - dygnsmedeltemperaturen var här  $-5^{\circ}\text{C}$  och lägre.

### Fortsatt blidväder, nederbörd och sättning i snön.

Under den följande 10-dagars perioden, 5-14, rådde markerat blidväder. Under denna period föll ca 40 mm nederbörd men snödjupet minskade från 84 till 72 cm. Dygnsmedeltemperaturen pendlade kring noll, med mycket små dygnsamplituder.

Månadens maxtemp  $1,2^{\circ}\text{C}$  den 11/2. Perioden innehöll vidare 4 dagar med snöblandat regn, 4 med dimma, 5 med fukt-dis plus att månadens enda dygn med regn kom den 11/2.

Den tunga nederbörden har här sugits upp i snötäcket och packat det. Av intresse är också att 6/2 inte gav nederbörd men att fukt-dis och dimma rådde och att snödjupet fortsatte att sjunka.

En teori är att underliggande snö har absorberat fukt från luften, dock kan snösättningen ha varit en naturlig följd av föregående dags snöblandade regn.

### Kallare väder, botten nådd 26/2 med $-24,4^{\circ}$

Resten av månaden gav kallare väder. Månadens mintemp noterades den 26/2 med  $-24,4^{\circ}\text{C}$ . Månadsrekordet från 1978,  $-38,2^{\circ}$ , stod sig. Nederbördskurvan och snödjupet följs åt ganska bra - nederbörden har i sin helhet utgjorts av snö.

Omedelbart efter köldrekordet den 26/2 steg medeltemperaturen och dygnsamplituderna. Ett snöfall den 28 gav 13,3 mm nederbörd och en ökning av snödjupet med 4 cm till månadens max 111 cm.

Lennart Boström, byggnadsinspektionen Umeå, har i ett skadeblad i Byggindustrin (3) och ett föredrag på Trähusdagen 1988 (4) berört några ras och krissituationer i Umeå-området.

Sex omnämnda situationer i februari har lagts in i figuren på föregående sida. Man ser att fem ligger i första hälften av månaden, under snöfallsperioden.

De skottningsinsatser som initierades räddade förmodligen många fler byggnader från kollaps.

Det sista raset i översikten inträffade den 29, efter månadens storleksmässigt tredje snöfall. Taket hade tidigare skottats i omgångar men nu var det, med nederbördsspråk, tredje gången gillt.

### Snödjupet i mars

Som illustration har även snödjupet i mars månad streckats in. Här kan nämnas att de första tre dagarna var kalla och gav 4,4 mm nederbörd.

Den 4 var nederbörden endast 0,1 mm men dygnsmedeltemperaturen gick upp till  $-2,8^{\circ}\text{C}$  vilket gav effekten att snödjupet minskade. Från 5/3 till 16/3 föll i omgångar totalt 31,3 mm vilket gav ökningen till rekordet 127 cm den 16.

Pausen den 12. var under ett dygn med 1,5 mm nederbörd och  $2,9^{\circ}\text{C}$  medeltemperatur.

Från den 16 till mars månads slut föll endast 12,2 mm. Den 20/3 steg temperaturen markant och nådde max de 28. med  $2,5^{\circ}$  resp dygnsmax den 31. med  $0,5^{\circ}$ .

### 1.3 Varför all snö och varför så tung?

Vid diskussioner med olika befattningshavare med olika professionell anknytning till klimatfrågor framkommer bilden av att risken för stora snömängder i kusttrakterna hänger samman med mildt väder, öppet vatten, lågtryck och pålandsvind.

Som jämförelse till här aktuell vinter kan nämnas att en vinter tidigare, 86-87, fick Småland, Öland och Gotland stora snöproblem, även där i kombination med hård vind från öppet hav. Då och då kan också Skåne få ordentliga snöfall i samband med hårda vindar österifrån.

Vindar som passerar öppet hav kan ta upp stora mängder fukt, mera ju varmare vattnet och vindarna är. Så fort de fuktiga vindarna når kusten och tvingas upp/avkyls kondenserar fukten till regn eller snö. Nederbördsmängderna faller ut inom någon mil från kusten beroende på dess struktur.

Risken minskar när havet frusit till. En synpunkt som framkommit är att "de milda höstarna är kanske inget att ha i det här avseendet, vattnet i Östersjön, Bottenhavet och Bottenviken blir för varmt för länge. Risken ökar att få oväder över kusten".

Det som här hände var att en serie lågtryck över Skandinavien gav "lämpliga" vindar som ledde till det ovan beskrivna förloppet. Som jämförelse kan nämnas att i januari fick södra Sverige större nederbördsmängder än Norrland. Största månadsnederbörden i landet, 186 mm, föll i Torup i Halland och Lund fick sitt lokala rekord höjt från 101 till 104 mm.

I februari fick även delar av Bohuslän och Dalsland nederbördsmängder som nådde 300 % av normalt eller något däröver.

Några intressanta klimatdata från Umeå

Temperaturer (°C)	januari	februari	mars	april
månadsmedel 1)	-5,6 (2,4)	-7,3 (0,6)	-4,5 (0,1)	0,1 (-1,1)
dygn m medeltemp 0	3	5	4	17
max	1,9	1,2	2,5	11,4
min	-23,6	-24,4	-25,1	-14,8

Nederbörd (mm)	januari	februari	mars	april
dygn m regn/regnskur	1	1	0	4
" " snöbl. regn	4	5	1	1
" " snöfall/-by	24	25	26	8
totalt (% av normalt)	76 (155)	117 (389)	51 (195)	12 (36)

Snödjup	dec	jan	feb	mar
slutet av mån (cm)	50	64	111	111
				23

1) Avvikelsen i °C från normalvärdet inom parentes.

Fig 1.2 Temperatur, nederbörd mm för Umeå nov -87 april -88

Av figur 1.2 framgår bl a januaris temperaturöverskott, 2,4 °C, och att februari hade 5 dagar med dygnsmedeltemperatur över 0. Vidare ser man att februari och mars var de nederbördsrikaste månaderna i förhållande till normalt. Att dygnen med nederbörd blir fler än månadens dagar förklaras av att för vissa dagar har t ex både snö och snöbl regn registrerats. Efter 117 mm nederbörd under februari hade snödjupet ökat med endast 47 cm, från 64 till 111.

### 1.3 Snöfallet och $s_0$ -lasten i byggnormen och i praktiken.

Snödjup och densiteter diskuteras av Sture Åkerlund i en artikel i Bygg och Teknik (5). Här anges ett framräknat 50-års snödjup till 123-132 cm och 50-års snölasten till 2,8 kN/m<sup>2</sup>.

Det uppmätta snödjupet innebar att man i stort nådde 50-årsvärdet. Beträffande snölasten jämförs 2,8 kN/m<sup>2</sup> med  $s_0$ -värdet för Umeå i Svensk Byggnorm, 2,5 kN/m<sup>2</sup>. Överskridandet 12 % är inte speciellt stort och definitivt under de säkerhetsreserver som normalt skall finnas i byggnaders takkonstruktioner.

I beaktande av de uppmätta densiteterna bedöms dock att 50-årslasten överskreds, något som ligger i sakens natur - möjligheten/risken är ju 2 % varje vinter.

Snön och snösituationen behandlas även av Helena Törneby i ett examensarbete vid Tekniska Högskolan i Luleå. (6)

En allmän åsikt i de av snöfallet berörda områdena är att byggnormens snölastreducering för kusttrakterna borde tagas bort.

SMHI stöder inofficiellt intrycket att de senaste åren har inneburit en något annorlunda klimattyp - milda höstar har kunnat följas av perioder med sträng kyla. Genombrott av milda atlantvindar har ersatt kallperioder plötsligt och tvärt. Ostvindar från öppet hav har gett svåra oväder över de kusttrakter som drabbats. Skäl finns att förmoda att denna klimattyp kan fortsätta.

Inslagen av mildt väder och våta/tunga snöfall ger också anledning till observanda beträffande takproduktionen.

Så bör man exempelvis i allt som har med taket att göra på ett helt annat sätt än tidigare beakta sambandet och samverkan mellan klimatfaktorerna - snö, kyla, regn och vind - och takets form, dess bärverk, lutning, vattenavledningssystem, materialval och materialdisposition.

Egenkontroller och kontroller med stark ambition att bevaka belastningsbilden, detaljer och installationer både i projekterings- och utförandeskedet bör vara ett rutinmässigt inslag i verksamheten.

Taket skall kunna klara de för varje ort strängaste köldperioderna, tyngsta snövintrarna, gassigaste soldagarna och hårdaste slagregnen utan att husägaren skall behöva gå upp och skotta, sätta ut hinkar så fort det regnar eller reparera taktäckning, detaljer och installationer så fort våren gör det möjligt att sätta igång.

Taket är en viktig byggnadsdel som är värd stor omsorg.





## 2. SKADOR OCH LÄRDOMAR

### 2.1 Sammanställningar och rapporter

Snöfallet blev en hård prövning för många byggnader, för deras takkonstruktioner, taktäckningar och detaljer samt för kompletteringar, installationer och genomföringar.

Ett hundratal byggnader av olika slag bedöms ha blivit förstörda eller fått sina tak helt eller delvis förstörda av snön.

Därutöver bedöms många fler ha fått smärre skador av olika slag på ovan nämnda delar och detaljer, t ex att tätskikt har sträckts sönder och skruvar, nitar och plåtfalsar deformerats till otäthet. Dessutom har följskador av snöskottningen inträffat, t ex sönderhuggna tätskikt och hängrännor samt sträckta ryggar och muskler.

Någon fullständig förteckning på vad norrlandsvintern medförde och kostade torde knappast kunna erhållas. Enstaka informationer tyder dessutom på att snö-takproblem även har förekommit på andra ställen i landet.

Med fokusering på främst Norrlands kusttrakter och vintern 77-78 har dock översikter och sammanställningar gjorts med olika fullständighet efter hand som uppgifter och informationer blivit tillgängliga.

#### Sammanställningar vid Tekniska Högskolan, Luleå

Vid Tekniska Högskolan i Luleå har prof Bernt Johansson bl a utrett skador på limträbalkar. Vidare har där Tomas Persson i ett ex-ett examensarbete sammanställt och analyserat skador, orsaker mm synkront med denna rapport. (6)

Tomas Perssons skadeöversikt samrapporteras med Helena Törnebos tidigare nämnda analys av snön och snösituationen. (5)

### 2.2 Förteckning på några skadefall

I nedanstående komprimat har några skadefall och krissituationer förtecknats. I några fall har snölasten angivits.

		Snö kN/m <sup>2</sup>
1) <u>Skola</u>	delras i taket, fackverkstakstolar trä, spikplåtar felaktigt placerade.	1,8.
2) <u>Matsal</u>	totalras, fackverkstakstolar trä. Ev spikplåtar lossat (felkonstr?).	2,8
3) <u>Gymnastiksal</u>	totalras limträbalkar. Brott i limfogar.	1-2
4) <u>Gymnastiksal</u>	rasrisk, limträ som 3 ovan.	-2
5) <u>Varuhus</u>	rasrisk beträffande profilerad takplåt.	-3
6) <u>Kvartersgård</u>	ras i uppstolpning, plåttak. Infästning takåsar stödben otillräckliga mm.	?
7) <u>Industri</u>	ras som 6 ovan. Konstr/utförandefel.	-3
8) <u>Lagerlokal</u>	totalras. Limträbalkar, underdimensionerat.	?
9) <u>Skola</u>	delras, trätakstolar, tryckt stång utknäckt.	
10) <u>Förråd</u>	totalras fackverkstakstolar stål, sekundärbalkar otillräckligt skarvade.	
11) <u>Tennishall</u>	snöras, snörasskydd förstört.	
12) <u>Maskinhall</u>	totalras, stålpelare underdim./utknäcna.	
13) <u>Hyreshus</u>	takfot, tegel, bärläkt, hängrännor, takstege	
14) <u>Småhus</u>	veranda utpressad 4 cm fr huset av snöras.	
15) <u>Grossistlager</u>	delras profil takplåt. acceler. vattenficka.	
16) <u>Godsterminal</u>	rasrisk, nedböjningsskador.	
17) <u>Industri</u>	delras takplåt + sekundärbalkar, snöficka.	
18) <u>Industri</u>	delras som 17 ovan.	

### 2.3 En vinterbild som ger viktiga lärdomar

Skador och skadeorsaker samt snö och snölast har som tidigare nämnts berörts i artiklar och föredrag. (3-5)

De behandlas också mera ingående, parallellt med denna rapport, i ett examensarbete från Tekniska Högskolan i Luleå. (6,7)

Med facit i hand och med erfarenheter från nämnda arbeten, från samtal med olika befattningshavare och via en samlad förtrogenhetskunskap kan en bild sammanställas:

- Snölasten var "på 50-års nivå" och däröver.
- Snön var osedvanligt tung och kompakt redan från början vilket "lurade" många. Att taket var tungt belastat såg man, i den mån man hann, lika mycket underifrån genom de skador och indikationer som där visade sig.
- De flesta tak har måst ta i anspråk hela sin normenliga kapacitet - och mera. De har alltså varit in en bit på området mellan tillåten och brottlaster.
- De flesta takrasen visade sig bero på felaktigheter av något slag i dimensionering/konstruktion, tillverkning/kontroll eller utförande/kontroll.
- Många takkonstruktioner är känsliga - en lokal kollaps i ett fack stör sidostabiliteten och leder till fortskridande ras.
- De första rasen och krissituationerna gav indikation på att snö-situationen var svår och att takskotning var nödvändig.
- De första rasen tjänade därmed som väckarklocka och kan med säkerhet ha räddat ett mycket större antal tak från kollaps.
- Kostnaderna för vintern - direkta sådana för snöskotning, reparationer, produktions- och arbetsbortfall samt indirekta som efterlagningar och diverse förstärkningar etc under sommaren har varit kostsamma - totala summorna i enskilda fall har inte kunnat erhållas. Summor på 50-200 kr/m<sup>2</sup> har dock nämnts.
- Om dessa summor "byggts in" i konstruktionerna redan från början hade de i många fall varit intjänade redan efter denna vinter.
- Väderleksläget de senaste åren har varit ojämnt - markerade kallperioder med delvis sträng kyla har växlat med inslag av varmluftströmmar västerifrån och, vad som är värre i det här sammanhanget, otsliga vindar från öppet hav.
- Snölasten för kustzonen bör vara lika som området längre in.
- Observansen bör ökas med avseende på
  - hur snön faller/driver ihop i lågzoner och bakom skärmar ed.
  - att snölasten kan omlagra sig beroende på klimat, taktäckningsmaterial, lutning och hinder.
  - att vattenavledningen måste vara utformad med hänsyn till vinterfallet, dvs tung snö med ännu tyngre snösörja i botten.
  - översyn och underhåll, t ex rensning av brunnar och kontroll av att installationsarbeten etc inte har punkterat tätskiktet.
  - att skapa bättre översyn- och underhållsmöjligheter i förvaltningskedet, kanske fasadtrappa i stället för fasadstege, en liten men dock trappa och ett trapphus med dörr i stället för lejdare och en taklucka som ett nålsöga. Att de storskaliga åtgärderna kommer utifrån - via ställningar, hissar, kranar och helikoptrar - får inte lura en att tro att vardagsunderhållet kan klara sig med de småhål som ofta projekteras in.
- Egenkontroll i alla led - lastberäkning, konstruktion/dimensionering, tillverkning, montage och avslutande besiktnings-måste göras kvalitativ och inriktas mot att skapa takkonstruktioner som kan ge sina ägare och nyttjare goda funktioner och miljöer under lång tid med rimliga övervaknings- och underhållsinsatser.

### 3. EKONOMISKA ASPEKTER

#### 3.1 Takets kostnadsgrupperingar

I en grov skissering kan man säga att kostnaderna för ett tak formas av två delar, investeringen vid nybygget och underhållet under dess bruksskede.

Nybygget innehåller då sådana poster som programarbete, projektering, utförande, olika kontroller i anslutning till dessa aktiviteter samt inte minst de material som byggs in.

Underhållet under bruksskedet kan omfatta besiktning/översyner, rensning av brunnar e d, småreparationer och så småningom större reparations- och ombyggnadsinsatser.

Vanligen strävar man efter att skapa balans mellan dess två huvuddelar. Man vill väl sällan bygga "billigt" i alla dess avseenden och därigenom dra på sig stora årliga kostnader, av vilka många dessutom kan bli av akut karaktär.

Å andra sidan vill man heller inte överutreda, överprojektera eller ge taket överkvalitet i fråga om material och konstruktioner. Överkvaliteter som man aldrig kommer att utnyttja - som aldrig kommer att betala sig.

Balansen mellan investering/kvalitet vid nybygget och bruksskedets underhållskostnader blir ibland som man har planerat. Ofta blir den dock ojämn.

#### 3.2 Bruksskedets kostnadsspektrum.

Med fokusering på bruksskedet kan man konstatera att kostnaderna eller utgiftsposternas kommer ojämnt och är olika stora.

Längst ner och jämnast på en schematisk kostnadskurva har vi den kontinuerliga övervakningen och de periodiska besiktningarna med rensning av brunnar, borttagning av skräp e d, ofta verkställda av husägarens egen personal eller genom underhålls/inspektionsavtal på årsbasis.

Ur ekonomisk synpunkt finns här också årsdelen av sådana åtgärder som ackumuleras till följd av naturlig förslitning av sol, regn, värme, snö, kyla, vind, mekanisk åverkan och annat.

Den allmänna förslitningen på taket och kostnaden som detta för med sig är ofta svår att förutse trots erfarenheter, byggbestämmelser, råd och anvisningar, typgodkännanden och materialtillverkarens egenskapsredovisningar.

Det är dessutom svårt att förutse var förslitningen kommer först och mest. Exempelvis kan kvarstående vatten accentuera slitaget på vissa delar och föranleda delreparationer tidigare än förmodat.

Till detta kommer att många kombinationer av konstruktion, taklutning och material e d efter hand har visat sig mindre lämpliga. Dock kan här en förutseende, metodisk och målmedveten översynsrutin, kanske med fackmannens glasögon, många gånger och i god tid fånga in oväntade och icke förutsedda reparationsbehov så att akuta panikåtgärder undviks.

Under inverkan av klimatets extremvarianter, t ex hög sommarvärme, kraftiga slagregn, stark vinterkyla och tung snö kan dock kostnadskurvan få ökad lutning eller språngvisa ryck.

Kostnadsposter av vinterkaraktär

Som antytts kan det under en säsong hända specifika saker som kräver åtgärd under samma säsong, eller i varje fall före nästa vinter.

Dessa åtgärder medför då ett språng i årskostnadskurvan eller att den börjar ändra lutning.

Händelser och korrigeringar av vinterkaraktär kan exempelvis beröra

- taktäckningen            papp- och plåttäckningar söndersträckta, ofta över stöd. Infästningar som sträckts/skjuvats till otäthet. Takpannor trasiga e d. rännor av olika slag deformerade.
- vattenavledningen        snörasskydd stukade, takstegar rubbade
- kompletteingar           ventilationshuvor, luftningsrör, antenner och plåtskorstenar rubbade e d.
- installationer            inredning, mellanväggar, dörrar eller installationer klämda/deformerade.
- undersidan                Arrangemang för produktionen, t ex kranbanor, transportband etc störda.

Exempel från aktuell vintersäsong.

En tennishall med plåttak och snörasskydd hade vintertid haft läckage från någonstans. Läckaget visade sig komma från otätheter i skyddets infästningar - snötyngden hade deformerat skruvar och skruvhål så att smältvatten från snölagrets bottenskikt hade kunnat sippra in.

Anhopningen av blötnö/smältvatten kan ha accentuerats av återfrysning och isdämning.

Frågan om att behöva skotta taket med hänsyn till snölasten var här aldrig aktuell. Att sedan snön rasade och rev med sig skyddet är en annan sak som berörs i kap 4.

För den här byggnaden stod man inför valet att sätta upp skyddet igen, kraftigare eller flera, som verkligen skulle kunna hålla kvar snön.

Man löste det omvänt - tätade infästningshålen, lagade skadad plåt och disponerade om marken nedanför takfallen.

Man låter därefter snön rasa bäst den vill.

Vinterkostnaderna blev därmed måttliga - lagning av taket plus något för att man inte kan använda viss del av marken

Exempel från tidigare vintrar

Ett varuhus har tak med papp på isolering på profilerad plåt på betongbalkar c 6,2 m. Då och då har man fått sträckskador i takpappen över stöden, över betongbalkarna.

Reparationer har då fått göras i olika omfattning vilket lett till skarvryggar och valkar som försvårat utjämning av regnvatten i rännedalarna.

Brunnarna sitter vid vart 3. fack, vid pelare.

Kostnaderna för sträckskador av det här slaget är svåra att beräkna. I enskilda fallet kan de dock vara relativt måttliga, kanske lagning av sprickor i ett par stödlinjer för ett par tusenlappar innan sommarregnen kommer.

Problemen är dock till stort besvär och ofta oväntade och obudgeterade.

Brytpunkten - när allmän skottning måste tillgripas.

Om och när man kommer i ett läge då allmän skottning anses nödvändig stiger vinterkostnaderna brant.

Snöintern 87-88 inträffade i speciellt Umeå-området att generell snöskottning rekommenderades och iscensattes. Man gick bokstavligen man ur huse. Byggnadernas ägare skottade själva, beordrade egen personal, tillgrip fackresurser utifrån och fick i många fall frivillig hjälp från idrottsföreningar och värnpliktiga.

Tack vare dessa insatser bedöms många tak ha räddats från total eller partiell förstörelse, dock till priset av direkta och indirekta kostnader av det slag som antytts tidigare.

Kostnadspanoramats för själva snöskottningen kan till en början synas enkelt och överblickbart - snöskottning, borttransport och diverse smärre efterarbeten.

Dock måste notan fyllas på med flera poster - den kanske måste byggas upp så här:

#### Initialkostnader

- Snöskottningen vakhållning, skottning, borttransport
- Produktionsstörningar nyttjade områden på marken som måste spärras av eller ianspråktagas för dumpning och bortkörning
- Olycksfall (motsv) nedstörtning, sträckta muskler etc

#### Följdstnader

- Taktäckningar reparation av sönderhuggna/-stansade tätskikt och åverkade plåtfalsar och infästningar.
- Kompletteringar skyffelskadade plåtbeslagningar
- Vattenavledningar sönderhuggna gesims/fot/stånd/hängrännor samt skyffelskadade brunnsanslutningar e d.
- Installationer "påkörda" antennstag etc
- Övrigt på vägg och mark reparation belysningsarmaturer, skyltar, skärmtak, cykelställ, rabatter ed arbetsbortfall personal mm
- Rehabilitering

För den aktuella vintern har inte snökostnaderna kunnat fångas in annat än översiktligt. Som antytts har egen personal, frivilliga och kommenderade, vana och ovana slutit upp och gjort sitt bästa för att få bort snön från taken.

Hjälpmidlen har varit allt från (snö)skyfflar till bandgående snöslungor. Borttransporten har skett med hjälp av olika redskap och lastmaskiner samt naturligtvis handskottning, allt efter brådska och möjlighet.

Från några objekt av olika storlek kan skottningskostnaderna grovt skisseras:

Kostnad, kr	Area, m2	kr/m2
2.500.000	50.000	50 1)
1.000.000	65.000	15
200.000	9.500	21
50.000	10 000	5 2)
6.000	210	21

1) Långa transportsträckor på taket.

2) egen personal, skottar ej ända ner, maskiner ej inräknade.



Av dessa och övriga informationer kan skönjas att en tung snö-  
vinter kan ge snökostnader i följande storleksordningar

	<u>kr/m<sup>2</sup></u>
● Stora, lättåtkomliga tak där nedanförliggande mark kan spärras av utan vakthållning och där borttransportförhållandena är gynnsamma	15-20
● Mindre och/eller komplexa, otillgängliga tak	20-30
● Komplexa takobjekt med svåra borttransportförhållanden och där vakthållning på trottoarer och vid livlinor måste arrangeras	30-

#### Snöskottning - för att ta bort last eller snö?

Ett tak borde vara konstruerat så, att det inte behöver skottas. Att så många tak ändå skottas beror då på någon anledning, t ex att

- det kommer mera snö än vad taket är dimensionerat för
- man är rädd att det inte skall hålla
- man vill skotta i förväg - när det passar, på normal arbetstid e d.

Anledningen kan också vara att snön ger ohanterliga problem i övrigt, tex istappar, återfrysning e d eller att man får nedböjningar och andra problem på undersidan så som tidigare antytts.

För låglutande tak är det i allmänhet last/nedböjningsproblem som överväger. För brantare tak kan orsaken vara istappar och isbildning vid takfot eller risk för snöras.

I den förra gruppen skottas säkert många tak i onödan - de skulle nog ha klarat sig ändå. Faktum är dock att de likväl skottas - som antytts på grund av någon speciell anledning eller någon odefinierbar oro för vad som kan hända, dvs rent preventivt, "lätt att göra det nu när vi har folk disponibla och kan ta det under ordnade förhållanden".

I den senare gruppen är skottning ofta nödvändig ur säkerhets-synpunkt - snö och istappar kan som nämnts falla ner på trottoarer och trafikerade områden.

För alla slags tak gäller dessutom att de ibland skottas för att helt enkelt befrias från den "råvara" som kan återfrysa i häng-rännor, rännadalar och på andra olämpliga ställen.



### 3.3 Skulle det löna sig att göra starkare tak?

Starkare tak kan vara bra att ha - tål mera snö, känns lugnare när vintern kommer, böjer inte ner lika mycket, tål en och annan tillkommande installation och kanske också en tilläggsisolering/omtäckning.

Kostnaden för att göra starkare tak kan skisseras utifrån några olika uppgifter och utgångspunkter.

#### Två exempel

Ett förråd, ca 200 m<sup>2</sup>, kostade enligt ett anbud ca 500.000 kr. För detta förråd kalkylerades vad "en snölast till" skulle kosta. Den dubbla snölasten skulle då medföra ett tillägg om ca 25.000 kr, dvs 5% ökning, motsvarande ca 125 kr/m<sup>2</sup>.

För en industri, där bärigheten i grunden är god, bedömdes 50 % höjning av snölasten kosta ca 50 kr/m<sup>2</sup> extra om den skulle ha byggts i dag. En ökning av snölasten med 30 % skulle, om endast sekundärkonstruktionen behövde förstärkas, kosta ca 10-15 kr/m<sup>2</sup>.

För ett industrinybygge i storleksordningen 5000 kr/m<sup>2</sup> leder således 50 % ökning av snölasten till en investeringsökning av storleksordningen någon promille, dvs "ett något tjockare streck i kostnadsstapelns övre ände".

Mot detta skall ställas snöskottningskostnaden. För ovan nämnda förråd kostar en skottningsomgång ca 7000 kr. De 25.000 kr extra som bärförmågan för en snölast till skulle kosta, motsvarar då drygt tre omgångar, ca tre år om man skottar en gång per vinter.

Rimligen skall dock inte en byggnad behöva skottas varje år. Varje omgång är kanske heller inte lika dyr som de som beskrivits ovan - även svåra vintrar är olika svåra. Kvar står dock faktum att om man har drabbats av tre-fyra större skottningsomgångar under en byggnads livstid har man förbrukat så mycket pengar som en liten snölastreserv skulle ha kostat.

Det kan således i många fall vara bra att göra starkare tak. Det kan ibland också löna sig att förstärka befintliga tak.

#### Några erfarenhetsexempel.

En stor fastighetsägare som aktuell vinter drabbades av ett takras har för alla byggnader påbörjat en besiktningsomgång med sikte på kontroll och förstärkning av tak och takkonstruktioner. Man har på det bestånd som hittills besiktigats fått anledning att i flera fall åtgärda konstruktionsdetaljer etc.

Ett varuhus som fick deformation i takplåtens upplag kommer att vid stöden banka in tråkilar med konisk form som passar till plåtens profiler. Tråkilarerna kommer att rädda upplagen om en likadan vinter skulle komma. De kommer också att förbättra plåtens momentupptagande förmåga över stöd.

En stor beställare/fastighetsägare begär numera att byggnaderna skall konstrueras för högre snölast än vad byggnormen påbjuder.

En norrländsk konstruktör "kör alltid med högre snölast, det kostar så litet i sammanhanget och ger bättre tak".



#### 4. DISKUSSION

##### 4.1 Tak med tung snö i kalla trakter - avvattningsprincipen

Diskussionen kring hur det optimala taket ser ut, vilken konstruktion och lutning som är bra, vilket tätskikt och vattenavledningssystem som är lämpligt etc förs kontinuerligt utifrån olika utgångspunkter och erfarenheter. Så har t ex

- beställare, ägare
- myndigheter - byggnadsnämnd mm
- projektörer inom alla konsultkategorier A, K, VVS, El osv
- bygglaget - entreprenörer, materialleverantörer
- kontrollanter
- nyttjare, förvaltare

sina speciella observationsplatser och synsätt, ibland med understrykningar av kommersiell natur.

På basis av erfarenheterna från aktuell vinter och från tidigare vintrar och vinterproblem görs denna diskussion ett försök att analysera takkonstruktioner, takformer, lutningar, material och vattenavledningsprinciper - allt i en fokusering på trakter med kalla vintrar och under trycket av stora snömängder.

Den illustreras med exempel från aktuell vinter tidigare vintrar med kyla och snö. Fokuseringen på stora snömängder är tillämplig även för trakter som man inte kan kalla kalla. De flesta delar av landet löper risk att då och då få stora snöproblem. Vintern 1986-87 fick exempelvis kusttrakterna i Småland hård vind med snömängder som isolerade många gårdar. Då och då får Skåne svåra snöoväder.

Diskussionen vill illustrera och betona vikten av att taket ges de kvaliteter som föreskrivs/rekommenderas/illustreras i föreskrifter, HusAMA och olika branschredovisningar etc, att dess detaljer och kompletteringar behandlas seriöst och ambitiöst i alla led under sin tillkomst och därigenom ges bästa möjliga förvaltningsförutsättningar så att det kan tjäna som ett bra skydd för underliggande funktioner och miljöer.

##### Takavvattningsprincipen en lämplig indelningsgrund

En studie av takproblematiken kan göras med lutning, takform, stomsystem eller taktäckning som första sorteringsbegrepp.

Här har i stället valts takavvattningsprincipen - invändig eller utvändigt. Anledningen är främst att den formar vissa delar av takets laststruktur som speciellt vid stora snömängder och blidväder kan kräva särskilda kvaliteter hos taket.

Takavvattningsprincipen är därmed en av många viktiga faktorer som styr projekteringen och utförandet av ett bra tak.

Den sammanhänger med konstruktion, material, och installationernas struktur och placering.

Att bli av med vattnet - regn på sommaren och smältvatten på vintern - är en av takets viktigaste uppgifter. Om vattenavledningen inte fungerar blir förvaltningskedet besvärligt och dyrbart.

Det kan således vara intressant att diskutera utifrån avvattningsprincipen. Den spelar roll för möjligheterna att befria taket från regn och smältvatten - och därmed last.

Man kan också många gånger finna större variationsmöjligheter och begränsningar inom respektive princip än mellan dem.

## 4.2 Invändig avvattning

### 4.2.1 Det horisontella taket

Den byggnadsspecifika snölastsituationen på ett horisontellt tak på en viss plats betingas av storlek, höjd ovan mark, närhet till andra byggnader etc samt av fläktrum, sargar och andra hinder.

Ensamt belägna tak med måttfull storlek och med få hinder kan ofta få mindre snö än vad byggnormen antager - snön blåser helt enkelt bort.

Omvänt kan tak med sargar, fläktrum och andra hinder få lokala snökoncentrationer, olika beroende på vindstyrka och vindriktning.

Stora tak med anslutande högre byggnadskroppar kan dessutom få speciella, svårförutsebara snöanhopningar.

Som exempel kan nämnas en industri med ett principtvärsnitt enl Fig. 4.1.

Här fungerade det högre kontorshuset som ett slags storslagig snöskärm.

Vid ett tillfälle med hård vind från "lämpligt" håll och snö med "lämplig" densitet bildades en friliggande "snöficka" ca 30 m ut på det lägre taket. En lastkoncentration som knäckte takplåten och deformerade sekundärbalkarna.

Det horisontella taket är, som namnet säger, teoretiskt helt horisontellt.

Det har i äldre versioner vanligen en ca 50 mm hög fasadsarg. Fig 4.2.

Vid denna sarghöjd kunde vatten sköljas över vid hård vind eller genom blötsnödämning.

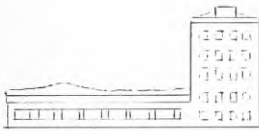


Fig 4.1  
Högre huset ger  
snöskärmseffekt.

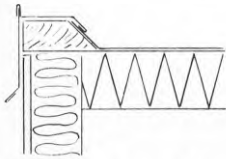


Fig 4.2 Sarg 50 mm.

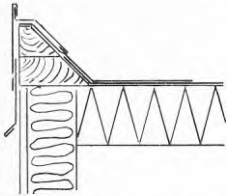


Fig 4.3 Påbyggd sarg.

I nyare byggande är sargen därför ofta högre, t ex enligt HusAMA 83 fig M/85.

Vid renoveringar, eller som särskild åtgärd, har ibland en befintlig sarg höjts från 50 till 100 mm. Fig. 4.3

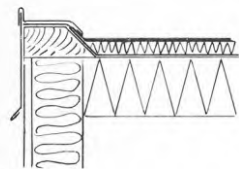


Fig 4.4 Reducerad sarg.

Omvänt finns exempel på hur man vid en omtäckning byggt bort delar av den befintliga sargen.

Fig 4.4 visar en 50 mm sarg efter omtäckning med en renoveringsboard. På vissa avsnitt var det endast ett par centimeter kvar till krön.

### Takavvattningen

Takavvattningen på ett horisontellt tak kan sägas ha ett sommar- och ett vinterfall.

På sommaren är taket obelastat vad snö och is beträffar. Vattenavledningen betingas då i huvudsak av byggtolerans- och installationstekniska avvikelser från det teoretiska horisontalläget - och naturligtvis av brunnarnas antal och placering i stomsystemet.

Installationer på båda sidor om taket samt övriga nämnda faktorer kan ha gett vattensamlingar som inte avvattnas mot brunnarna.

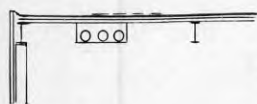


Fig 4.5  
Vattensamling  
vid nedböjning.

Installationer på båda sidor om taket samt övriga nämnda faktorer kan ha gett kvarstående vattensamlingar. Fig 4.5. I övrigt är vattenavledningen till brunnarna relativt obehindrad. Tätskiktetsmaterialen i sig utgör inget hinder - möjligen kan papptak med kornbeläggning buffra vissa, dock minimala, vattenmängder genom sin skrovlighet.

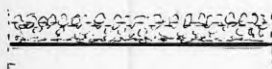


Fig 4.6  
Nedskräpat  
singeltak.

Enda undantaget är tak med singeltäckning. De har ofta en trög avrinning. Anledningen är delvis indirekt - singlet buffrar skräp och löv mm vilket har en vattenkvarhållande effekt.

Vid besök på ett singeltak noterades på vissa delar ca 4 cm vatten, nästan upp till singeltäckningens övre yta - syntes inte uppifrån. Fig 4.6.

Singlets hålrum var således vattenfyllda och man hade här en "vilande bottenlast" om ca 0,3 kN/m<sup>2</sup>.

#### Vinterfallet

På vintern, med snölast på taket, får man de nedböjningar som betingas av stomsystem, spännvidder, styvheter etc samt naturligtvis brunnarnas antal och placering.

Om brunnarna således är rätt placerade, dvs vid vinterlåg-punkterna, har man åtminstone en teoretisk möjlighet att avleda smältvatten från en tinande snö. Fig 4.7.

Fig 4.7 visar en schematisk bild från en industri där brunnarna ligger i vinterlågpunkterna. Denna industri har dock även sommarlågpunkter vid bl a några installationer av typ som visas på fig 4.5 ovan.



Fig 4.7  
Vinterlågpunkten  
dränerad.

Avvattning av smältvatten i botten på ett snölager är dock generellt dålig på horisontella tak.

Fahlström (8) visar att smältvatten kvarhålls kapillärt och att smältvattentransporten i horisontell led är långsam i ett skikt med snösörja.

Vid markerat blidväder kan man på stora tak få blötsnö med tjocklekar i storleksordningen 10 cm och motsvarande "bottenlast" om ca 1 kN/m<sup>2</sup>.

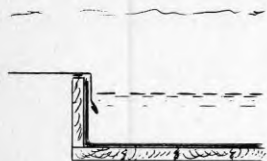


Fig 4.8  
Blötsnö kan ge  
vattentryck.

Så länge det inte snöar mera utgör denna "slaskpost" inget problem vad lasten beträffar - det är ju samma snömängd som förut. Dock ger snöslasket vattentryck som attackerar skarvarna i tätskiktet samt sargar och uppdragningar. Fig 4.8.

Den stora faran ur lastsynpunkt är om det börjar regna. Då buffras regnet upp i snön och nederbörden blir ett direkt lasttillskott.

Först när regnet har blött upp snön ordentligt börjar vatten ledningen ta fart.

Ett av töväder och kanske regn hopsjunket snötäcke kan förläda husägaren till ett falskt lugn - "det är inte så mycket snö på taket". Vid förnyat snöfall är det lätt att glömma den tunga bottendelen.

### Återfrysning vid kallare väder.

Vid kallare väder återfryser smältvattnet. Vatten som fryser innebär slitage på tätskiktet genom isens temperaturörelser och sprängverkan.

Återfrysningen kan ske allmänt, över hela taket, vid temperaturfall. Vid solstrålning, på senvintern-förvåren, kan den ske lokalt när t ex skuggan från fläktrum etc vandrar över takytan.



Fig 4.9  
Dukar/folier har låga skarvar.

Släta tätskikt som dukar och folier torde dock utgöra ett "dåligt" fäste för isen. Fig 4.9.

Många av dessa material har dessutom hög brottöjning.

Takpapp utan kornbeläggning är lika slät men har skarvarnas valkar och kanter som kan fånga upp. Fig 4.10.

Rostfri plåt är mycket slät men med falsar som i ena riktningen bildar ordentliga "dubbar". Fig 4.11.



Fig 4.10  
Papp kan ha skarpa skarvkanter.

Takpapp med kornbeläggning är det skrovligaste tätskiktet. Här kan isen hugga fast ordentligt.

Olika slags tätskikt ger således olika förutsättningar för isens slitage. Slitaget kommer av att isens egna temperaturörelser ger dragspänningar. Isen spricker och kan då "ta med sig" sprickan ner i tätskiktet.

På liknande sätt kan förändringar i nedböjningsbilden ge sprickor i vilka smältvatten kan sugas upp och frysa varvid sprängverkan uppstår.

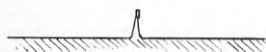


Fig 4.11  
Sömsvetsad plåt har 2-3 cm fals.

### Det horisontella taket - lagd last ligger.

Generellt har man för det horisontella taket vintersituationen att snön - och regnet - stannar där det har fallit. Man har de ovan nämnda svårigheterna att bli av med smältvattnet i botten på ett snölager och man har därmed också en utsatthet såtillvida att återfrysningar sliter på tätskiktet.

Omvänt kan man säga att horisontella tak inte ger den lastomlagringsrisk som man kan få på lutande tak och som brörs längre fram.

Rekommendabelt är att märka ut vattensamlingarnas lågpunkter och där sätta in extra brunnar.

Beroende på takkonstruktionen kan det vid slanka stommar också vara bra att klara ut vinterlågpunkterna och sätta in brunnar även där.

Man har då en logiskt riktig möjlighet att bli av med det smältvatten som når dit.



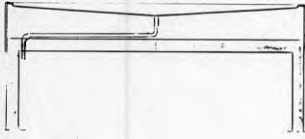
4.2.2 Motfalls-, pulpet- och sadeltak med lutningar kring 1:20

Fig 4.12 Motfall.

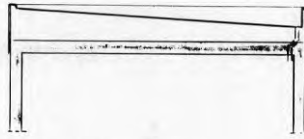


Fig 4.13 Pulpet.



Fig 4.14 Sadel.

Gemensamt för dessa tak är att de oftast har en horisontell taklist. Man får därigenom en sarg vars höjd betingas av lutningen och takfallets längd. En lutning 1:40 ger 2,5 cm sjunkning per meter. Ett takfall med längd 6 m ger då 15 cm höjdskillnad mellan nock och rännedal.

Till detta kommer sarguppbyggnaden, t ex 100 mm enligt Hus-AMA, fig M/85. Jfr Fig 4.2-4.

Vid mycket långa takfall kan dock sarghöjden bli ca 80 cm vid rännedal. De snöanhopningar som då kan uppträda ger anledning till observans vid dimensionering av takkonstruktionerna resp utformningen av byggdetaljerna.

Sarghöjd, skuggning, återfrysning

De lästa lutningarna ger inte speciellt höga sargar ens vid långa takfall. Vid snöfall och snödrev får man smärre snöanhopningar men några större lastkoncentrationer torde ej kunna ske.

Snösmältning kan som på alla tak ske allmänt - vid blidväder och där solen kommer åt.

Den kan också ske lokalt - vid värmebryggor, ojämn värmesolans eller där varmluft strömmar upp.

I kraft av sargarnas höjd och i vissa avseenden också lutningen får vi dock en annan bild än för det horisontella taket.

Solstrålningen kan tex nå översta delen av ett takfall och där smälta snön medan lägre delar ligger skuggade och med minusgrader. Fig 4.13 och 4.14.

Vidare ger lutningen en möjlighet för smältvatten att leta sig ner mot rännदार etc. Denna möjlighet är dock liten så länge snön kan hålla kvar smältvattnet kapillärt och så länge snöslask hindrar avvattningen.

I och med att en ordentlig återfrysning sker upphör dock kapillär- och snöslaskeffekten. Vid fönyad smältning kan då det nya smältvattnet leta sig under isen, ovanpå isen eller i issprickor ned mot rännदार och brunnar.

Lutningen ger alltså under vissa betingelser en transport av vatten ned mot lägre delar. Exempel finns på tak med låg lutning som i slutet av vintern haft is med en tjocklek i rännдалen på upp till 15 cm, dvs en rännदalslast i storleksordningen 1,2 kN/m<sup>2</sup>.

Beträffande skuggning och därav orsakad återfrysning ger takets form och sargarnas höjd m m något skilda förutsättningar.

Så kan man t ex konstatera att vid motfallstak får solen goda möjligheter att nå rännaldalen. Enda skuggning och risk för återfrysning finns vid gavlarna, om rännaldalen går rakt fram.

Vid pulpettak och sadeltak med kantsargar blir rännaldalen i vissa lägen skuggad. Man har då en återfrysningsrisk "på fel ställe", dvs i närheten av där man har brunnarna.

I viss mån motverkas detta av att värmeisoleringen ofta är sämre just i övergången vägg-tak, ett slags elkabeleffekt.

#### Vattenavledningen - brunnarna.

Sammantaget kan man för dessa tak och dessa lutningar notera att

- sarghöjden och takfallets höjdskillnader normalt inte ger besvärliga snöanhopningar,
- rännaldalar och lägre liggande delar av takfallen kan ligga skuggade och därmed drabbas av återfrysning,
- rännaldalar kan få iskoncentrationer som då bildar en bottenlast som "förbrukar" en stor del av snölastkapaciteten.

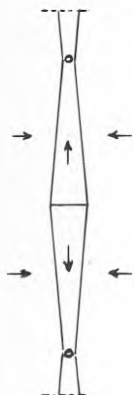


Fig 4.15  
Rännaldalsfall

#### Rännaldalsfall

Öfta diskuteras nyttan och behovet av att bygga upp rännaldalsfall, t ex 1:100 som berörs i Boverkets nybyggnadsbestämmelser. Fig 4.15.

Rännaldalsfall 1:100 förbättrar situationen i alla lägen - sommarregnet lämnar rännaldalen fortare och bättre. Kvarstående vattensamlingar som kan återfrysas och därmed slita på tätskiktet försvinner. Smältvatten som inte fångas upp av ovanliggande snö får viss möjlighet att lämna taket etc.

Dock torde risken för momentana blötsnökoncentrationer finnas kvar, speciellt vid blidvadersnöfall där blidvädret fortsätter så lång tid att snöslask hinner bildas i botten.

På befintliga tka kan falluppyggnad ske med i marknaden förekommande system med snedskurna mineralull-, cellplast- eller korkkilar eller med bulkvaror som bitumen/lättklinkerblandningar som spacklas ut till lämpligt fall och bildar underlag för nytt tätskikt.

Ett annat sätt är att bygga nytt underlag med råspont/plywood på träkilar etc. Fig 4.16.

Här gäller då att arrangera god luftning så att inte trävirket innesluts med fuktskador som följd.



Fig 4.16.  
Slutna utrymmen måste luftas.

Rännaldalsnocken bör givetvis placeras över stöd så att den "förstärker" de naturliga nedböjningarna.

Viss observans bör ägnas tätskiktet i nocken - falluppyggnaden accentuerar brytverkan av nedböjningen i fält.

Accelererande vattenficka - resultat av många faktorer.  
 Under vissa förhållanden kan ett tak riskera accelererande vattenficka. Riskerna dyker upp när lutning, hög sarg/takfallshöjd, en något slankare sekundärkonstruktion/takplåt och brunnar vid pelare rårar kombineras.

Risken belyses av nedan relaterade fall.

#### Varuhus

Ett varuhus med profilerad plåt, spännvidd 6,2 m och brunnar vid pelare råkade i krisläge aktuell vinter. Takfall och takfallslängd var sådana att rännalsområdet fick snöanhopning.

Plåten fick nedböjning intill ett stadium då den började deformeras vid upplagen. Fig 4.17.

Taket hann skottas innan något mera hände. Om skottningen inte hade påbörjats skulle takplåten med säkerhet ha kollapsat - den snö som föll efter skottningsstillfället hade påfört ytterligare ca 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

Även om det inte hade fallit ytterligare nederbörd skulle rännalsområdet kunnat få ökad last.

Händelseutvecklingen kunde ha blivit att smältvatten från takfallet så småningom förts ner till rännaldalen och då ökat på nedböjningen. Den ökade nedböjningen hade i sin tur ökat tillrinningen - och så vidare.

Genom att brunnarna ej låg vid vinterlågpunkterna fanns inte någon avvattning av vattenfickorna.

För detta tak rekommenderades att sätta in flera resp flytta bef brunnar så att varje facks vinterlågpunkt blir dränerad.

En sådan åtgärd hade också förbättrat läget generellt. Sommar- och vinterlågpunkter sammanfaller i stort och de kvarstående vattensamlingar som hittills har bottenfrusit varje höst försvinner.

#### Lagerbyggnad

En lagerbyggnad hade ett takfall i lutning 1:40 och horisontell taklist med 35 cm sarghöjd i nock.

Detta ger  $45 + 35 = 80$  cm sarghöjd nere i rännaldalen. Här föreligger liknande problematik som för varuhuset ovan.

Den 80 cm höga sargen gav vindturbulens och snöanhopning i ändfacken. Snö som då packades till högre densitet än den som föll längre in på taket.

Spännvidden var 7,8 m. Nedböjningarna blev så markerade att de med säkerhet "förstärkte" smältvattentillrinningen till lågpunkterna. Brunnarna vid pelarna gav ingen avvattningsmöjlighet från dessa lågpunkter.

Ett ändfack rasade medan övriga hann skottas.

Även för denna byggnad rekommenderades att sätta in brunnar i varje vinterlågpunkt.

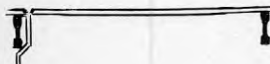


Fig 4.17  
 Risk för vattenficka i fackmitt.

Ovanpåliggande dräneringstunnel ger bättre avvattning?

Ett sätt att förbättra vattenavledningen i horisontella rännदार kan vara att applicera en ovanpåliggande dräneringstunnel.

En sådan tunnel kan i enklaste form göras av två vinkelställda bräder. Fig 4.18.

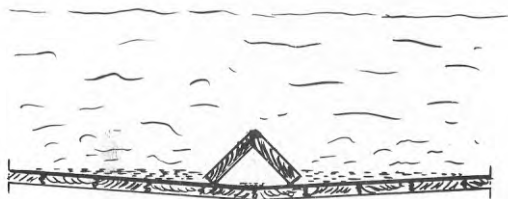


Fig 4.18. Dräntunnel av vinkelställda bräder.

En mera kvalificerad variant kan vara en rörskaål av mineralull eller cellplast. Fig 4.19.

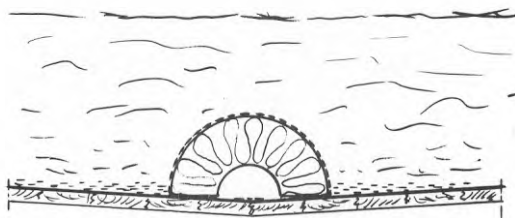


Fig 4.19. Dräntunnel av mineralull.

Denna måste då skyddas mot fottramp och fåglar etc och betr cellplasten även tyngas ner för att inte blåsa bort.

Syftet med en tunneln är att skapa en zon som är skyddad från snö och som alltid är något varmare än uteluften. Det smältvatten som når ner och in i tunneln hindras då inte av snöslask och is utan rinner mera obehindrat bort mot brunnarna och därmed bort från taket.

På ett tak i Stockholms norra utkant pågår sedan november 1988 ett 7 meter långt pilotförsök med en rörskaålstunnel. Här har rörskaålen skyddats med en perforerad plåt som är invikt som i fig ovan.

Taketets pappskarvar och vanliga ojämnheter gör att tillrinningen inte hindras.

Tunneln ligger löst och kan därmed vikas åt sidan för rensning och inspektion. Den är tillräckligt tung för att inte blåsa bort.

Den första halvan av vintern 88-89 har inte gett något markerat utfall. Dock gav novembers undertemperatur och förvinterns frekventa temperaturväxlingar kring noll vissa positiva indikationer.

En tunnel kan således ha vissa fördelar redan vid här aktuella lutningar. Med ökad lutning blir nyttan större eftersom smältvattentillrinningen till rännदारarna då ökar.

- 4.2.3 Motfalls/pulpet/sadeltak med lutning 1:10 och brantare  
Lutningsområdet 1:10 och brantare är intressant, dels ur snölast- och vattenavledningssynpunkt, dels för att falsad plåt och system med profilerad plåt kommer in i bilden, vid ökande lutning även betong och tegelpannor etc. Beträffande plåttäckning gäller dock att typgodkända system för lutning ned till 1:75 förekommer.



Fig 4.20  
Taklutning 1:10.

I kraft av den ökade lutningen får alla takformerna djupa rännदारar och motsvarande högre sargar även vid måttliga takfallslängder. Fig 4.20. Sargar på 60-80 cm är inte ovanliga.

Den större lutningen spelar därmed större roll för snölast- och vattenavledningssynpunkten. Sargarna, och även rännदारarna, bildar fickor där snön hopar sig som följd av turbulens och viss densitetsökning. Taket blir på ett sätt utjämnat vid snöfall - sargar och rännदारar fylls ut.

Ur belastningssynpunkt kan ett alternativ vara att bygga ut rännदारalen något. Fig 4.21.

Man "lurar" därigenom snön. Snöpackningen blir inte lika hård. Rännदारalen hamnar dessutom längre ut där solen kan komma åt lättare.

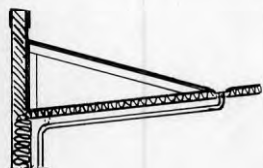


Fig 4.21  
Utbyggd rännदार.

Ur vattenavledningssynpunkt medför den större höjdskillnaden mellan nockar/sargar och rännदारar att de senare som antytts blir mera skuggade. Smältvatten från solbelysta delar riskerar att återfrysa längre upp på takfallet.

Återfrysningen kan dock delvis och ibland motverkas av att den större snömängden i sargar och rännदारar ger en ökad tilläggsisolerings-effekt.

Om avvattningen av rännदारarna fortgår obehindrat kan snölasten omlagras såtillvida att takfallets övre delar befrias från smältvatten medan del lägre delarna får motsvarande ökad last.

På en butikslokal uppmättes densiteter, kg/m<sup>2</sup>, vid nockar och i rännदारar enligt nedan:

tre nockar	292,260,263	$\bar{x} = 271$	
tre rännदारar	306,298,323	$\bar{x} = 309$	(14 % högre)

Butikslokalen är den som tidigare nämnts som fick upplags-skador i takplåten och som med brunnar vid pelarna kunde ha råkat ut för accelererande vattenficka - men som hann skottas.

Den hade under tidigare vintrar ofta fått sträckskador i taktäckningen över stöden, betongbalkarna. Skadorna var koncentrerade mot rännदारalen vilket tyder på att nedböjningen här har varit större.

Lagningarna hade format små valkar som då försvårade möjligheterna för facken att vara varandras reservavlopp.

En lokalt accentuerad snöanhopning/tillrinning får därmed svårare att brädda över till nästa fack.

Vid dessa lutningar är det således viktigt att beakta risken för att viss omlagring/koncentration av snölasten kan ske. Vattenavledningssystemet måste vara anpassat till vinterlågpunkterna.

Vidare måste takplåtkanter vid fasader vara understödda för att hindra att täskiktet slits sönder i uppdragningarna.



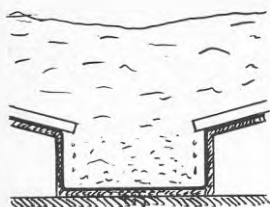


Fig 4.22.  
Takfallet avvatt-  
nas i ränna.

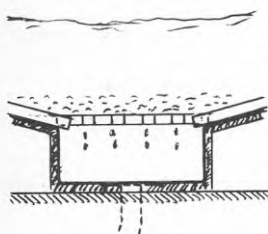


Fig 4.23  
Perforerad plåt  
hindrar snön.

Tak med täckning av plåt och tegel/betongtakpannor e d.

För bl a lutningsuppbyggnad av befintliga horisontella tak förekommer i marknaden system med profilerad plåt. Dessa system samt sådana med tegel/betongtakpannor förutsätter för sin vattenavledning att regn/smältvatten fångas upp i vattentäta rännsystem av t ex gummiduk. Fig 4.22.

Systemens funktion står och faller med att vattnet kan avledas i respektive rännsystem. Anslutningarna mellan rännflänsar och taktäckningen samt taktäckningen själv är inte vattentät och en försämrad avledningskapacitet kan leda till höga vattentryck och att vattnet i värsta fall svämmar över.

De lutningar som är aktuella vid dessa system innebär som tidigare berörts att snöanhopning kan uppstå. Om taktäckningen därvid är av plåt kan dessutom snöras eller snösättning ske. Rännzonen har därmed en utsatt situation, en av blötsnö fylld ränna kan således medföra höga vattentryck. Vid lägre temperatur dessutom återfrysning - den ligger ju nedsänkt och därmed ofta skuggad.

Minste ett system har en perforerad plåt över rännan. Den tjänar som spärr för snöras/blötsnöpackning. Fig 4.23. Det smältvatten som droppar ner i rännan har då lättare att avledas till brunnarna.

Tegel/betongpannetäckta tak har inte samma tendens till snöglidning på taktäckningens yta. Här torde risken för problem vara knuten till den momentana våtsnöanhopning som kan inträffa vid "milda"snöoväder.

Taktäckningar av plan plåt med rännadalar med uppbyggt fall t ex enligt HusAMA M-.231, har vanligen lutning 1:4 eller mer på takfallet och 1:75 i rännadalen. Här föreligger markerad tendens till snöras/packning och och smältvattentransport längs takfallet.

Rännadalarnas känslighet består huvudsakligen i att falsarna med tiden kan brytas upp av den sprängverkan som uppstår vid återfrysning.

För alla dessa system är det viktigt att ombesörja en god vatteavledning och att beakta risken för lastkoncentration och -omlagring ned mot rännor/rännadalar och takfallens nedre delar. Fig 4.24.

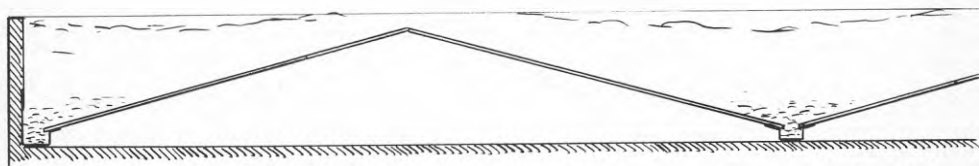


Fig 4.24. (Blöt)snöanhopning i rännor och rännadalar kräver god avvattning.



### 4.3 Utvändigt avvattning

#### 4.3.1 Flera material - återfrysningsrisk vid takfot

Hos byggnader med utvändigt avvattnade tak återfinns alla slags lutningar och ett större utbud på material. Förutom papp/folier/dukar, rostfri plåt och typgodkända andra plåtssystem förekommer, med ökande lutning, falsad och profilerad plåt samt så småningom även tegel-, betongpannor och andra överläggsplattor.

Förutom beträffande avvattningssystemet skiljer sig dessa tak från "de invändiga" bl a genom att solen har principiell möjlighet att komma åt hela det belysta takfallet på en gång. "Självförvållad" skuggning orsakas endast av uppbyggnader som fläktar och trapphus etc. Fig 4.25.

En annan skillnad är att man med ökad lutning får tendensen att snön rasar av. Högre lutningar medför därför ofta behov av snörasskydd.

Gemensamt för alla taken är i det här sammanhanget en markerad, i viss mån lutningsbetingad, risk för att smältvattnen kan återfrysas vid takfot och hängrännor. Fig 4.26.



Fig 4.25.  
Fläktar och skuggar.

#### 4.3.2 De lägsta lutningarna

Taktäckningar på låglutande tak, fig 4.25, kan utgöras av rostfri plåt, papp, duk, folie och minst ett system med plåt vars skarvar har falskaraktär.

De lägsta lutningarna har en snölast- och avvattningsbild som liknar den vid invändigt avvattnade tak. Så avvattnas t ex smältvattnen i botten på ett snöskikt dåligt - det sugts lätt upp av ovanliggande snö.



Fig 4.26.  
Återfrysning.

Det smältvattnen som ändå når ut till takfoten fryser lätt till och bildar där en liten isvall. Isvallen kan ge dämning bakåt vilket då ger ett vattentryck på tätskiktet. Vid fungerande tätskikt innebär vattendämningen inga problem. Dock sliter återfrysningen på tätskiktet på sätt som tidigare relaterats beträffande invändigt avvattnade tak.

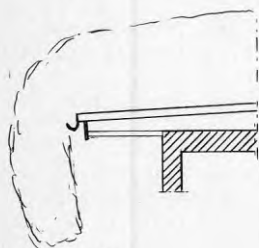


Fig 4.27  
Belastad takfot.

Liksom för horisontella tak med invändig avvattning gäller att högre liggande tak ofta kan få mindre snölast än antaget - snön blåser av.

I övrigt betingas olikheterna i snölast mera av vind och snö allmänt och av hinder och av taklutningen. Risker för stora snöras är liten - dock kan överhäng bildas som kräver skottningsinsatser.

Stora taksprång bör ägnas omsorg beträffande last från snööverhäng och eventuellt även istappar. Fig 4.27.

## 4.3.3 Lutningar kring 1:20

Tak med lutningar kring 1:20, fig 4.28, har i likhet med de "invändiga" en accentuerad snösmältnings- och återfrysningproblematik.



Fig 4.28  
Lutning 1:20

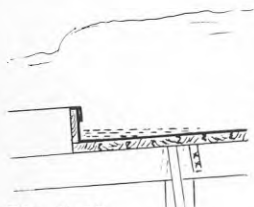


Fig 4.29  
Vattentryck mot  
uppdragningen



Fig 4.30.  
Istappar

Som tidigare antytts sker då en ökad avvattning av snösörja i botten på ett snöskikt. Smältvattnet drar sig ned mot takfoten eller mot hinder som fläktar, takluckor e d där det attackerar uppdragningar och skarvar. Fig 4.29.

Snösmältning kan ske allmänt över hela ytan - vid tjocka snölager i kombination med blidväder.

Snösmältning kan också ske lokalt - genom solstrålning, där värmeisolansen är sämre eller där konvektionsotätheter ger varmlufttillförsel underifrån till taktäckningen.

I senare fallet når smältvattnet så långt som temperaturförhållandena och snöns kapillära sugförmåga tillåter, sedan återfrysar det.

Återfrysning kan alltså ske dels allmänt, när temperaturen sjunker, dels lokalt - var som helst när betingelserna för hur smältvattnet bildades inte längre föreligger.

Det vanligaste återfrysningsstället är takfoten. Dit når eftermiddagens skugga först och där är det slut på den varmetillförsel som kan ha skett inifrån huset.

Vid takfoten bildar återfrost vatten en isvall. Bakom isvallen, där ev värme från huset når till och där snön ligger kvar med sin isoleringseffekt har man fortfarande smältvatten - uppdämt smältvatten.

Om snösmältningen och tillrinningen är större än vad som hinner återfrysas vid takfoten rinner det över och kan bilda istappar. Fig 4.30.

Istappar eller isöverhäng kan förorsaka stora besvär - speciella insatser måste ofta till för att undvika fara för gångtrafikanter etc.

#### Snörasskydd

Tak med dessa lutningar har sällan snörasskydd, annat än vid mycket släta taktäckningar. Snörasskydd är, som meningens är, en uppfångare för snön. Om snörasskydd är applicerat håller snöns draghållfasthet i regel kvar snöstrimlan nedanför skyddet. Något kantras sker troligen inte annat än i undantagsfall, t ex om snön bildar ett överhäng.

Som tidigare nämnts kan takpartier med lägre värmeisolans eller med konvektionsotätheter, dvs tillförsel underifrån av varmluft mot takytan, medföra lokalt snösmältning med motsvarande accentuerad isbildning vid takfoten som följd. Ett snörasskydd inverkar i detta sammanhang endast i den mån takdelen nedanför har blivit snöfri.

Då kan en återfrysning ske vid skyddet, där snökanten möter kylan. Fig 4.31.

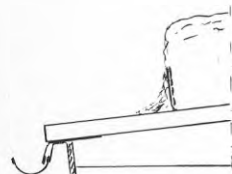


Fig 4.31  
Återfrysning vid  
snörasskydd

Ur snölastsynpunkt innebär lutningar kring 1:20 att man kan få en viss omlagring. Snölasten på takfallets övre delar "rinner" i form av smältvatten ned mot takfoten och mot hinder som fläktar, takluckor, eventuella snörasskydd och takfoten. Som nämnts under 4.3.2 kan stora taksprång behöva ägnas viss uppmärksamhet beträffande detta.

## 4.3.4 Lutningar 1:10 och brantare.

Med undantag av plåtssystem som typgodkänts för lägre lutningar är 1:10 en gräns där även dubbelfalsad plåt och hel-lång profilerad plåt kommer in i bilden.

Lutningar 1:10 och något däröver är vanliga vid ombyggnader av bef. horisontella papptak - man stolpar upp ett bärverk och får då bl a inspektionsmöjlighet etc. Fig 4.32.

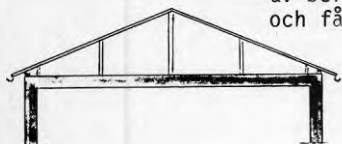


Fig 4.32  
Uppstolpning

Vid dessa lutningar är avvattningskapaciteten för blötsnö i botten på ett snöskikt större. Man får vid töväder en snabb tillförsel av smältvatten till takfoten.

Återfrysningens risker vid kallare väder, mot eftermiddagen eller när temperaturen sjunker allmänt, är av speciell betydelse för falsade tak och plåttak med överlappskarvar. Dessa system är inte trycktäta och vid isbildning kan man få isdämning-vattentryck som överstiger plåtfalsarnas resp korrugeringshöjd.

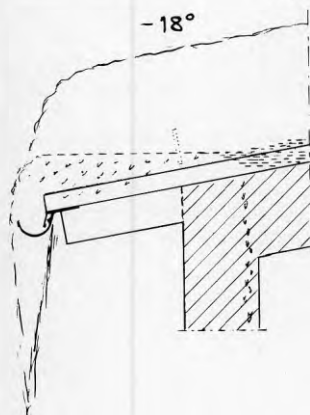


Fig 4.33  
Fritt vatten innanför isvallen.

Exempel

En lager/verkstadsbyggnad med yttertak av bärande korrugerad plåt, distansreglar/isolering samt taktäckning av korrugerad plåt.

Vintertid hade kraftig isbildning och stora, armtjocka istappar observerats vid takfoten.

Vidare förekom läckage i väggen - vatten kom fram vid fönster och nere vid sockeln och hotade allmänt att förstöra trävirke och isolering mm. Fig 4.33.

Vid ett besiktningstillfälle noterades utetemperatur - 18°C och ett snödjup om ca 40 cm. Takfoten var ned-isad - längst ut var isen 12-14 cm tjock. Istappar av armtjocklek hängde ner.

Innanför isbildningen observerades fritt vatten nästan upp till korrugeringshöjd.

Isbildningen var extrem. Orsaken var en mängd konvektionsotätheter som tillät varmluft att strömma upp och smälta snön mot takytan. Smältvattnet rann ut till takfoten där det frös.

Takfoten kan här ha haft en extra linjelast kring 1 kN/m plus tyngden av istapparna längst ut i kanten.

Den enda luftspärren i denna byggnad - och andra av samma slag - är plastfolien. Denna var på flera ställen omlottskarvad utan tejpnig eller annan försegling. Överlappet var 0 - ca 20 cm. 0-värdet härrör från att den bitvis hade skurits upp för att kunna krängas ned på ömse sidor om träreglar c 1,2 m.

Vid övergången tak-vägg var den hopklycklat motlagd i stället för omlottlagd med väggfolien etc.

Vid alla genomföringar noterades stora släppor i lufttätningen. Yttertaket var på dessa ställen avsmält i olika omfattning. Korrugeringen nedanför var extra bemängd med is, dvs återfruset smältvatten.

### Åtgärdsdiskussion

För denna byggnad kan åtgärder i olika omfattning diskuteras.

Oavsett vad som måste göras på ovansidan bör man från undersidan försöka få stopp på varmluften, konvektionen. Kontroll vid genomföringar och vinklar vägg-tak kan ske med t ex rökampull. För åtgärd får man eventuellt klippa bort lite av plåten så att man kommer åt att ansluta plastfolien med full kvalitet mot både befintlig luftspärr och genomföringen. På ovansidan får man, om inte lufttättningsåtgärderna ger acceptabelt resultat, försöka täta överlappskarvar och nit/skruvförbindningar, eventuellt också infästningar för snörasskydden.

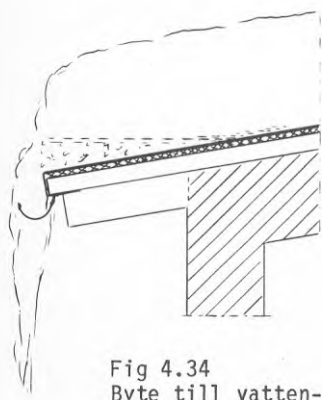


Fig 4.34  
Byte till vattentät taktäckning.

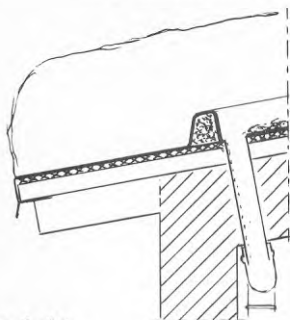


Fig 4.35  
Invändig avvattning.

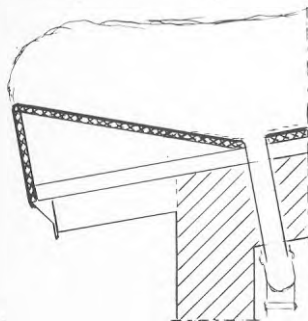


Fig 4.36 Takfotsmotfall.

### Omtäckning

Om och när en större underhållsinsats för taket har ackumulerats kan ett alternativ också vara att däcka över korrugeringen med skivor - kanske med tilläggsisolering - och täcka taket med vattentätt material som duk, folie, takpapp eller rostfri plåt. Fig 4.34.

En sådan åtgärd stoppar inte smältvattentransporten och minskar inte återfrysningens risker i någon högre grad men i och med att man byter till ett vattentätt taktäckningssystem slipper man följdproblemet med läckage förorsakat av isdämning.

### Invändig avvattning

En vidareutveckling kan vara att arrangera ständeräna och invändig avvattning. Fig 4.35.

En ränna bör i så fall läggas med eget fall - för t ex skivtäckta tak exemplifierar HusAMA, M-.211, lutning 1:75.

Brunnarna bör läggas så, att de tappar av smältvattnet innan det når ut i kylan och återfryser.

### Takfotsmotfall

Den extremaste varianten är att man bygger upp ett motfall i takfoten och därigenom fångar upp nederbörden och smältvattnet i sin helhet.

Fig 4.36.

Snö-, blötsnö- och vattenanhopning mot odränerade hinder  
Vid odränerade hinder, vid fläktsargar, takljuskupoler, takluckor e d kan man som nämnts få snö/blötsnö/vattenansamling.

Här har man på aktuell sträcka ett slags invändig rännal - ett sadeltak med sarggränna om man så vill.

Korta sådana sträckor blir inte speciellt problematiska - det tillrinnande smältvattnet ökar visserligen snöslaskdjupet men till slut avleds smältvattnet åt sidorna.

Avledningen åt sidorna får många gånger hjälp av att genomföringarna är varmare. Värmen ger samma verkan som en värmekabel.

Om genomföringarna är stora så att man får en längre rännal kan dock blötsnödjupet växa. Vid vattentäta täckningar attackeras skarvar och uppdragningar. Vattnet kan svämma över om sargen är låg.

Vid korrugerade plåttäckningar (motsv) och - vid större lutningar - även tegeltak e d gäller att underbeslaget är tillräckligt långt uppdraget. Om man skulle få blötsnö med 10 cm vattentryck på ett tak med lutning 1:10 måste underbeslaget dragas upp mer än 1 meter för att det inte skall rinna över i bakkanten. Fig 4.37.

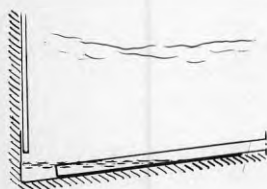


Fig 4.37.  
Anhopat vatten kan rinna över baktill.

Tillfällena med mycket djupa blötsnöskikt är kanske inte så frekventa. Dock bör risken uppmärksammas, inte bara i Norrland utan även i övriga delar av landet. I södra Sverige kan intensiva snöfall följas av blidväder och man kan då momentant få problem av det här slaget.

Projekteringen av odränerade anslutningar bör ägnas stor omsorg. Utformningen bör göras under beaktande av lutning, taktäckningssystem, anslutningens längd och klimatförhållandena etc.

En lösning som alltid bör prövas är att bygga upp kilar så att ett "rännalsfall" bildas.

Längre sträckor måste ofta avvattnas med separat brunn och i övrigt bevakas med avseende på risken för koncentrerade laster om snöfickor uppstår.

Snöoras, snörasskydd, påkänningar före och vid snöoras

Snömältning i botten på ett snölager innebär att friktionen minskar. När friktion och lutning m m samstämmer rasar snön ned från taket.

Vilka lutningar som börjar bli känsliga ur snörassynpunkt beror bl a av taktäckningsmaterialet. Helt släta material som plåt och vissa dukar och folier släpper snön lättare än t ex takpapp med kornbeläggning.

På släta ytor kan snörasskydd bli aktuella vid lutningar kring 1:20 medan traditionella papptak sällan har skydd inom de vanligast tillämpade lutningsområdena.

Vissa nya pappsorter har inte kornbeläggning. Från Jämtland rapporteras ett tak med lutning ca 5°, 1:12, och papptak utan kornbeläggning.

Aktuell vinter drabbades byggnaden av ett snöoras på halva dess längd. Ett par lekande barn råkade befinna sig under den halva som inte rasade.

Husägaren har gått över till takpapp med kornbeläggning.



Om och när snön rasar uppstår dynamiska påkänningar på allt i dess väg, t ex hängrännor och nere vid takfoten och ventilationsgenomföringar, antenninfästningar och plåtskorstenar längre upp på takfallet.

Även snörasskyddet självt kan åka med. Från vintern ifråga rapporteras en tennishall med plåttak, 18 m takfallslängd och snörasskydd nere vid takfoten.

Tennishallen råkade ut för ett snöras som rev med sig snörasskyddet.

Ägaren lät täta infästningshålerna och laga skadade delar av plåten. Området nedanför disponerades om och hålls vintertid avspärrat. Snörasskyddet har inte återuppsatts och snön får framledes rasa bäst den vill.

Liknande erfarenheter har vunnits på andra håll. Så tillämpar t ex en offentlig beställare principen att som mest ha 4-5 meter mellan skydden. Längre avstånd ger för stor belastning.

#### Statiskt tryck mot snörasskydd och hinder

Mot hinder som skorstenar, fläktar, luftningsrör - och givetvis snörasskydd - kan snösättning ge ett ökande tryck i takfallets riktning.

Om snösmältning sker allmänt över hela ytan och om ytan är slät kan friktionen reduceras helt och man får snötyngdens hela komponent längs takfallet som kraft mot berört hinder.

Från aktuell vinter rapporteras exempelvis att plåtskorstenar, luftningsrör och antenninfästningar etc har deformationerats.

Ett illustrativt exempel är den tidigare nämnda tennishallen, med en takfallslängd på 18 m, som till slut drabbades av ett snöras som rev med sig rasskyddet.

Den hade före snöraset haft läckage - vattnet rann ner i väggen. Efter snöraset konstaterades att konsolerna redan före raset måste ha deformationerats och infästningarna rubbats så att de blivit otäta.

Snön hade således efter hand utövat ett allt större tryck mot skyddet. Konsolerna nådde å småningom sträckgränsen och och skyddets vinkeländring kan ha fått snömassan att släppa helt.

Med utgångspunkt från takfallets 18 meter, lutningen 30° och en snölast som antages vara 3 kN/m<sup>2</sup> får man, om smältvatten har reducerat friktionen mot taket, en last på över 20 kN/m mot skyddet vilket inte konsolerna klarar.

Tegel- och betongpannetäckta tak har större friktion - men också ofta större lutning. Här rasar inte snön av, i varje fall inte lika lätt. Dock rapporteras även beträffande dessa tak att installationer och detaljer har skadats.



Töväder/regn ger lastkoncentration mot hinder?

Ett snötäckes sjunkning/sättning sker under inverkan av regn, temperatur och trycket av tillkommande snö etc.

På en horisontell yta sker sättningen vertikalt. På släta, lutande ytor, t ex plåttak, kan sättningen även ske i takfallets riktning - syns bl a genom att "frizoner" bildas nedanför hinder.

Vintern 87-88 rådde i Norrlands kusttrakter sådana klimatförhållanden att viss snösättning längs takfallet kan ha ägt rum på sina håll.

Man kan notera att flera dagar i följd var dygnsmedeltemperaturen nära noll eller till och med däröver. Dygnsamplituderna var små - och snön fortsatte att falla.

Man hade således en jämförelsevis "varm" snö redan i samband med snöfallet. Skäl finns således att antaga att friktionen mot släta takytor var låg redan från början.

Tyngdkomponenten längs takfallet kan då ha gett en sättning i takfallets riktning varvid lasten anhopas mot hinder som t ex snörasskydd.

Vid solsken accentueras tillförseln av smältvatten. Tillförseln sker uppifrån - från takfallets översta del och från uppdragningar e d där taktäckningen blir uppvärmd. Dessa ställen blir snöfria först och värmen från plåten ger extra fart åt snösmältningen.

Smältvattnet rinner ner, in under kvarvarande snö, och sugs upp efterhand och så långt som snöns kapillära sugkapacitet tillåter.

Mot varma hinder som fläktar, takljuskupoler etc kan, som tidigare berörts, stora mängder blötsnö anhopas. Även mot dränerade hinder, t ex snörasskydd, kan blötsnö-anhopning ske. Dessa hinder är ju kalla och kan under frostnätter ha fått viss återfrysning-isbildning, ett slags takfoteffekt om man så vill.

Sättning av snön vid blidväder samt tillförsel av smältvatten från övre, solbelysta delar av takfallet kan ha inverkat vid minst två av vinterns ras.

Dessa ras diskuteras på följande sidor.

### Två takras med en dags mellanrum

I början av april inträffade två takras med en dags mellanrum, det ena i Luleå, det andra straxt norr om Östersund.

Luleå-byggnaden hade plåttak i lutning  $13^{\circ}/25^{\circ}$ , en fotränna nere vid takfoten och snörasskydd en bit upp på takfallet. Bärverket var en fackverkskonstruktion i trä. Fig 4.38. Raset omfattade konstruktionsdelen mellan mittkorridoren och ytterväggen med undantag av den översta takfallsdelens triangelkonstruktion, som stod kvar. Ytterväggen försköts utåt till som mest ca 25 cm i överkanten. Raset bedöms ha börjat med att den markerade stängen som skulle ha varit avstyvad i sidled, knäckte ut.

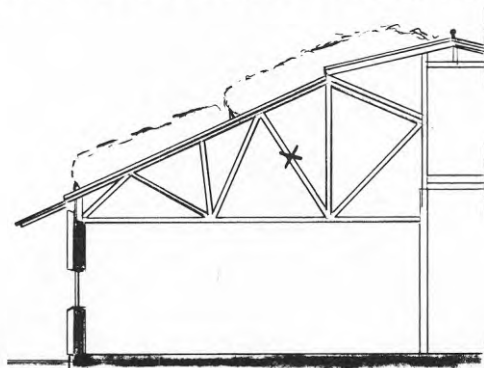


Fig 4.38 Fackverk i trä. Utknäcktt del markerad.

Den andra byggnaden hade också plåttak, i lutning 1:10. Takkonstruktionen utgjordes här av ett stålfackverk med sekundärbalkar av Z-formad plåt. Fig 4.39.

Även detta tak hade ett snörasskydd en bit upp på takfallet.

Här rasade hela byggnaden. Takstolarna veks/vreds loss från upplagen. Väggarna lade sig snyggt åt respektive håll. Förmodligen gav takraset en komprimering av byggnadens luftvolym och motsvarande tryckstöt mot ytterväggarna. Utredningen visade att sekundärbalkarnas skarvar var ofullständigt utförda.

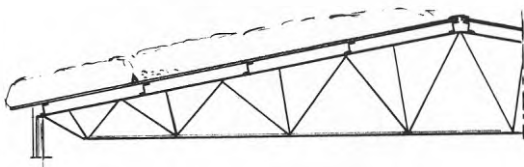


Fig 4.39. Stålfackverk med Z-sekundär nära snörasskyddet.

En rimlig tanke är att respektive ras kan ha börjat vid den knutpunkt respektive z-balk som låg närmast snörasskyddet.

Några klimatdata för respektive ort närmaste tiden före rasen har sammanställts i fig 4.40.

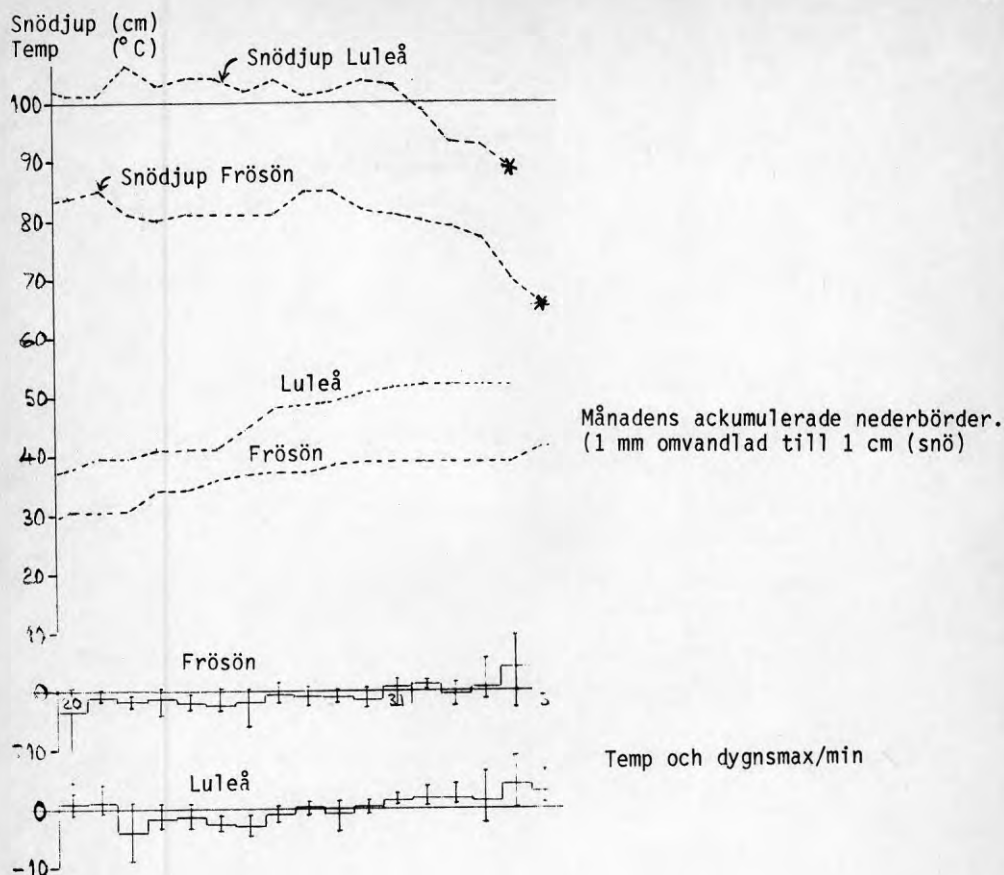


Fig 4.40 Några klimatdata för Luleå och Frösön slutet av mars-början april -88.  
(För åskådligghets skull har tempkurvan dubblats.)

Av Fig 4.40 framgår att

- dygnsmedeltemperaturerna under tiden närmast före rasen var över noll.
- maxtemperaturen steg markant sista dygnet
- snödjupet minskade ca 15 cm sista veckan.
- nederbörden sista veckan var för båda ca 3 mm - för Luleå i början av veckan, för Frösön sista dygnet.

På båda orterna rådde markerat vårväder sista dygnet, i Östersund kom dock som nämnts ca 3 mm nederbörd i form av snöblandat regn/regnskur. Denna nederbörd gav då teoretiskt ytterligare 0,03 kN/m<sup>2</sup> över hela taket, kanske droppen... osv.

Lika möjligt är dock att det sista dygnets kraftiga blidväder kan ha fått snö och smältvatten att anhopas mot zonen närmast snörasskyddet.

Båda taken hade konstruktioner som är känsliga för lokala brott. Ett brott i ett fack eller en kollaps i en takstol rubbar lätt sidostabiliteten för angränsande delar vilket leder till fortskridande ras i horisontell led.

## REFERENSER

- (1) Väder och Vatten, SMHIs månadspublikation, Norrköping.
- (2) Nord M, Taesler R, Snötäckets densitet och massa i Sverige Byggeforskningens rapport R21:1973, Stockholm.
- (3) Boström L, Instörtade takkonstruktioner, Skadeblad nr 61, Byggindustrin 40.88, Stockholm.
- (4) Boström L, Instörtade takkonstruktioner under den gångna vintern, föredrag Trähusdagen 1988, 22/9./0publicerat/.
- (5) Åkerlund S, Snölast i Umeå skadade 12 byggnader, artikel i Bygg & teknik 6/88, Stockholm.
- (6) Törnebo H, (titel), examensarbete vid Tekniska Högskolan i Luleå, prel färdigställande feb 1989, samrapporteras med (7)
- (7) Persson T, (titel) examensarbete vid Tekniska Högskolan i Luleå, prel färdigställande feb 1989, samrapporteras med (6)
- (8) Fahlström K-E, Isbildning på yttertak i Övre Norrland, Byggeforskningens T-skrift T9:1980, Stockholm
- (9) Fukt & Mögel, Pärm B av tre informations/erfarenhetsåterföringspärmor, 1988, SABO & Byggeforskningsrådet, Stockholm
- (10) Beskrivningsnytt Hus 1988:2 Erfarenhetsutbyte, samproduktion av Byggnadsstyrelsen, Fortifiaktionsförvaltningen, HSB, Riksbyggen och SABO, försäljning via Byggnadsstyrelsen, Stockholm.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880389-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till Arne Johnson  
Ingenjörbyrå, Utvecklingsavdelningen, Stockholm.

R79: 1989 Tunga snölaster på tak Norrlands kusttrakter 1987 — 88 S Wredling

Art.nr: 6709079

Abonnemangsgrupp:  
T. Fastighetsförvaltning  
Z. Konstruktioner och material

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirkapris: 37 kr exkl moms

R79: 1989

ISBN 91-540-5092-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm