

Uke 49

# 67 | PROSJEKT RAPPORT



Petter Lossius og Trond Bøhlerengen

## Takstein Snø og brekkasje

En rapport fra NTNF-prosjektet "Byggskader"



Norges byggforskningsinstitutt 1990

Prosjektrapport 67

Petter Lossius og Trond Bøhlerengen

# **Takstein**

## Snø og brekkasje

En rapport fra NTNF-prosjektet "Byggskader"

Prosjektrapport 67  
Petter Lossius og Trond Bøhlerengen  
**Takstein**  
**Snø og brekkasje**

ISBN 82-536-0347-9

© Norges byggforskningsinstitutt 1990  
Adresse: Forskningsveien 3B  
Postboks 123 Blindern  
0314 OSLO 3  
Tlf. (02) 46 98 80 — fra 1991: (02) 96 55 00  
Telefax (02) 69 94 38

# INNHOOLD

FORORD .....	5
KORT SAMMENDRAG .....	6
1. INNLEDNING .....	7
2. OPPDRAG OM TAKSTEINSBREKKASJER .....	8
Referanse 1 .....	8
"    2 .....	8
"    3 .....	9
"    4 .....	9
"    5 .....	9
"    6 .....	10
"    7 .....	10
"    8 .....	10
"    9 .....	10
"   10 .....	10
"   11 .....	10
"   12 .....	11
"   13 .....	11
"   14 .....	11
3. TAKSTEIN .....	12
3.1 Type takstein .....	12
3.2 Prøving av takstein .....	12
3.3 Styrkekrav til takstein .....	13
4. TAKFLATER .....	14
4.1 Overflate .....	14
4.2 Takfall. Lengde fra raft til møne .....	14
4.3 Snøfangere og stigetrinn .....	15
5. YTTERTAKSKONSTRUKSJONER. ROM UNDER YTTERTAK .....	16
6. SKADEBILDE .....	18
6.1 Takflater uten stigetrinn eller snøfangere .....	18
6.2 Takflater med stigetrinn eller snøfangere .....	18

7.	ÅRSAKER TIL BREKKASJER .....	20
8.	BELASTNINGER .....	22
9.	IS PÅ TAK .....	23
10.	KLIMA MARS 1988 .....	25
11.	SNØFANGERE .....	26
12.	SAMMENFATNING OG KONKLUSJON .....	28
13.	VIDERE UNDERSØKELSER .....	30
13.1	Isdannelse på tak .....	30
13.2	Takstein. Styrke og belastning .....	30
13.3	Takstein og underlag .....	30
13.4	Snøfangere og stigetrinn .....	30
	Foto 1 - 2 .....	31
	Foto 3 - 4 .....	32
	Foto 5 - 6 .....	33
	Foto 7 - 8 .....	34
	Foto 9 - 10 .....	35
	Foto 11 - 12 .....	36
	VEDLEGG 1 .....	37
	VEDLEGG 2 .....	38

## FORORD

I de senere årene har det vært en god del brekkasje av takstein på tak. Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk - NBI) har hatt oppdrag i forbindelse med en del av brekkasjeskadene og har på den måten fått et relativt allsidig bilde av brekkasjene og forholdene omkring dem.

Med midler fra Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF), og som en del av NTNF-prosjektet for å undersøke byggskader, har Byggforsk gjennomført et forprosjekt angående taksteinbrekkasjer. Denne rapporten er en sammenfatning av oppdragene som angår brekkasje på takstein. I sammenfatningen inngår også opplysninger som Byggforsk har innhentet fra firmaer og organisasjoner som har vært berørt av brekkasjeskadene. På grunnlag av dette materiale kan Byggforsk i denne rapporten legge fram et mer samlet bilde av brekkasjeskader og skadeforløp. Materialet gir også muligheter for å beskrive årsaksforhold, såvel umiddelbare årsaker til brekkasjene, som andre forhold som skaper grunnlag for skadeutvikling.

Rapporten er utarbeidet av Petter Lossius som oppdragsrapport til NTNF i 1989. Materialet fins i vårt arkiv som "Rapport om takstein. Snø og brekkasje", prosjektnr. N 2345. Den klargjøres nå som allment tilgjengelig prosjektrapport som en del av vårt "Byggskadeprojekt".

Oslo, november 1990

Trond Bøhlerengen

## KORT SAMMENDRAG

Med basis i de 14 oppdragene Norges byggforskningsinstitutt har hatt om taksteinsbrekkasjer, sammenstiller denne rapporten brekkasjeskadene og forholdene omkring dem. Oppdragene viser:

- Taksteinene tilfredsstillter nesten alltid standardens krav til styrke med god margin.
- Brekkasjene oppstår i forbindelse med at is og snø på taket siger eller glir nedover taket. Islaget presser, slår og brekker i stykker takstein.
- Stigetrinn er ofte for svake til å hindre takras. Stigetrinn blir ødelagt og brekker taksteinene de hviler på.
- Snøfangere som er underdimensjonert, kan brette taksteinene de hviler på. Snøfangere som er sterke nok, hindrer brekkasje.
- Islaget dannes etter at snø på taket er smeltet og deretter fryser. Islaget kan skyldes varmelekkasjer fra rom under taket eller ytre klimaforhold.

Rapporten peker på tiltak og undersøkelser som bør gjøres med sikte på å redusere omfanget av brekkasjer på takstein.

# 1. INNLEDNING

I rapporten er det referert til 14 oppdrag. 7 av oppdragene omfatter befarings på stedet av NBI. For de øvrige er det blitt referert muntlig til NBI om skadene og forholdene omkring. Et kort sammendrag av hvert oppdrag er tatt inn i rapporten. Videre er det vedlagt rapporten en serie på 12 bilder som illustrerer skadene fra 5 av oppdragene.

NBI har konferert med Zanda AS, Drammen Boligbyggelag, NBBL Utbygging AS og Moelven Bygg Gruppen AS om taksteinbrekkasjer. Opplysninger fra disse er tatt med i rapporten.

Rapporten beskriver først de 14 oppdragene og gir kommentarer til dem. I rapporten sammenfattes opplysningene om is- og snøforhold på taket, takstein, takflater, snøfangere, stigetrinn, yttertakkonstruksjon og type rom under yttertak. Rapporten behandler så direkte årsaker til brekkasjer og mekanismer i den sammenheng. De ytre klimaforhold på Blindern i Oslo i mars måned 1988, etter opplysninger fra Meteorologisk institutt, er tatt med og søkt satt inn i sammenheng med typer belastninger på tak og takstein. Rapporten tar opp forhold på taket som skaper grunnlag for skadeutvikling og årsaker til at slike forhold oppstår.

Rapporten avsluttes med forslag til en mer inngående og detaljert undersøkelse av faktorer som enkeltvis eller sammen fører til brekkasje på takstein.



## 2. OPPDRAG OM TAKSTEINSBREKKASJER

Det ligger i alt 14 oppdrag til grunn for denne rapporten. Hvert oppdrag har sitt referensenummer. Referensenumrene er brukt i sammendragene og i samlingen av fotografier i vedlegg 3.

I det følgende er det gitt et kort sammendrag og noen kommentarer til de enkelte oppdrag.

### Referanse 1

NBI har foretatt befaring, nærmest for å ta ut takstein til prøving etter Norsk Standard. Oppdraget var så tidlig som i 1984 og er det eldste oppdrag ved NBI angående taksteinbrekkasje som vi hittil har funnet tilbake til. Skadetypen var ikke behandlet inngående tidligere, og man var opptatt av om taksteinen hadde den styrken som er foreskrevet. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Takstein til prøving tilfredstilte kravene i NS 3011. Forhold angående takflate og yttertakskonstruksjon ble ikke registrert. Det var imidlertid klart for oppdragsgiver og for NBI at brekkasjene var kommet i forbindelse med is og snø på taket. Bildene fra taket, foto 1 og 2, viser typiske brekkasjer på den ytterste raden langs raft.

### Referanse 2

NBI har foretatt befaring og registrert forhold som kan ha betydning for taksteinbrekkasjene. Oppdraget er utført i 1985. Det var brukt enkel krum betongtakstein.

På den ene siden av taket som var uten snøfangere, var det brekkasje på alle taksteiner i den ytterste raden langs raft og på en del av taksteinene i den andre raden.

På den andre siden av taket som var utstyrt med snøfangere nederst mot raft, var det ingen brekkasjer, unntatt under en konsoll på snøfangeren. Takstein til prøving tilfredstilte kravene i NS 3011.

Bildene, foto 3 og 4, illustrerer tydelig forholdet.

Brekkasjene var kommet i forbindelse med is og snø på taket. Isdannelsen forklares ved varmeavgivelse fra ventilasjonsaggregat plassert på loftet. Loftet er i prinsipp kaldt med luftespalter langs raft og i møne.

### Referanse 3

NBI har foretatt befaring og registrert forhold som kan ha betydning for taksteinbrekkasjer. Oppdraget er utført i 1987. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Brekkasjeskadene var fordelt over takflaten og i nederste raden langs raft på takflate med fall mot syd, takfall 20°. På takflate med fall mot nord, takfall 27°, var det nesten ingen brekkasjer. Ingen snøfangere eller takstiger var på taket. I tillegg til brekkasje var takstein blitt forskjøvet, det gjaldt også mønesteiner. Bildene, foto 5 og 6, viser brekkasjene. Oppdragsgiver ønsket prøvet taksteinens styrke og frostbestandighet, da man ikke ville utelukke at brekkasjen skyldtes frostskafer på taksteinen. Frostbestandigheten ble vurdert på grunnlag av måling av porøsitet og porefylningstall. Porefylningstallet ble utregnet til mellom 64 % og 75,5 %. Risiko for frostskafer i betong foreligger erfaringsmessig først ved porefylningstallet 80 %. Dessuten var bruddstyrken tilfredsstillende, mellom 1840 og 2250 N. Konklusjonen var at brekkasjene skyldes is og snø på taket som kommer på gli eller raser. Isdannelsen på taket forklares ved at det er oppvarmede rom under takflaten mot syd. NBI anbefalte derfor montering av snøfangere som holder is- og snømassene på plass. Snøfangere ble montert. Etter de store snøfallene i mars 1988, altså året etter, oppsto det ingen brekkasjer på taksteinen.

### Referanse 4

NBI har ikke foretatt befaring. Oppdraget er utført i 1987. Oppdragsgiver leverte inn takstein til prøving etter NS 3011 fordi det var blitt brekkasje på taksteinen og fordi man mente at taksteinen hadde for lav styrke. Brekkasjen var kommet på grunn av is og snø på taket. Det var brukt enkel krum betongtakstein. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3011.

### Referanse 5

NBI har foretatt befaringer i 1987 og 1988. Oppdraget gjaldt isdannelser og istapper ved raft og lekkasjer ned i yttervegg. Dessuten ble det registrert brekkasje på takstein nederst ved raft. Stor taklengde fra møne til raft. Varmeisolert yttertak mot oppvarmede rom. Problem med luftspalter ved raft og møne og med luftkanal fra raft til møne. Problemet med lufting gir snøsmelting på tak og isdannelse nederst mot raft. Taksteinbrekkasje ved raft var kommet i forbindelse med is og snø på taket. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3011.

#### Referanse 6

NBI har foretatt befaringer og registrert forhold som kan ha betydning for taksteinbrekkasjer. Oppdraget er utført 1988. Brekkasjeskader nederst langs raft og under stige-trinn på grunn av snø og is på taket. Det var brukt betongtakstein, dobbel krum, med ru overflate. Taket var bratt, 36°. Varmeisolert yttertak over varmt rom. Mangelfull tetting av skjøter i dampsperre og vindsperre. Luftspalte i tak er 48 mm høy med luftspalter ved raft og møne. Luftingen er muligens ikke tilfredsstillende utført. Bildene, foto 7 og 8, viser brekkasjer. Bildene, foto 11 og 12, viser stige-trinn, både uskadet og med deformasjoner på grunn av is- og snølast. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3011.

#### Referanse 7

NBI ble vist brekkasjeskadene og skader på takrenner og veranda i april 1988. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Brekkasje særlig nederst langs raft under stige-trinn som her var brukt som snøfangere og dessuten som atkomst til pipe. Bildene, foto 9 og 10, viser brekkasjer, skader på takrenne og ødelagt rekkverk på veranda. Videre vises stige-trinn som er deformert og skjøvet utover, og islag mot takstein og snø på islaget. Is og snø på taket har forårsaket brekkasjene. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3011.

#### Referanse 8

NBI har ikke foretatt befarings. Brekkasjer på tegltakstein på grunn av is og snø på taket. Oppdragsgiver ønsket kontroll på bruddstyrken til tegltaksteinen. Oppdraget ble utført i 1988. Det var brukt dobbel krum tegltakstein. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3010.

#### Referanse 9 og 10

NBI har ikke foretatt befarings. Oppdragsgivere ønsket kontroll av bruddstyrken til tegltaksteinen. Oppdraget ble utført i 1988. Brekkasje av takstein på grunn av is og snø. Brekkasje på takflater og på raden mot vinkelrenne. Det var brukt dobbel krum tegltakstein. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3010, med unntak for 1 takstein av 20 som ble prøvet. Den hadde litt for lav bruddlast.

#### Referanse 11

NBI har ikke foretatt befarings. Oppdragsgiver ønsket uttalelse om plasseringer av snøfangere. Brekkasje av betongtakstein nederst ved raft både der det var snøfangere og der det ikke var. Brekkasjen skyldes is og snø på taket. Oppdraget ble utført i 1988. Prøving av takstein er ikke utført. Det var brukt dobbel krum betongtakstein.

#### Referanse 12

NBI har ikke foretatt befaring. Oppdragsgiver ønsket bruddstyrken på taksteinen prøvet. Oppdraget er utført i 1988. Brekkasje i 1987 og 1988. Bygningene var nye vinteren 1986-1987. 9-12 m langt fra raft til møne. Bygning 1 uten snøfangere, brekkasje fordelt over takflaten og nederst ved raft. Bygning 2 med snøfangere. Snøfangerkonsoller plassert med nederste spiss på topp av bølge midt mellom lekter. Konsollene har knekt steinene. Også brekkasje ellers. Merk at konsollene var lagt på bølgetopp. Uisolert yttertak over loft med små luftspalter ved raft. I bygning 2 var det ventilasjonsaggregater på loft med varmeavgivelse. Spesielt mye snøsmelting på tak over aggregatene og ising på tak ned mot raft. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Takstein til prøving tilfredsstilte kravene i NS 3011.

#### Referanse 13

NBI har foretatt befaring. Oppdraget er utført i 1988. Brekkasje av takstein nederste rad langs raft under stigeletrinn. Brekkasje i noen vintre på grunn av snø og is nederst på taket. Uisolert yttertak. Varmeisolering mellom loft og rom under. Isdannelsen skyldes antakelig varmelekkasje opp til loft. Loftet er ventilert. Det var brukt dobbel krum betongtakstein. Prøving av takstein er ikke gjort.

#### Referanse 14

NBI har ikke foretatt befaring. Oppdragsgiver leverte inn takstein til prøving etter NS 3010 fordi det var mye brekkasje de to siste vintrene, og fordi han mente tegltaksteinen ikke var sterk nok. Brekkasjen kom under konsollene til snøfangerne. 2 rekker med snøfangere på taket. Lengde fra raft til møne ca. 7 m. Snøen smelter ved mønet. Oppvarmede rom mot yttertak ved gavler. Oppvarmet trapperom mot yttertak. Oppdraget er utført i 1988. Det var brukt enkel krum tegltakstein. Av 5 takstein fra taket, hadde 1 takstein for lav bruddlast. Middeltallet for bruddlasten for de 5 lå litt under kravet i NS 3010. 5 nye tegltakstein tilfredsstilte kravene i NS 3010.

### 3. TAKSTEIN

#### 3.1 Type takstein

Følgende typer takstein ble registrert i de 14 oppdragene:

Ref.	1	Betongtakstein	Dobbel krum	Glatt
"	2	"	Enkel krum	"
"	3	"	Dobbel krum	"
"	4	"	Enkel krum	"
"	5	"	Dobbel krum	"
"	6	"	"	Ru
"	7	"	"	Glatt
"	8	Tegltakstein	"	"
"	9	"	"	"
"	10	"	"	"
"	11	Betongtakstein	"	"
"	12	"	"	"
"	13	"	"	"
"	14	Tegltakstein	Enkel krum	"

I 10 oppdrag ble det registrert betongtakstein, av dem var det brukt enkel krum stein i 2 tilfelle og dobbel krum stein i 8 tilfelle.

I 4 oppdrag ble det registrert tegltakstein, av dem var det brukt enkel krum stein i 1 tilfelle og dobbel krum i 3 tilfelle.

Det at betongtakstein forekommer mer enn tegltakstein, skyldes at betongtakstein har dominert markedet for takstein.

Det at dobbel krum takstein forekommer mer enn enkel krum, kommer av at dobbel krum stein har betydelig større markedsandel enn enkel krum stein.

#### 3.2 Prøving av takstein

Styrkeprøving av takstein ble utført i 12 av de 14 oppdragene. Oppdragsgiver mente eller var redd for at taksteinen ikke tilfredstilte kravene til styrke i NS 3010 og NS 3011. I ett tilfelle mente oppdragsgiver at taksteinen kunne være frostskaadet og derved blitt svekket.

I 8 av de 12 oppdragene var det brukt betongtakstein. Betongtaksteinen som ble prøvet var tatt fra taket der brekkasjen var. Prøvingen viste at alle taksteinene av betong som ble prøvet, klarte styrkekravet i NS 3011. I tillegg ble vannoppsugingen målt og var tilfredsstillende. I ett tilfelle ble frostbestandigheten nærmere undersøkt og vurdert. NBI bedømte taksteinen som frostbestandig.

I 4 av de 12 oppdragene var det brukt tegltakstein. 37 tegltakstein ble prøvet. 2 av disse hadde litt for lav bruddlast. De øvrige 35 hadde tilfredsstillende styrke, men middeltallet for 5 takstein fra tak var i ett tilfelle litt for lavt. Vannoppsugingen ble målt og lå innenfor det normale området. Tegltakstein til prøving var tatt dels fra tak og dels fra pall.

Takstein fra tak med brekkasjer tilfredsstilte, med et par unntak, styrkekravene i NS 3010 og NS 3011.

### 3.3 Styrkekrav til takstein

Styrkekravet i Norsk Standard NS 3010 Tegltakstein og NS 3011 Betongtakstein til de enkelte stein er det samme enten taksteinen er av betong eller av tegl. Styrkekravet er imidlertid ikke det samme for de forskjellige taksteinsformer. Følgende styrkekrav gjelder for tegl- og betongtakstein:

Type	Bruddlast pr. stein min.		Midlere bruddlast min.	
	kp	(N)	kp	(N)
Flat stein	75	( 750)	85	( 850)
Enkel krum stein	125	(1250)	140	(1400)
Dobbel krum stein	150	(1500)	170	(1700)

Antall takstein til prøving: Betongtakstein 3 stein  
Tegltakstein 10 stein

Det prøves således 3 betongtakstein mot 10 tegltakstein. Det betyr at kravet er noe strengere til tegltakstein. Prøvingsmetoden er den samme for begge materialene. Styrkekravet i forhold til taksteinsform har sammenheng med at formen influerer på styrken. Kravet er således betinget av formen på produktet og er høyest for dobbel krum takstein.

## 4. TAKFLATER

### 4.1 Overflate

Taksteinene danner overflaten på taket. Takstein fra 3 av oppdragene var av typen enkel krum og fra 11 av oppdragene av typen dobbel krum.

Takstein fra 13 av oppdragene hadde vanlig glatt overflate. I ett av de 14 oppdragene, ref. 6, var overflaten ru av granulater som lå festet i overflaten. Av erfaring vet man at denne ru overflaten binder is og snø fastere til taksteinene og på den måten kan hindre, ved lavere takfall, opp til ca. 30°-33°, is og snø å sige eller gli nedover taket.

### 4.2 Takfall. Lengde fra raft til møne

Takfall og lengde på takfallet har betydning for at is- og snømasser kan komme på gli og for hvor store massene er som siger. Vekten utøver en kraft mot takflaten og mot snøfangere og stigetrinn, og også mot andre ting som stikker opp gjennom taket som f.eks. piper, ventilasjonskanaler, lufterør og annet.

Følgende takvinkler og lengder er registrert:

Ref. 1	Ikke registrert
" 2	22°, lengde ikke registrert
" 3	20°, 6,2-7,4 m
" 3	27°, 4,0-5,2 m
" 4	Ikke registrert
" 5	Ikke registrert
" 6	36°, lengde ca. 5,5-7,0 m
" 7	28°, lengde ca. 4,5 m
" 8	Ikke registrert
" 9	Ikke registrert
" 10	Ikke registrert
" 11	22,5°, lengde ikke registrert
" 12	22°, lengde ca. 9 m og ca. 9-12 m
" 13	25°, lengde 6 m
" 14	23°, lengde ca. 7 m

Laveste registrerte takvinkel var 20° og høyeste registrerte takvinkel var 36°. Ved 36° var det brukt takstein med ru overflate, se pkt. 4.1, ellers hadde taksteinene glatt overflate. Ved glatt overflate var høyeste takvinkel 28°.

### 4.3 Snøfangere og stige-trinn

For å hindre snøras fra taket har man i noen tilfelle brukt snøfangere med 2 eller 3 rør. I andre tilfelle har man brukt stige-trinn som snøfangere langs etter raft. Eksempler på snøfangere og stige-trinn er vist i vedlegg 1.

- Ref. 1 Ingen. Brekkasje på takstein  
 " 2 Snøfanger på en side av taket, brekkasje under konsoll. Ingen snøfangere på andre siden, brekkasje på alle taksteiner langs raft  
 " 3 Ingen. Senere i 1987 ble det satt opp snøfangere. Ingen brekkasje i 1988  
 " 4 Ikke registrert  
 " 5 Snøfangere ved raft og midt på tak. Brekkasje på takstein  
 " 6 Delvis brukt stige-trinn som snøfangere. Stige-trinn til pipe. Brekkasje under stige-trinn  
 " 7 Stige-trinn brukt som snøfangere, brekkasje under stige-trinn  
 " 8 Ikke registrert  
 " 9 Ikke registrert  
 " 10 Ikke registrert  
 " 11 Snøfangere i 2 og 3 rekker. Brekkasje på takstein  
 " 12 Snøfangere ved raft. Brekkasje på takstein  
 " 13 Stige-trinn som snøfangere, brekkasje ved stige-trinn  
 " 14 Snøfangere i 2 rekker, brekkasje under snøfangerkonsollene.

I 6 tilfelle var det registrert snøfangere. I 3 tilfelle var det registrert stige-trinn brukt som snøfanger og i 1 tilfelle at stige-trinn var satt opp som atkomst til pipe. I 3 tilfelle var takflaten uten snøfangere eller stige-trinn.

I 4 tilfelle var det ikke registrert om det var satt opp snøfanger eller stige-trinn.

Der snøfangere og stige-trinn har gitt etter for is- og snømassene, er det blitt brekkasjer.



## 5. YTTERTAKSKONSTRUKSJONER ROM UNDER YTTERTAK

Det var is på taket mot taksteinene i forbindelse med brekkasjene. Det kan skyldes oppvarming av takflaten fra varme rom under taket slik at snøen smelter. Vannet fryser til is i kaldere perioder, eller på kaldere deler av taket.

NBI har lang erfaring med isdannelse på tak på grunn av oppvarmede rom under taket. Derfor er konstruksjonen av yttertaket registrert og hva slags rom det er under taket.

- Ref. 1 Ikke registrert
- " 2 Uisolert yttertak. Ventilert loft. Ventilasjonsanlegg plassert på loft. Det avgir varme.
- " 3 Takflate mot syd: Yttertaket varmeisolert med lufting over varmeisolasjonen, spalter ved raft for lufting. Ikke lufting i møne. Oppholdsrom under yttertaket.  
Takflate mot nord: Uisolert yttertak. Loft som er luftet ved raft, ikke ved møne
- " 4 Ikke registrert
- " 5 Varmeisolert yttertak med lufting over varmeisolasjonen, men tildels problem med store nok spalter. Fra raft til møne (pulttak) er det lang avstand. Oppholdsrom under yttertaket
- " 6 Varmeisolert yttertak med lufting over varmeisolasjon. Delvis utett i dampspærre- og vindspærresjikt og delvis problem med luftespalter
- " 7 Ikke registrert
- " 8 Ikke registrert
- " 9 Ikke registrert
- " 10 Ikke registrert
- " 11 Ikke registrert konstruksjon. Oppvarmede rom under yttertaket
- " 12 Uisolert yttertak, ventilert loft. Ventilasjonsanlegg plassert på loft. Det avgir varme.
- " 13 Uisolert yttertak, ventilert loft. Snøsmelting på tak kan skyldes en varmelekkasje fra rom under loft eller ytre klimaforhold.
- " 14 Deler av yttertak varmeisolert, for øvrig uisolert.  
Snøsmelting på tak over trapperom. Oppvarmede rom ved gavler.  
Mangler opplysning om konstruksjon

I 7 av oppdragene, ref. 1, 4, 7-11, er konstruksjonen ikke blitt registrert.

I 5 av oppdragene, ref. 2, 3, 12, 13 og 14, var yttertaket uisolert med loft under som var ventilert mer eller mindre effektivt.

I 2 av oppdragene, ref. 2 og 12, var det satt ventilasjonsanlegg på loft som skulle være kaldt. Anlegget avgir varme.

I 4 av oppdragene, ref. 3, 5, 6 og 14, var yttertaket varmeisolert. I ett av dem, (ref. 3), var det lufting ved raft, men ikke ved møne. I ref. 5 var det pulttak og lang avstand fra raft til møne med problem for luftekanalen. I ref. 6 var det tildels problemer med sperresjiktene og luftespaltene. I ref. 14 smelter snøen over trapperommet som går opp mot yttertaket og over innredde rom ved gavler.

## 6. SKADEBILDE

### 6.1 Takflater uten stigetrinn eller snøfangere

Se punkt 4.3 om snøfangere og stigetrinn. Se ref. 1, 2 og 3.

På mange takstein er brekkasjen kommet på et hjørne av taksteinen. En større eller mindre del av hjørnet er brukket av. Denne bruddtypen forekom særlig på takstein ute på takflaten, men også ved raft.

På betongtakstein var er det nedre hjørnet på steinen brukket av, og bruddet var på den siden av steinen som lå over sidesteinen i omlegget. Se foto 6 av betongtakstein med slikt brudd.

Ved tegltakstein er det eksempel på hjørnebrudd der bruddet er kommet i øvre hjørne på takstein som lå ute på takflaten. Hjørnet er brukket på den siden av steinen som ligger under sidesteinen i omlegget.

På takstein i nederste rad ved raft forekom også hjørnebrudd. Hjørnet på begge sider av steinen kan være brukket, se foto 2, eller hjørnet på den siden av steinen som ligger over sidesteinen i omlegget, se foto 8.

På takstein i nederste rad ved raft er ellers den ytre delen av steinen brukket tvers av, se foto 2, 3 og 7.

På takstein utover takflaten er det ellers eksempler på brudd på tvers, på langs eller på skrå av steinen. Brudd på tvers forekom helst på enkel krum stein. Brudd på langs forekom helst på dobbel krum stein, og da langsetter toppen på ryggen av den midtre bølgen. Brudd på skrå forekom på begge typer stein. Ved styrkeprøving av takstein etter Norsk Standard opptrer disse bruddformene på de samme typer stein.

### 6.2 Takflater med stigetrinn eller snøfangere

Se punkt 4.3 om snøfangere og stigetrinn.

I mange tilfelle holder stigetrinn eller snøfangere fast snømassene på taket og hindrer at de kommer på gli, og brekkasje er unngått. I ref. 2 og 3 har snøfangere holdt snømassene på plass, og takene var uten brekkasje. Et lite unntak for ref. 2 der én takstein ble brukket under snøfangerkonsollen som ga noe etter for snømassene.

I noen tilfelle blir snømassene på taket for tunge å holde mot for stigetrinn eller snøfangere. Snømassene kommer på gli, og stigetrinn og snøfangere gir etter. Det viste seg da at stigetrinnene og snøfangerkonsollene forårsaket brekkasje på taksteinene, kfr. ref. 2 (én stein), 6, 7, 11, 12, 13, 14.

Stigetrinnet blir deformert, se foto 11 og 12. Den langsgående stangen fra festekrok til bærekonsoll for trinnet er blitt bøyd oppover. Det har ført til at den nedre spissen i bærekonsollen dermed ble rettet nedover mot overflaten på steinen. Bærekonsollen, med snølasten på, har så knekket steinen. Det samme forhold har gjort seg gjeldende for festekonsollen til en snøfanger, se foto 4. Det er eksempel på at festekonsollen er presset så langt ned at den har laget hull i sutakplaten.

Stigetrinn og også snøfangere er blitt revet løs fra festet i taket. Se foto 8, 9 og 10. Lekter som de var festet i, er blitt revet løs eller vridd. Spiker som fester stigetrinn til lekte er blitt trukket ut. Skruer som har festet snøfangere, er gått tvers av.

## 7. ÅRSAKER TIL BREKKASJER

Felles for brekkasjeskadene som NBI har registrert gjennom de 14 oppdragene, er at brekkasjene oppstår i forbindelse med is og snø på taket. Når is- og snømassene begynner å sige nedover taket, kommer på gli eller raser ned taket, brekkes takstein. Et islag underst mot taksteinene synes således å være en forutsetning for brekkasjene, sammen med snømassene som ligger på islaget. Tykkelsen på islaget har ikke vært registrert systematisk, men etter noen iakttagelser og opplysninger kan tykkelsen være mellom 5 og 10 cm.

Årsaker til isdannelse blir behandlet i avsnitt 7.

Det som kan antas å skje er følgende:

Av ulike årsaker bygges det opp et islag på taksteinen. Ved frost kan isen hefte fast til taksteinen. Undersiden av islaget blir formet mer eller mindre etter formen på taksteinene. Islaget kan øke i tykkelse etter hvert, og det kan bli mer og mer snø oppå islaget. Is- og snømasser blir tyngre.

Av forskjellige grunner kan temperaturen i overgangen mellom takstein og is bli 0° eller mer. Det vil føre til at isen ikke lenger hefter til taksteinene på grunn av frost. Isen smelter mot taksteinen, og det blir antakelig et vannsjikt mellom taksteinene og islaget.

Situasjonen kan da være den at store flak med is og snø ligger og flyter på taket, men henger fast i ett eller annet. Jo tyngre is- og snømassene er, jo større er kraften som vil dra flaket nedover taket. Partier av flaket kan henge fast i takstein, der det ikke er smeltet, f.eks. langs utstikk ved raft. Det kan henge fast ved pipe, ventilasjonskanaler o.l. og i stigetrinn opp til pipe.

Når motholdene svikter, vil flaket gli eller rase nedover taket. Islaget, med underside formet etter taksteinene og med et tungt snølag oppå, glir nedover taksteinene og stikker ut over taket ved raft der det brekkes av etter hvert. På vei ned taket presser og slår den ujevne isflaten mot taksteinene og kan lage brekkasje på steinene. Taksteinene kan få belastninger som påvirker steinen annerledes og som kanskje er større enn belastningen er ved standardisert prøving, og det blir brudd i steinen.

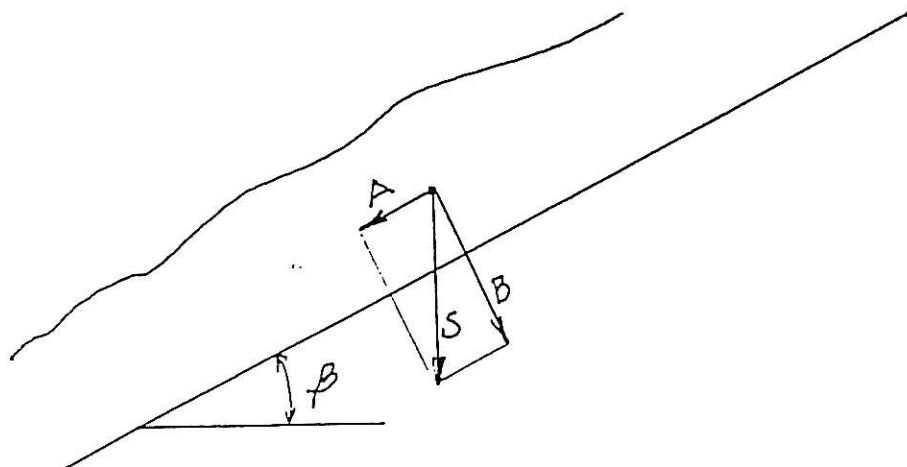
Ved raft kan is- og snømasser stikke ut et godt stykke, særlig hvis islaget er tykt og sterkt. Den ytterste delen av taksteinene i nederste raden får da et moment, en brytning over den ytterste taklekten og kan brekkes av. Noen taksteiner er fremdeles fastfrosset til islaget, men trekkes med av flaket som er på sig. De kan henge igjen i lektene og kan da bli trukket tvers av. Strekkraften blir for stor.

Is- og snølast skader lett rørgjennomføringer, ventilasjonskanaler og takrenner. Det er opplyst at også piper har fått forskyvninger og skader. Stigetrinn opp til piper er blitt revet med eller presset ned mot steinen og deformert, se foto 8.

## 8. BELASTNINGER

Det er ikke kjent hvor store belastninger som taksteinene utsettes for under is- og snømassene når massene kommer på gli på taket.

Så lenge is- og snømassene ligger helt i ro uten at den minste glidning har skjedd, ser det ut til at det ikke blir brekkasje, konferer for eksempel Referanse 3. I dette tilfellet hadde snøfangere klart å holde massene på plass, og taket var uten brekkasje.



En snølast  $S$  på taket gir en kraft  $A$  som virker nedover parallelt med takflaten, og en kraft  $B$  som virker vinkelrett inn mot takflaten. Snølasten på tak skal ifølge NS 3479 settes lik den karakteristiske snølast på mark multiplisert med en formfaktor for taket.

For dimensjonering ved bruddgrensetilstand økes snølasten ved multiplikasjon med en lastfaktor.

Kraften  $A$  vil dra snømassene nedover taket. Kraften  $B$  presser mot takflaten. Snøfangere skal holde mot kraften  $A$  uten å vike. Takstein skal holde imot kraften  $B$  og også mot kraften  $A$  når steinen er fast i isen. Når massene glir, blir taksteinene utsatt for dynamiske belastninger.

## 9. IS PÅ TAK

Isdannelsen på tak er sannsynligvis en forutsetning for brekkasjeskadene. Ved alle de registrerte oppdragene var det is på taket nærmest taksteinene.

Det begynner med at det ligger snø på taket. For at det skal dannes is, må snøen smelte, og så må smeltevannet fryse til is på taket. Snøen kan smelte på grunn av varmetilførsel fra rom eller annet under taket. Snøen kan smelte på grunn av ytre klimaforhold. Smeltevannet kan fryse til is på kaldere deler av taket eller ved lavere utetemperatur.

### Varmetilførsel fra undersiden:

- Utilstrekkelig varmeisolering  
Snø kan smelte på tak ved utilstrekkelig eller slurvet utført varmeisolering. Varmestrømmen fra oppvarmet rom under taket blir forholdsvis stor gjennom isoleringen og opp mot taksteinene.
- Store kuldebroer  
Snø kan smelte på tak ved store kuldebroer. Kuldebroer leder varmemstrømmer fra oppvarmet rom under taket opp mot taksteinene.
- Liten lufting under taksteinene  
Snø kan smelte på tak ved manglende eller mangelfull lufting av takkonstruksjon over oppvarmede rom. Ved store snømasser på taket kan luftingen i møne bli redusert.
- Taket er ikke lufttett.  
Snø kan smelte på tak ved manglende lufttetting av takkonstruksjon over oppvarmede rom. Det kan føre til at varm luft fra rommet strømmer ut i friskluftspalten i takkonstruksjonen.

Disse forhold kan være lokalt fordelt over takflaten.

Smeltevannet fryser til is på kaldere deler av taket, for eksempel ned mot raft der taket stikker ut fra ytterveggen. Også andre deler av takflaten kan være nedkjølt nok til at smeltevannet fryser til is, konferer de nevnte forskjellige forhold som kan føre til snøsmelting.

Snøen kan suge opp smeltevannet slik at det nederste snølaget er vått og sørpete. Hvis utetemperaturen blir lavere, fryser den våte snøen til is og grovkornet snø.

Den ytre temperaturen vil påvirke snøsmeltingen og påfølgende isdannelse. Snøsmeltingen begunstiges av sol, mildvær eller av temperaturer



litt under null grader. Påfølgende isdannelse begunstiges av temperaturer vesentlig lavere enn null grader.

Snølagets tykkelse vil påvirke temperaturen mot taksteinen. Jo tykkere snølag, jo mere varmeisolerer snølaget. Jo mindre luftingen under taksteinen er, desto mindre varme føres det bort. Med et mektig, varmeisolerende snølag på taket kan nullpunktet forskyves fra luftkanalen og opp til overflaten på taksteinen, og snøen på overflaten smelter.

#### Ytre klimaforhold:

Snøen på taket kan smelte på grunn av ytre klimaforhold. Det har vist seg at det dannes islag mot takstein på uthustak og låvetak der ut-huset og låven er kalde. Snøen på kalde tak smelter i mildvær, det kan regne ned i snøen, solen kan smelte snøen. Det kan tenkes at taksteinen under disse forhold fremdeles er kald og har temperatur under null grader. Kulden kan sitte igjen i taksteinen, i taket, i rommet under taket, på loftet. Smeltevannet fryser da til is når det kommer ned mot taksteinen, og det bygges etter hvert opp et islag. Isdannelsen kan også komme ved omslag til kulde.

Snøsmelting ved varmetilførsel fra undersiden kan forebygges eller reduseres ved bygningstekniske tiltak. Snøsmelting fra oversiden skyldes det ytre klima, og denne snøsmeltingen er ikke under kontroll.

Ved de undersøkte brekkasjeskadene var bygningstekniske forhold slik at de kan ha ført til snøsmelting fra undersiden. Det er viktig at yttertaket er bygningsteknisk riktig utført når det er oppvarmet rom rett under taket, for å forebygge best mulig snøsmelting fra undersiden. Kalde loft må være godt luftet og tett mot varmelekkasje fra rom under loftet og fra trapperom. Varmekilder på loft, for eksempel ventilasjonsanlegg, bør plasseres annet sted i bygningen. Hvis ikke det går, må det varmeisolerers godt og med særskilt utformet lufting over dem, for eksempel med skjermer mot loft og lyrer over tak.

## 10. KLIMA MARS 1988

Det meste av brekkasjene som NBI registrerte i 1988 kom i mars. Klimaforholdene på Blindern i Oslo er registrert. Observasjonene på Blindern er vist i vedlegg 2, side 1-3. Side 1 omfatter temperaturer klokken 07, 17 og 19 og millimeter nedbør for hver dag. Side 2 omfatter nedbør-observasjoner fordelt på regn, snø, sludd samt snødybde. Klimaet på Blindern er mildere enn på de steder NBI har registrert brekkasjene. Observasjonene gir imidlertid et bilde av variasjoner og tilstander. Den største nedbøren, 25,8 mm, i mars var den 31. i form av sludd og regn på Blindern. Dagen før ble nedbøren målt til 16,8 mm som sludd og regn. Disse dagene er det rapportert om brekkasjer i forbindelse med takras. Ialt ble det målt 106,6 mm nedbør på Blindern i løpet av mars, hvorav 42,6 mm den 30. og 31 mars. Snødybden 31. mars ble målt til 31 cm.

Litt lenger inn i landet, men i nærheten av Oslo, kom nedbøren mer som snø. NBI målte i Vestre Bærum 14. april snødybde på tak til mellom 85 cm og 100 cm, det vil si ca. 3 ganger mer enn på Blindern. Vekten av snøen ble målt til mellom 209 og 323 kg/m<sup>2</sup>. Lignende snømengder, og kanskje mer, har det nok vært på store deler av Østlandet.

Temperaturen i mars har vekslet i løpet av døgnet og fra døgn til døgn. I ca. 20 døgn har maksimumstemperaturen vært over null og minimumstemperaturen vært under null. Døgnmiddeltemperaturen har vekslet fra minus til pluss flere ganger i mars.

Disse vekslinger i temperatur og mellom regn og snø kan ha medført isdannelse på kalde tak og bidratt til isdannelsen på tak med oppvarmet rom under. Kfr. avsnitt 9.

Det må kunne antas at man også ellers på Østlandet har hatt vekslinger mellom varmegrader og kuldegrader og mellom regn og snø.

## 11. SNØFANGERE

Snøfangere må settes opp der det kan bli ras mot beferdet område.

Byggeforskrift 1987, kap. 43:12:

Beskyttelse mot snø og is.

Snø- og isdannelser på bygningen som kan medføre fare for ras mot beferdet område, skal hindres eller sikres.

Snø, is og smeltevann skal ikke kunne skade bygningen eller dens konstruksjoner.

Veiledning til Byggeforskrift 1987, kap. 43:12:

Beskyttelse mot snø og is.

Mot beferdede områder, f.eks. fortau, plass, gate, hvor ras og snø og is kan medføre fare, må det settes opp snøfangere. Ifølge grannelovens § 4 må heller ikke naboeiendom utsettes for takdrypp eller snøras. For dimensjonering og utførelse av snøfangere vises til NBI Byggdetaljblad A 535.317 (98). For å unngå farlige og uheldige isdannelser må alle isolerte skråtak utføres med god lufting.

Takflaten må dimensjoneres tilstrekkelig til å oppta snølast. Veiledende verdier for snølast fremgår av NS 3479, tillegg C (21), se for øvrig veiledning til kap. 51.

Byggeforskriftene foreskriver snøfangere mot beferdet område og mot nabo. Snøfangere settes opp også generelt for å hindre ras som kan forårsake materielle skader.

De vanlige snøfangere i dag består av 2 til 3 rør som festes i konsoller. Konsollene er festet i taket i innbyrdes avstand 0,6 m eller mer. Eksempel på snøfanger er vist i vedlegg 1. Byggforskserien, Byggdetaljer A 535.317 handler om snøfangere av denne typen. Det er vist hvordan man beregningsmessig kan dimensjonere snøfangeren ut fra stedets snølast, takfall, taklengde raft-møne og avstand mellom konsoller. Brosjyre fra produsent av snøfangere inneholder også slike dimensjoneringsregler.

Det er en forutsetning at snøfangerkonsollene får et solid feste i takkonstruksjonen. Konsollene kan for eksempel festes direkte til taksperrene eller til bord som er solid festet til taksperrene. Bordene må ha samme tykkelse som taklektene og er f.eks. 148 mm brede.

Snøfangerne har 2-3 langsgående rør som er festet til konsollene. Disse rørene holder imot is- og snømassene når massene vil sige nedover taket. Rørene overfører belastningen fra snømassene til feste-konsollene. Rørene er festet til trekantdelen nederst på konsollen.

Rørene ligger an et stykke opp på trekantdelen. Kraften, som rørene overfører fra belastningen, gir et strekk i konsollen, og den gir et moment i konsollen. Momentet som kraften gir, vil dreie trekantdelen fremover og nedover. Den oppstikkende toppen på trekanten er ikke låst på plass, og det er ingen del av konsollen som hindrer at trekantdelen blir dreid fremover og nedover. Den nederste spissen på trekantdelen presses da ned mot overflaten på taksteinen. Denne virkemåten er en konstruktiv svakhet for festekonsollen.

Konsoller til stigetrinn har en tilsvarende virkemåte som beskrevet foran for snøfangerkonsoller.

## 12. SAMMENFATNING OG KONKLUSJON

Gjennom 14 oppdrag de senere årene har NBI fått et allsidig bilde av brekkasjeskader på takstein på tak og forholdene omkring brekkasjeskadene. Det har vist seg at takstein utsettes for brekkasje når is- og snømasser på taket får mulighet for å sige, gli eller rase ned taket.

Med snø på taket dannes det under visse forhold et islag oppå taksteinene. Is dannes ved at snøen på taket smelter, og smeltevannet så fryser til is. Det kan skyldes oppvarming av taket fra rom på undersiden ved mangelfull eller for dårlig varmeisolering, ved store kuldebroer, ved liten lufting under taksteinene eller ved at konstruksjonen under yttertaket ikke er lufttett. Is kan også dannes på tak på grunn av de ytre klimaforhold som mildvær og kuldeperioder, regn, sol.

Islaget er først fastfrosset til taksteinen. Undersiden av islaget blir formet etter overflaten på taksteinen. Under visse omstendigheter smelter islaget akkurat i overgangen mot taksteinene, og islaget, med mer eller mindre snø oppå, ligger nærmest og flyter på taket som et stort flak. Løsner så flaket, siger, glir eller raser det nedover taket og utfor. Er islaget tykt nok og hardt nok, kan taksteinene få en hard medfart. Det kan bli brekkasjer ut over takflaten og nederst der den ytterste raden lett brekker av.

Takstein fra tak med brekkasje har vært styrkeprøvet. Som regel er standardens styrkekrav tilfredsstillt med god margin. Styrkekravene er lavere for enkel krum takstein enn for dobbel krum. Man kan ikke se bort fra at brekkasjer kan ha kommet ved meget små overskridelser av bruddlastene, slik at der enkel krum takstein har fått brekkasje kunne eventuelt et færre antall dobbel krum takstein ha fått brekkasje.

Det er ikke kjent hvor store belastninger taksteinene utsettes for under is- og snømassene når massene kommer på gli på taket. Undersiden av islaget er formet etter taksteinflaten. Undersiden blir derfor en ujevn flate, og ujevnheten bidrar sannsynligvis til særlige press og slag på taksteinen når massen er på gli.

Konsoller til stigeledd og snøfangere kan presses ned mot taksteinen så det blir brekkasje. Belastningens størrelse er ukjent.

Stigeledd brukt som snøfangere har i de undersøkte tilfellene ikke vært tilfredsstillende stive og sterke. Dessuten har innfestingen i lekter vært for dårlig. Det er vel mulig at stigeledd i flere rader på taket kan holde snømassene helt i ro.

Stigetrinn brukt som atkomst på taket fra raft og opp til pipe er trukket med av snøras og har skadet taksteinene.

Snøfangere med rør festet til konsoller har kunnet holde is- og snømasser fast uten at de er kommet på gli, og uten at det er blitt brekkasjer på takstein. Det er anvist dimensjoneringsregler for slike snøfangere både i brosjyrer fra produsenter av snøfangere og i Byggforskserien, Byggdetaljer A 535.317. I noen tilfeller har snøfangerne sviktet under belastningene med brekkasje på takstein til følge. Det kan være spørsmål om disse snøfangerne har vært underdimensjonert i forhold til de nevnte dimensjonsregler, eller om disse dimensjonsregler ikke alltid ligger tilstrekkelig på den sikre siden.

## **13. VIDERE UNDERSØKELSER**

### **13.1 Isdannelse på tak**

Det er et vel kjent fenomen at det dannes is på tak med snø på, når det er varmetilførsel opp mot undersiden av taksteinen, se avsnitt 9. Det har vist seg at det dannes is på snødekte tak også over kalde rom, f.eks. på tak over låver. Det er av interesse å få undersøkt isdannelse på tak på grunn av ytre klimabetingelser.

### **13.2 Takstein. Styrke og belastning**

Is- og snømasser på taket belaster taksteinen når massene ligger stille og når massene glir. Hvordan taksteinene belastes og hvor stor belastningen er, bør undersøkes ved feltmålinger og i laboratoriet.

### **13.3 Takstein og underlag**

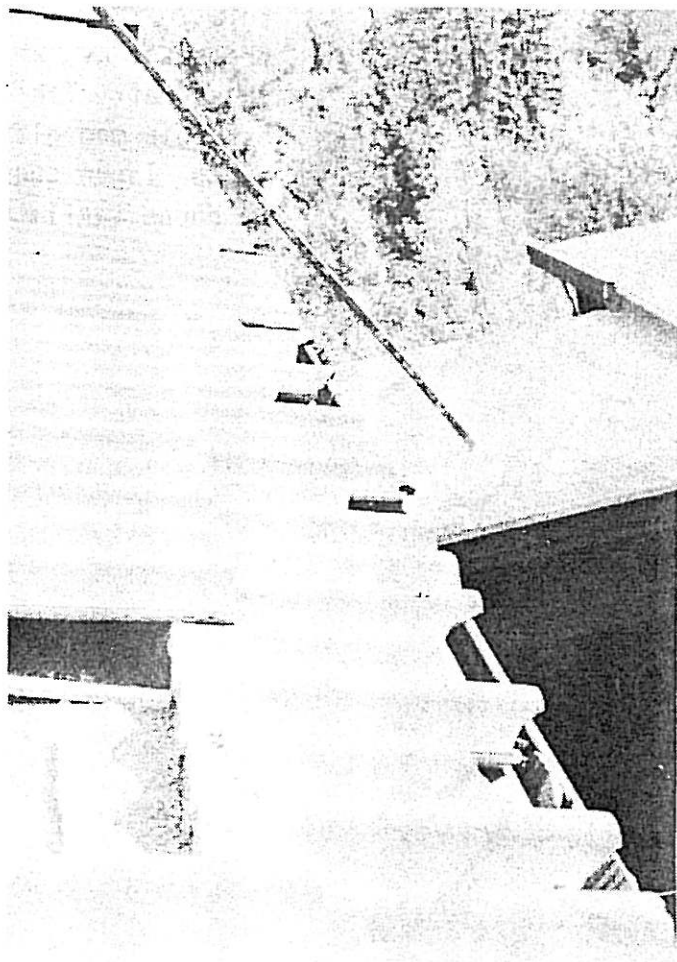
Av hensyn til stivheten til underlaget for takstein, bør en undersøke forekommende dimensjoner og spennvidder på lekter. Videre bør det undersøkes hvor plant og støtt underlaget er for de enkelte taksteinene. Takstein på svakt og ujevnt underlag kan tenkes å brette lettere enn hvis de ligger fast og støtt.

### **13.4 Snøfangere og stige-trinn**

Dimensjoneringsgrunnlaget for snøfangere bør man se på, både de ytre forutsetninger og snøfangernes virkemåte under belastning. Det bør utvikles prøvningsmetoder for snøfangere. Konstruksjonsprinsippet for snøfangere og stige-trinn bør forbedres, fordi festekonsollene brytter istykker steinen når is- og snømassene siter på.

Petter Lossius

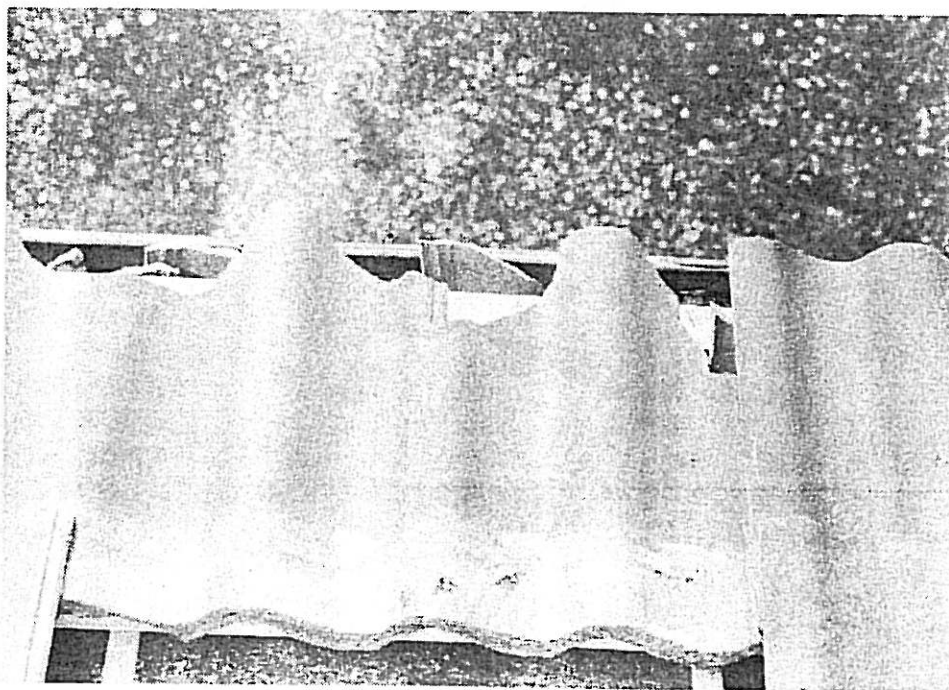
## FOTO 1 - 2



Referanse 1

Foto 1

Brekkasje av takstein langs raft. Takstein med glatt overflate. Ingen snøfangere



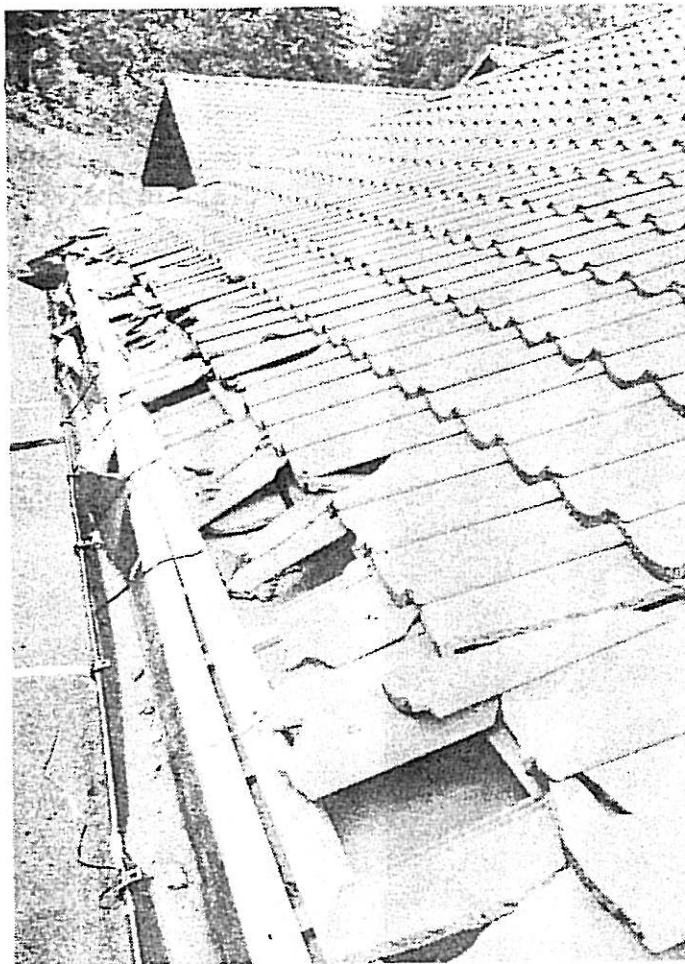
Referanse 1

Foto 2

Detaljer av brekkasje langs raft



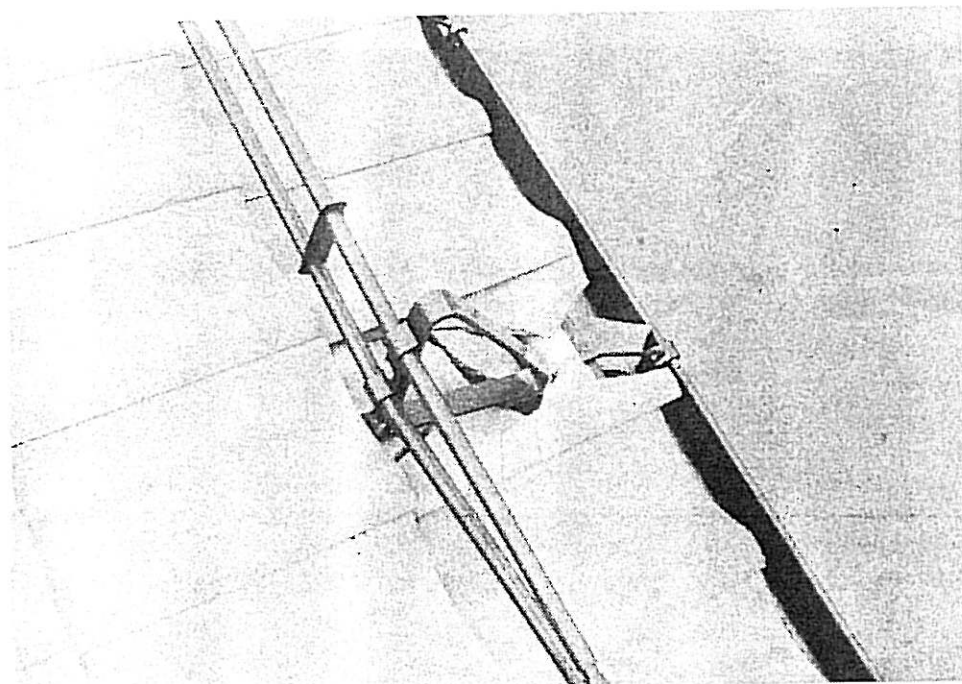
## FOTO 3 - 4



Referanse 2

Foto 3

Brekkasje av takstein langs raft. Takfall 22°. Takstein med glatt overflate. Ingen snøfangere på denne takflaten



Referanse 2

Foto 4

Motsatt takflate med snøfangere. Konsoll til snøfanger er presset gjennom takstein. For øvrig ingen brekkasjer på denne takflaten

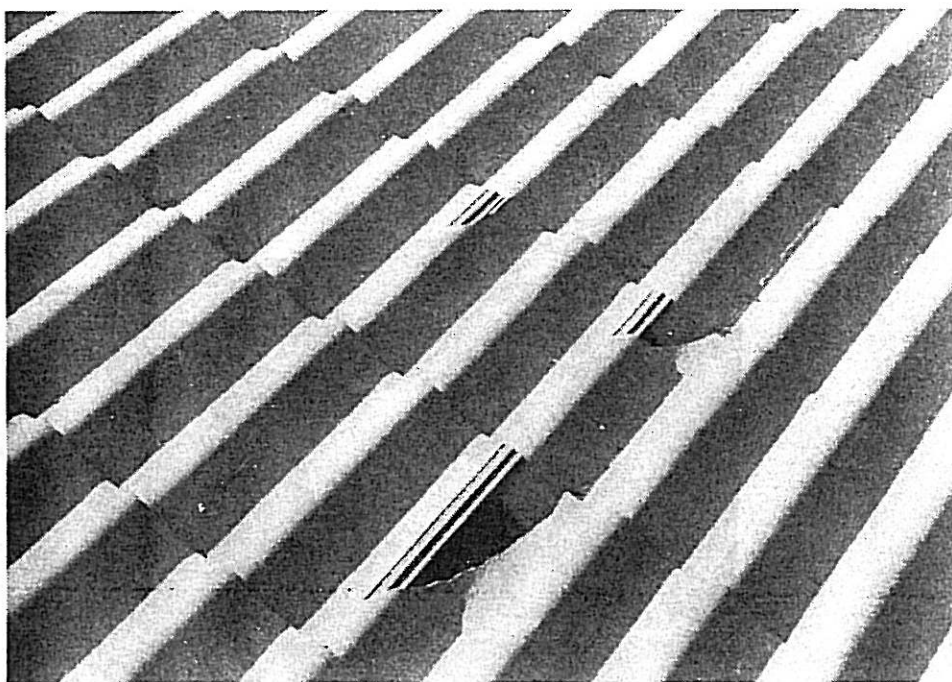
## FOTO 5 - 6



Referanse 3

Foto 5

Brekkasje av takstein fordelt over takflaten og langs raft.  
Takfall 20°. Takstein med glatt overflate. Ingen snøfangere

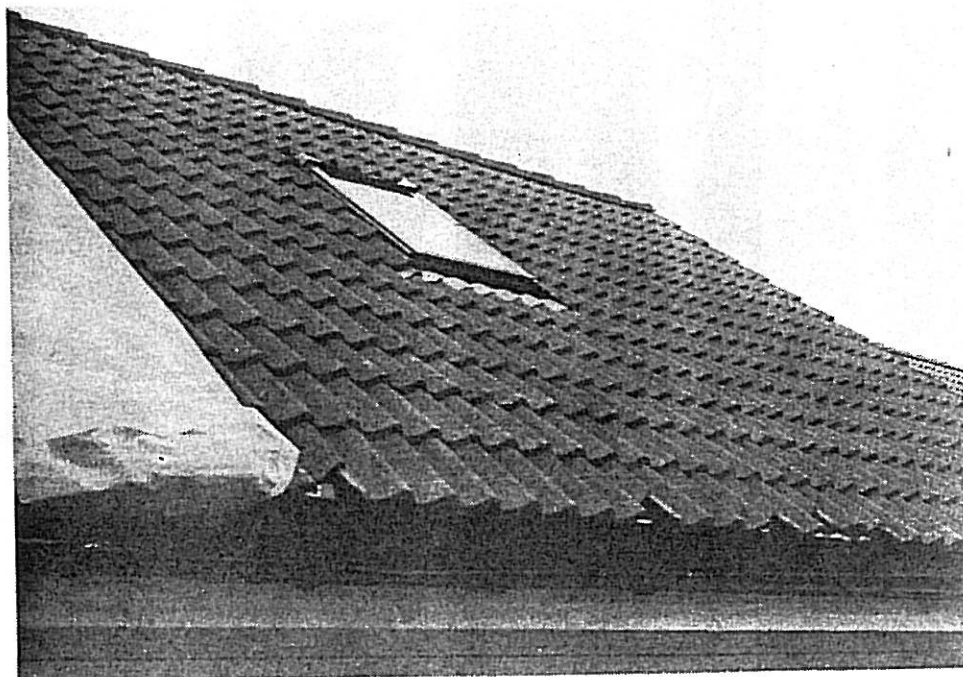


Referanse 3

Foto 6

Detalj av brekkasje på takstein

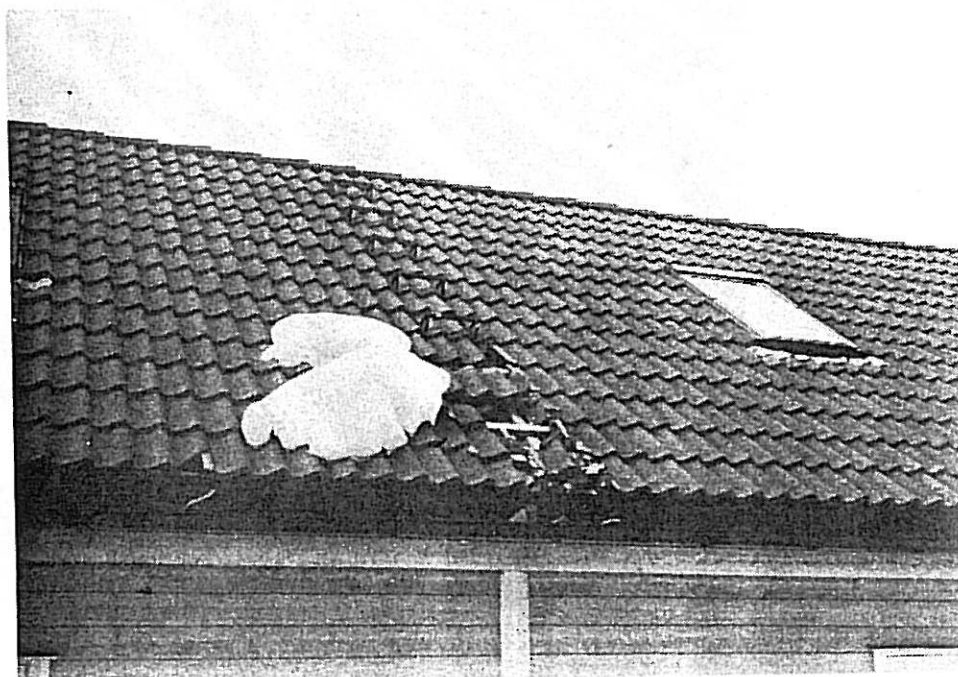
## FOTO 7 - 8



Referanse 6

Foto 7

Brekkasje av takstein langs raft. Takfall  $36^{\circ}$ .  
Takstein med ru overflate. Ingen snøfangere



Referanse 6

Foto 8

Brekkasje av takstein under stigetripp

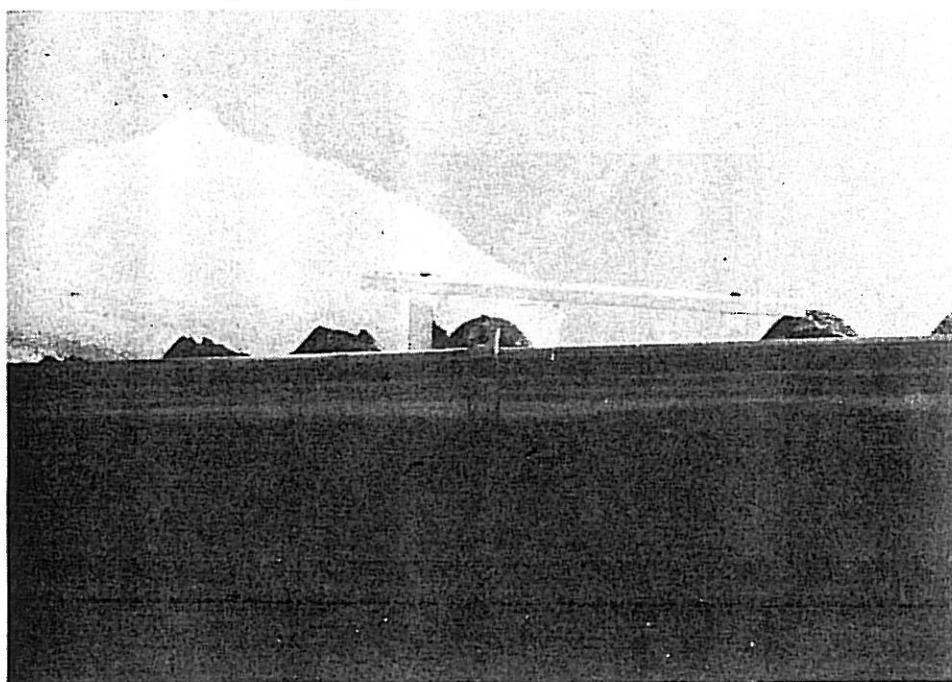
## FOTO 9 - 10



Referanse 7

Foto 9

Brekkasje av takstein langs raft under stigetrinn.  
Takfall 28°. Takstein med glatt overflate. Stigetrinn  
som snøfangere langs raft

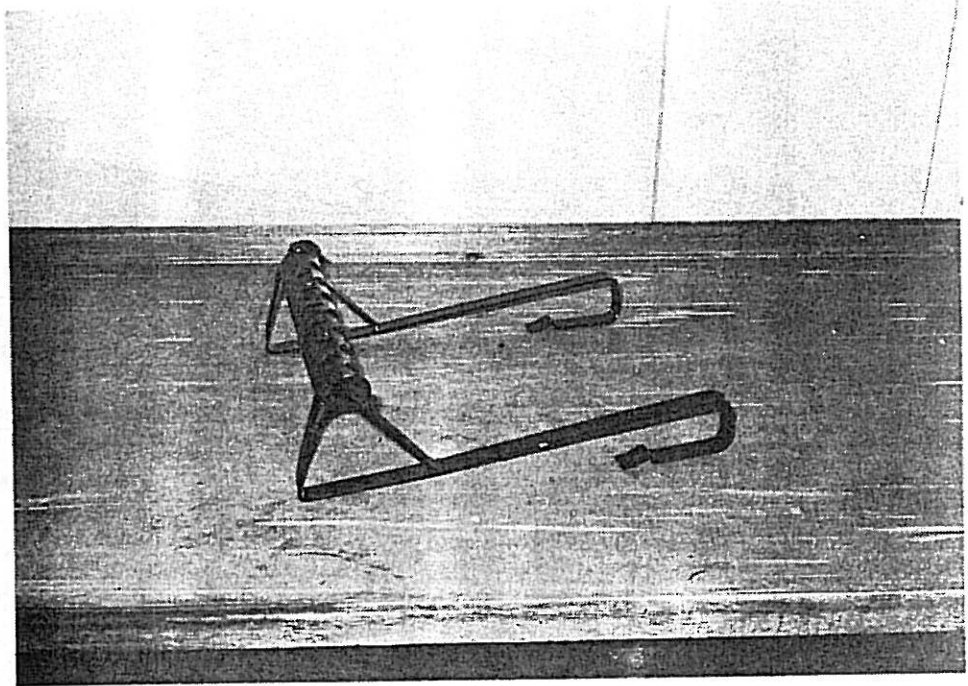


Referanse 7

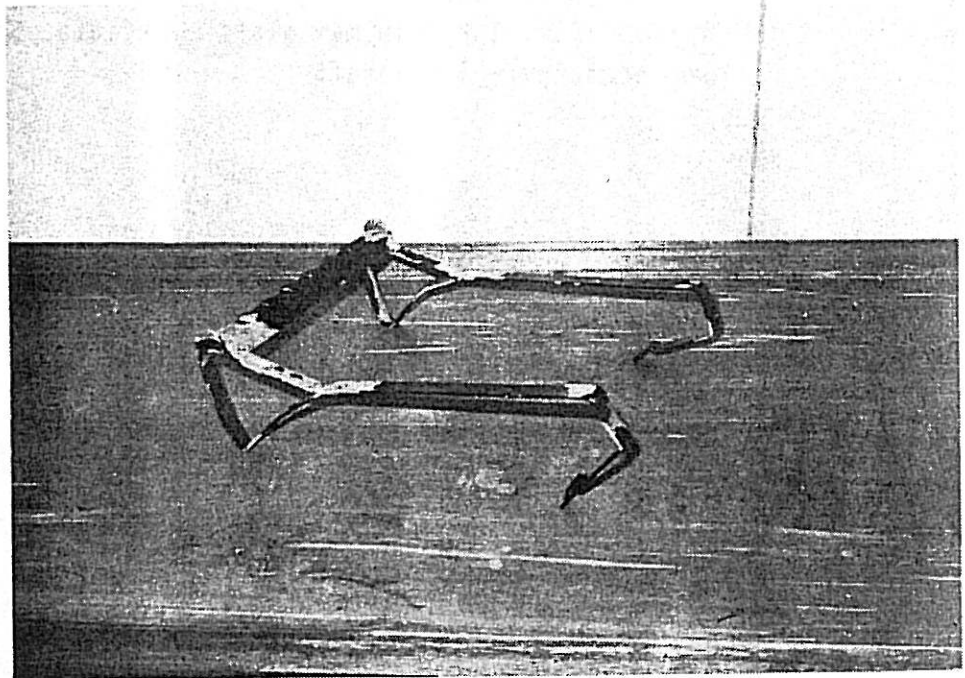
Foto 10

Stigetrinn er revet løs og skjøvet ned mot raft og  
takrenne. Islag mot takstein

## FOTO 11 - 12



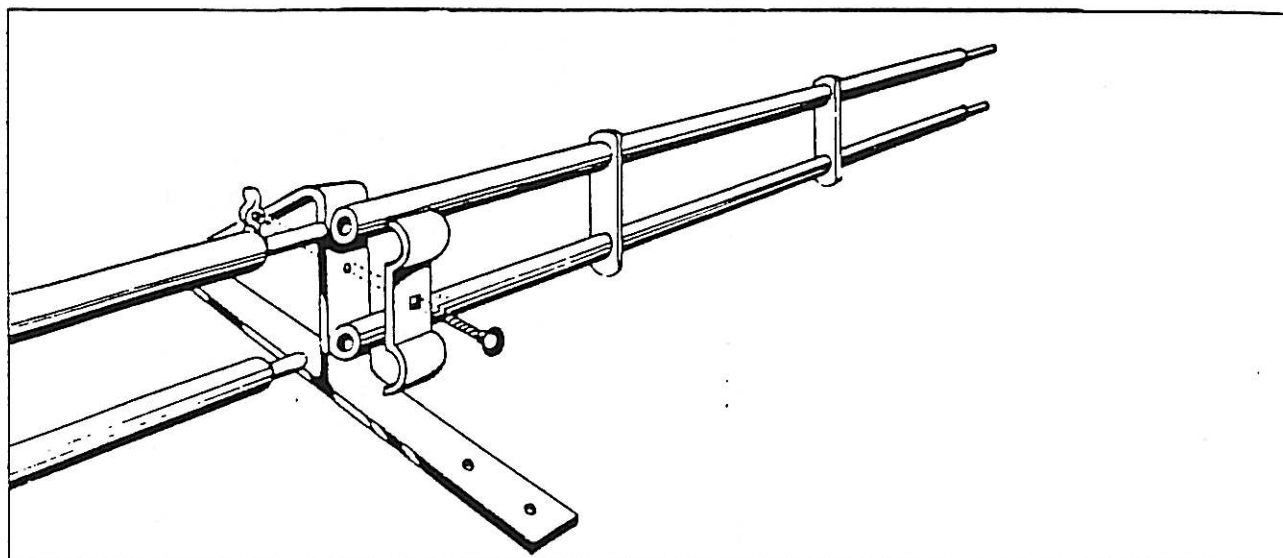
Referanse 6  
Foto 11  
Stigetrinn, nytt og uskadet



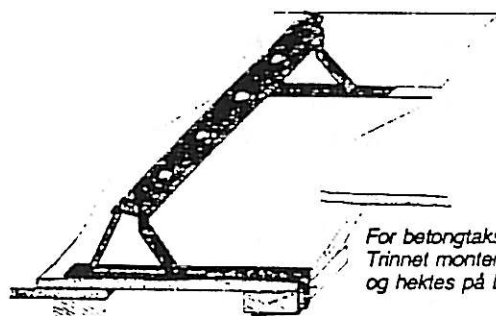
Referanse 6  
Foto 12  
Stigetrinn fra tak med taksteinsbrekkasje  
Stigetrinnet er revet løs fra lekte og deformert  
av is- og snømasser på gli.

# VEDLEGG 1

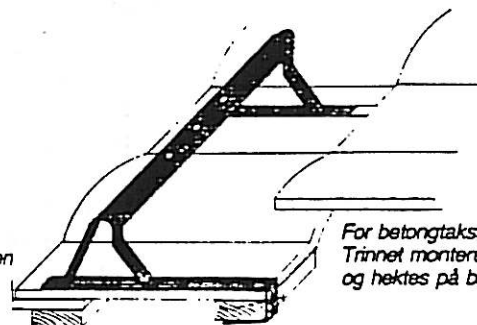
## SNØFANGERUTSTYR



## STIGETRINN



For betongtakstein.  
Trinnet monteres i bunnen av profilen  
og hektes på bæreløkten.



For betongtakstein.  
Trinnet monteres i bunnen av profilen  
og hektes på bæreløkten.

## VEDLEGG 2

1870 OSLO - BLINDERN

Kommune: OSLO

94 och

LUFTTEMPERATUR DT	TEMPERATUR							SKY- DEKKE	NEDBØR i mm		
	01	07	13	19	T <sub>m</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>n</sub>		R07	R19	R
1		-5.1	-2.1	-2.4	-3.4	-1.1	-5.1	572	0.0		0.2
2		-5.5	0.1	-1.5	-3.4	0.7	-7.2	668			
3		-1.0	0.6	0.7	-0.6	0.7	-2.9	888	4.0	10.3	4.0
4		0.3	0.4	0.8	0.8	1.6	0.3	887	6.0	6.6	16.3
5		-0.4	0.8	0.7	0.3	1.2	-0.4	886	0.8	1.0	7.4
6		-1.9	0.5	-1.1	-1.0	1.1	-2.1	665		0.0	1.0
7		-3.4	-0.4	-1.3	-1.8	1.0	-3.6	311			0.0
8		-4.8	0.9	-2.3	-2.9	1.6	-6.3	201			
9		-8.3	-4.0	-2.8	-6.0	-2.3	-10.8	888		3.1	
10		-3.4	-1.9	-1.2	-2.3	-1.2	-3.4	886		0.2	3.1
11		-1.8	2.2	-0.7	-0.7	4.2	-4.6	312			0.2
12		-7.0	0.5	-0.5	-3.2	2.8	-8.0	121			
13		-8.2	1.0	-2.3	-4.3	2.0	-8.6	111			
14		-11.4	-1.8	-0.7	-5.7	1.2	-12.0	112			
15		-10.8	-1.3	-2.5	-6.0	0.3	-11.2	113			
16		-6.7	-5.4	-3.5	-5.0	-2.5	-7.4	777		0.0	
17		-8.6	-3.0	-3.2	-5.9	-1.5	-10.4	863			0.0
18		-10.0	2.8	1.6	-3.0	6.4	-10.0	111			
19		-7.6	0.8	1.2	-2.9	2.8	-8.1	778			
20		-0.4	0.3	0.6	0.2	1.2	-0.6	888	1.1	8.4	1.1
21		0.4	0.7	0.7	0.7	1.1	0.4	888	8.5	0.7	16.9
22		-2.2	2.1	1.1	0.2	4.0	-2.3	267	0.6		1.3
23		-0.6	1.0	0.3	0.1	1.4	-0.8	887	0.6	0.1	0.6
24		-1.5	1.4	0.4	-0.4	2.0	-2.6	778	0.1	0.1	0.2
25		-0.7	-0.3	0.2	-0.2	0.4	-0.7	886	8.2	1.2	8.3
26		-1.2	0.0	1.1	0.0	1.4	-1.3	888	0.0	0.0	1.2
27		1.8	3.2	2.9	2.3	4.0	0.6	888	0.0		0.0
28		1.4	2.8	2.7	2.1	3.3	1.1	888	1.3	0.2	1.3
29		1.5	2.4	2.6	2.2	3.6	1.1	888	0.7	0.3	0.9
30		0.6	1.3	1.7	1.4	2.6	0.6	888	16.5	20.2	16.8
31		1.5	2.0	3.0	2.3	3.1	1.4	886	5.6	3.1	25.8
MIDDEL:		-3.4	0.2	-0.1	-1.4	1.5	-4.0		SUM:	106.6	

Max døgntemp 2.3 dato 27. Max pos. endring av T<sub>m</sub> 3.7 dato 9.  
 Min døgntemp -6.0 dato 9. Max neg. endring av T<sub>m</sub> -3.1 dato 8.  
 Abs. maxtemp 6.4 dato 18. Max døgnamplitude 16.4 dato 18.  
 Abs. mintemp -12.0 dato 14. Max døggnedbør 25.8 dato 31.  
 T<sub>m</sub>-avvik av normalen: -0.9 Nedbørssum i % av normalen: 412

Døgn med:

T<sub>m</sub><0 T<sub>n</sub><-10 T<sub>n</sub><0 T<sub>x</sub><0 T<sub>x</sub>>=20 T<sub>x</sub>>=25 R)=0.1 R)=1.0 R)=10.0 R)=25.0  
 19 4 24 5 0 0 18 13 4 1

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

T<sub>m</sub>: døgnmiddel T<sub>x</sub>: maksimum T<sub>n</sub>: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skyfritt og B=overskyet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 foregående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

EKSNN-16.12.1988  
 DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
 KLIMAAVDELINGEN

NEDBØROBSERVASJONER FOR MARS 1988

1870 OSLO - BLINDERN 94 M.O.H.  
 FYLKE: OSLO KOMMUNE: 0301 Oslo

N E D B Ø R S Y M B O L E R						
08(07) -13	13-19	19-07)	DT	NBH M	SDY D	
	S1		S1 01.	0.2	16 4	
			02.	.	16 4	
			S1 03.	4.0	19 4	
S1	SL1 S1		S1 04.	16.3	30 4	
SL1 S1	SL1		KS 05.	7.4	32 4	
KS S1	S1		06.	1.0	30 4	
	SB1		07.	0.0	30 4	
			08.	.	29 4	
			09.	.	29 4	
S1	S1		10.	3.1	32 4	
	S1		11.	0.2	29 4	
			12.	.	29 4	
			13.	.	29 4	
			14.	.	29 4	
			15.	.	29 4	
			16.	.	29 4	
	SB1		17.	0.0	29 4	
			18.	.	29 4	
			19.	.	29 4	
		S1	20.	1.1	30 4	
S1	S1	SL1 S1	21.	16.9	37 4	
S1 YR	S1		S1 22.	1.3	37 4	
			S1 23.	0.6	35 4	
S1	SB1		SB1 24.	0.2	34 4	
SLB1SL1	S1		S1 25.	8.3	41 4	
S1	S1		S1 26.	1.2	40 4	
S1	S1		SLB127.	0.0	36 4	
			R1 28.	1.3	32 4	
R1	R1		SL1 29.	0.9	30 4	
SL1 YR R1		SL1 R1	30.	16.8	32 4	
SL1 R1	SL1 R1	SL1 R1	31.	25.8	31 4	

SUM: 106.6 MM

ANT. DAGER >= MIDL DAGER  
 MSUM NORM PROS 0.1 1.0 10.0 25.0 MAX DATD SMDY DEKKE  
 107 26 412 18 13 4 1 25.8 31. 30 31



EKSM<sup>3</sup>-16.12.1988  
 DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
 KLIMAAVDELINGEN

FORKLARING TIL MÅNEDSSKJEMAETS BOKSTAVKODER :

UNDER KOLONNE MERKET NEDBØRSYMBOLER:

R - REGN	RB - REGNBYGE (R)
S - SNØ	SB - SNØBYGE (R)
SL - SLUDD	SLB - SLUDDBYGE (R)
YR - YR	HB - HAGL
K - KORNSNØ	TD - TORDEN
DG - DUGG	RIH - RIM

0 BAK SYMBOL BETYR SVAK, 1 BETYR MIDDELS OG 2 BETYR STERK

BOKSTAV UNDER KOLONNE MERKET M BETYR AT OBSERVASJONEN ER  
 RETTET ETTER FØLGENDE KODE:

A - SNØFOKK  
 B - LEKKASJE  
 C - FORDELING ETTER OPPGITT MALING OVER FLERE DØGN  
 D - FORDELING ETTER ANTATT MALING OVER FLERE DØGN  
 E - INTERPOLERT OBSERVASJON  
 F - STR ET OBSERVERT NEDBØRHØYDE  
 G - FORSKYVNING FRA/TIL VEDKOMMENDE DATO  
 H - SNØDYBDE/SNØDEKKE INTERPOLERT  
 I - RETTET VED EN KOMBINASJON AV BOKSTAV A-H  
 U - UBETYDELIG RETTING (VANLIGVIS BARE NEDBØRSYMBOLER)

NEDBØRHØYDEN I MM (KOLONN MERKET NBH) ER MALT KL. 08(07)  
 PÅ ANGITTE DATO (KOLONN MERKET DT).  
 NEDBØREN ER FALT I LØPET AV DE 24 FOREGÅENDE TIMER.

SNØDYBDE I CM (KOLONN MERKET SDY) ER MALT KL. 08(07)  
 PÅ ANGITTE DATO

SNØDEKKET ER SKJØNNESNESSIG BEDØMT ETTER FØLGENDE SKALA:

0 - (ELLER BLANK) BAR MARK OVERALT  
 1 - MEST BAR MARK, BARE EN MINDRE DEL SNØDEKT  
 2 - LIKE MYE SNØDEKT MARK OG BAR MARK  
 3 - MEST SNØDEKT MARK, BARE EN MINDRE DEL BAR  
 4 - SNØ OVERALT

MANGLENDE DATA ER MARKERT MED \*\*\*

NEDERST PÅ SKJEMAET ER DET GITT EN OVERSIKT OVER:

- 1) MÅNEDSUM I HELE MM, NORMAL OG PROSENT.
- 2) ANTALL DAGER STØRRE ELLER LIK 0.1, 1.0 OG 25.0 MM
- 3) MIDLERE SNØDYBDE I CM
- 4) ANTALL DAGER SNØDEKKE MED KODE STØRRE ELLER LIK 3

# BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

- Et nasjonalt senter for forskning og utvikling for bygge- og anleggsvirksomhet. Hovedkontoret er i Oslo. Instituttet har forskningsavdelinger og laboratorier i Oslo og Trondheim, og Nord-Norge-kontor i Narvik. En allsidig faglig stab på vel 100 medarbeidere har ansvar for forskning og utvikling, feltundersøkelser, laboratorieprøving, forskningsformidling og informasjon.
- Byggforsk legger vekt på god kontakt med bransje, myndigheter og andre forskningsmiljøer. Instituttet har et internasjonalt kontaktnett, både for forskning og løsninger av praktiske oppgaver. Det bidrar til spredning av forskningsresultater og gir gode muligheter for faglig utvikling ved instituttet.
- Byggforsk er en selvstendig og nøytral stiftelse, ledet av et styre som oppnevnes av Norges Teknisk-Naturvitenskapelig Forskningsråd.

Hovedkontor i Oslo:

**Norges byggforskningsinstitutt**

Forskningsveien 3B

Postboks 123 Blindern

0314 OSLO 3

Tlf. (02) 46 98 80 — fra 1991: (02) 96 55 00

Telefax (02) 69 94 38

**Trondheimsavdelingen**

Høgskoleringen 7

Tlf. (07) 59 33 90

Telefax (07) 59 33 80

**NBI Nord-Norge**

Ornesveien 1A

Postboks 250 - 8501 Narvik

Tlf. (082) 22 100

Telefax (082) 47 260

## Et utvalg av publikasjoner om registrering og forebygging av skader

**Takskader.** Rapport 95. Helge Juul, Oslo 1984

**Svømmehaller.** Erfaringer, skader, utbedringsforslag. Rapport 96. Helge Bringe, Oslo 1985

**Typiske byggskader.** Rapport 98. Trygve Isaksen, Oslo 1986

**Flate papptekte tak.** Feltundersøkelse 1980 og 1985. Prosjektrapport 15. Trygve Isaksen og Helge Juul, Oslo 1986

**Feltundersøkelser av platetak.** Rapport 100. Trond Bøhlerengen, Trygve Isaksen og Helge Juul, Oslo 1987

**Isolering mot utendørs støy.** Håndbok 39. Anders Homb og Sigurd Hveem, Oslo 1988

**Feltundersøkelse av loft ombygd til leiligheter.** Rapport 104. Helge Juul, Ole Mangor-Jensen, Knut Fabritius, Oslo 1989

**Konstruksjonsdetaljer.** Prosjekt fasader — fornyet overflatebehandling. Prosjektrapport 52, Tore Gjelsvik, Trygve Isaksen, Bjørn Marteinsson og Juhn Saarimaa, Trondheim 1989

**Fasader av glass og metall.** Håndbok 41. Trygve Isaksen m.fl., Oslo 1990

**Overganger for glasstak.** Praktiske forslag til detaljløsninger. Prosjektrapport 62, Casten Dreier, Oslo 1990

**Unngå byggskader.** Eksempler fra skadearkivet ved Byggforsk. En rapport fra NTN-prosjektet "Byggskader". Rapport 106. Trond Bøhlerengen, Oslo 1990

**Prefabrikkerte betongelementer.** Feltundersøkelse av betongfasader. Rapport 107. Trond Bøhlerengen, Helge Juul og Svein Erik Torgersen. Oslo 1990

**Ombygging av loft til bolig.** Anvisning 33. Helge Juul, Ole Mangor-Jensen m.fl. Oslo 1990