

# Orkan 1992



STATENS BYGNINGSTEKNISKE ETAT



# Prosjekt Orkan 1992

Skader på bygninger. Erfaringer - tiltak

**Orkanen på Nordvestlandet,  
nyttårsdagen 1992**  
Hovedrapport april 1993

Statens bygningstekniske etat (BE) i samarbeid med  
Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk)  
Norges Byggstandardiseringsråd (NBR)  
Norges landbrukshøgskole (NLH)

## **Prosjekt Orkan 1992**

Skader på bygninger. Erfaringer – tiltak  
Hovedrapport april 1993

Statens bygningstekniske etat (BE)  
i samarbeid med  
Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk)  
Norges Byggstandardiseringsråd (NBR)  
Norges landbrukshøgskole (NLH)

1 000 eks. trykt av  
Lobo Grafisk as

Redaksjon: Byggforsk  
Foto i rapporten:  
Byggforsk v/ Johan H. Gåsbak og Jarle R. Herje

Norges byggforskningsinstitutt 1993  
ISBN 82-536-0416-5  
Adresse: Byggforsk  
Postboks 123 Blindern  
0314 OSLO  
Tlf. 22 96 55 00  
Fax 22 69 94 38 og 22 96 55 42

# Innhold

Forord .....	5	Bygningskategorier .....	28
Sammendrag .....	6	Skadeomfang per bygning .....	29
Konklusjoner og anbefalinger .....	7	Byggear .....	30
A. Prosjekt Orkan 1992 .....	9	Hovedopptelling i skaderegisteret med hensyn til skadet bygningsdel .....	33
Organisasjon .....	9	Trehuskonstruksjoner .....	34
Mål .....	9	Metallplater .....	36
B. Innledning .....	10	Flate tak teknet med papp eller folie .....	37
Problemstilling .....	10	Mønetak med takstein .....	38
Krav til sikkerhet .....	10	F. Kontrollfunksjoner .....	41
Regelverkets nivåer, anvisninger .....	11	Sammenfatning .....	41
Byggemarkedet .....	11	Dagens praksis .....	41
Betydningen av endringer i regelverk og anvisninger .....	11	Eksempler på undersøkte skadetilfeller .....	42
C. Vindhastigheter .....	13	Betydning av kontroll av styrke- beregninger m.v. ....	42
Innledning .....	13	Kontroll ved gjenoppbygging .....	43
Vindhastigheter på tre nivåer: punktverdier, soneverdier og områdeverdier .....	13	Fabrikkfremstilte elementer for bygninger .....	43
Fremskaffelse av vinddata for Norsk Standard .....	13	Forslag til endring av revidert plan- og bygningslov om ansvar og kontroll .....	44
Punktverdier for karakteristiske vindhastigheter .....	14	G. Vurdering av årsaksforhold .....	46
Sonekart med karakteristiske hastigheter for Møre og Romsdal .....	16	Generelt .....	46
Områdekart: Lokale karakteristiske vindhastigheter for Fræna kommune .....	18	Kategorisering av årsaksforholdene .....	46
D. Vindlaster .....	20	Eldre og nyere bebyggelse .....	46
Grunnverdi, hastighetstrykk .....	20	Selvbyggeres egeninnsats .....	49
Hastighetstrykk i hht. NS 3479 og vurdert ut fra vindmålinger .....	20	Dårlig vedlikehold .....	50
Effekt av topografi .....	20	Svak konstruksjon .....	50
Karakteristisk vindlast .....	21	Treffskader .....	51
Dimensjonerende vindlast .....	21	Spesielle betraktninger for trehus- konstruksjoner .....	52
Vurdering av effekt av bygningers geometri .....	21	H. Forsikring .....	56
Effekt av bygningers innbyrdes plassering/ byggeskikk .....	22	Forsikringsreglene .....	56
E. Skadebildet .....	23	Operative erfaringer .....	58
Sammenfatning .....	23	Iperspektiv: Orkanen "Andrew" .....	59
Skadeomfang .....	23	I. Vurdering av regelverk og anvisninger	
Etablering av skaderegister .....	27	Behov for endringer .....	60
		Generelt .....	60
		Vurdering av aktuelle bestemmelser i plan- og bygningsloven .....	60
		Vurdering av aktuelle bestemmelser i Byggeforskrift 1987 .....	63



Vurdering av anvisninger .....	64
J. Menneskelige aspekter .....	68
Vedlegg A .....	69
Prosjekt Orkan 1992 – Organisasjon .....	69
Vedlegg B .....	71
B1. Bygningslovgivning – en historisk oversikt .....	72
B2. Byggeforskriften – en historisk oversikt .....	73
B3. Dagens regelverk og anvisninger – en oversikt .....	73
Vedlegg C .....	75
Nummerisk analyse av vind over bebyggelse og terreng .....	76
Vedlegg D .....	78
Generell vurdering av effekter på vindlast .....	79
Vedlegg E .....	88
Liste over registrerte skader per poststed .....	89
Skaderegistreringsskjema .....	91
Vedlegg F	
Brev fra BE til de lokale bygningsmyndighetene i Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag .....	92
Vedlegg I .....	100
I1. Eksempler på viktige detaljanvisninger for trehuskonstruksjoner .....	101
I2. Orkanskader på landbruksbygg Bygningstekniske erfaringer .....	103
Byggeforskserien, byggedetaljblad som berøres av vindproblematikk .....	109



# Forord

Regjeringen og sentrale myndigheter har engasjert seg sterkt i arbeidet med oppfølgingen etter orkanskadene.

Skader på bygninger utgjorde langt den største erstatningsutbetalingen etter orkanen. På bakgrunn av dette ble det ved kgl. resolusjon stilt til rådighet 2,7 mill. kr for Statens bygningstekniske etat til et forskningsprosjekt for å kartlegge og beskrive skader på byggverk. Prosjektet skulle også beskrive vindlaster på grunnlag av observerte verdier og analysere årsakene til skadene. På bakgrunn av denne kartleggingen er det vurdert behovet for endringer eller tillegg til eksisterende regelverk, standarder og anvisninger for prosjektering og utførelse av byggverk. Det skulle spesielt legges vekt på følgende elementer:

- Vurdering av byggeforskriften med forslag til endringer og tilføyelser
- Registrering av meteorologiske data
- Nærmere analyse av byggskadene
- Rådgivning overfor kommunale bygningsmyndigheter om hvordan bygg teknisk skal vurderes og kontrolleres
- Rådgivning til kommunene for bedømmelse av områder med topografi for spesielle vindpåkjenninger
- Generell informasjon overfor publikum og særlige målgrupper

Skaderegistreringer av et slikt omfang har gitt et helt nytt grunnlag for å analysere skader og beskrive tiltak.

Det er gjort en analyse av regelverket som vil bli lagt til grunn for forslag til endringer i plan- og bygningsloven (pbl) og forskrifter til loven som er planlagt gjort gjeldende fra 1995.

De vinddataene som er utarbeidet vil danne grunnlaget for revisjon av Laststandarden NS 3479.

Det er utarbeidet vindsonekart for Møre og Romsdal. I løpet av året vil det også foreligge tilsvarende kart for Sogn og Fjordane og Trøndelagsfylkene. Senere vil øvrige deler av landet følge.

Det er i tillegg utarbeidet anvisninger for bedømmelse av vindlaster i forhold til utsatt topografi, og det er utarbeidet et eksempel på vindkartlegging i Fræna kommune. Vi anbefaler at kommunene benytter disse dataene så langt de kan finne anvendelse.

Spesielt utsatte bygningsdeler, komponenter og en del typer bygningsmaterialer er analysert, og forslag til nye byggdetaljer, materialbruk og anvisninger er foreslått. Vi tar det som en selvfølge at byggebransjen, materialprodusenter, prosjekterende og utførende, såvel som forbrukere og kontrollerende myndigheter skal få tilgang til denne kunnskapen, og at den omsettes i praksis.

Informasjon skal frem til alle, og denne oppgaven vil bli høyt prioritert.

Prosjektet ble gjennomført i nært samarbeid med Norges byggforskningsinstitutt, Norges Byggstandardiseringsråd og Norges landbrukskøleskole, Institutt for tekniske fag. Videre har bistand fra takstmannsapparatet og Forsikringsforbundet v/Norsk Naturskadepool vært av uvurderlig betydning.

Vi vil takke alle de involverte for en god innsats og et godt gjennomført prosjekt.

Oslo, den 2. april 1993

Olav Ø. Berge  
Direktør  
Statens bygningstekniske etat



# Sammendrag

Orkanen på Nordvestlandet forårsaket skader på bygninger i størrelsesorden 1,3 milliarder kroner. Det ble registrert vindhastigheter opp til 62 – 63 m/sek, de høyeste vindhastighetene som noen gang er målt i fastlands-Norge. Det totale skadeomfanget, når også andre skader enn bygningsskader medtas, er i størrelsesorden 2 milliarder kroner.

Prosjektarbeidet medfører at det nå kan angis reviderte data for vindhastigheten for det aktuelle området. Det er angitt anbefalte faktorer for å kunne ta hensyn til effekten av topografi. Vindlastbestemmelsene i NS 3479 vil også bli revidert for hele landet. Arbeidet med datagrunnlaget for denne revisjonen er planlagt fullført mot slutten av 1994, slik at revidert utgave av standarden vil kunne foreligge i nær fremtid.

Statistikk fra Norsk Naturskadepool viser at det i enkelte kommuner var opptil 33 % av husstandene som har meldt om skade på bygninger. En kan fastslå at skadeomfanget var meget stort; det foreligger over 29 000 skaderapporter om skade på en eller flere bygninger. I hele 1987, som inntil 1. januar 1992 var året med flest stormskader, var det tilsvarende antallet ca. 8 000. Til sammenligning medførte altså orkanen 1. januar 1992 nesten fire ganger så mange skader.

På den andre siden er det klart at de fleste husene i det aktuelle området klarte seg uten skader. Dette er viktig å ta med i betraktningen når en skal vurdere forebyggende tiltak.

Som en del av granskningsarbeidet er i alt ca. 1 500 skadetakstrapporter gjennomgått. Dessuten er et skaderegister med over 17 000 bygningsskader etablert. Skaderegisteret er utarbeidet på basis av en betydelig frivillig innsats av de involverte takstmennene.

Typiske skader er identifisert, og det er foretatt en vurdering av regelverk og anvisninger med tanke på eventuelle endringer og suppleringer for å kunne forebygge mot fremtidige orkanskader.

Skaderegisteret gir bl.a. data om byggeår for skadede bygninger. Her fremkommer at 55 % av registreringene

gjelder bygninger med byggeår før 1970 og 32 % med byggeår før 1949.

Når en sammenholder byggeår for skadede bygg mot den varierende byggeaktivitet innen hvert år fra 1950 og til i dag, fremkommer et annet bilde:

I perioden 1950 – 1991 har risikoen vært økende for at en ved nybygging får et hus med mangelfulle løsninger. Dette betyr ikke at nye, tekniske løsninger er dårlige, men at uprofesjonelt arbeid og manglende eller mangelfull kontroll har gitt utilfredsstillende konstruksjonsdetaljer. På denne bakgrunnen synes den planlagte revisjonen av plan- og bygningsloven mht. ansvar for utførelse og kontroll av byggearbeider å være betimelig og berettiget.

Undersøkelsene viser at svært mange skader kunne vært unngått hvis tilgjengelige anvisninger hadde blitt fulgt. På den andre siden synes det klart at en del av anvisningene bør revideres og suppleres, med tanke på å gi klarere retningslinjer for utførelse. I enkelte detaljer bør skruing erstatte spikring, og dessuten bør festebeslag i stål for forankring av tresperrer m.m. få økt anvendelse.

Behovet for endringer kan imidlertid ikke utelukkende knyttes til skadebildet. Dersom sikkerhetsnivået skal opprettholdes, er det nødvendig å ta til følge nye vindmålinger og oppdatere vindlastbestemmelsene, som nevnt ovenfor.

Fra undersøkelsene går det frem at ingen kommuner har vurdert vindforhold i forbindelse med planarbeid. Hjemmelsgrunnlaget er godt nok, og aktuelle kommuner bør informeres om vindlaster og kartleggingsmuligheter.

Nye bestemmelser bør ikke føre til noen dramatisk økning i byggekostnadene. En kan få en uheldig og uberettiget økning dersom en ikke nyanserer kravene til ulike bygningstyper og bygningsdeler ut fra en rasjonell sikkerhetsbetraktning. Her er det ikke bare bestemmelser om hvilke vindhastigheter en bør ha som utgangspunkt, som er avgjørende, men også spørsmålet om hvilken sikkerhet en skal legge hhv. på lasteffekt og bæreevne for ulike typer bygningsdeler og materialer.



# Konklusjoner og anbefalinger

1. Under orkanen på Nordvestlandet 1. januar 1992 ble det målt de høyeste vindhastighetene som noen gang er målt i fastlands-Norge, med hastigheter opp til 63 m/sek i kastene.
2. Skader på bygninger hadde et omfang i størrelsesorden 1,3 milliarder kroner. Menneskeliv gikk ikke tapt under selve orkanen, men det forekom dødsulykker under opprydningsarbeidene.
3. Det var primært skader på tak og takteking, først og fremst på grunn av mangelfull forankring. Over 65 % av de registrerte skadene var småskader med kostnad under kr 20 000 pr. bygning. Det var først og fremst garasjer, naust og lignende sekundære bygninger som ble totalskadet. Driftsbygninger i landbruket, spesielt eldre bygninger, ble også i en viss utstrekning totalskadet.
4. De aller fleste bygningene klarte seg uten innmeldte skader. Selv i de verstrammede kommunene, var ca. 70 % av bebyggelsen uten skade. Dette indikerer f.eks. at norske bolighus stort sett har god motstandsevne mot vindkrefter. De prinsippene som er lagt til grunn for avstivning av småhus, har vist seg å holde mål. Dette gjelder nyere såvel som eldre hus.
5. Det viser seg at svært mange skader kunne vært unngått dersom eksisterende regelverk og tilgjengelige anvisninger for prosjektering og utførelse var blitt fulgt.
6. Undersøkelsene har avdekket en åpenbar mangel på kontroll av byggearbeider. Statistiske beregninger er bare i liten utstrekning fremlagt og kontrollert.
7. De foreslåtte endringer i plan- og bygningsloven mht. ansvar for utførelse og kontroll, synes berettiget på bakgrunn av erfaringene. Behovet for disse endringene understrekes ytterligere ved at skaderegisteret viser at det med tiden har vært en økende risiko for å få hus med mangelfulle løsninger.
8. Byggeforskriften er lite presis når det gjelder krav til sikkerhet for sekundære konstruksjonsdeler. Det reises spørsmål om en her bør innføre mer nyanserte krav.
9. På bakgrunn av målinger av vindhastigheter fra tidligere år og hastighetene målt under orkanen, er de beregningsmessige, karakteristiske vindhastighetene i de aktuelle områdene økt. Det er foreslått nye verdier for ulike geografiske strøk, såkalte punktverdier, soneverdier og områdeverdier. Faktorer som ivaretar betydningen av topografi, foreslås innarbeidet.
10. Det konkluderes med at vindlastbestemmelsene i NS 3479 må oppdateres i forhold til nye, beregnede karakteristiske vindhastigheter. NS 3479 bør også oppdateres mht. effekter pga. topografi og lokale effekter pga. husform.
11. Anvisninger bør oppdates mht. nye vindlastbestemmelser og eventuelt mer differensierte krav til sikkerhet for sekundære konstruksjonsdeler.
12. Det er avdekket behov for en del nye anvisninger, bl.a. for større trehuskonstruksjoner og takteking.
13. Det er behov for produktutvikling, spesielt med tanke på innfestingsdetaljer, bl.a. for takstein.
14. På bakgrunn av erfaringene, vil Orkangruppen gi følgende anbefalinger:
  - Det bør legges økt vekt på kompetanse og profesjonalitet ved planlegging og gjennomføring av byggearbeider.
  - Kommunene bør i større grad utøve sin rett til kontroll av byggearbeider og forlange fremleggelse av dokumentasjon for bæreevne.
  - Kommunene i de angjeldende strøkene bør benytte seg av de angitte vinddataene inntil revisjon av NS 3479 foreligger.
  - De aktuelle kommunene anbefales å kontakte Norges Byggstandardiseringsråd med tanke på bistand



i forbindelse med NBRs vindlastprosjekt, Fase II og III (f.eks. mht. å fremskaffe underlag for lokale vinddata).

- I neste revisjon av byggeforskriften bør sikkerhetskrav for taktekning og sekundære konstruksjonsdeler innarbeides.
- Det anbefales at en i forbindelse med revisjon av vindlastbestemmelsene mht. karakteristiske laster, topografifaktorer og formfaktorer, innarbeider reduserte lastkoeffisienter for vindlast på sekundære konstruksjonsdeler.
- Reviderte og supplerte anvisninger bør utarbeides for
  - innfesting av taktekning (festespesifikasjoner for værharde strøk)
  - større trehuskonstruksjoner (f.eks. forankringsdetaljer og avstivning av driftsbygninger)

For øvrig bør anvisninger generelt tilpasses reviderte og mer differensierte vindlastbestemmelser.



Folietekt tak over tre etasjes kontorbygning  
Skaden startet antakelig med at det røk i takkanten (første bilde). Skadeomfanget går frem av de øvrige bildene.



# A. Prosjekt Orkan 1992

## Organisasjon

Prosjekt Orkan 1992 er organisert som et samarbeid mellom Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk), Norges Byggstandardiseringsråd (NBR), Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag (NLH) og Statens bygningstekniske etat (BE). Prosjektarbeidet har vært koordinert i et utvalg, «Orkangruppen», med representanter fra hver av de samarbeidende institusjonene:

- Prosjektleder, overingeniør Michael Blümlein, Statens bygningstekniske etat
- Dr.ing. Asbjørn Aass, Norges Byggstandardiseringsråd (vinddata)
- Dr.ing. Kjell Martin Sørby, Norges landbrukshøgskole (landbruksbygg)
- Dr.ing. Nils E. Forsén, Norges byggforskningsinstitutt (skadebilde – redaksjon rapporter)

For øvrige bidragsytere, se Vedlegg A.

## Mål

Prosjektets overordnede formål er å bidra til at vindskader på fremtidig og eksisterende bebyggelse blir redusert. Prosjektets hovedmål er:

- å samle og systematisere erfaringsdata fra orkanskadene
- å analysere erfaringsdataene for å dra størst mulig nytte av dem for byggevirksomheten
- å bringe informasjon om resultatene ut i BA-næringen og til bygningsmyndighetene
- å sørge for at det finnes beregningsverktøy for vindkrefter

Prosjektet skal resultere i følgende delprodukter:

- beskrivelse av omfang av skader på byggverk
- beskrivelse av vindlaser på grunnlag av observerte verdier
- analyse av skadeårsaker
- vurdering av behov for endringer eller tillegg til eksisterende standarder og anvisninger
- hensiktsmessige informasjonstiltak for å nå ut i markedet med resultatene

- praktiske tilleggsanbefalinger for bruk av bedret beregningsverktøy

Prosjektet skal resultere i følgende rapporter:

- Statusrapport oktober 1992
- Hovedrapport april 1993

Prosjektets mål kan sammenfattes i stikkordene *erfaring – nytte – informasjon.*



Huset ble totalskadet. Det er senere revet og bygd opp på nytt.



# B. Innledning

## Problemstilling

I vårt samfunn er det en selvfølge at det enkelte mennesket skal kunne føle trygghet i forhold til bygningers bæreevne – ved opphold i bolig og ferdsel i andre bygninger. Følelsen av trygghet er forbundet med en underliggende visshet om at bygninger har en stor *sikkerhet* mot sammenstøtning i forhold til de lastene som kan forventes å oppstå. Kravene til sikkerhet mot sammenstøtning er forankret i lov og forskrift og uttrykker det grunnleggende politiske prinsipp om å verne om liv og helse.

Nåren ekstrem hendelse som orkanen på Nordvestlandet inntreffer, med store og omfattende ødeleggelser på bygninger, er det naturlig ut fra en sikkerhetsmessig betraktning å stille følgende spørsmål:

- Har vi i tilstrekkelig grad underlag for å bestemme hvilke vindlaste som kan forventes å oppstå?
- Har vi og har vi hatt et regelverk og en byggepraksis som i tilstrekkelig grad ivaretar bygningers bæreevne mot vind?

En bygnings sikkerhet mot sammenstøtning er et kvantitativt mål på nettopp forholdet mellom last, eller lasteffekt og bæreevne – i standardterminologien gjerne betegnet med hhv. **E** (lasteffekt – «effect of actions») og **R** (bæreevne – «Resistance»).

I denne rapporten er de fleste problemstillingene knyttet til én av størrelsene **E** eller **R**, hvor en kan ta utgangspunkt i følgende spørsmål:

### Lasteffekt (**E**):

- Hva vet vi nå om vindens grunnhastighet i de aktuelle områdene?
- Hvilken betydning har lokale effekter pga. topografi?
- Har vi definert godt nok de lokale effektene pga. husform?

### Bæreevne (**R**):

- Gir regelverket godt nok grunnlag for valg av utforming og dimensjoner?
- Hvordan er skadebildet mht. bygningstyper og bygningdeler?
- Hva har den håndverksmessige utførelsen hatt av betydning for skadebildet?

- I hvilken utstrekning har en hatt tilstrekkelig kontroll?
- Hvilken betydning har vedlikeholdet hatt?

## Krav til sikkerhet

I regelverket må en forholde seg til beregningsmessige eller tallmessig angitte størrelser for lasteffekt (**E**) og bæreevne (**R**) og således et teoretisk sikkerhetsnivå. For en eksisterende bygning vil den reelle bæreevnen være et resultat av regelverk og praksis som var gjeldende på oppføringstidpunktet, samt til vedlikehold og eventuelle forsterkninger.

I tillegg til de beregnede størrelsene som laster og kapasiteter, som enklest kan knyttes til et kvantitativt mål for sikkerhet, har også håndverksmessig utførelse og kontroll stor betydning for en bygnings sikkerhet. I beregninger vil en riktignok legge inn koeffisienter som bl.a. ivaretar muligheten for visse utilsiktede avvik i forbindelse med utførelsen og graden av kontroll, men helt graverende forsømmelser vil naturligvis ikke kunne fanges opp av beregninger.

Likeledes vil sikkerheten være knyttet til de virkelige effektene av vind som bl.a. er knyttet til topografi og husform.

Valg av teoretisk eller nominelt sikkerhetsnivå er ideelt sett et politisk anliggende, der en på den ene siden tar hensyn til vern av liv og helse og på den andre siden bør ta med i betraktningen de samfunnsøkonomiske konsekvensene av krav til sikkerhet. Regelverkets krav til kontrollfunksjoner vil i tillegg ha stor betydning for det reelle sikkerhetsnivået.

En akseptabel sikkerhet kan uttrykkes ved et risikobegrep der en kombinerer konsekvens av skade med sannsynlighet for skade. I dagens byggeforskrift er krav til sikkerhetsnivå uttrykt ved sikkerhetsklassene 1, 2 og 3, relatert til konsekvens av sammenbrudd mht. skade på mennesker. Kravene til begrensning av sannsynlighet for sammenbrudd stilles således i henhold til ombruddkonsekvensene er «mindre alvorlig», «alvorlig» eller «meget alvorlig». De tilsvarende kravene til begrensning av sannsynlighet for sammenbrudd er uttrykt ved «største, nominelle årlige sannsynlighet for sammenbrudd» som er angitt til henholdsvis 1/1 000, 1/100 000 og 1/10 000 000. For bygninger i høyst to etasjer med moderate spennvidder der mennesker normalt oppholder



seg, er kravet eksempelvis 1/100 000 (sikkerhetsklasse 2).

Ovennevnte krav er stillet til bygningers bæresystem. Det kan påpekes at avblåsing av kledningskomponenter som f.eks. takstein og metallplater, også representerer en risiko mht. skade på mennesker. Slike komponenter bør derfor omfattes av regelverkets krav til sikkerhet, der nivået relateres til kombinasjonen konsekvens av skade og sannsynlighet for skade.

## **Regelverkets nivåer, anvisninger**

Begrepet regelverk kan sammenfattes i følgende hierarki:

- Lov
- Forskrift
- Norsk Standard

I plan- og bygningsloven er det formulert et generelt krav om at ethvert byggearbeid skal utføres faglig forsvarlig. Den underliggende byggeforskriften stiller funksjonskrav til bygninger med en (ikke fullstendig bindende) henvisning til Norsk Standard mht. tekniske bestemmelser. Det foreligger en veiledning til byggeforskriften, som i noen grad gir eksempler på metoder eller utførelse, og som gir henvisninger.

For mange sekundære konstruksjonsdeler utføres ikke detaljerte beregninger etter Norsk Standard. For slike komponenter er anvisninger som f.eks. Byggdetaljblad (Byggforskerien) fra Norges byggforskning institutt og Info-blad fra Norges landbrukshøgskole et viktig grunnlag.

En historisk oversikt over lover og forskrifter for bygninger er angitt i Vedlegg B1, mens dagens regelverk og anvisninger er omtalt i Vedlegg B2.

Som det fremgår av Vedlegg B2, er regelverket sammensatt og befinner seg på forskjellige nivåer, med høyst ulik informasjonsverdi for brukeren. Når regelverket skal vurderes på bakgrunn av orkanskadene, er det derfor viktig å betrakte forskjellige grupper av brukere og deres ulike behov for informasjon.

## **Byggemarkedet**

Byggemarkedet har selvfølgelig endret seg gjennom tidene, men i hovedtrekk kan det betraktes ut fra følgende oppdeling:

- konsumentmarkedet (småhus, salg til forbruker)
- prosjektmarkedet (med deltakelse fra profesjonelle prosjekterende)
- markedet for driftsbygninger i landbruket

I *konsumentmarkedet*, f.eks. for vedlikehold av takteking, vil den enkelte huseieren gjerne være prisgitt en

profesjonell taktekker, eller eventuelt utføre arbeidet selv. De brosjyrene og anvisningene som følger det valgte produktet, vil være avgjørende for resultatet. Henvisninger til slike anvisninger bør være angitt i en eventuell kontrakt som inngås for arbeidet. Ved slike arbeider utøver myndighetene ingen kontroll. Også ferdighus selges gjerne direkte til forbruker (katalogvare). Seriøse ferdighusleverandører vil imidlertid ha et profesjonelt ledd som ivaretar forskjellige krav til huset, avhengig av beliggenhet i landet.

I *prosjektmarkedet* har de prosjekterende en viktig oppgave i å utarbeide beskrivelser som kontraksunderlag for ulike byggearbeider. Hvordan slike beskrivelser utarbeides, vil gjerne være avhengig av entreprisformen. Tradisjonelt ligger f.eks. yttertak og andre sekundærkomponenter inn under arkitektens ansvarsområde. Tekniske betingelser baseres derfor på henvisninger til anvisninger.

Rådgivende ingeniør i byggeteknikk har tradisjonelt ansvaret for bærende konstruksjoner, beskrivelser, statiske beregninger og tegninger. For f.eks. småhus med «tradisjonelle konstruksjoner» kan en imidlertid også her basere seg på anvisninger, som f.eks. byggdetaljblad fra Byggforsk.

*For driftsbygninger* i landbruket har landbrukets egne instanser en viktig funksjon. Slike bygninger har i forskriftsmessig forstand lenge levd «sitt eget liv» ved at de inntil 1985 ikke var underlagt byggeforskriften. Skadebildet fra orkanen viser behovet for innskjerping av praksis ved oppføring og spesielt ved vedlikehold og forandringsarbeider på slike bygg.

Det viktige, uansett markedsgruppe, er at kvalitet, ansvar og kontrollansvar er definert for såvel planlegging som utførelse av alle byggearbeider.

## **Betydningen av endringer i regelverk og anvisninger**

I forbindelse med vurderingen av regelverk og anvisninger etter orkanskadene på Nordvestlandet og de fremtidige kravene som bør stilles til vår byggepraksis, er det viktig å poengtere følgende:

- Behovet for endringer kan ikke utelukkende knyttes til skadebildet. Dersom sikkerhetsnivået skal opprettholdes, er det nødvendig å ta til følge nye vindmålinger og oppdatere de karakteristiske vindhastighetene som danner basis for vindlastbestemmelsene.
- Det synes klart at det i forbindelse med vurdering av bygningers bæreevne bør fokuseres på anvisningsnivået. Det er i Prosjekt Orkan 1992 ikke funnet relevant å granske de respektive norske standardene for konstruksjonsberegninger, dvs. beregning av di-



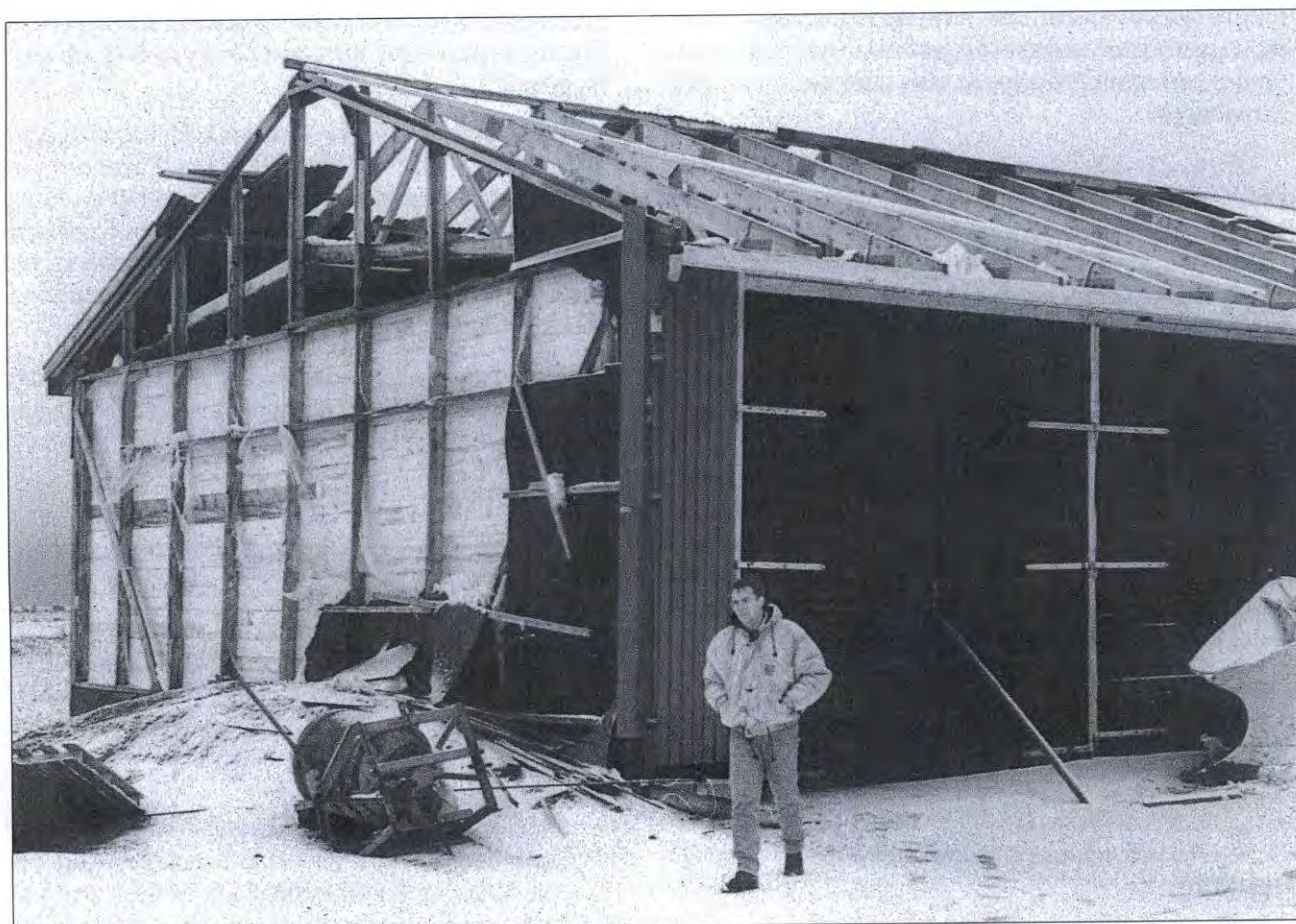
mensjonerende kapasitet,  $R_d$ . Dette fordi disse standardene bygger på anerkjente metoder for beregning av konstruksjoners kapasitet ut fra veletablert kunnskap om materialer og fasthetslære.

Derimot bør en for anvisningene ta opp følgende momenter:

- oppdatering mht. endringer i karakteristiske vindlaster, tilstrekkelig differensiering mht. vindutsetthet
  - vurdere behov for anvisninger for konstruksjonstyper og -komponenter som til nå ikke har vært dekket.
- Regelverkets krav til utførelse og kontroll står sentralt i problemstillingen. En betingelse for en effektiv kontroll på lokalt nivå er bl.a. at relevante anvisninger er tilgjengelige.

Et siktemål må være at en skal ha et mest mulig ensartet risikonivå for hele landet. Dette betinger at det foreligger tilstrekkelige vinddata til å dimensjonere for riktig sikkerhet uansett sted. Et mer differensiert regelverk vil måtte ta hensyn til en egnet gruppering av bygningskategorier, og til at forskjellige deler av bygningen bør ha ulike sikkerhetsklasser.

Det bør anmerkes at en viss grad av skade vil det være samfunnsøkonomisk riktig å akseptere ved ekstreme hendelser med svært lang beregningsmessig returperiode. Dette for å unngå overdimensjonering og unødig høye byggekostnader.



Lagerbygning på gårdsbruk (samme bygning som vist på omslaget)  
Metallplatene i gavlveggen og på taket er blåst av. Bygningen er forskjøvet.



# C. Vindhastigheter

## Innledning

Det er ikke tvil om at vindhastighetene under orkanen i 1992 var betydelig høyere enn det en noen gang tidligere hadde registrert, og betydelig høyere enn det en kunne forvente. På flystasjonen Vigra (Ålesund) ble det for eksempel registrert opptil 55 m/sek i 3–5 sek kast, hvilket er 30 % høyere enn den tidligere registrerte maksimalverdien på 42,2 m/sek (1988/89), som den gang var målt siden registreringene startet i 1957. Det er også interessant å konstatere at før «Laststandarden», NS 3479, utkom i sin nåværende form i 1979, var de høyeste vindmålinger i de 20 årene målingene hadde funnet sted på Vigra, 37 m/sek i 3–5 sek kast (1972/73).

Under orkanen ble det altså registrert 49 % høyere vindhastighet enn det den gang (i 1979) var målt noen gang. Dette har store konsekvenser for vindlastene, jf. kap. D, og analyse av tilgjengelige data for vindhastigheter er derfor foretatt.

I det følgende skal det redegjøres for observerte, maksimale vindhastigheter for 22 målestasjoner og de derav beregnede karakteristiske verdiene for vindhastigheter på Nordvestlandet. Varierende vindretning er ikke tatt i betraktning her. De karakteristiske vindhastighetene kan danne grunnlag for prosjektering i dette området og er angitt som

- punktverdier for de tre fylkene Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag,
- soneverdier for Møre og Romsdal,
- detaljerte områdeverdier for Fræna kommune i Møre og Romsdal.

Redegjørelsen bygger på oppgaver som Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI, har utarbeidet i samarbeid med prosjektgruppen for dette prosjektet:

- vindobservasjoner i forbindelse med orkanen, beskrevet i DNMI-rapport nr. 23/92
- målte årsekstremer og beregning av karakteristiske vindhastigheter med 50 års returperiode for Nordvestlandet, dvs. de tre fylkene Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag, er beskrevet i DNMI-rapport 07/93
- de spesielle vurderingene i forbindelse med områdekart for Fræna kommune, er beskrevet i DNMI-rapport 06/93

## Vindhastigheter på tre nivåer: punktverdier, soneverdier og områdeverdier

Det vil i det følgende bli angitt karakteristiske vindhastigheter på tre nivåer:

### A. Punktverdier:

Observasjoner fra 22 målestasjoner på Nordvestlandet med beregnede karakteristiske vindhastigheter med 50 års returperiode for de tre fylkene Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Sør-Trøndelag

### B. Soneverdier:

Karakteristiske vindhastigheter for Møre og Romsdal, regionalisert iht. til vindhastighetene på målestasjonene, men uten å ta hensyn til topografi

### C. Lokale områdeverdier:

Detaljert angivelse av lokale, karakteristiske vindhastigheter, inkl. effekt av topografi, for Fræna kommune. Disse karakteristiske vindhastighetene er basert på soneverdiene for Møre og Romsdal og vist som eksempel på mulighetene til å bedømme detaljerte og kompliserte topografiske forhold

For de mer detaljerte analysene og resultatene under B og C har man av ressursmessige grunner måttet begrense seg til Møre og Romsdal som sone, og til Fræna kommune som område, fordi det her forelå meget gode data, bl.a. fra kommunens skaderegistreringer.

De angitte resultatene gir imidlertid et godt bilde av hva som kan fremskaffes av data, når det foreligger tilstrekkelige ressurser.

## Fremskaffelse av vinddata for Norsk Standard

Som en fortsettelse av Orkangruppens arbeid har NBR startet et prosjekt med formål å fremskaffe vinddata som skal danne grunnlag for forslag til revisjon av punkt 4.4.4 i NS 3479, «Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster», «Vindhastighet og hastighetstrykk», samt for å danne grunnlag for norsk bidrag til vindlastbestemmelsene for Norge med havområder i Eurocode 1, «Actions on structures».



Dette prosjektet, NBRs «Vindlastprosjekt, Fase II og III», er allerede innledet og planlagt fullført ultimo 1994, dersom det lykkes å finansiere prosjektet etter planen. Orkangruppen anbefaler fylker og kommuner om å ta kontakt med NBR om dette, fordi det ville være meget nyttig å få hjelp fra kommuner med store skader mht. skaderegistreringer/skadekart. Dessuten vil det ev. være nødvendig at kommunene støtter prosjektet finansielt for at det skal kunne la seg gjennomføre.

Prosjektet har som første mål, innen utgangen av 1993, å fremskaffe vinddata for de mest utsatte strøkene; deretter for hele landet. Disse dataene vil sannsynligvis bli presentert i form av soneinndeling for karakteristiske vindhastigheter, i likhet med soneinndelingen som vist for Møre og Romsdal på figur C.2.

### **Punktverdier for karakteristiske vindhastigheter**

Observasjoner og beregnede karakteristiske vindhastigheter med 50 års returperioder danner grunnlaget for punktverdier for karakteristiske vindhastigheter.

Vindhastigheter for 22 stasjoner på Nordvestlandet er registrert med målinger over 20–34 år for ni stasjoner og 3 måneder – 10 år for 13 stasjoner.

Disse målingene er rapportert i DNMI 07/93 og det bemerkes bl.a., som nevnt foran, at det altså er registrert maksimale vindhastigheter i kastene som er 30 % høyere enn det noengang tidligere var blitt registrert siden registreringene startet.

Det bemerkes dessuten at de mest utsatte værstasjonene under orkanen, fyrene Svinøy, Ona og Skalmen, alle registrerte gjennomsnittlige vindhastigheter som ikke var mer enn 10 – 18 % høyere enn tidligere målte verdier, mens de mest utsatte flystasjonene Vigra, Årø (Molde) og Kvernberget (Kristiansund) registrerte tilsvarende gjennomsnittsvindhastigheter på opptil 20–25 % høyere enn målt noen gang tidligere.

Utifra analyse av målte verdier og beregning ved hjelp av statistiske metoder, er det for disse 22 stasjonene etablert karakteristiske vindhastigheter med en årlig sannsynlighet for overskridelse på 0,02<sup>1</sup>, benevnt karakteristiske vindhastigheter.

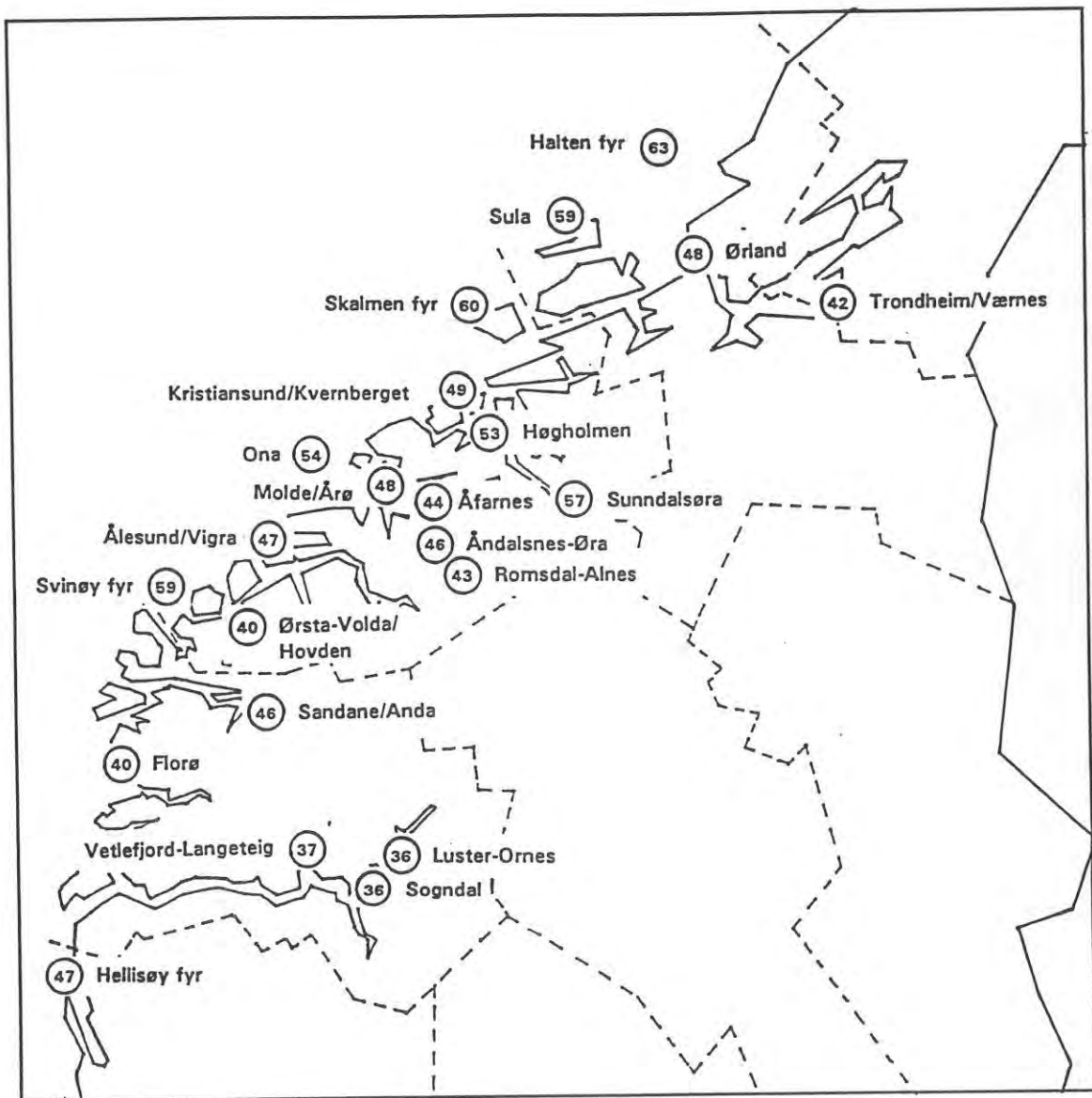
<sup>1</sup> En sannsynlighet for overskridelse på 0,02 betyr at returperioden er 50 år over et meget langt tidsintervall. For eksempel vil slike vindhastigheter i løpet av 1 000 år kunne opptre 20 ganger, selv om flere av disse 20 gangene kan være i fortløpende år. Med andre ord er det ikke hvert femtiende år at disse karakteristiske hastighetene opptrer, men de har hvert eneste år en sannsynlighet for å bli overskredet på 2 %.

Valg av returperiode på 50 år for laster blir sannsynligvis også innarbeidet i CEN-standardene etter hvert.

Karakteristiske vindhastigheter for de 22 målestasjonene er gjengitt i figur C.1 som punktverdier for Nordvestlandet. Disse punktverdiene kan så danne grunnlag for bedømmelse av tilsvarende karakteristiske vindhastigheter for regionen omkring og mellom målestasjonene. Dette kan resultere i såkalte regionaliserte verdier for fylker eller soner, som igjen kan danne grunnlag for bedømmelse av lokale områder.

Det er viktig å merke seg at en punktverdi i prinsippet bare gjelder det punkt/den stasjonen den er oppgitt for. Det kan således ikke uten videre interpoleres mellom punktene.





Figur C.1

PUNKTVERDIER

Karakteristiske vindhastigheter i m/sek for målestasjonene på Nordvestlandet. Angitte tall er ekstremverdier med 50 års returperiode av 3 sek vindkast



## Sonekart med karakteristiske hastigheter for Møre og Romsdal

På grunnlag av de karakteristiske vindhastighetene  $v_k$  for de 22 målestasjonene, er det utarbeidet et sonekart for Møre og Romsdal, som vist på figur C.2. Fylket er her inndelt i to vindsoner med typiske grunnverdier, soneverdier for karakteristiske vindhastigheter i 3–5 sek kast, uten innflytelse av topografiskeffekter.

Sone I:

ytre strøk:  $v_{k,sone} =$  45 – 50 m/sek  
for fjellområder > 350 moh. 50 – 70 m/sek

Sone II:

indre strøk:  $v_{k,sone} =$  40 – 45 m/sek  
for fjellområder > 700 moh. 45 – 70 m/sek  
for havområde  
utenfor kystlinjen Stad –  
Tustna – Hopen 50 – 55 m/sek

Soneverdiene representerer såkalt «flyplassterreng» eller flattere områder med lite skjerming.

Utenom hav- og fjellområdene må verdiene derfor modifieres i hht. topografiske forhold med en *topografifaktor* eller terrengkorreksjonsfaktor,  $k_t^2$ , for å komme frem til den lokale karakteristiske vindhastigheten for det aktuelle området:

$$v_{k,lok} = k_t \cdot v_{k,sone}$$

med generelle verdier for  $k_t$  som følger:

Skjermede områder:

Reduksjon: 10 %  $k_t = 0,9$

Skjerming er aktuelt ved permanent skog, områder i ytre strøk der vest- og sørvestlig vind støter mot bratt terreng, innbuktninger langs fjord- og dalsider eller lukkede dalstrøk der nedslag fra bratt terreng ikke gir forsterkning.

Hav- og åpne fjellområder:

Referanse  $k_t = 1,0$  *1,1*

Generell forsterkning:

Økning: 10 %  $k_t = 1,1$

Generell forsterkning forekommer på nes eller steder der fjordvinden kommer lett inn. Forsterkning er også aktuelt i enkelte kanaler i terrenget, rundt terreng hjørner, over pass og trakter. Dette gjelder også steder som er utsatt for nedslag bak bratt terreng («fallvinder»).

Kraftig forsterkning:

Økning: 20 – 30 %  $k_t = 1,2 - 1,3$

Kraftig forsterkning forekommer en del steder bak bratt terreng som f.eks. bratte fjellrygger der sterk vind kan blåse over og rundt fjellmassivet, møtes på lesiden og igangsette virvling som drar store vindhastigheter fra høyere luftlag ned til bakken. Virvler med vertikal akse (virvelvind) og virvler med horisontal akse (spiral) kan forekomme. Mange steder er det store skiftninger både i lokal vindretning og i vindstyrke; andre steder bare i styrke.

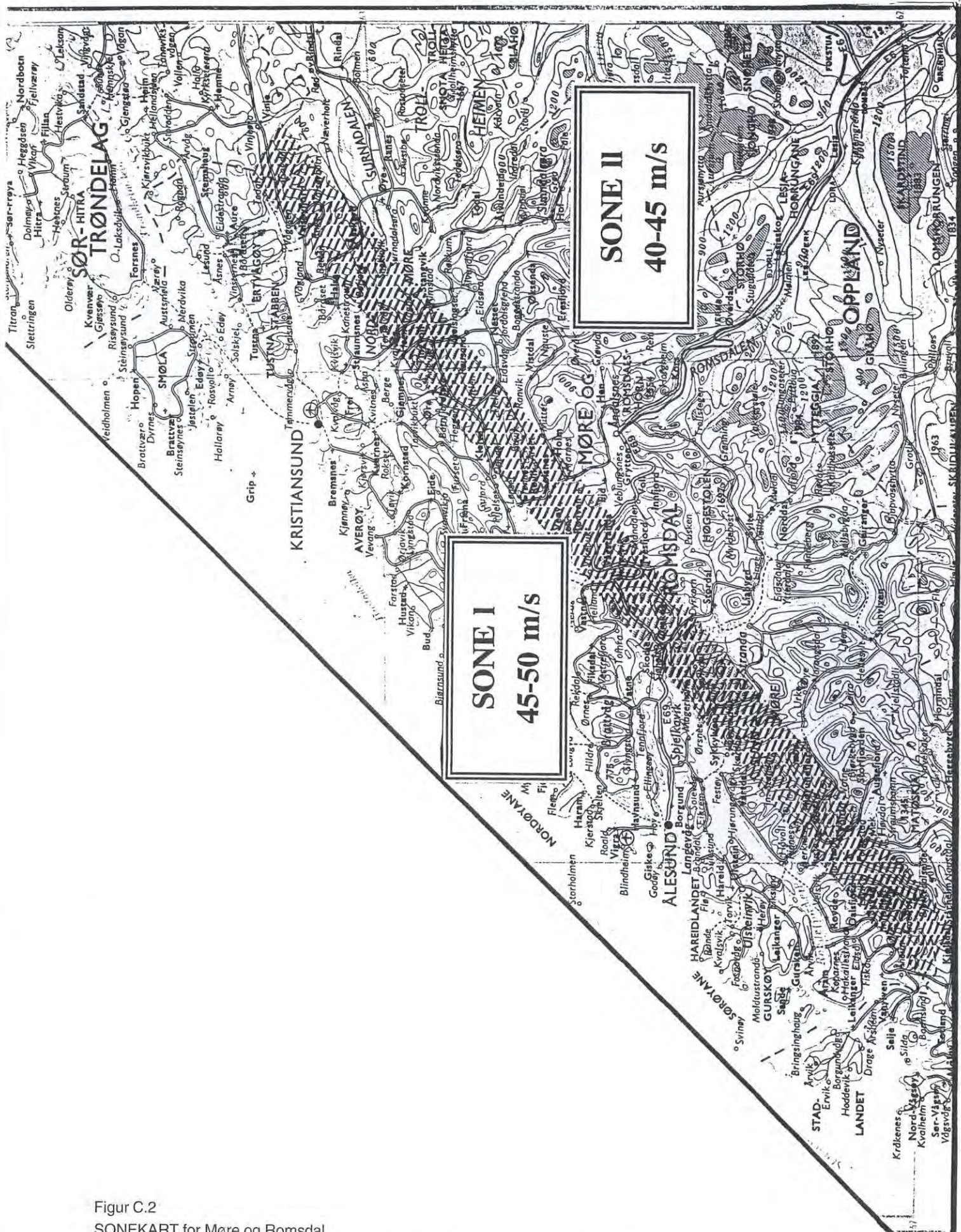
Sunnalsøra er et typisk sted med sterke vindkast, altså f.eks.  $45 \cdot 1,3 = \text{ca. } 58$  m/sek. Her er 50-årsvindhastigheten beregnet til 57 m/sek. Mye tyder på at en stor andel av de stedfestede markerte orkanskadene forekom nettopp bak bratte fjellvegger.

Både karakteristiske soneverdier og topografifaktorene er gitt i intervaller. Vanligvis velges midtpunktet i intervallene, men på markerte utsiktssteder, terrengforhøyninger eller andre lokalt eksponerte steder, velges toppverdier. I terrengsøkk, skjermede lokaliteter i permanent skog og i permanente tettbebyggelser, samt på andre ikke-eksponerte steder, velges nedre soneverdier.

Noen generelle betraktninger i forbindelse med effekter av topografi er for øvrig angitt i Vedlegg D.

<sup>2</sup> Disse korreksjonsfaktorene er Orkangruppens forslag til hvordan man kan vurdere topografi i forbindelse med karakteristiske soneverdier for vindhastighetene. Det er på det rene at forslaget må revurderes og ses i en større sammenheng ved neste revisjon av NS 3479. Mer om topografi, se punkt D.3. Soneverdier og korreksjoner er angitt noe annerledes og mer utførlig i DNMI 07/93.





Figur C.2

SONEKART for Møre og Romsdal

Karakteristiske verdier for vindhastigheter, karakteristiske soneverdier, uten innflytelse av topografi



## Områdekart: Lokale karakteristiske vindhastigheter for Fræna kommune

### Detaljerte data om vindforhold er utarbeidet for Fræna kommune, jf. DNMI 06/93

På grunnlag av de karakteristiske vindhastighetene for Møre og Romsdal i sonekartet, og med referanse til data fra flyplassene Vigra, Kristiansund og Molde, er det beregnet en grunnverdi for kommunen på 48 m/sek, altså rundt gjennomsnittsverdien (middelverdien) for sone I (45 – 50 m/sek). Data fra Ona fyr gir havreferanse på 50 – 55 m/sek og, med anerkjent høydeprofil, en referanseverdi på 60 m/sek gjennomsnittsvind for høyde 500 moh.

Resultatene fra disse teoretiske betraktningene, kartstudier, informasjon fra detaljerte skadkart utarbeidet av teknisk etat (Fræna), studier i terrenget (befaringer), intervjuer med personer i området, samt opplysninger om skog- og landbruksskader, er blitt benyttet til kartlegging av graderte områder med varierende lokale, karakteristiske vindhastigheter. Disse er etablert i forhold til grunnverdien, soneverdien på 48 m/sek, som kan hentes fra sonekartet (*figur C.1*). De lokale karakteristiske vindhastighetene varierer mellom 40 og 60 m/sek og med maksimalverdier på 70 m/sek for utsatte fjelltopper.

Med samme type korreksjonsfaktorer som vist for Møre og Romsdal fylke, er det således blitt utarbeidet et kart med fem områdetyper som vist på *figur C.3*. Områdekartet er utarbeidet på grunnlag av vind fra vest/sørvest, som representerer den sterkeste vinden i området. Nærmere opplysninger med faglige begrunnelser for valg av områdetypene finnes i DNMI 06/93, hvor det også er notert en del betraktninger av mer lokal interesse.

De lokale, karakteristiske hastighetene, angitt på områdekartet, er altså gitt som anvist på sonekartet, men inklusive topografifaktorer. Det er således etablert et geografisk begrenset kart, med stedfestede anbefalte lokale karakteristiske 50-årsvindhastigheter.

Ved bruk av områdekartet<sup>3</sup> er det naturlig å velge nedre del av en lokal områdeverdi der lokal eksponering er lav (terrengsøkk, skjerming pga. små koller, permanent skog eller bygninger osv.). Ved lokal eksponering (utsiktspunkter, konveksiviteter, nes o.l.) velges høyeste intervallverdi. I overgangen mellom to områder velges gjennomsnittsverdien mellom områdene. Spredte verdier angir hvor skjerming eller forsterkning er usikker, og det er da aktuelt å benytte høyeste verdi mellom områdene.

For fjellpartier gjelder samme referanse høyde som for sonekartet, 350 moh., men her er også områder ned til 100

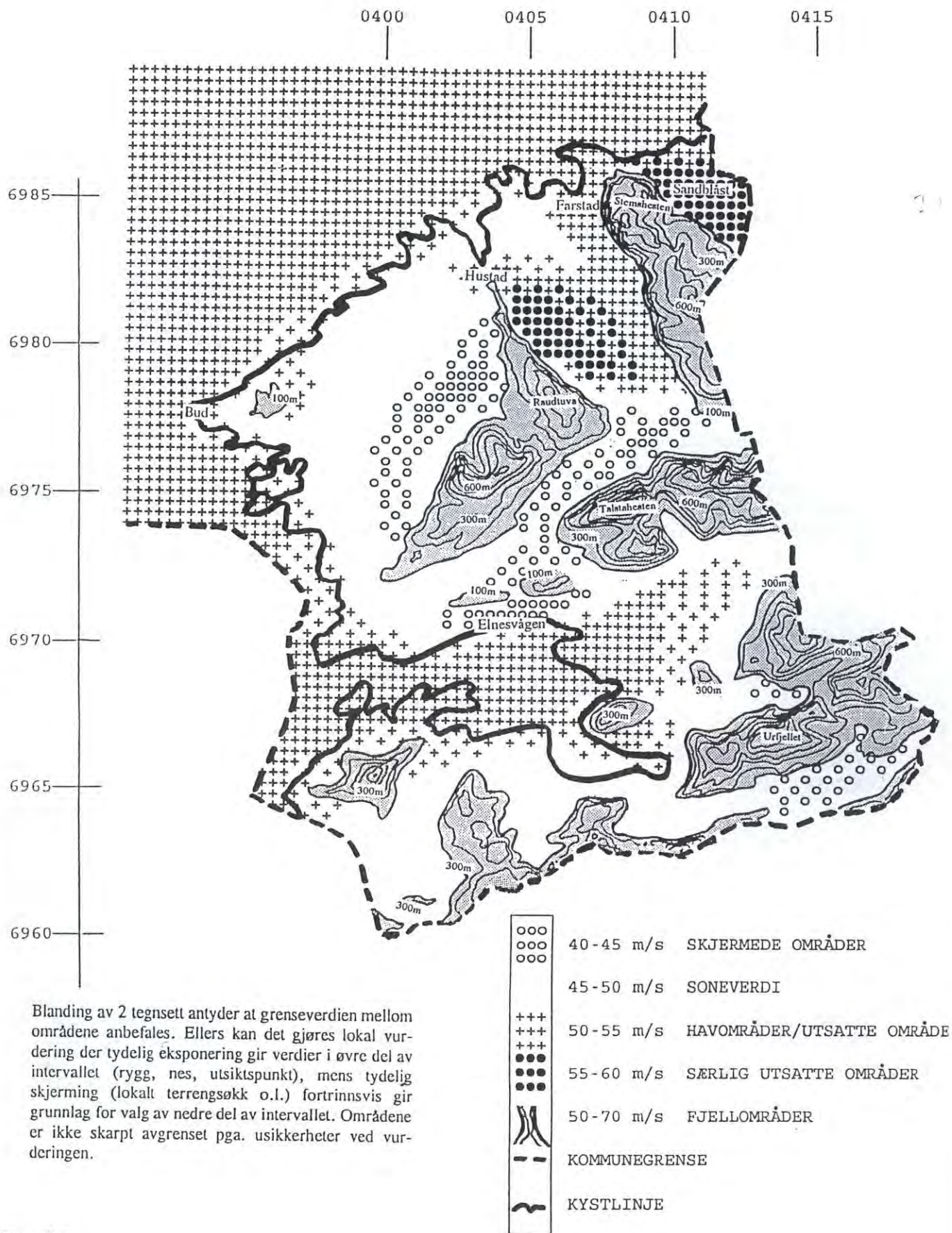
moh. for frittstående topper tatt med. Høyeste verdi kan benyttes for de mest utsatte toppene, mens laveste verdier brukes på de mer skjermete områdene.

### Numerisk analyse

Forsøk på å etablere et områdekart ved hjelp av *numerisk analyse* (numerisk fluiddynamikk og atmosfærisk strømningsanalyse) er også blitt gjort ved CFD norway, men resultatene her er ennå ikke verifisert på en slik måte at metoden kan anbefales benyttet til praktiske formål. Når problemene bl.a. vedr. numerisk virvelsimulering er løst (om noen år?), vil imidlertid slike metoder kunne gi nyttige data, se for øvrig Vedlegg C.

<sup>3</sup> Områdekartet må ikke benyttes til vindenergi betraktninger eller andre formål som krever kjennskap til midlere (gjennomsnittlige) vindforhold.





Blanding av 2 tegnsett antyder at grenseverdien mellom områdene anbefales. Ellers kan det gjøres lokal vurdering der tydelig eksponering gir verdier i øvre del av intervallet (rygg, nes, utsiktspunkt), mens tydelig skjerming (lokalt terrengsøkk o.l.) fortrinnsvis gir grunnlag for valg av nedre del av intervallet. Områdene er ikke skarpt avgrenset pga. usikkerheter ved vurderingen.

Figur C.3  
**OMRÅDEKART**  
 Lokale karakteristiske verdier for vindhastigheter i Fræna kommune



# D. Vindlaster

## Grunnverdi, hastighetstrykk

Vindlastens grunnverdi, hastighetstrykket, er i henhold til NS 3479

$$q = v^2/1,6 \text{ N/m}^2$$

hvor

$v$  = karakteristisk vindhastighet i m/sek og  
 $q$  derfor karakteristisk hastighetstrykk.

NS 3479 angir karakteristiske vindhastigheter, avhengig av høyde over et definert grunnivå for fire strøk: I og utenom tettbebyggelse, i værharde og i ikke-værharde strøk. Grunnverdier angis i 10 m høyde over grunnivået.

For værharde strøk utenom tettbebyggelse er angitt  $v = 40$  m/sek for høyde 10 m over grunnivået, men med forbehold om at «for særlig utsatte steder (f.eks. ytre kyststrøk) skal vindhastigheten vurderes spesielt». For ikke-værharde strøk er tilsvarende  $v = 35$  m/sek.

## Hastighetstrykk i hht. NS 3479 og vurdert ut fra vindmålinger

Da Norsk Standard for dimensjonerende laster, NS 3479, kom ut i sin nåværende form i 1979, var som nevnt i kapittel C, maksimal, målt vindhastighet 37 m/sek i kast på Vigra (1972/73). Målingene fra 1959 – 78 ville imidlertid gi en karakteristisk vindhastighet på 43,0 m/sek. Dersom Vigra betraktes som værhardt, altså ikke ytre kyststrøk med spesiell vurdert vindhastighet, ville man etter NS 3479 anta 40 m/sek som karakteristisk vindhastighet, og man ville den gang (i 1979) ha undervurdert hastigheten med 8 % og hastighetstrykket med 17 %. Dette er innenfor rammen av den tilsiktede sikkerheten, med  $\gamma_F = 1,6$  for vind, se avsnittet om dimensjonerende vindlast.

Under orkanen ble det målt 55 m/sek på Vigra, altså  $1,5 \cdot$  målt maksimalverdi før 1979, og noen kunne tro at dette ville bety et økt hastighetstrykk med en faktor lik  $(55/37)^2 = 2,25$ .

Målingene fra 1959 – 1992 gir imidlertid en karakteristisk vindhastighet på 47,5 m/sek, dvs. ca. gjennomsnittsverdien (middelverdien) av de angitte verdiene

for sone I, ytre strøk i Møre og Romsdal, som angitt kapittel C. Økning i hastighetstrykket blir derfor  $(47,5/40)^2 = 1,41$  (i forhold til standardens verdi på  $v = 40$  m/sek), og ikke 2,25 som antydnet.

Det er også interessant å notere at karakteristiske verdier for målte vindhastigheter på Vigra, med og uten data fra orkanen, altså pr. 31. desember 1991 og 1. januar 1992, var hhv. 45,5 og 47,5 m/sek, dvs. en økning på ca. 4 % pga. orkanen, hvilket tilsvarer en økning i hastighetstrykket på ca. 8 % (for målte verdier).

Karakteristisk vindhastighet,  $v = 40$  m/sek, slik den i 1979 ble angitt i NS 3479 for værharde strøk (unntatt særlig utsatte steder), stemte relativt godt overens med de den gang tilgjengelige dataene, mens det i dag er grunn til å forvente sterkere vinder.

*Det må derfor i dag være riktig å øke karakteristisk vindhastighet fra 40 til 45 – 50 m/sek for utsatte, værharde strøk som tidligere ikke ble vurdert spesielt. Dette vil øke hastighetstrykket fra 1,00 kN/m<sup>2</sup> til 1,27 – 1,56 kN/m<sup>2</sup>, altså en gjennomsnittlig økning på 41 %<sup>4</sup>.*

## Effekt av topografi

INS 3479 er ikke den meget viktige effekten av topografi/terreng angitt spesifikt, bortsett fra varierende hastighet mht. til byggverkets beliggenhet i forhold til annen bebyggelse og økende hastighet i forhold til høyde over et grunnivå.

Topografiens innflytelse kan illustreres med Sunndalsøra som eksempel:

Normalt ville en forvente at Sunndalsøra ble betraktet som ikke-værhardt strøk, fordi det ligger så langt inne i landet. Etter NS 3479 skulle da karakteristisk vindhastighet være  $v = 35$  m/sek i 10 meters høyde, tilsvarende et hastighetstrykk på  $q = 0,77$  kN/m<sup>2</sup>. Dersom en betrakter stedet som værhardt, er karakteristisk vindhastighet  $v = 40$  m/sek og  $q = 1,00$  kN/m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Det er interessant å notere at Fræna kommune, uten ekspertbistand og uavhengig av Orkangruppens arbeid, har fastsatt 1,5 kN/m<sup>2</sup> som karakteristisk hastighetstrykk for utsatte områder. Man kan imidlertid spørre seg om ikke 2,0 kN/m<sup>2</sup> ville ha vært en riktigere antakelse for særlig utsatte strøk.



De siste målinger og denne rapporten tilsier at Sunndalsøra kan betraktes som indre sone, Møre og Romsdal, med sonehastighet på f.eks. 45 m/sek og topografifaktor 1,3. Da blir  $v = 1,3 \cdot 45 = 58,5$  m/sek (jf. C.2) og  $q = 2,14$  kN/m<sup>2</sup>, mens forventet  $q = 0,77$  kN/m<sup>2</sup> (ikke-værhardt etter NS 3479) eller  $q = 1,00$  kN/m<sup>2</sup> (værhardt).

Med andre ord bør det, på grunn av topografiske forhold, regnes med karakteristisk hastighetstrykk på utsatte konstruksjoner på Sunndalsøra som er to – tre ganger kraftigere enn det en kunne forvente etter NS 3479.

For bedømmelse av lokale terrengforhold og topografi, kan anvisningene angitt i kapittel C i forbindelse med sonekartet for Møre og Romsdal benyttes. I Vedlegg D er det videre angitt en del generelle betraktninger, som sammen med de nevnte anvisningene, kan være nyttige for å vurdere de faktiske lokale vindforholdene.

### Karakteristisk vindlast

Karakteristisk vindlast regnes i hht. NS 3479 som statisk vindlastintensitet på flater (dersom konstruksjonen ikke settes i svingninger og det må foretas en dynamisk analyse):

$$\mu \cdot q \quad \text{N/m}^2,$$

hvor

$q$  er det karakteristiske hastighetstrykket og

$\mu$  er en formfaktor som avhenger av formen på konstruksjonen, vindretningen og et referanseareal, men den er ikke avhengig av det lokale terrenget eller topografien.

På grunn av utilstrekkelige muligheter til å vurdere topografiske effekter etter NS 3479, foreslår Orkangruppen at begrepet

lokal karakteristisk vindlast,  $q_{k,lok}$ ,

benyttes, hvor både effekt av topografi/terreng og effekt av bygningen/bygningsdelens form er inkludert:

$$q_{k,lok} = \mu \cdot (k_t \cdot v_{k,sone})^2 / 1,6 \quad \text{N/m}^2$$

hvor

$k_t$  er topografi-/terrengfaktor som f.eks. beskrevet i kapittel C, og

$v_{k,sone}$  er den karakteristiske vindhastigheten for sonen (se kapittel C), og

hvor

$(k_t \cdot v_{k,sone})$  representerer den lokale karakteristiske vindhastigheten,  $v_{k,lok}$ .

Dersom  $v_{k,lok}$  er kjent på annen måte (f.eks. fra områdekart), benyttes  $v_{k,lok}$  uten topografi-/terrengfaktor.

### Dimensjonerende vindlast

Dimensjonerende vindlast etter NS 3479 er

$$q_d = \gamma_F \cdot q_{k,lok}$$

hvor

$\gamma_F$  er lastfaktoren, sikkerhetsfaktoren som benyttes for lastantagelsen, bl.a. for å fange opp «muligheten for at lastene kan avvike fra de (antatte) karakteristiske laster» (jr. NS 3479, punkt 1.8.1)<sup>5</sup>

For vindlast alene er per i dag  $\gamma_F = 1,6$ .

### Vurdering av effekt av bygningers geometri

Formfaktoren  $\mu$  tar vare på effekt av bygningers/bygningsdelers geometri, uansett hvor en bygning er plassert. Formfaktoren  $\mu$  er altså en universell parameter.

*I realiteten virker bygning/bygningsdels form, omkringliggende terreng og bebyggelse, samt topografi sammen som en enhet og sammen er disse forholdene bestemmende for én enkelt formfaktor. Å fastsette slike formfaktorer har vist seg å være så vanskelig at formfaktorene er delt i enkeltfaktorer som om disse var uavhengig av hverandre. Bygning/bygningsdels innflytelse på vindlasten, formfaktoren  $\mu$ , er derfor uavhengig av terreng osv. og er et universelt begrep.*

I alle land er man interessert i å fastsette «riktige» formfaktorer. Orkangruppen har derfor ikke sett det som sin oppgave å undersøke om formfaktorene i NS 3479 er riktige eller ikke. Det er imidlertid på det rene at formfaktor  $\mu$  for sug, på takutstikk f.eks., varierer fra land til land. I Norge er  $\mu$  her maksimalt 3,0 lokalt, mens det i Canada, i kommentar til den canadiske standarden, er foreslått 4,1. Det er ikke usannsynlig at lokale verdier på 5,0 – 5,5 kan være aktuelle, hvilket også er funnet ved numerisk analyse ved CFD norway.

Orkangruppen går imidlertid ut i fra at det pågående CEN-arbeidet med Eurocode 1 vil resultere i hensiktsmessige verdier for  $\mu$ .

I Vedlegg D er det angitt noen generelle betraktninger som kan være til nytte ved bedømmelse av bygningers utforming og innflytelse på vindlasten.

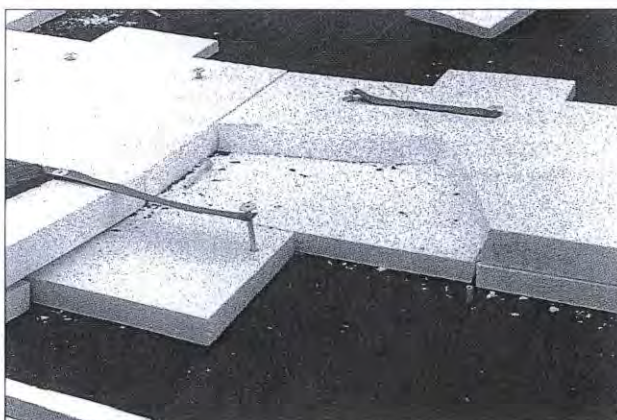
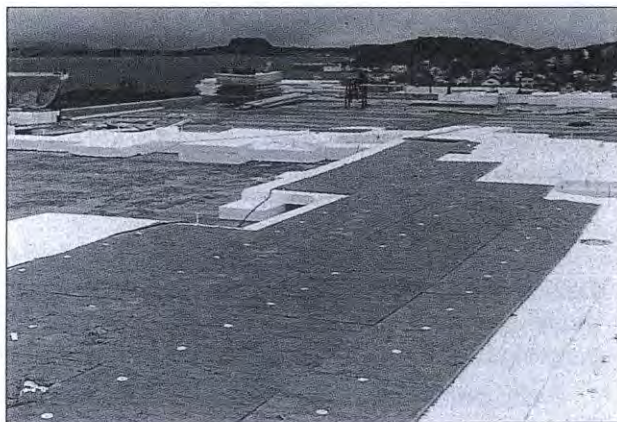
<sup>5</sup> Som nevnt under punkt B.1, vil det eventuelt ved senere revisjon av NS 3479 kunne gis grunnlag for å ansette forskjellige  $\gamma_F$ -verdier for forskjellige bygningsdeler. Dette er imidlertid ikke utredet ennå.



## **Effekt av bygningers innbyrdes plassering/byggeskikk**

Når det gjelder vurdering av vind i forhold til byggeskikk/bygningers plassering og orientering, kan man benytte de generelle betraktningene som er angitt i Vedlegg D.

Det må imidlertid være på det rene at ingen vindpåkjenninger er til hinder for å dimensjonere byggverk og bygningsdeler slik at de har tilfredsstillende sikkerhet/pålitelighet. I visse tilfeller kan det være spørsmål om ekstra kostnader mht. vindforankring osv., dersom man plasserer bygninger på et mer utsatt område, men vanligvis vil tilleggskostnadene pga. vind være marginale.



Bildene til høyre: Avblåst folietak over forretnings- og kontorbygning. Bygningen fikk store vannskader.

Nedenfor: Tak på garasje/lagerbygning. Konstruksjonen er blåst av i ett stykke.





# E. Skadebildet

## Sammenfatning

I arbeidet med å danne et pålitelig bilde av skadene etter orkanen er det gjort undersøkelser på flere nivåer:

- I januar 1992 foretok representanter fra Byggforsk og Norges landbrukshøgskole befaringer på utvalgte skadesteder.
- I alt er ca. 1 500 takstrapper gjennomgått for nærmere undersøkelse av ulike skadetyper.
- Det er innhentet erfaringer fra lokale myndigheter.
- Enkelt saker, der det har vært diskusjon om skadeopp-gjør, har gitt anledning til detaljbetraktninger for enkelte konstruksjonstyper.
- Det er etablert et skaderegister med registreringer fra over 17 000 bygninger, der takstmenn har systematisert data fra sine takstrapper.
- På basis av skaderegisteret er det tatt kontakt med enkelte takstfolk for nærmere konsultasjon om typiske skader.
- Det er fremskaffet data for skadeomfang for tilfeller som ikke er dekket via Norsk Naturskadepool.

Det har vist seg at de prioriteringene som ble foretatt innledningsvis, har vært hensiktsmessige. En valgte her å fokusere primært på følgende typer bygningsskader:

- skade på trehuskonstruksjoner
- skade på tekning og kledning av metallplater
- skade på taktekning av papp eller folie
- skade på taksteinstekning

I antall er det boliger og driftsbygninger i landbruket, samt garasjer og naust m.m., som dominerer skadebildet. Dette er naturlig ut fra den store andelen av slike bygninger i den totale bygningsmassen.

Totalt sett er takskader i en eller annen form dominerende. Skade på hovedkonstruksjon har forekommet først og fremst på trehus. Kontakten med takstmannsapparatet har gitt informasjon også om skader på hovedkonstruksjon i stål eller betong, som har forekommet, om enn i et lite antall.

For skader på enkeltbygg er det skader med omfang inntil kr 20 000 som i antall dominerer skadebildet.

Når bygninger med skade kategoriseres etter byggeår, eller etter ombyggingsår, finner en betydelige skadeantall innenfor alle aldersgrupper. Ut fra skaderegisteret er det imidlertid mulig å gjøre visse betraktninger mht. byggeår, se kapittel G, Vurdering av årsaksforhold.

## Skadeomfang

### Bygningsskader registrert av Norsk Naturskadepool

Ifølge Norsk Naturskadepool beløper skadeomfanget seg til ca. kr 1 200 mill., pr. 31.08.92, se *Tabell E.1*. Beløpet er etter hvert steget til ca. 1 300 mill. kroner.

I antall dominerer skader på boliger, mens skadeomfanget i kroner fordeler seg jevner på de tre angitte kategoriene.

Tabell E.1

Skadeomfang i kroner fordelt på bygningskategori per 31.08.92

Kilde: Norsk Naturskadepool

ENHET	ANTALL	%	ANTATT SKADEBELØP KR	%
Sum bolig	14 284	50,3	32 060 000	26,8
Sum landbruk	5 895	20,7	396 300 000	33,1
Sum andre	8 247	29,0	481 100 000	40,1
<b>Total sum</b>	<b>28 426</b>	<b>100,0</b>	<b>1 198 000 000</b>	<b>100,0</b>



Fra takstmannskoordinatorene for hhv. Sunnmøre/Sogn og Fjordane og Nordmøre/Romsdal har en fått følgende oversikt over husstander med skade, se *Tabell E.2*:

Tabell E.2.

Oversikt over husstander og skademeldinger i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal

Bemerk: Et gårdsbruk regnes som én husstand.

Kilder: Takstmannskoordinatorene for Norsk Naturskadepool, Stavsengs Ingeniørfirma AS og Takstmann Enok Lien

#### SUNNMØRE, SOGN OG FJORDANE

Kommune	Hus-stander	Skade-meldte	I pro-sent
VANYLVEN	1500	499	33.3%
ØRSKOG	791	210	26.5%
SELJE	1238	323	26.1%
SANDE	1186	304	25.6%
GISKE	2117	504	23.8%
HARAM	3150	747	23.7%
EID	2009	414	20.6%
ØRSTA	3782	748	19.8%
SULA	2426	476	19.6%
HERØY	3060	574	18.8%
SKODJE	1115	198	17.8%
ULSTEIN	2155	358	16.6%
STRYN	2386	395	16.6%
BREMANGER	1719	261	15.2%
VESTNES	2358	351	14.9%
SYKKYLVEN	2407	347	14.4%
VOLDA	3692	508	13.8%
ÅLESUND	15107	2076	13.7%
NAUSTDAL	901	113	12.5%
GLOPPEN	2368	286	12.1%
VÅGSØY	2571	303	11.8%
STORDAL	390	45	11.5%

#### NORDMØRE, ROMSDAL

Kommune	Hus-stander	Skade-meldte	I pro-sent
NORDAL	779	86	11.0%
HORNINDAL	482	50	10.4%
FLORA	3819	393	10.3%
SANDØY	576	52	9.0%
HAREID	1695	151	8.9%
STRANDA	1766	134	7.6%
ASKVOLL	1366	100	7.3%
JØLSTER	1156	78	6.7%
GAULAR	1099	71	6.5%
SOLUND	462	29	6.3%
RAUMA	3377	201	6.0%
HYLLESTAD	691	34	4.9%
FJALER	1111	53	4.8%
HØYANGER	2006	72	3.6%
FØRDE	3406	117	3.4%
BALESTRAND	761	26	3.4%
LUSTER	2010	33	1.6%
LEIKANGER	868	10	1.2%
LÆRDAL	923	10	1.1%
SOGNDAL	2374	25	1.1%
ÅRDAL	2551	18	0.7%
NESSET	1213	3	0.2%

<b>TOT.SUM</b>	134742	17227
----------------	--------	-------

Vi kan se av *Tabell E. 2* at av de 62 angitte kommunene, har 18 en skadeprosent på ca. 20 % eller høyere. Smøla og Vanylven har begge en skadeprosent på over 30 % (registrerte skademeldinger i forhold til antall husstander).

Tallene kan betraktes med to innfallsvinkler:

- antall skadede husstander er meget høyt
- de fleste husstandene (66 % – 99 %) i alle kommuner har klart seg uten innmeldte skader.

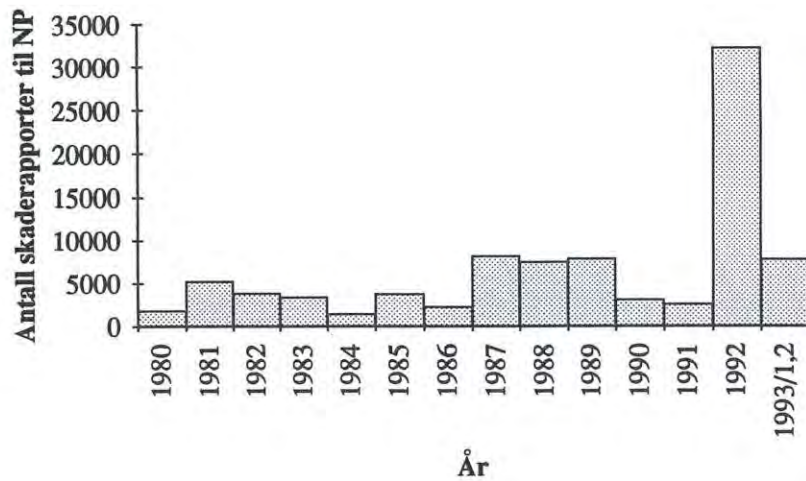
Denne betraktningen er relevant både for å fastslå at skadeprosentene er svært høye, samtidig som det er viktig å

merke seg at de fleste bygningene har vist seg å være gode nok, selv med de ekstreme belastningene som orkanen medførte.

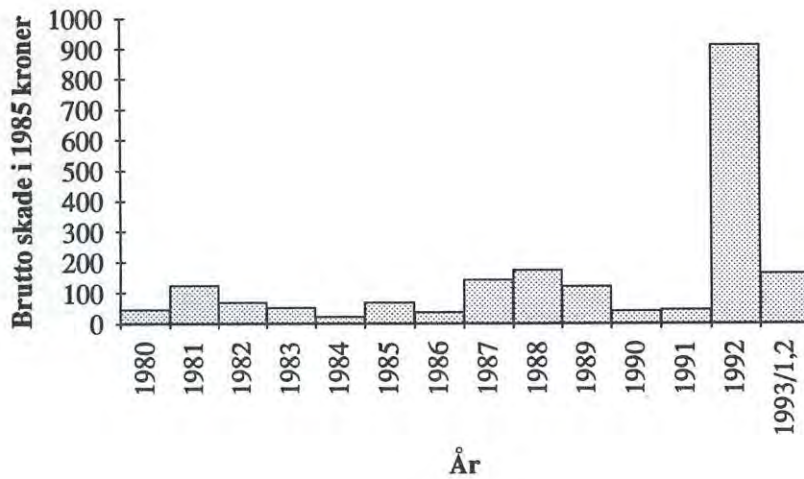
Når en ser skadeprosentene i forhold til stormskader som er registrert i tidligere år i løpet av den tiden Norsk Naturskadepool har eksistert, kan det fastslås at orkanen peker seg ut i ekstrem grad.

Dette fremkommer av figurene E.1 og E.2 som viser hhv. antall skaderapporter og skadeutbetalinger i 1985-kroner for hvert år fra 1980 til 1992, samt for januar og februar i 1993.





Figur E.1  
Skaderapporter for stormskader til Norsk Naturskadepool i perioden 1980 – februar 1993



Figur E.2  
Skadeutbetalinger fra Norsk Naturskadepool pga. stormskader i 1985 kroner i perioden 1980 –1992. Fast kroneverdi er beregnet ut fra konsumprisindeksen.

Legg merke til at det i *figur E.2* er valgt å bruke konsumprisindeksen for å bestemme fast kroneverdi. Dersom en hadde anvendt en byggeprisindeks, ville 1992-beløpet blitt enda høyere, fordi byggekostnadene økte mindre enn konsumvarer. *Figur E.2* viser altså primært et rent kostnadsbilde og gjenspeiler ikke nøyaktig volumet i reparasjons- og gjenoppbyggingsarbeider.



### Skader på bygninger og anlegg m.v. hvor eieren er selvassurandør

Tabell E.3 viser skadeomfang i kroner for bygninger hvor eieren er selvassurandør og således ikke kommer inn under Norsk Naturskadepools registreringer. Som det fremgår, beløper disse skadene i sum seg til ca. 203 millioner kroner.

Tabell E.3

Oversikt over skadeomfang på bygninger hvor eieren er selvassurandør

(Etter opplysninger fra Kommunaldepartementet og Forsvarets bygningstjeneste i Trondheim)

EIER	BELØP I MILL. KR	ANMERKNINGER
Kommuner	48,6	Status pr. februar 1993
Fylkeskommuner	28,5	Status pr. februar 1993
Kommunale og fylkeskommunale energiverk	110,0	Status pr. februar 1993
Forsvaret	6,0 – 7,0	Status pr. mars 1992
Kystverket	9,7	Status pr. desember 1992
Staten for øvrig	90,9	Status pr. mars 1993
Sum	ca. 294,0 mill.	

### Andre skader enn bygningsskader

I tabell E.4 er det vist en oversikt over andre skader enn bygningsskader.

Tabell E.4

Oversikt over andre skader enn bygningsskader

(Opplysninger er innhentet fra Kommunaldepartementet og gjelder skader i fylkene Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Sør- og Nord Trøndelag)

SKADETYPE	BELØP I MILL. KR	ANMERKNINGER
Skader på skog	280,0	Status pr. 20.11.1992
Skader dekket av kaskoforsikringer (skader på biler, lystfartøy, båter brukt i næring m.v.)	140,0	Egenandel er ikke tatt med i beløpet
Skader dekket av Naturskadefondet (skader som ikke dekkes ved forsikring, f.eks. skader på grunn, jord, skog, veier, brygger og moloer)	100,0	Skader på skog er ikke tatt med
Skader i fiskerisektoren, uten annen dekning	75,0	Skader som faller utenfor forsikringsordning og Naturskadefondets virkeområde
Sum	595,0 mill.	



Som det fremgår, er skadeomfanget svært stort, selv om bygnings-skader (se tabell E.1 og E.3) dominerer klart. Skadebeløpene, angitt i tabellene E.3 og E.4, bringer sammen med bygnings-skadene det totale skadeomfanget opp i over 2 milliarder kroner.

### **Etablering av skaderegister**

Det ble tidlig erkjent at takstmansapparatet representerer en svært viktig informasjonskilde for å få frem data om skadene. Takstmennene rapporterer til forsikrings-selskaperne ut fra en gitt systematikk i et skjema der det primært er lagt vekt på de økonomiske dataene. De tekniske vurderingene rapporteres i «fritt format» i underliggende rapporter uten at hoveddata mht. skadet bygningsdel m.m. legges inn i et felles system.

I prosjektet ble det vedtatt at en skulle søke å etablere et skaderegister basert på optisk lesing av skjema, der hoveddata for skadet bygning skulle angis ved strekmarkeringer. Skjemaets innhold mht. hvilke data som skulle registreres, ble utarbeidet i Orkangruppen. Både Skadeutvalget i Norsk Naturskadepool og takstmanskoordinatorerne ble rådspurt i denne sammenhengen. Skjemaets grafiske layout ble utformet i samråd med Statens DataSentral AS, som foretok den optiske lesingen av skjemaene. Skjemaet er vist i Vedlegg E1.

Hovedhensikten med skjemaregistreringen kan oppsummeres som følger:

- etablere et troverdig og nyansert skadebilde der en kan se sammenhenger i forhold til byggeår, bygningskategori, skadeomfang (i kroner) og ikke minst, type skadet bygningsdel
- etablere et kontaktregister mot takstmansapparatet mht. å kunne undersøke spesielle skadetyper, utvalgt fra registeret
- dra nytte av erfaringene fra registreringsopplegget som et pilotprosjekt for erfaringsoverføring fra takseringsarbeid til forsknings- og utredningsarbeid

I samråd med Norsk Naturskadepool ble det vedtatt at en skulle søke å etablere et register for alle skadene som inngikk i det koordinerte takseringsarbeidet. Antall skadede bygninger ble anslått til ca. 50 000. Dette antallet er betydelig høyere en antall takstrapporter, fordi én takst-rapport i mange tilfeller kunne behandle flere bygninger, f.eks. for gårdsbruk.

Det ble tidlig klart at en i prosjektet ikke ville klare å finansiere arbeidet med utfylling av skjemaene. I samråd med Norsk Naturskadepool ble det derfor vedtatt at en skulle søke å få inn dataene ved at takstmennene fyllte ut skjemaene som en frivillig innsats. Opplegget ble også drøftet i et utvalg på ca. 50 takstmenn, som ga sin støtte til at det kunne settes i gang.

Antall skjema som skulle sendes til hver takstmann, ble oppgitt av Skadeutvalget i Norsk Naturskadepool.

Resultatet av registreringsarbeidet kan oppsummeres som følger:

- i alt 17 008 skjema er mottatt fra takstmenn og lest optisk med overføring av data til EDB-medium
- av de 169 takstmenn som mottok skjema for utfylling, har 105 takstmenn, dvs. 62 %, returnert utfylte skjema
- kvaliteten på utfyllingene er svært god, slik at den optiske lesingen kunne foretas uten store problemer
- dataene fra skjemaene er samlet i et register der opp-tellinger og registrering av sammenhenger er utført ved hjelp av programpakken SAS, som er et kraftig statistikkverktøy
- på basis av registeret er det etablert nyttige kontakter med takstmenn for erfaringsoverføring fra utvalgte skadetyper

Først og fremst takket være takstmennenes frivillige innsats, må registreringsopplegget karakteriseres som vellykket. Skaderegisteret representerer et enestående informasjonsmateriale som er av stor verdi også utover rammene for prosjekt Orkan 1992.

I Vedlegg E er det angitt en liste over poststeder, rangert etter antall skader i skaderegisteret. Legg merke til at Trondheim og Ålesund er delt opp i flere poststeder. Skaderegisteret har en meget god geografisk spredning. Det bør imidlertid anmerkes at det kan være «hull» i materialet for en del steder, som har vært dominert av takstmenn som ikke har fylt ut skjemaer.

Som statistisk materiale kan registeret samlet sett anses som et meget stort utvalg, som gir gode indikasjoner for å beskrive skadebildet. Det bemerkes også at orkanhendelsen var så ekstrem at forstyrrelser i analysene pga. utbedring av tidligere skader, ikke anses å forrykke hovedkonklusjonene mht. betydningen av byggeår.

Med hensyn til skjevheter som utvalget kan inneholde, nevnes først og fremst at småskader på taksteinstak sannsynligvis er underrepresentert. Dette inntrykket er kommet frem på basis av tilbakemeldinger fra takstmenn som til en viss grad har nedprioritert skjemautfylling for småskader, f.eks. med omfang som ligger under forsikringstakers egenandel. Skjemaet angir dessuten en nedre grense på kr 5 000 for registrering av skadeomfang.



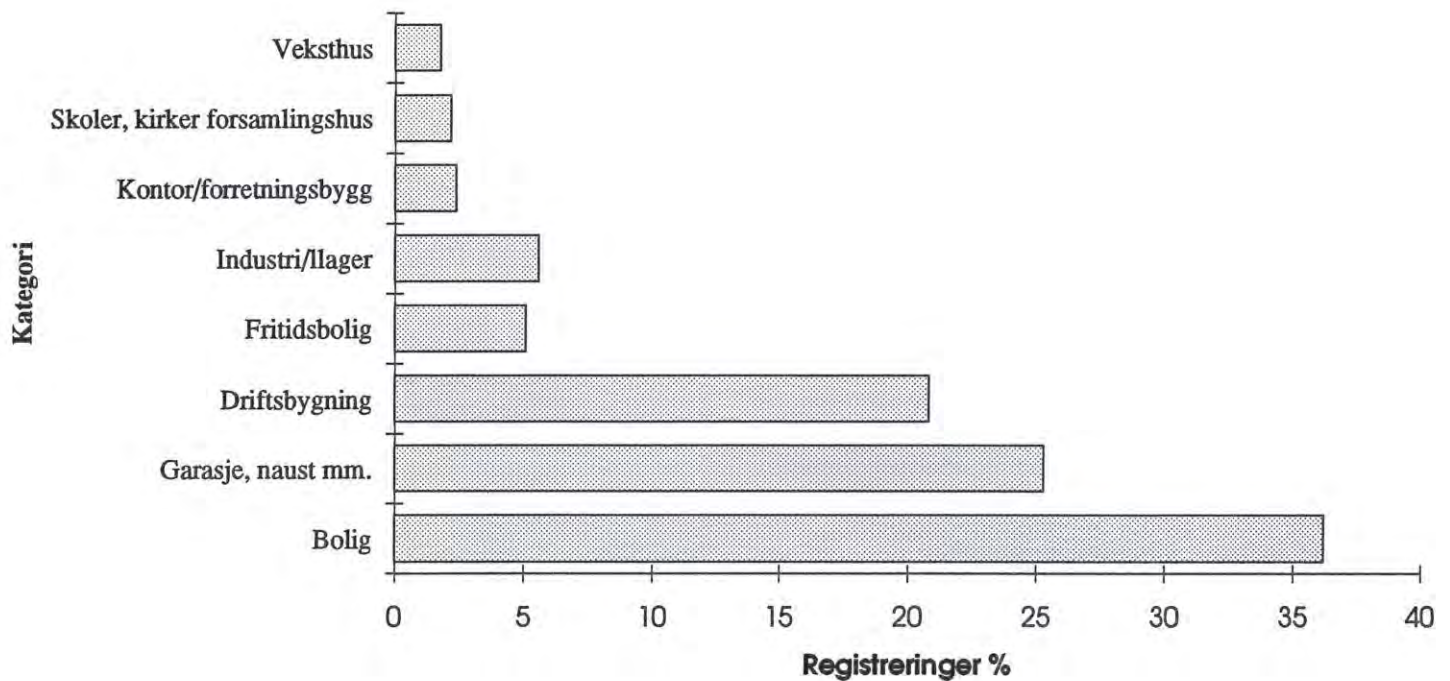
## Bygningskategorier

Følgende inndeling av bygningskategorier er valgt i skaderegisteret:

- boliger
- garasjer, naust mm.

- driftsbygninger i landbruket
- fritidsboliger
- industri- og lagerbygg
- kontor- og forretningsbygg
- skoler, kirker, forsamlingshus m.m.
- veksthus

Figur E.3 viser registrerte skadetilfeller i prosent, fordelt på disse kategoriene.



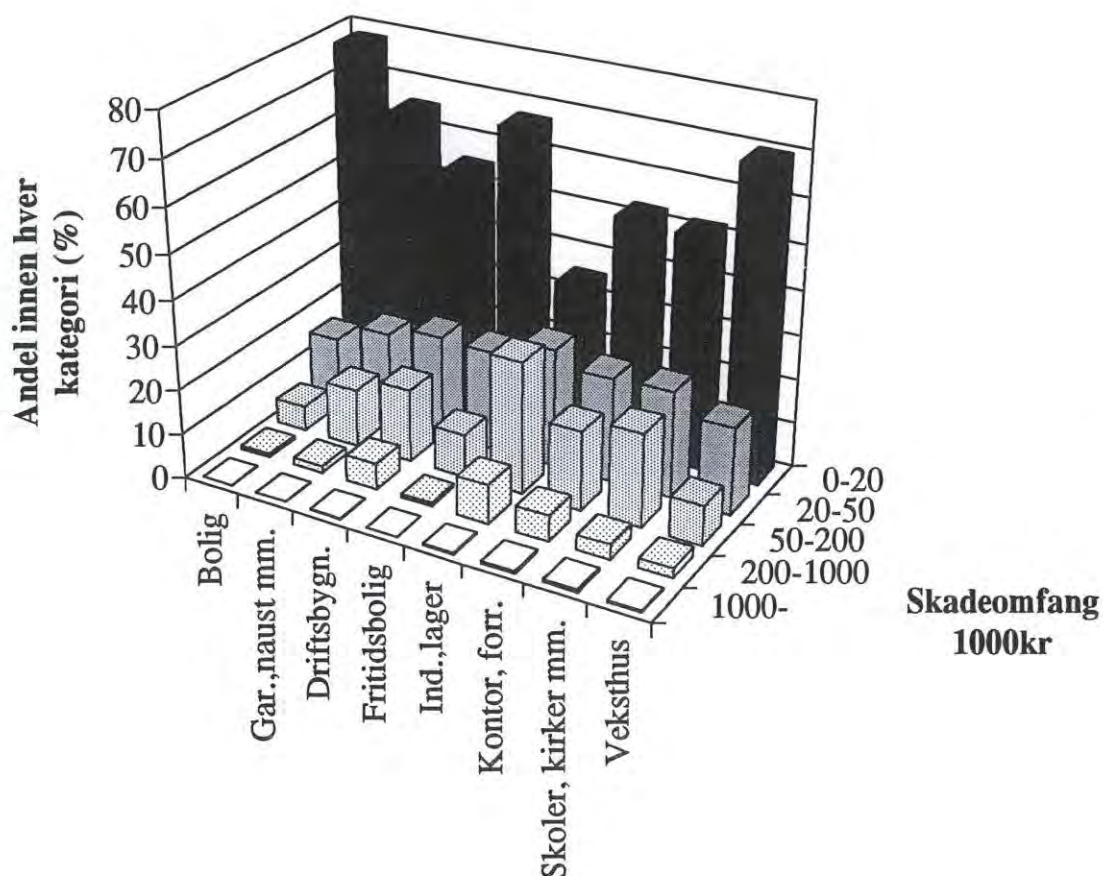
Figur E.3  
Fordeling av registreringer på ulike bygningskategorier  
(100 % = 17 008 registreringer)

Som en kunne vente, er det boliger, garasjer naust m.m., samt driftsbygninger i landbruket, som i antall dominerer skadebildet.



## Skadeomfang per bygning

Figur E.4 viser fordeling av skadeomfang per bygning for de ulike kategoriene som er definert i skaderegisteret. Som det fremgår dominerer småskader med omfang under kr 20 000 i alle kategorier, med et visst unntak for industri- og lagerbygg, der det er registrert en forholdsvis høy andel av skader med omfang over kr 50 000.



Figur E.4

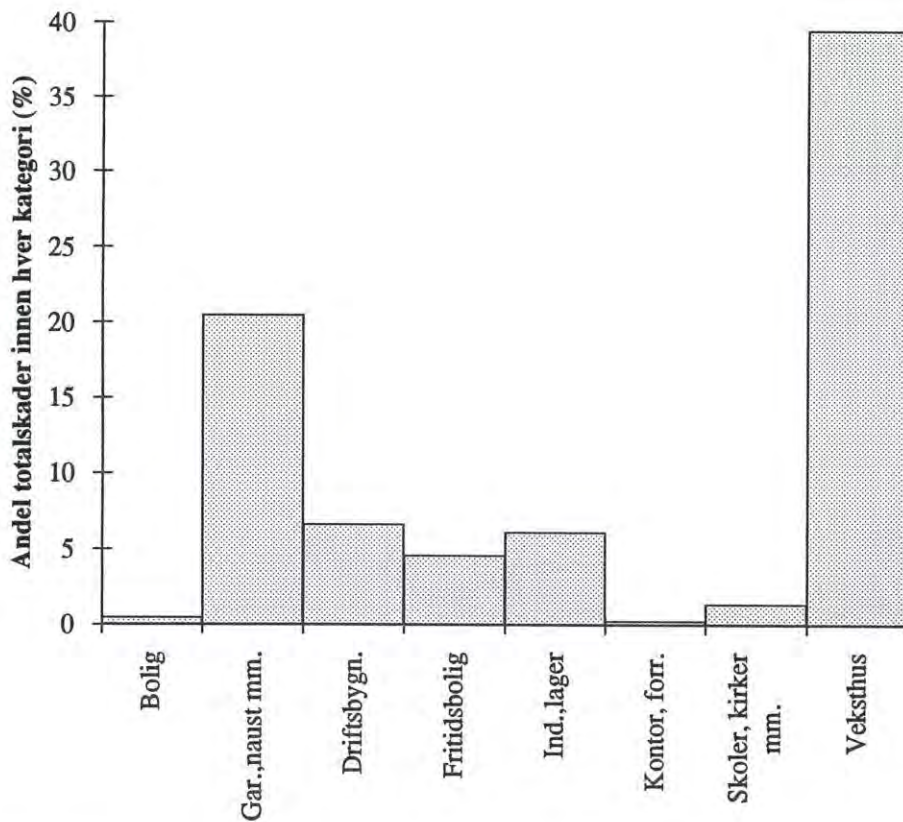
Skadeomfang i kroner per bygning registrert i skaderegisteret

Stolpene viser prosentvis andel av de definerte skadenivåene innen hver bygningskategori

Inntrykket av at det først og fremst er skader på sekundære konstruksjonsdeler som dominerer skadebildet, fremkommer også når en ser på andelen registrerte totalskadede bygninger, se figur E.5. Totalskade er her definert i forsikringsmessig forstand.

Som det fremgår av figur E.5, er det registrert totalskade først og fremst på sekundære bygg, som garasjer, naust og veksthus.





Figur E.5  
 Prosentvis andel av totalskadde bygg registrert i skaderegisteret  
 Stolpene viser prosentandel innen hver bygningskategori

En viss andel av totalskade er også registrert for større typer bygg som driftsbygninger i landbruket og industri- og lagerbygg. For boliger derimot, er det i registeret en svært liten andel totalskader. Fritidsboliger er ofte enklere byggverk av mindre solid utførelse, noe andelen av totalskader i forhold til vanlige boliger synes å bekrefte.

### Byggeår

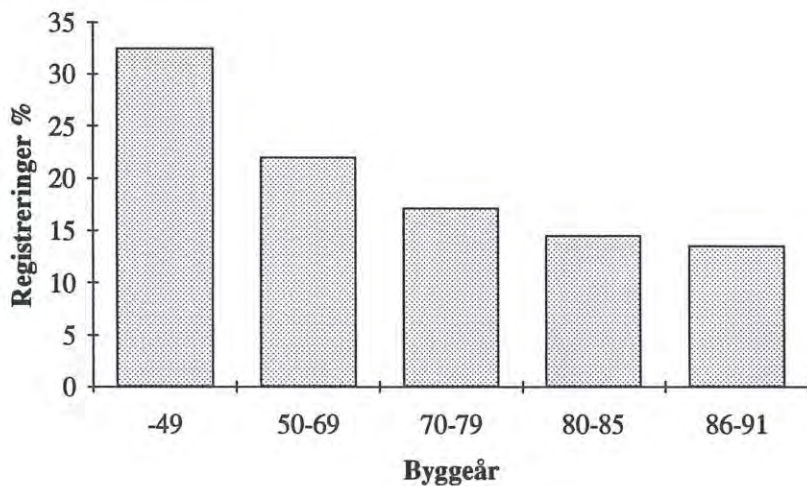
I skjemaregistreringen er det brukt intervaller for byggeår som er valgt ut fra den historiske utviklingen av forskrifter og regelverk, se bl.a. Vedlegg B.

I veiledningen til takstmennene er det presisert at registrert byggeår i størst mulig grad skal samsvare med skadet bygningsdel. Gjelder skaden f.eks. i hovedsak taktekning av nyere dato på en gammel bygning, er det året for utførelse av tekkingen som skal registreres. Om det i tillegg er skade på hovedkonstruksjon, som antas å gi størst innvirkning på skadeomfanget, er det byggeåret for hovedkonstruksjonen som er registrert.

Figur E.6 viser resultatet av opptellingen i registeret for alle kategorier. Det fremgår f.eks. at byggeåret for



55 % av de registrerte tilfellene er før 1970 og for 45 % etter 1970.



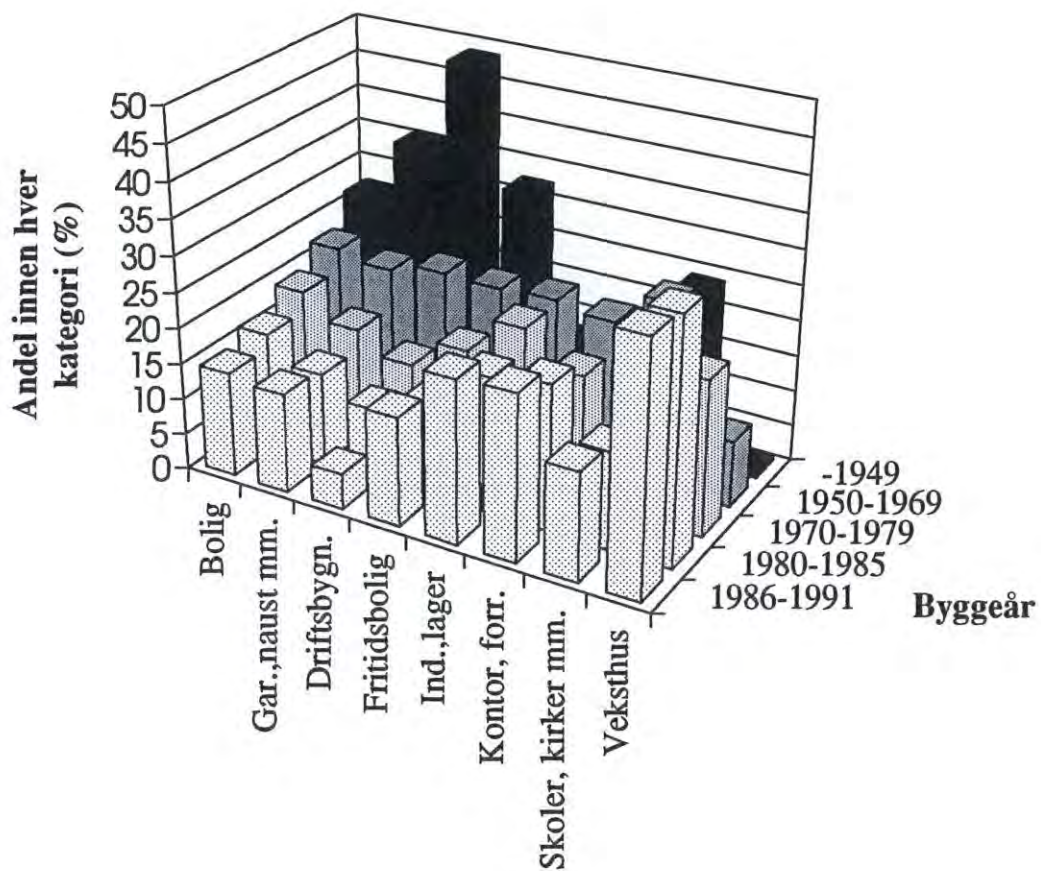
Figur E.6

Fordelingen av registreringer fordelt på intervaller for byggeår

Bemerk at lengden på årsintervallene er forskjellige og at stolpene viser totalt antall registreringer innen hvert årsintervall

Fordelingen av byggeårsintervaller mht. skaderegistreringer for de ulike bygningskategoriene er vist i *figur E.7*. Her fremkommer bl.a. at andelen eldre hus er størst for garasjer, naust m.m. og for driftsbygninger, mens f.eks. industri-, lager- og kontorbygg har en forholdsvis høyere andel av de «yngste» årskategoriene. Veksthus peker seg ut med en svært høy andel av nyere bygg, noe som kan henge sammen med at veksthus gjerne har kortere levetid eller brukstid.





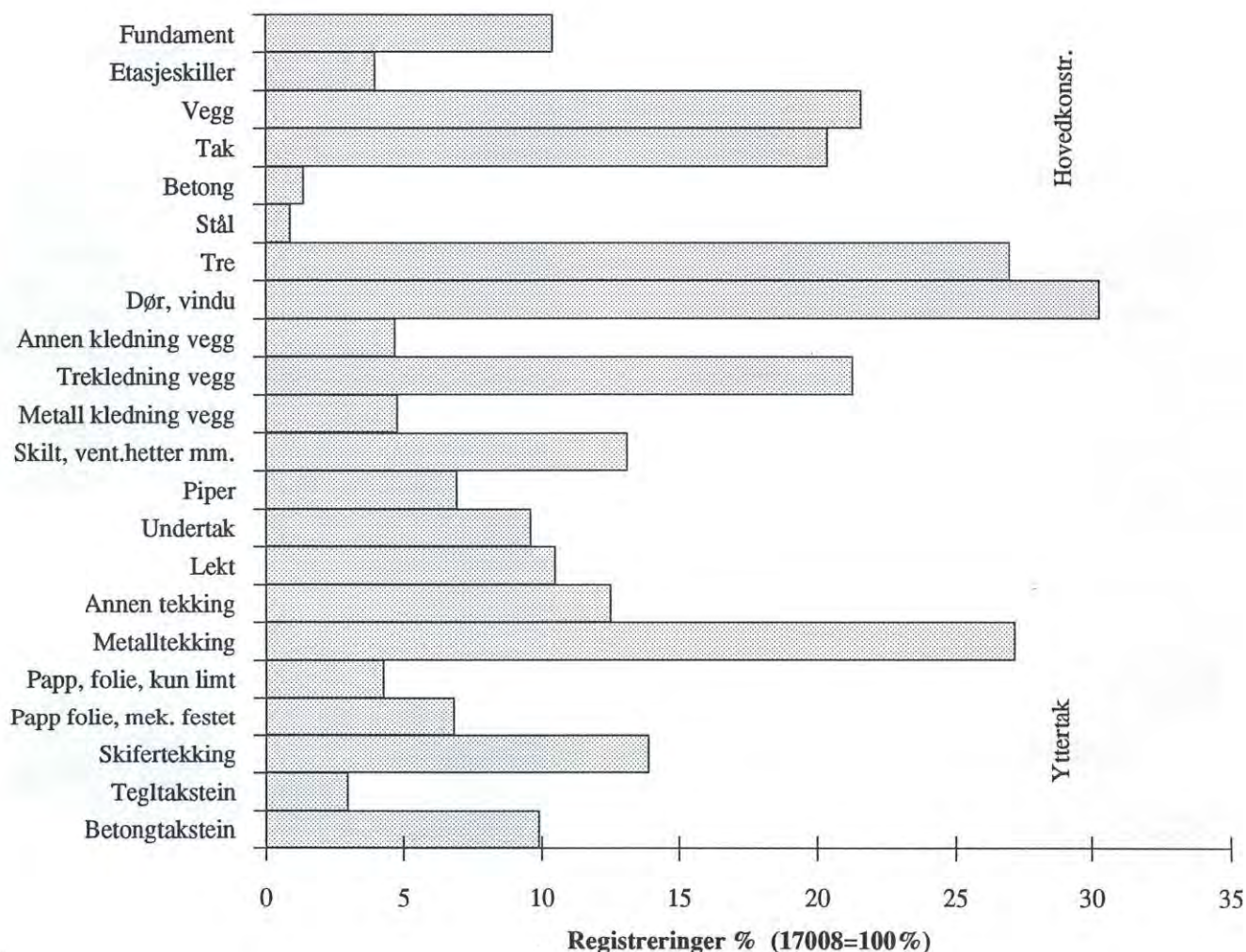
Figur E.7

Fordeling av registreringer fordelt på intervaller for byggeår og bygningskategori



## Hovedopptelling i skaderegisteret med hensyn til skadet bygningsdel

Figur E.8 viser resultatet av hovedopptellingen i skaderegisteret mht. skadet bygningsdel. Hver av de 17 008 skjemaene som er optisk lest, inneholder én eller flere strekmarkeringer for skadet bygningsdel, se Vedlegg E. Ett skjema representerer én bygning, og hver bygning kan ha én eller flere skader av de som er definert i figur E.8. Av figuren går det fram bl.a. at ca. 27 % av skjemaene viste skade på metalltekning på tak, hvilket vil si at ca. 4 600 av de registrerte bygningene hadde skadet taktekning av metall.



Figur E.8

Hovedopptelling i skaderegisteret mht. bygningsdel. Stolpene viser hvor mange prosent av de 17 008 skjemaene som hadde strekmarkering for de aktuelle bygningsdelene (strekmarkering = skade).



Det må påpekes at figur E.8 bare representerer en opptelling av registreringer, og at en må dypere inn i materialet for å forklare sammenhenger.

Følgende hovedbetraktninger kan angis her:

Antallet skader på betongtakstein er sannsynligvis høyere enn det skaderegisteret indikerer. Dette antas ut fra gjennomgangen av et utvalg takstrapper. Mange av disse skadene er av forholdsvis lite omfang og er blitt noe nedprioritert ved registreringen. I skjemaet er det dessuten angitt en begrensning nedad i skadeomfang på kr 5 000, hvilket antakelig har utelukket en god del mindre skader på takstein.

Under «annen tekning» er det sannsynligvis mange eternittak, noe som er fremkommet ved kontakt med takstmansapparatet.

Den forholdsvis høye andelen av skader på skifertekning henger sammen med at skadene ofte er kombinert med skade på hovedkonstruksjon. For øvrig er antallet tak tekket med skifer på Nordvestlandet forholdsvis høyt, slik at skadeprosenten for denne typen tekning kan antas å være moderat.

Det høyere antall skader på mekanisk festet papp eller folie, sett i forhold til tekning av samme type som bare er limt, henger sannsynligvis sammen med at sistnevnte kategori gradvis er blitt redusert i antall etter tidligere orkaner og stormer.

Den høye andelen av registrerte skader på tak med metalltekning bekrefter inntrykket fra andre undersøkelser; nemlig at slik tekning i stor grad har vært utsatt for skade, ofte i kombinasjon med svikt i lekteinnfesting.

Skaderegisteret gir en klar indikasjon på at antall skader på hovedkonstruksjon i tre er meget høyt. Det fremkommer av figur E.8 et antall på ca. 27% av 17 008, hvilket er ca. 4 600 registreringer.

For vurdering av årsaksforhold henvises det til kapittel G.



Hele takflaten til venstre blåst av. Nytt, lyst materiale viser tak som er bygd opp på nytt.

## Trehuskonstruksjoner

### Grunnlag

Utover hovedregistreringen gjennom registrerings-skjemaene er beskrivelsene av skadebildet basert på detaljert gjennomgang av ca. 200 skaderapporter fra Møre og Romsdal og Trøndelag for forsikringsselskapene UNI-Storebrand og Gjensidige, på samtaler med sentrale takstmenn, utvalgt på basis av skaderegisteret, og på enkeltbefaringer gjort av representanter fra Byggforsk og NLH etter orkanen.

### Skadetyper

Skadene på trehuskonstruksjoner kan deles inn i tre hovedtyper:

1. hele bygningen er blåst av fundamentet
2. avblåsning av takkonstruksjon
3. store horisontale forskyvninger av vegger og brudd i forbindelsene mellom hovedbygningdelene

De to første hovedtypene er knyttet til vertikal- og horisontal vindforankring av konstruksjonene. Den siste typen gjelder skader i tilknytning til bygningens statiske system.

En fjerde hovedtype kan sies å være skader på bygninger under oppføring, hvor også skadebildet først og fremst er knyttet til forankringene av bygningsdelene.

Når det gjelder mulige skadetyper som ikke er registrert i nevneverdig omfang, bør følgende fremheves:

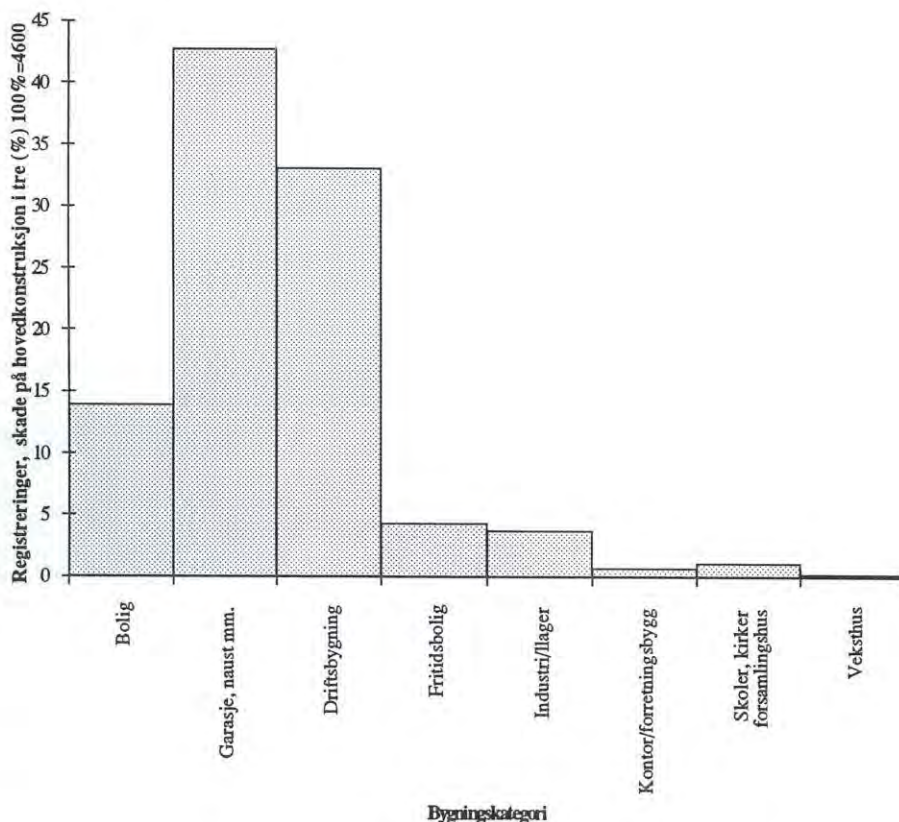
- horisontal deformasjon i selve veggplanet av vegger med plateledning og hus med lukket hovedform
- bøyebrudd i veggstolper, taksperrer o.l. som følge av vindtrykk eller vindsug vinkelrett på vegg- og takflater (Unntak er stolper i silobygg.)



Boligområde etter orkanen



Figur E.9 illustrerer fordelingen av registrerte skader på hovedkonstruksjon i tre mht. de forskjellige bygningskategoriene. Det fremgår at driftsbygninger i landbruket, garasjer, naust o.l. fikk forholdsvis mange skader på bærekonstruksjonene, mens bolighus fikk relativt sett atskillig færre skader. Avblåsing av tak er for øvrig den hyppigste hovedtypen av skader på bolighus.



Figur E.9

Fordeling av skader på hovedkonstruksjon i tre ut fra skaderegisteret

Stolpene viser prosentandel for hver av bygningskategoriene, 100 % = 4 600, som igjen er ca. 27 % av totalt antall registreringer (17 008).

### Avblåsing fra fundament

Dette er en skadetype som særlig rammet mindre og eldre bygninger av typen landbruksbygg, naust, garasjer o.l., og som førte til totalskade der hele bygningen mer eller mindre kollapset. Et flertall av disse bygningene var fundamentert på natursteinsfundamenter, uten spesielle forankringer mellom trehuskonstruksjonene og fundamentet. Husene har enten forflyttet seg horisontalt og falt ned av fundamentene, eller er blitt veltet og til dels kastet helt rundt, før festet mellom de enkelte bygningsdelene ble ødelagt. Det er typisk at de mindre husene ofte er blåst av mer eller mindre i «ett stykke».

Også nyere, større bygninger på betongfundamenter har i en del tilfeller blåst av eller flyttet seg på fundamentene der forankring har manglet helt eller delvis. Dette gjelder særlig landbruksbygg, og her er det også registrert skader på trehuskonstruksjonen, fordi søyle- eller pillarfundamenter har veltet som følge av manglende avstivning.

De større bygningene har til dels også forskjøvet seg på fundamentet bare i den ene enden eller ved det mest påkjente hjørnet. Bygningene har da vært relativt myke ved horisontallaster og har ikke kunnet fungere som en helt stiv, lukket boks.



## Avblåsing av takkonstruksjonen

Dette er en skadetype som omfatter alle typer trehus. I de fleste tilfellene er en større, sammenhengende del av takkonstruksjonen løsnet fra veggene og blåst av huset. I mange tilfeller har også hele takkonstruksjonen blåst av. Det typiske er at flere takstoler eller sperrer, bundet sammen av undertaket og/eller taklekker og platekledning, har løsnet i ett stykke.

Det generelle skadebildet stemmer godt overens med de vindtryks- og vindsugsfordelingene som benyttes til dimensjonering for vindlaster. Størst forankringslast opptrer som sug på lo side nærmest gavl og på langvegger ved relativt små takvinkler. Det er også typisk at avblåsing ofte skjedde for tak med spesielt store takutstikk i gavl, på lo side, hvor man får en stor trykkbelastning på takets underside, i tillegg til suget på oversiden.

Skadebildet bekrefter også det faktumet at vindsuget over takflaten avtar betydelig innover taket. Lange og store bygninger med avblåste tak fikk ofte bare en del av taket nærmest lo side avrevet.

## Horisontalforskyvning av bygningsdeler

Det mest typiske skadebildet her er inntrykning av gavlvegger i toppen på grunn av manglende horisontalt mothold (se kapittel G, *Figur G.6*). Dette gjelder særlig høye vegger i driftsbygninger, garasjer, redskapshus o.l., men er også registrert i bolighus. I noen tilfeller er det sannsynlig at en slik inntrykning har vært starten på et større skadebilde, fordi forskyvningene forårsaker trykk på undersiden av takkonstruksjonen og derved avblåsing av taket og eventuell total kollaps av hele bygningen. Også vindsug på le side har ført til betydelig skade på mange gavlvegger fordi horisontalforankringen i toppen har sviktet og veggene er blåst (eller sugd) ut.

For enkelte driftsbygninger med stor lengde og få eller ingen innvendige vegger på tvers, er det registrert en horisontal utbuling på midten av huset (se kapittel G, *Figur G.7*). Taket og/eller golvet har da bøyd seg i planet og ikke fungert som en tilstrekkelig stiv skive. I mange tilfeller har horisontalforskyvninger medført brudd i murte fundamenter fordi øverste murskift har vært forankret til og fulgt med trehusets forskyvninger.

Skader som følge av horisontalforskyvninger i veggplanet oppsto først og fremst på bygninger med store veggåpninger og korte gjenværende veggflater uten spesiell avstivning (se for øvrig kapittel G, *Figur G.8*). Redskapshus med åpen kjøreport er det typiske skadebilde her. At det ikke er registrert forskyvningsskader i veggplanet på mange typer hus med store vindusfelt og meget små hele veggfelt, kan bare bero på det faktumet at glass også opptar store laster i planet og i stor grad bidrar til å avstive trehuskonstruksjoner.

## Metallplater

### Skadeomfang

Om lag 1/3 av de 17 008 registreringsskjemaene angir skader på metalltekning på tak og fasader. Det ble skadet anslagsvis 250 000 m<sup>2</sup> metallplater. Skadeomfang på samtlige bygninger med skadede metalltekninger, inkl. følgeskader og skader på andre bygningsdeler, beløper seg til anslagsvis 500 – 750 mill. kr.

Skadeomfang for tilfeller med skader som er begrenset bare til metallplatetekninger på tak og fasader (inkl. underlag som lekter/åser osv.), beløper seg til anslagsvis 30 – 50 mill. kr.

### Skadebildet

- Skadene på metallplater er i hovedsak konsentrert til avblåsing av metallplatetak.
- Metallfasader ble i første rekke utsatt for treffskader, men også en del tilfeller med avblåsing.
- Typisk for metallplatetak festet med spiker: bare platene er avrevet.
- Typisk for metallplatetak festet med skruer: både plater og lekter/åser er avrevet.
- «Tradisjonell» løsning med spikring av lekter med bare én spiker pr. festepunkt er i strid med krav i NS 3470 «Prosjektering av trekonstruksjoner».
- Typisk for tak: avblåsing av plater startet ved eller konsentrert til randsonene (gavl, raft, møne). Lo side er mest utsatt.
- Typisk for vegger: avblåsing ved ytterhjørner (randsonene)
- Typisk for en del skadetilfeller på tak og vegger i åpne drifts-, lager- eller andre bygg: avblåsing initiert av plutslig stort innvendig overtrykk (innblåsing av porter), treffskader, åpne sideomlegg på platene eller andre uheldige detaljer som har gjort at vinden lett fikk tak.
- Beslagløsninger ligger normalt i randsonene og er svært utsatt.

Det er for øvrig utarbeidet en egen, detaljert rapport om skader på metallplater (Byggforsk, mars 1993).



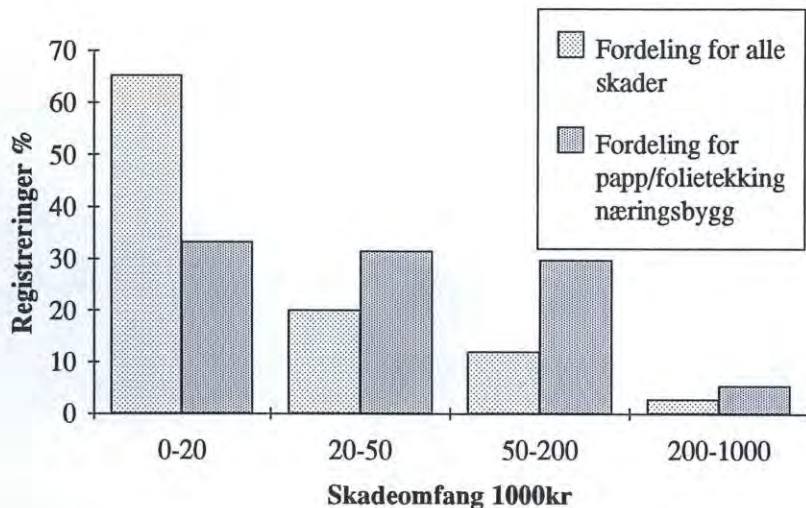
## Flate tak tekket med papp eller folie

Skader har forekommet både på tak med og uten mekanisk innfesting av tekningen.

Mange skader er initiert ved at beslag i rendene er blitt revet av, og at tekkingen deretter har blåst av, først og fremst i hjørnesoner og ved gesims.

Slike skader har primært forekommet på industri- og lagerbygg og på kontor- og forretningsbygg. Følgeskadene kan være store pga. lekkasjer og driftsavbrudd.

Figur E.10 illustrerer skaderegisterets fordeling av skadeomfang for taktekning (papp/folie) på næringsbygg sammenholdt med fordelingen for alle skader. Det fremkommertydelig at enkeltskader innen førstnevnte kategori har et klart større omfang enn gjennomsnittet når skadetilfellene betraktes enkeltvis, noe det var grunn til å forvente. Næringsbygg er her definert som industri- og lagerbygg samt kontor- og forretningsbygg.



Figur E.10

Fordelingen av skadeomfang for papp- og folietekning på næringsbygg, sammenlignet med den tilsvarende fordelingen for alle skader

Papp/folieskadene inkluderer bare tilfeller med rene tekningsskader uten innslag av andre skader som kunne forstyrre kostnadsbildet. Eventuelle erstatninger pga. driftsavbrudd inngår ikke.



Av papp/folioskadene var 55 % skader på tekning med mekanisk innfesting og 45 % skader på tekning som kun var limt. Det må her pekes på at denne fordelingen sannsynligvis henger sammen med at de fleste takene av den aktuelle typen er teknet med mekanisk innfesting av papp eller folie.

Ser en på fordeling for byggeår, viser registeret omtrent en 50/50-fordeling for byggeår (tekkingsår) hhv. før og etter 1980. Av skadene med tekkingsår etter 1980, er det igjen omtrent en 50/50-fordeling på periodene 1980–1985 og 1986–1991, med noe større andel for sistnevnte periode. Disse tallene viser en annen aldersprofil enn gjennomsnittet (55 % og 45 % hhv. før og etter 1970). Dette var det grunn til å vente, både pga. type bygg og fordi taktekning er blitt fornyet, bl.a. pga. tidligere stormer og orkaner.

### Mønetak med takstein

Gjennomgangen av takstrapper ga tydelig indikasjon på at det var et stort antall skader på mønetak teknet med takstein. Skadene synes å være relativt små i omfang, noe tallmaterialet fra skaderegisteret bekrefter, se *Figur E.11*. Det kan også bemerkes at det sannsynligvis er mange taksteinsskader som ikke er blitt registrert i skaderegisteret, og at den virkelige fordelingen har et enda sterkere innslag av småskader.

For betongtakstein kan det angis anslag på reparasjonsvolumet ut fra opplysninger fra leverandørene. Det ble solgt omtrent 250 000 takstein utover normalt salgsvolum i januar 1992. Dette tilsvarer ca. 25 000 m<sup>2</sup>.

En taksteinleverandør oppgir for øvrig at mens salget av takstein i januar 1992 utgjorde ca. 25 % av hele omsetningen i 1991, utgjorde salget av festeklips i januar 1992 hele 200 % av omsetningen i 1991. Dette er et tydelig uttrykk for at mange har trukket lærdom av skadene.

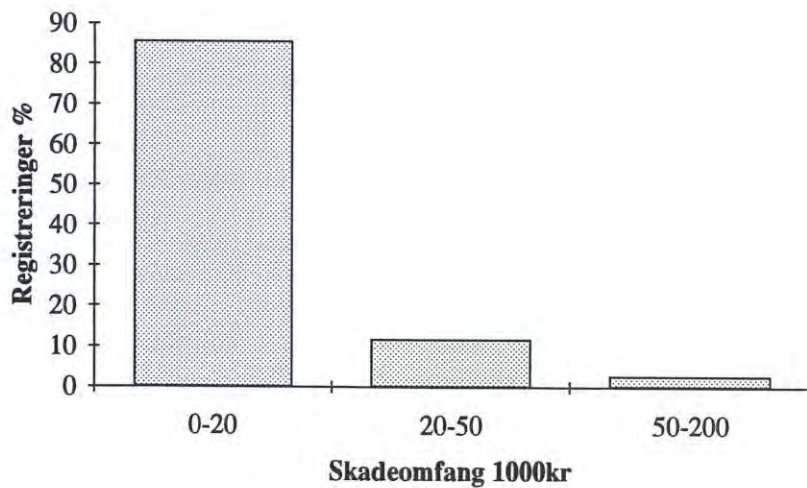
Skader på betongtakstein er dominerende. I skaderegisteret er fordelingen 78 %/22 % hhv. på betongtakstein og tegltakstein. I ca. 9 % av de registrerte tilfellene var det skade på undertak og/eller lekter. Dette stemmer godt med inntrykket fra gjennomgangen av takstrapper, om at det var forholdsvis lite følgeskader.

Ser en på fordeling for byggeår, viser registeret omtrent en 55/45-fordeling for byggeår (tekkingsår) hhv. før og etter 1980. Av skadene med tekkingsår etter 1980, er det omtrent en 40/60-fordeling på periodene 1980–1985 og 1986–1991, altså et forholdsvis stort innslag av skader på nyere tak. Dette har sammenheng med den store økningen i bruken av betongtakstein de senere årene. Det presiseres at disse betraktningene er gjort for skadetilfeller med rene taksteinsskader, uten kombinasjon med andre typer skader som kunne gi feilaktig inntrykk av byggeår (tekkingsår).



Takstein og elementpipe ble knekt – en vanlig skade på bolighus.

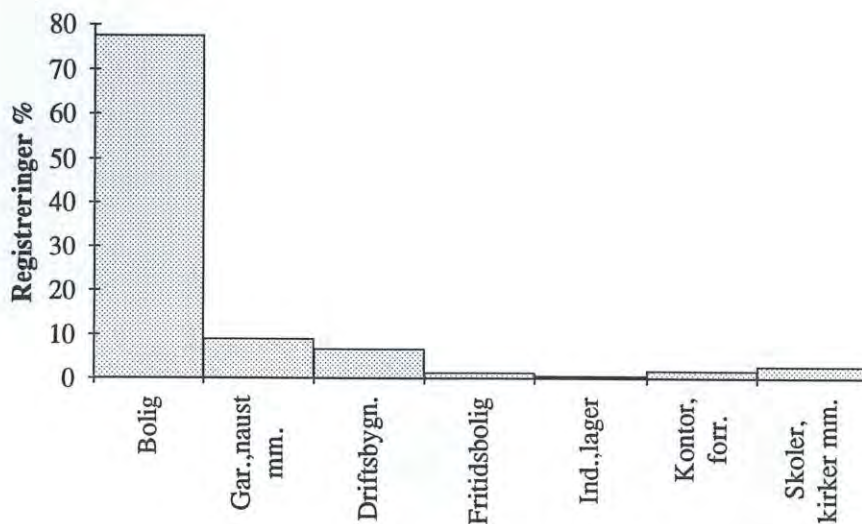




Figur E.11

Fordeling av skadeomfang for skader på taksteinstak ut fra skaderegisteret  
 Skadene inkluderer bare tilfeller med rene taksteinsskader uten innslag av andre skader som kunne forstyrre kostnadsbildet.

I antall er naturlig nok skader på bolighus dominerende, se figur E.12, som viser fordeling av taksteinsskader på ulike bygningskategorier fra skaderegisteret.



Figur E.12

Fordeling av skader på taksteinstak mht. bygningskategori ut fra skaderegisteret



Fra befaringer i felten og undersøkelse av skaderapporter kan for øvrig følgende skadebilde skisseres:

- De mest skadede delene av takene var områdene ved gavler og møner. Det er mange tak som bare har avblåsing i mønet, ved gavlene eller ved raft. Disse avblåsingene har iblant gitt treffskader ute på takflatene.
- Avblåst enkeltstein på forskjellige deler av takflaten har forekommet.
- I noen tilfeller var det avblåst eller knust stein ved røykpiper.
- I en del tilfeller har taksteinene ute på takflatene klapret, dvs. de er blitt løftet i nedkant. Stein har deretter blitt vippet bort eller slått istykker, med påfølgende treffskader og avblåsing der det er blitt hull.
- I noen tilfeller har all stein på store takflater blåst bort, selv om steinen var spikret.

Undertaket under skadet taksteinstekning var utført på forskjellig vis. De vanligste typene er taktro med papp, trefiberplater, forsterket plastduk. På de delene av taket som stikker utenom vegglivet, dvs. ved gavler og raft, var undertaket delvis forenklet noe i forhold til taket innenfor.

Det er ikke fremkommet tilstrekkelig grunnlag for å anslå hvilken betydning de ulike typene av undertak har for taksteinsskader.



Betongtakstein er løftet på og siden revet løs.

## Piper

I skaderegisteret er det ca. 1 162 pipeskader av 17 008 registreringer, noe som indikerer at det totale antallet pipeskader er meget høyt.

De alvorligste skadene var forårsaket av at skorsteiner veltet og ødela taktekning i fallet. Topphellene oppå skorsteinene er særlig vindutsatte og har i mange tilfeller blåst av. Det er dessuten registrert mange skader på beslag, som løsnet og blåste bort.

Når det gjelder velting, var det de høye element-skorsteinene som var mest utsatte. Det blåste ned få teglsteinsskorsteiner. Med «høye skorsteiner» menes skorsteiner med høyde over 1,0 m. Det vil si skorsteiner plassert et stykke ned fra mønet, på saltak. Skorsteiner i mønet, som normalt er 0,8 m, har klart seg bedre.

De fleste veltede elementskorsteinene var uarmerte. De knakk ved takflaten, ofte der skorsteinsbeslaget var slisset inn i sidene. Det veltet også noen armerte skorsteiner. Knekkpunktet var ved nedre ende av armeringen.

Teglskorsteinene ble oftest skadet ved at topphella av skifer eller støpejern blåste av. I noen tilfeller var de murte «pillarene» som hella var murt fast til, så medtatte at de også blåste ned. Det forekom også at teglskorsteiner som tidligere var nesten ødelagt av frost, nå blåste istykker.

Mange skorsteinsbeslag blåste av, både vanlige beslag på taket og hele skorsteinsledning. Dette førte til betydelige regnvannsskader, fordi undertakene ofte er utette ved skorsteinen.



Avblåst pipe på bolighus



# F. Kontrollfunksjoner

## Sammenfatning

De kommunale bygningsmyndighetenes kontrolloppgaver er lovfestet i plan- og bygningsloven (pbl). Etter pbl skal bygningsrådet føre tilsyn med at plan- og bygningslovgivningen holdes i kommunen (§ 10-1). Erfaringene etter orkanen er at dette tilsynet er mangelfullt. Én av årsakene kan være bemanningsreduksjonen som er foretatt i mange kommuner. En annen årsak er åpenbart en uheldig praktisering av plan- og bygningslovens § 97 som gir bygningsrådet *rett* til å føre kontroll istedenfor *plikt* slik pbl før 1986 krevde. I praksis er nesten all byggeplasskontroll borte, noe som ikke var meningen med forannevnte lovendring.

I Norsk Standard for prosjektering av ulike typer av konstruksjoner stilles det krav til kontroll både av prosjektering og utførelse. Det er en forutsetning for bruk av dimensjoneringsmetodene i Norsk Standard at kontroll blir utført som foreskrevet. Slik kontroll faller inn under byggherrens egenkontroll. I mange skadetilfeller er det vanskelig å se at Norsk Standard i det hele tatt har vært anvendt for de kritiske delene av bygningen. Hvilken betydning kravene til kontroll har hatt, og i hvilken grad de er etterlevd, er det derfor vanskelig å anslå.

## Dagens praksis

I utgangspunkt har byggherren et selvstendig ansvar for at byggeforskriftens krav blir etterlevd. Til dette må byggherren i de fleste tilfellene engasjere rådgivere/konsulenter. En tilfredsstillende kontroll fra byggherrens eller hans medhjelperes side er en forutsetning for at kravene til sikkerhet i byggeforskriften skal være oppfylt. Dette betyr at byggherren eller hans medhjelpere må kontrollere både statiske (styrke-) beregninger, konstruksjonstegninger og selve utførelsen av byggearbeidene. Prosjekterings- og utførelseskontroll som er beskrevet i Norsk Standard inngår i denne kontrollen.

Når det gjelder myndighetenes kontrollfunksjon, kan det fastslås at plan- og bygningsloven og byggeforskriften håndheves forskjellig fra kommune til kommune. Størrelsen på kommunen og dermed på administrasjonen, har betydning, og naturligvis saksbehandlerens kvalifikasjo-

ner og engasjement. I små kommuner hvor bygningsssjefen samtidig er teknisk sjef, brannsjef og kommunal byggeleder, er problemene ofte størst. Det som er felles for de fleste kommuner, er imidlertid følgende:

- Det etterlyses ikke i tilstrekkelig grad dokumentasjon på at byggeforskriftens krav er oppfylt, jf. Byggeforskrift 1987, kap. 14:11. I praksis betyr dette bl.a. at statiske (styrke-) beregninger og konstruksjonstegninger ikke blir forlangt innsendt, når disse ikke er mottatt.
- Eventuelle mottatte statiske (styrke-) beregninger og konstruksjonstegninger blir vanligvis ikke kontrollerte. Den hjemmelen som plan- og bygningslovens § 109 gir til engasjement av ekstern bistand til denne kontrollen, blir ikke benyttet.
- Utførelsen av byggearbeidene blir vanligvis ikke kontrollert i byggeperioden. (Ovenfornevnte erfaringer bekreftes også av en rapport om kommunenes byggesaksbehandling som Norges byggforskningsinstitutt utarbeidet for Statens bygningstekniske etat i 1991.) Et særtilfelle utgjør driftsbygninger i landbruket da disse ikke kommer inn under den vanlige byggesaksbehandling. Driftsbygningene skal meldes etter plan- og bygningslovens § 81, dvs. det utstedes ikke noen byggetillatelse, og det kreves heller ikke ansvarshavende.

Fra Norges landbrukshøyskole, Institutt for tekniske fag, er det klart gitt uttrykk for at en er betenkt når det gjelder de kommunale bygningsmyndighetenes kontroll av driftsbygninger. Dette gjelder alle privatfinansierte driftsbygninger hvor ikke Fylkeslandbrukskontoret kommer inn i bildet. Det er i dag slik at driftsbygninger i landbruket, som finansieres med statlige midler, vanligvis bygges etter forhåndsgodkjente tegninger utarbeidet av Fylkeslandbrukskontoret, som også kontrollerer det ferdige bygget. Privatfinansierte driftsbygninger kontrolleres derimot ikke av landbruksmyndighetene. Våre tidligere nevnte undersøkelser etter orkanen i 1992 har vist at de lokale bygningsmyndighetene verken ber om dokumentasjon av bæresystemets kapasitet eller foretar kontroll av utførelsen. Dette betyr at ingen offentlig myndighet har noen som helst kontroll med deler av driftsbygningene, til tross for at bygningsmyndighetene både har rett til å kreve statiske beregninger og konstruksjonstegninger, og rett til å kontrollere utførelsen.



## Eksempler på undersøkte skadetilfeller

Etter å ha gjennomgått skaderapporter fra de berørte kommunene, ble det plukket ut én byggesak i hver av fem kommuner. Vi kontaktet disse kommunene og ba om å få tilsendt alle relevante byggesaksdokumenter. I tillegg stilte vi konkrete spørsmål angående deres byggesaksbehandling. Undersøkelsene omfattet lager-, kontor-, industri-, bolig- og driftsbygning.

Som eksempel skal saksbehandling for ett av de undersøkte skadetilfellene i det følgende beskrives nærmere: Det gjelder en stor bygning som er tilgjengelig for offentligheten. Orkanen førte til at den ene ytterveggen på ca. 100 m ble sugd ut. Foreliggende dokumenter og opplysninger fra bygningssjefen forteller følgende: «Byggearbeidene ble oppstartet i 1985 og bygget ble tatt i bruk året etter».

- Det foreligger formell byggetillatelse.
- Det foreligger ingen formell godkjenning av en person som ansvarshavende
- Det foreligger ingen statiske beregninger og konstruksjonstegninger, og kommunen har heller ikke etterlyst disse. Bygningsmyndighetene utførte ingen kontroll i byggeperioden.
- Det er ikke gitt brukstillatelse eller ferdigattest for bygget.

I forbindelse med dette bygget har en byggeteknisk konsulent nylig, dvs. etter at stormskadene hadde oppstått, kommet frem til at flere bygningskonstruksjoner ikke tilfredsstilte byggeforskriftens krav til styrke. Bygget har altså vært i bruk i ca. seks år, uten at brukstillatelse forelå, og vesentlige deler av bygningskonstruksjonen hadde for liten kapasitet. Saken blir ikke bedre når man vet at kommunen er byggherre og eier av bygget. Resultater av

undersøkelsen av de resterende fire skadetilfellene er vist i tabell F.1.

## Betydning av kontroll av styrkeberegninger m.v.

Byggesøknaden skal dokumentere at krav gitt i eller i medhold av plan- og bygningsloven er oppfylt, jf. Byggeforskrift 1987, kap. 14:11.

Statiske beregninger og konstruksjonstegninger er nødvendig for at bygningsmyndighetene skal kunne ta standpunkt til om kravene i lov og forskrifter er tilfredsstillt og vil derfor være en nødvendig del av søknaden. Enkle garasjer, seksjonshus o.l. bør kunne unntas fra dette kravet.

I tillegg til bygnings primære bæresystem bør de lokale bygningsmyndighetene i visse tilfeller også forlange dokumentert at *sekundære* konstruksjonsdeler er dimensjonert for de normerte vindkreftene. Det er jo stort sett her de fleste skadene har oppstått. Erfaringen etter orkanen viser at dette er særlig aktuelt ved plateklede tak. Rapporter viser at ikke få takplater har blåst sin vei, både med og uten taklekter på.

I og med at byggeforskriften stiller krav til tetthet både mot vind og fuktighet, kan bygningsmyndighetene også kreve dokumentert at værhuden, dvs. kledningen og taktekingen, er sikret mot vindkreftene.

Etter plan- og bygningslovens § 95 nr. 2 skal «byggningsrådet se til at arbeidet ikke vil stride mot bestemmelser som er gitt i eller i medhold av denne lov». Disse bestemmelsene er der for å sikre liv, helse og verdier. Orkanen tok heldigvis ikke noe liv denne gangen, men de materielle skadene var enorme. Hvis byggeforskriften og tilgjengelige anvisninger var blitt fulgt, kunne faren for liv og helse blitt redusert og de materielle skadene likeså.

Tabell F.1

Resultater fra undersøkelse av byggesaker i Møre og Romsdal, i fire forskjellige kommuner

	Bygnings-type	Størrelse	Byggeår	Ansvarshavende	Statiske beregn./konstr.tegn.	Kontroll i byggeperioden	Brukstillat./ferdigattest	Skade
Bygg A	Industribygg	300 m <sup>2</sup> 1 etasje	1988	Ja, byggherre, ikke fagmann	Nei	Nei	Nei	Avblåst tak og vegger
Bygg B	Salg/lager/bolig	360 m <sup>2</sup> 2 etasjer	1991	Ja	Nei	Nei	Ja (delvis)	Avblåst tak
Bygg C	Bolig	110 m <sup>2</sup> 3 etasjer	1987	Ja	Nei	Nei	Ja	Avblåst tak
Bygg D	Lager/kontor	500 m <sup>2</sup> 1 etasje	1985	Ja	Ja	Nei	Ja	Avblåst tak



## Kontroll ved gjenoppbygging

Forsikringsselskapet Gjensidige, Bygningsteknisk Avdeling, har foretatt en granskning av i alt 177 skadesaker med tanke på å avdekke følgende forhold etter at gjenoppbygging etter orkanskader er foretatt:

- kvaliteten på gjenoppbyggingsarbeidet
- omfanget av egeninnsats fra forsikringstaker
- i hvilken grad de lokale myndighetene har kontrollert gjenoppbyggingsarbeidet

Undersøkelsen ble foretatt i fem forskjellige områder i Møre og Romsdal og i Trøndelag. Resultatene kan sammenfattes som i *tabell F.2*.

Som det fremgår av *tabell F.2*, er det i gjennomsnitt bare 16 % av gjenoppbyggingsarbeidene som er kontrollert av de lokale bygningsmyndighetene. Det kan videre bemerkes at det området hvor myndighetene ikke hadde gjennomført noen kontroller, også hadde den høyeste andelen av mangelfullt arbeid (område E). For øvrig er det vanskelig å finne signifikante sammenhenger.

I forbindelse med undersøkelsen ble forsikringsselskapets kontrolltiltak svært godt mottatt av forsikringstakerne. Forståelig nok var det i alle tilfellene et sterkt ønske om at arbeidene skulle resultere i orkansikre konstruksjoner. Den store andelen av mangelfulle arbeider viser behovet for informasjon og kontroll. En effektiv og kompetent kontroll fra de lokale myndighetene ville antakelig kunne gitt et langt bedre resultat.

## Fabrikkfremstilte elementer for bygninger

Godkjenningnemnda for bygningselementer godkjenner bygningselementer i henhold til kravene i kap. 12.21 i Byggeforskriften. I tillegg gjennomføres årlige kontroller på elementfabrikkene.

Bygningselementene fra de godkjente produsenter ser ut til å ha klart orkanen bra.

Nemnda kjenner ikke til tilfeller hvor det er registrert skader på godkjente bygningselementer. Avblåst takstein

Tabell F.2

Resultater fra undersøkelse av byggesaker i forbindelse med gjenoppbygging

Undersøkelsen er foretatt av Gjensidige, Bygningsteknisk Avd.

Område	Antall kontroller	Arbeid funnet mangelfullt	Egeninnsats	Kontrollert av bygningensmyndighet
A	27	59 %	26 %	15 %
B	48	31 %	17 %	25 %
C	31	58 %	23 %	26 %
D	40	20 %	30 %	10 %
E	31	71 %	23 %	0 %
Sum/ gjennomsnitt	177	45 %	23 %	16 %



er registrert, men ikke forankringsskader e.l. Elementenes generelle egenskaper (bæreevne, varmeisolasjon, brann, lyd o.l.) fremgår av godkjenningen. I godkjenningens vedlegg fremgår det i avsnittet «Spesielle montasjedetaljer»:

«Forankring av takkonstruksjoner til ytterveggelementene og forankring av selve elementene til fundament dimensjoneres etter vindforholdene på stedet og festes på byggeplass».

I godkjenningens «Generelle vilkår for godkjenning av fabrikkfremstilte bygningselementer», fremgår det i avsnittet «Montasje og kontroll på byggeplass»:

*«Nemnda står bare for produksjonskontroll av elementene på fabrikk. Det forutsettes at den kommunale bygningskontroll, byggherren eller dennes representant og entreprenør/byggmester selv, utfører nødvendig kontroll av at elementene monteres i henhold til de prinsippene som er gitt i godkjenningen. I tillegg til godkjenningen skal leverandøren ha en egen monteringsanvisning som viser de nødvendige detaljer for montasjen av elementene».*

Monteringsanvisningen er altså ikke noen del av selve godkjenningen, men det forutsettes at monteringsanvisning finnes.

## **Forslag til endring av revidert plan- og bygningslov om ansvar og kontroll**

De foreslåtte endringene i plan- og bygningsloven har blant annet som formål å heve kvaliteten på nybygninger. Det offentlige regelverket setter minimumskrav til bygnings utforming, funksjoner og tekniske kvalitet for å ta vare på hensyn til helse, miljø og sikkerhet og andre forhold av samfunnsmessig betydning.

### **Ansvars plassering**

Det er de ansvarlige aktørene i byggeprosessen – dvs. tiltakshaver (byggherre), den prosjekterende og den utførende – som er de som kan påvirke kvaliteten. Lovendringen tar derfor sikte på å presisere det ansvaret de enkelte har for å oppfylle offentlige krav til byggverk og omgivelser. En innfører derfor «ansvarlig søker» i tillegg til «ansvarlig utførende». Disse skal godkjennes av kommunal bygningsmyndighet på grunnlag av en sentral godkjenningsordning. Ansvarlig søker og ansvarlig utførende skal være foretak, ikke som nå en enkelt person i et foretak.

### **Ansvarlig søker**

Den prosjekterende – eller *de* prosjekterende, når det gjelder et større arbeid – skal som ansvarlig søker, stå ansvarlig overfor myndighetene for innholdet av byggesøknaden. For at et byggverk skal oppfylle krav og forventninger, må det foreligge gjennomarbeidede tegninger og beskrivelse av byggearbeidet. Disse må gjengi og detaljere planforutsetninger og myndighetskrav på riktig og fullstendig måte. Byggesøknaden skal omfatte hele prosjekteringen, også detaljprosjekteringen, dvs. også de tegningene som blir levert på et senere stadium i byggearbeidet. Den ansvarlige søkeren skal selv gjennomføre prosjekteringskontroll som en del av prosjekteringen. I tillegg skal bygningsmyndighetene når forholdene tilsier det, forlange spesiell gransking av prosjekteringen.

### **Ansvarlig utførende**

Den ansvarlig utførende skal være ansvarlig for å oppfylle krav i lov og forskrift i utførelsesfasen. Dette vil normalt bety å oppfylle alle vilkår i byggetillatelsen, med andre ord alle tegninger og beskrivelser som inngår i byggesøknaden. De utførende skal selv gjennomføre kontroll med materialer og byggearbeider som en del av byggeoppdraget. I tillegg skal bygningsmyndighetene når forholdene tilsier det, forlange spesiell kontroll av utførelsen.

### **Kontroll med byggeprosessen**

Det skal i byggesøknaden foreligge en kontrollplan som skal angi omfang og grad av kontroll av byggetiltaket. Kontrollplanen skal ta hensyn til forhold ved byggverket som krever spesiell offentlig oppmerksomhet, og som kan være kritisk for helse, miljø og sikkerhet. Lokale grunnforhold, vind, værforhold og andre naturgitte forhold vil ha betydning for kontrollen.

### **Bygningsmyndighetenes rolle**

De kommunale bygningsmyndighetene skal føre tilsyn med at de ansvarlige oppfyller sitt ansvar, gjennomfører kontroll med eget arbeide og med at spesielle forhold blir kontrollert. Dette tilsynet kan enten gjøres ved tradisjonell bygningskontroll, ved at kommunen engasjerer bistand til å utføre kontrollen eller ved at det ansvarlige foretaket selv gjennomfører kontrollen ved såkalt «dokumentert egenkontroll» gjennom en frittstående enhet i vedkommende foretak. Omfanget og graden av kontroll forutsettes å være lik for de tre kontrollformene.



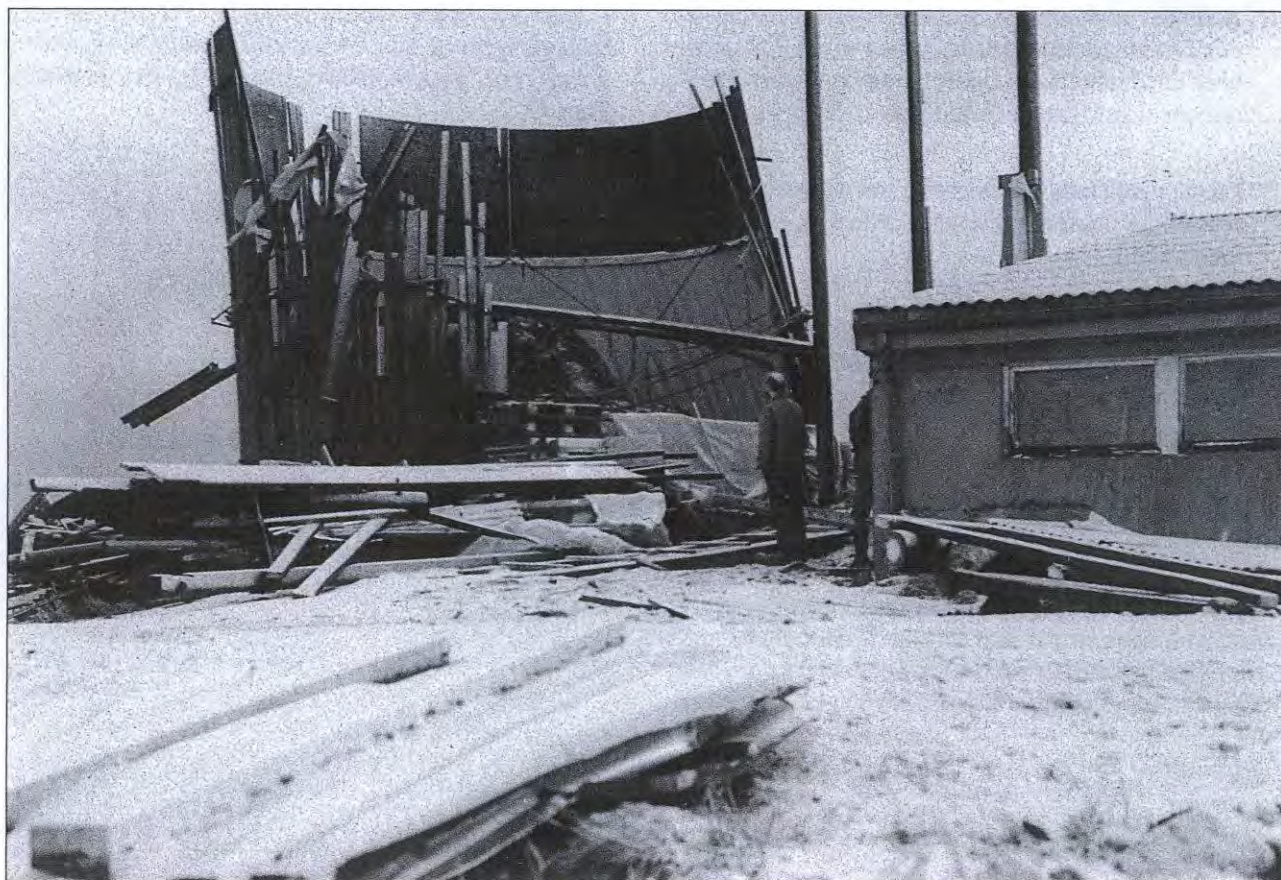
### Byggesøknad for flere typer av byggverk

Lovendringen betyr også at ordningen med melding bortfaller, og at plikt til å søke om byggetillatelse prinsipielt vil omfatte alle typer byggverk. Dette vil medføre større grad av kontroll med bl.a. driftsbygninger i landbruket.

### Bedre kontroll med vindutsatte konstruksjoner

Ser en spesielt på hvilken betydning de foreslåtte lovendringene vil ha for orkanskader i fremtiden, kan en peke på følgende:

- Lokale virkningen av naturlaster skal avklares i forbindelse med byggesøknaden
- Den prosjekterende skal være ansvarlig ovenfor myndigheter om at realistiske vindlaster tas med i byggesøknaden som prosjekteringsforutsetninger.
- Den prosjekterende skal være ansvarlig overfor myndigheter for at tegninger og beskrivelser som skal gjelde for bygget, spesifiserer materialer og løsninger som tar hensyn til forutsatte vindlaster.
- Den utførende skal være ansvarlig overfor myndigheter for at materialvalg og utførelser er i henhold til vilkår for byggetillatelsen, dvs. ifølge tegninger og beskrivelser som skal gjelde for de vindutsatte konstruksjonene.
- Den utførende er ansvarlig for at arbeid ikke utføres uten at det foreligger gyldige tegninger. Eventuelt kan det vises til anerkjent praksis f.eks. for hvordan detaljer av vindforankring er utført.
- Den utførende skal være ansvarlig ovenfor myndigheter for selv å kontrollere materialer og utførelse og for at kontrollen blir dokumentert.
- Kommunale bygningsmyndigheter skal føre tilsyn med at realistiske vindlaster er kommet med som forutsetninger i byggesøknad, at de vindutsatte konstruksjoner er beregnet og dimensjonert i henhold til forutsetninger, at utførelsen er dokumentert og kontrollert.



Restene av silo. Selve bygningen ble knust til pinneved og slengt utover.



# G. Vurdering av årsaksforhold

## Generelt

Noen sentrale spørsmål som har vært reist etter orkanen er:

- Skyldes skadene «dårlig arbeid»?
- Er eldre bygninger bedre enn nye?
- Hva betyr beliggenhet av tomt?
- Har egeninnsats fra selvbyggere ført til dårlige løsninger og dermed flere skader?

## Kategorisering av årsaksforholdene

Skjematisk kan årsaksforholdene kategoriseres som følger:

1. Åpenbart mangelfulle løsninger («dårlig arbeid»), f.eks. helt manglende forankring av yttertak. Skadene kunne vært unngått dersom enkle anvisninger som er tilgjengelige i markedet, hadde vært fulgt.
2. Dårlig vedlikehold som kan ha ført til råte og rustne festemidler og dermed helt utilstrekkelig kapasitet mot vindkrefter.
3. Mangelfulle løsninger som kunne vært unngått ved å foreta mer detaljerte beregninger, men hvor direkte anvisninger for utførelse har manglet.
4. Reell overbelastning av detaljer som etter dagens regelverk må anses som akseptable.

Det synes klart at årsaksforholdene nevnt under pkt. 1, 2 og 3 dominerer skadebildet. På grunn av de helt ekstreme lasteffektene som har oppstått lokalt, er det ikke urimelig å anta at noen årsaksforhold kan tilskrives pkt. 4 ovenfor.

## Eldre og nyere bebyggelse

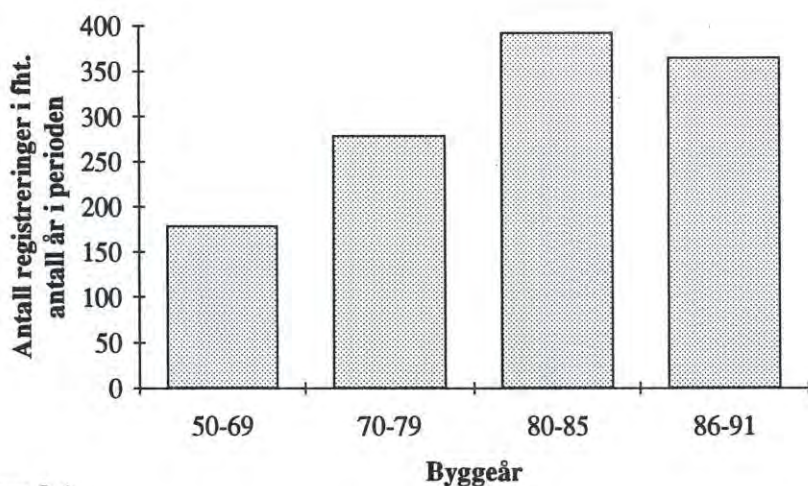
Erfaringene fra orkanskadene gir på ingen måte holdpunkt for å si at nyere tekniske løsninger er generelt dårligere enn de eldre. Nye hus har imidlertid gjerne lettere konstruksjoner, og betydningen av gode forankringsløsninger blir desto viktigere.

Det kan for øvrig anmerkes at eldre bebyggelse ofte ligger gunstigst til mht. vindpåkjenninger, mens nyere bebyggelse i en del tilfeller kan være henvist til mer vindutsatte steder. Slik plassering kan også være ønsket av hensyn til utsikt, noe man trolig la mindre vekt på tidligere.

Skaderegisteret gir en viss mulighet for å betrakte eldre bebyggelse i forhold til nyere bebyggelse. Betraktingen gjøres for perioden 1950 – 1992.

Dersom antall skader, fordelt over de aktuelle byggeårsintervallene, divideres med antall år innen hvert årsintervall, fremkommer en fordeling som illustrert i figur G.1.





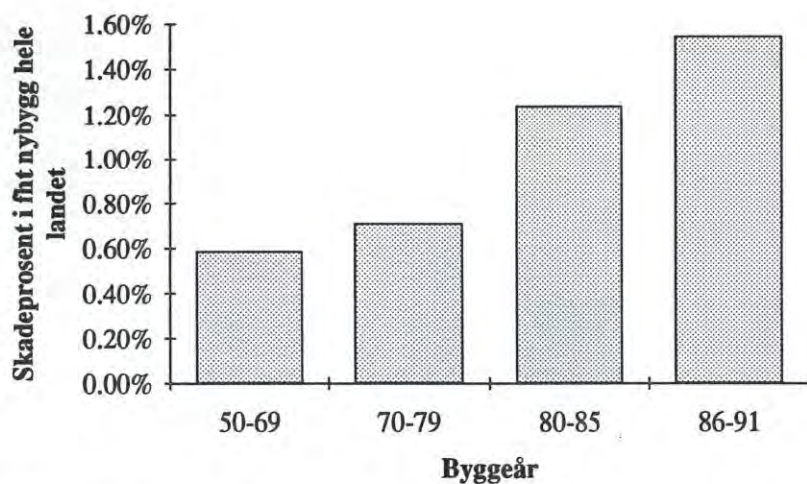
Figur G.1

Registrerte skader for bygninger med definert byggeår i perioden 1950 – 1962  
 Kolonnene viser antall registrerte skader i forhold til antall år i det aktuelle byggeårsintervallet.

Det fremkommer fra *figur G.1* at hyppigheten i skadetilfeller er størst for byggeårsintervallet 1980-1985 og minst for byggeårsintervallet 1950 – 1969.

Dersom en veiertallene i *figur G.1* mot byggeaktiviteten i de aktuelle periodene, fremkommer skadeprosenter som

vist i *figur G.2*. Som en forenkling er byggeaktiviteten relatert til antall fullførte boliger på landsbasis. En har her anvendt statistikker fra Statistisk Sentralbyrå med tall for hvert år i perioden 1950 – 1991.



Figur G.2

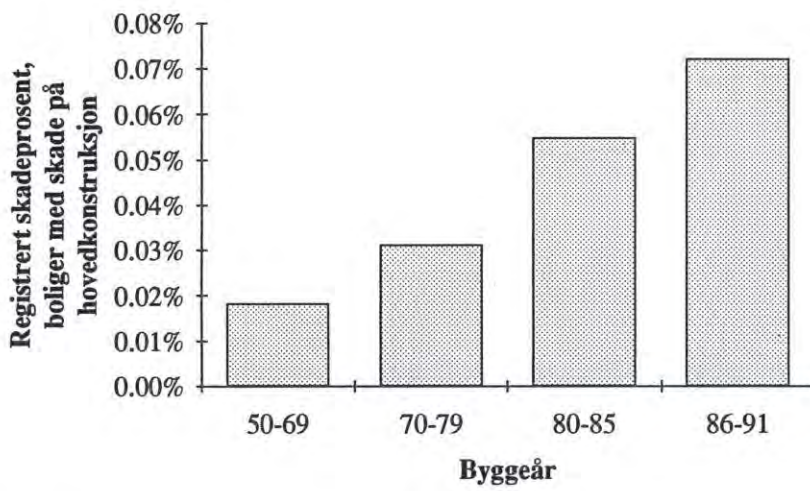
Registrerte skadeprosenter for byggeårsintervaller i perioden 1950 – 1992  
 Kolonnene viser prosentvis antall registrerte skader i fht.

antall fullførte boliger på landsbasis i det aktuelle byggeårsintervallet. Bemerk at prosentverdiene er beregnet på basis av antall registreringer i skaderegisteret, slik at den reelle skadeprosenten vil være høyere.



Figurene foran, G.1 og G.2, gir en indikasjon på at bygninger av nyere dato relativt sett har en høyere skadeprosent. Det bør påpekes at «byggeår» i en del tilfeller f.eks. kan være omttekkingsår for et yttertak. Dette kan bidra til en viss skjevhet i disfavør av de senere periodene.

Dersom en isolerer skaderegistreringene til boliger og skade på hovedkonstruksjon, fremkommer imidlertid den samme tendensen, se figur G.3. Her kan eventuelle skjevheter mht. definisjon av byggeår antas å være eliminert.



Figur G.3

Registrerte skadeprosenter for byggeårsintervaller i perioden 1950 – 1992. Registrerte skader på hovedkonstruksjon, bolig. Kolonnene viser prosentvis antall registrerte skader i fht. antall fullførte boliger på landsbasis i det aktuelle byggeårsintervall. Bemerk at prosentverdiene er beregnet på basis av antall registreringer i skaderegisteret, slik at den reelle skadeprosenten vil være høyere.



Man kan konkludere med at skaderegisteret viser at skadeprosenten er høyest for nyere bebyggelse.

Denne konklusjonen er etterprøvd ved hjelp av matematisk statistikk, og det fremkommer en sterk signifikans. Det omfattende materialet i skaderegisteret gir med andre ord her et svært godt grunnlag for å kunne trekke slutninger.

Det er nærliggende å vise til følgende faktorer:

- en gradvis dårligere kontroll av byggearbeider
- press i markedet, enten pga. høy aktivitet eller sterkt prispress mot de utførende («skvisesyndromet»)

Som nevnt tidligere, kan nyere bebyggelse være henvist til mer værutsatte områder enn eldre bebyggelse, men inntrykket fra undersøkelsene tilsier at forannevnte faktorer, knyttet til utførelsen av byggearbeider, er dominerende.

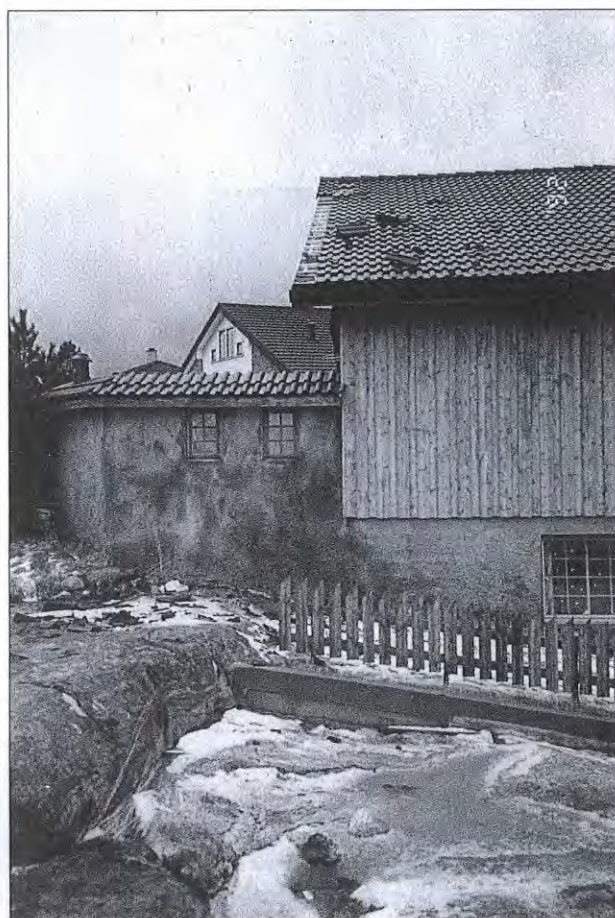
For driftsbygninger i landbruket må det bemerkes at det er et avvik i forhold til disse betraktningene når det gjelder sammenhengen mellom byggeår og skade. Det er forholdsvis markant færre driftsbygninger med byggeår i perioden 1986 – 1991 som er skadet. Dette fremgår også av *figur E.5*. Det er her interessant å merke seg at driftsbygninger ble tatt inn under byggeforskriften fra 1985.



## Selvbyggeres egeninnsats

En har ikke i særlig grad holdepunkter for å anslå betydningen av det en kan benevne som amatørmessig egeninnsats fra selvbyggere. Ved befaringene som ble foretatt i januar 1992, ble det imidlertid avdekket flere skader som skyldes manglende forståelse av prinsippene for vindavstivning i forbindelse med egeninnsats, både ved planlegging og bygging.

En huseiers omsorg for sitt hus er gjerne et godt utgangspunkt med tanke på å oppnå tilfredsstillende løsninger. En selvbygger må imidlertid kjenne sin begrensning og leie profesjonell hjelp der dette er nødvendig. Han må også oppsøke tilgjengelig informasjon og anvisninger for det arbeidet han skal utføre, og påse at anvisningene er relevante for det området han bygger i. Informasjon og anvisninger beregnet for konsumentmarkedet er her av stor betydning.



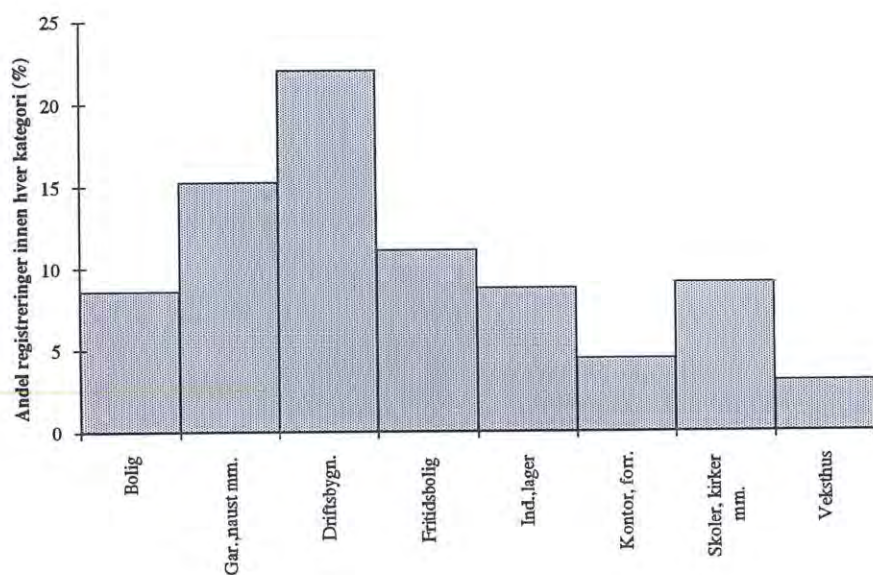
Ovenfor: Fra et orkanherjet boligområde

Til venstre: Avblåst skorstein



## Dårlig vedlikehold

I skaderegisteret er det gitt data for antall skader der takstmannen har gitt bedømmelsen «dårlig vedlikehold». Figur G.4 viser hvordan disse skadetilfellene er fordelt mht. bygningskategori. Man ser her at driftsbygninger utgjør en høy andel av slike tilfelle, med garasjer, naust m.m. og fritidsboliger på de neste plassene. At driftsbygninger har en høyere andel enn garasjer, naust m.m., var uventet. Bildet ville muligens vært annerledes, dersom skaderegisteret hadde vært helt komplett: dette fordi skader på helt sekundære og dårlige vedlikeholdte bygninger kan ha blitt nedprioritert ved registreringen. Flere eldre garasjer og naust m.m. har heller ikke forsikring, slik at de ikke er med i registreringene. Det kan imidlertid fastslås at andelen skader pga. dårlig vedlikehold for driftsbygninger, synes å ligge på et forholdsvis høyt nivå. Totalt sett er andelen tilfeller med bedømmelse «dårlig vedlikehold» 12 % av de 17 008 registreringene.



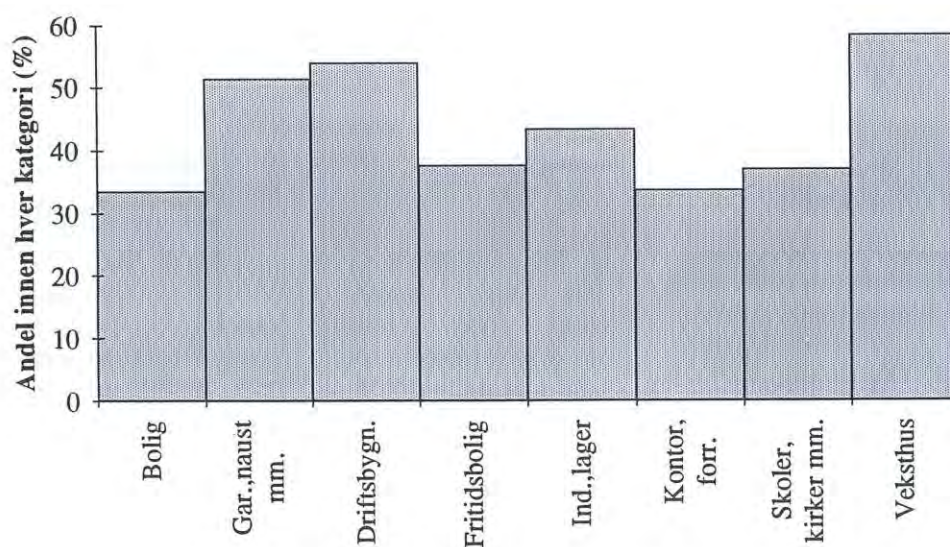
Figur G.4  
Registreringer med bedømmelse «dårlig vedlikehold»  
Kolonnene viser prosentvis andel innen hver kategori.

## Svak konstruksjon

Tilsvarende som for «dårlig vedlikehold», er det i skaderegisteret data for bedømmelse «svak konstruksjon». En slik bedømmelse skal være forankret i forsikringsreglene, og skal være vurdert mot gjeldende regelverk, se kapittel H.

Figur G.5 viser hvordan skadetilfeller med bedømmelsen «svak konstruksjon» er fordelt mht. bygningskategori.





Figur G.5  
 Registreringer med bedømmelse «svak konstruksjon»  
 Kolonnene viser prosentvis andel innen hver kategori.

Den gjennomsnittlige andelen av registreringer med bedømmelsen «svak konstruksjon» er på 46 % av de 17 008 registreringene.

Fordelingen av antall skadetilfeller med bedømmelsen «svak konstruksjon» i forhold til byggeår, avviker ikke nevneverdig fra tilsvarende fordeling for alle skader, se figur G.1, G.2 og G.3.

Ut fra nærmere granskning av skadetilfeller og det generelle inntrykket av skadebildet, synes det som om takstmannen i mange tilfeller har latt eventuell tvil komme forsikringstaker til gode.

Sett i sammenheng med forannevnte kategorier av skadetilfelle, er det nærliggende å knytte skadetilfellene med bedømmelse «svak konstruksjon» til kategori 1 («åpenbart mangelfulle løsninger») og hoveddelen av de restende skadetilfellene til kategori 3 («kunne vært unngått ved mer detaljerte beregninger»), i tillegg til kategori 2 («dårlig vedlikehold»).

## Treffskader

Mange skader er forårsaket av treff med flygende gjenstander. Som et eksempel kan nevnes landing av campingvogn på låvetak.

I skaderegisteret er 20 % av skadene benevnt som treffskader. I bare 15 % av disse tilfellene er det gitt bedømmelsen «svak konstruksjon», hvilket naturligvis henger sammen med at også hus av god kvalitet kan få skader pga. flygende gjenstander. Denne typen skader faller egentlig inn under kategori 4 («ekstreme lasteffekter»), men har liten relevans for betraktning av dimensjoneringsreglene.



## Spesielle betraktninger for trehuskonstruksjoner

### Generelt

Med trehuskonstruksjoner menes her de bærende hovedkonstruksjonene i alle typer trebygninger, dvs. både bolighus, næringsbygg, undervisningsbygg o.l.

Det kan innledningsvis anmerkes at andelen skadetilfeller i skaderegisteret med bedømmelsen «svak konstruksjon» innen gruppen trehuskonstruksjoner er 63%, altså godt over gjennomsnittet, jf. også betraktningene foran om «svak konstruksjon». Tilsvarende andel av skadetilfeller med bedømmelsen «dårlig vedlikehold» er 19%; også denne over gjennomsnittet.

### Avblåsing fra fundament

De aller fleste husene som blåste av grunnmuren, hadde ingen eller meget få forankringer til fundamentet.

Eldre hus på natursteinsfundamenter har tradisjonelt ikke hatt slike forankringer. Årsaken til at de skadede husene ikke har blåst av fundamentene tidligere, må primært skyldes følgende forhold:

- Vindbelastningen fra orkanen i 1992 var større enn det husene tidligere har vært utsatt for.
- En del huser gjort lettere gjennom ombygninger, f.eks. ved at tung takteknig (torv, takstein, skifer) er skiftet ut med lettere tekning (metallplater).

Når det gjelder eldre naust og boder ved sjøen, ble en del av disse ødelagt ved at bølger og vind i kombinasjon flyttet huset av fundamentet.

Også for nyere bygninger som blåste av betongfundamenter eller av grunnmurer murte med mørtel, manglet det stort sett helt forankringer til fundamentene. For en del større driftsbygninger og næringsbygg er det registrert avrevne forankringer, men da er antallet forankringer betydelig mindre enn det som er et beregningsmessig minimum. *Det er ikke registrert skadetilfeller i undersøkelsen der avblåsing fra fundament har inntruffet for bygninger hvor forankringene har hatt en tilnærmet tilfredsstillende kapasitet etter gjeldende dimensjoneringsregler.*

Selv om manglende antall forankringspunkter er det helt dominerende årsaksforholdet har skadeundersøkelsene også vist følgende:

- Forankringer plasseres ofte tilfeldig, og ikke bestandig på de stedene hvor forankring er mest påkrevd. Taksmenn uttaler at det er en sjeldenhet å se forankringer ved husets hjørner!

- Forankringer kan være mangelfullt utført med hensyn til montasjedetaljene, og feste synes å være gjort uten kjennskap til eksisterende monteringsanvisninger.

Eksempler på svake forankringer er først og fremst båndstål og armeringsjern som er innstøpt for langt fra veggsvillen slik at båndstålfestene blir slakke og armeringsjern lett kan bøyes. For liten kantavstand har også gitt svake innstøpte forankringer fordi betongen da lett rives løs. Samme type svakheter gjelder også ved murte fundamenter, f.eks. Leca-murer. Forankring av store trebygninger på værharde steder krever i praksis at fundamenter som skal mures, må ha konstruksjonsblokker som tillater vertikal armering. Bruk av slike er ikke registrert i skaderapportene.

Avblåsing fra fundament der veggens bunnsviller ligger igjen, synes å ha hatt et mindre omfang, selv om det er grunn til å anta at mange hus har dårlig kontinuitet i forankring fra fundament, forbi bunnsvill og eventuelt bjelkelag, og opp til veggkonstruksjonen. I de fleste tilfellene kan dette skyldes at vertikalpanel utvendig gir den nødvendige forankringskontinuiteten.

### Avblåsing av takkonstruksjoner

I alle de skadetilfellene som er studert, skyldes avblåsing av forankringen var mangelfull. *Det er ikke registrert tilfeller hvor avblåsing skyldes ren overbelastning av forankringer som har vært utført etter gjeldende dimensjoneringsregler.*

I de fleste tilfellene har den avblåste takkonstruksjonen bare hatt stikkspikret monteringspiker i forbindelsen til underliggende vegg. Kapasiteten til slike fester meget liten i forhold til f.eks. en båndstålforankring. Bruk av spesielle forankringsbeslag er ikke registrert i de skadetilfellene som er rapportert. Enkelte detaljeksempler er illustrert i Vedlegg I.

I skadetilfeller der det har vært brukt forankringer, har man registrert enten altfor få forankringspunkter eller til dels feil utførelse. Feilene består først og fremst i usymmetrisk plassering som gir vridning i forankringen ved belastning, for små og få spiker i båndstål, og feste bare til toppsvill og ikke ned til stolpe eller stender. Svikt i forankringer som har vært svekket av korrosjon, er ikke registrert som en vanlig skadeårsak.

I en del tilfeller har tak blåst av primært fordi det har oppstått et innvendig overtrykk i bygningen, slik at belastningene på takforankringen er blitt ekstra store. Slike overtrykk har særlig oppstått som følge av svikt i store kjøreporter i driftsbygninger, redskapshus o.l., som følge av innblåste gavlvegger, og antakelig som følge av treffskader på glass i noen få tilfeller.



Ved innvendig overtrykk blir belastningen på møneforbindelsene i saltak ekstra stor, og disse forbindelsene er ikke forutsatt å skulle oppta slike vertikalkrefter. Særlig kan sperretak med understøttelse i mønet ha relativt liten kapasitet mot innvendig overtrykk.

### Sammenbrudd av plansiloer

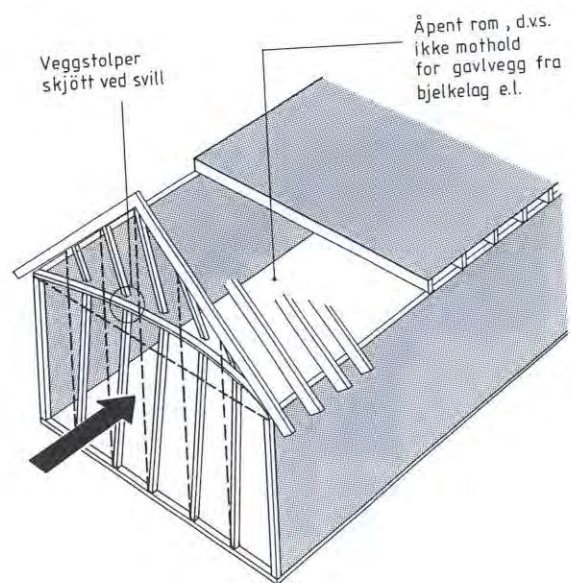
Tradisjonelle silobygg har ofte en konstruksjon med åpne gavler og er bygd slik at de vertikalt bærende stolpene også får store bøyepåkjenninger i vind som de ikke har vært dimensjonert for. Dette har gitt bøyebrydd i innspenningspunktene ved overgang til skråstivere. Samme skadeårsak er også registrert på førsentraler.

### Innblåsing av kjøreporter

Svikt i portkonstruksjoner er en relativt hyppig rapportert skadeårsak, der svikten utløser flere og større bygningsskader. Det er først og fremst selve innfestingen av portene som ikke er dimensjonert for så store vindlaster som orkanen medførte. I tillegg er det også registrert tilfeller der selve veggkonstruksjonen som portene sitter i, har sviktet som følge av de konsentrerte lastene som blir overført via portfestene.

### Horisontalforskyvning av bygningsdeler

Innblåsing av gavlvegger skyldes at veggene ikke har hatt det nødvendige horisontale motholdet i toppen av veggene, som illustrert i figur G.6. Det samme gjelder der gavlveggen er suget ut på le side. Trehuskonstruksjonen har altså ikke hatt et sammenhengende statisk system slik utformingen av de enkelte bygningsdelene og forbindelsene forutsetter. Manglende forståelse for den statiske virkemåten er bl.a. påvist i et tilfelle hvor skade som følge av innblåsing, var skjedd tidligere, men hvor man da ved utbedring primært forsterket veggstolpene istedenfor å sørge for et vesentlig bedre mothold i toppen.



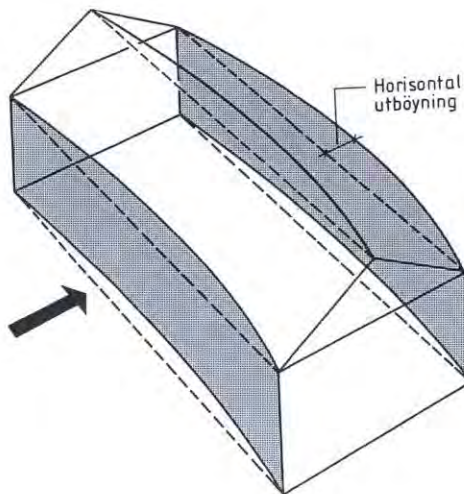
Figur G.6

Innblåsing av gavlvegg på grunn av manglende horisontalt mothold i toppen

Horisontalt mothold kan være selve takflaten, noe som forutsetter kontinuerlige veggstendere/stolper helt opp til taket. Alternativt må veggene ha mothold av etasjeskiller eller en skråavstivning i horisontalplanet. I noen tilfeller synes slikt mothold å være glemt ved byggingen. Dette er bl.a. kjent fra skader på hus også før orkanen i 1992, både på næringsbygg og bolighus. I det siste tilfellet gjelder det hus med skrå himling innvendig, og gavlvegger inndelt med store glassfelt og/eller av veggfelt med standard etasjehøyde og «løs gavltrekkant» over. For bl.a. landbruksbygg er det også skadetilfeller hvor ombygninger innvendig har medført at etasjeskiller som opprinnelig fungerte som horisontalt mothold, er helt eller delvis fjernet av driftsmessige hensyn.

Horisontalforskyvning av lange driftsbygninger uten tilstrekkelig innvendige skillevegger er også en skadetype som er kjent fra tidligere, figur G.7. Slike bygg er avhengig av en horisontal skivevirkning av tak- eller himling, eventuelt en fagverkkonstruksjon, som kan overføre vindkreftene til gavlvegger og eventuelle tverrvegger og ned til fundament.



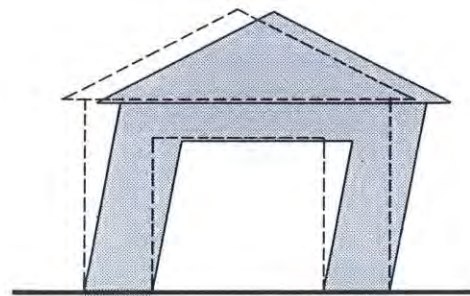


Figur G. 7

Horisontalforskyvning av lange driftsbygninger som følge av manglende horisontaltstivhet i tak- eller himlingsplan

For driftsbygninger med trebjelkelag over bjelker med få tverrvegger, er det også registrert horisontalforskyvning fordi etasjeskilleren ikke har hatt den nødvendige skivevirkningen. For å oppnå skivevirkning med tilstrekkelig stivhet, må det i praksis enten brukes platematerialer eller skrålagte bord. Vanlige golv- og takbord, lagt vinkelrett på bjelker og sperrer, gir ikke skivevirkning med tilfredsstillende stivhet og kapasitet.

Horisontalforskyvninger i veggplanet er bare registrert på uisolerte bygninger med enkel bordkledning og ingen eller mangelfull skråavstivning. Veggpartier med store åpninger og korte veggflater, som illustrert i figur G.8, vil naturlig nok lettest få forskyvninger når disse veggflatene må ta store horisontallaster. Ett skråbånd eller avstivningskryss i hvert hjørne vil ikke alltid være nok i større bygninger, og ved ekstra korte veggflater blir også skråbåndets plassering ugunstig på grunn av stor vinkel i forhold til horisontalplanet.



Figur G.8

Horisontalforskyvning i veggplanet skyldes fortrinnsvis liten avstivningskapasitet kombinert med at åpninger i veggpartier gir store laster på gjenværende veggpartier

Bygninger med store åpninger som i figur G.8, krever et statisk system med horisontal skivevirkning i taket, kombinert med stive skiver i de andre ytterveggene, når veggåpningen dekker mesteparten av veggpartiet. Alternativt må veggene bygges med innspente stolper, eller være en del av en rammekonstruksjon sammen med taket og/eller mellombjelkelag. I de registrerte skadetilfellene med forskyvning i veggplanet har ikke disse forutsetningene vært til stede.

Avstivning med skråbånd gjøres med innfelte bord eller stolper, bord spikret på innsiden av stendere eller under sperrer/takstoler, og med båndstål. Båndstål er generelt en svak avstivningsmetode på grunn av liten forankringskapasitet. Det er imidlertid ikke registrert mange skaderapporter hvor svikt i båndstålforankringer antas å være en primærårsak til større bygningsskader.



### Skader på hus under oppførelse

Den vanligste stormskaden på hus under oppførelse er avblåsing av tak eller velting av takstoler, men også avblåsing av grunnmur er registrert.

Når tak og vindsperreplater på veggene er montert før vinduer og dører settes inn, har man en kritisk fase i byggeperioden, fordi åpningene gir innvendig overtrykk ved vind. Årsaken til at bygninger under oppførelse blir skadet i storm, er bl.a. at utvendig, og til dels innvendig, kledning forutsettes å gi den nødvendige sammenbinding av bygningsdelene. Derved monteres ikke separate forankringer direkte i bærekonstruksjonene så snart disse er reist, og huset har da liten motstandsevne mot vindlaster før kledningene er festet.

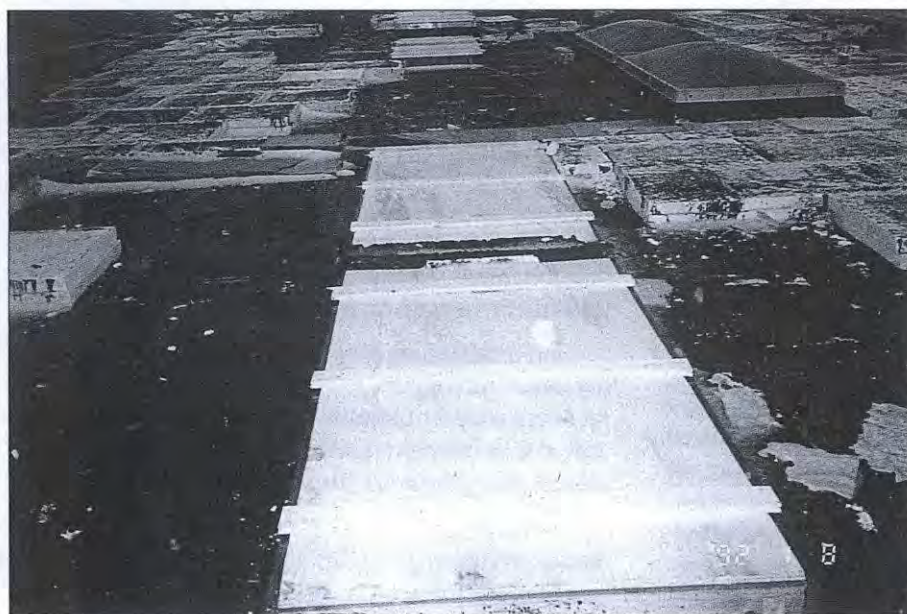
Velting av takstoler skyldes først og fremst manglende skråavstivning som binder takstolene sammen. Dette skjer som regel før undertak og taklekter er montert, idet man undervurderer vindfanget som takstolene representerer. Men også velting etter at undertaket er lagt, har vært registrert i tilfeller med forenklet undertak som ikke gir nødvendig skivevirkning, samtidig som manglende gavlvegg i byggefasen gir stor horisontallast mot takstolene.

### Konklusjoner for trehuskonstruksjoner

Det synes klart at hovedårsakene til de registrerte skadene på trehuskonstruksjoner er følgende:

- Bygningene manglet helt eller hadde meget mangelfulle vindforankringer. Det er ikke registrert skader på hus med forankringer som tilnærmet har den kapasiteten som gjeldende dimensjoneringsregler angir.

- Bygningene har vært utført uten at det er gjort beregninger eller tilstrekkelige vurderinger av nødvendig forankring. Det er ikke benyttet tilgjengelige anvisninger.
- En del typetegninger for landbruksbygg har ikke anvisninger for stormsikring ved bygging på spesielt værharde steder.
- Eldre bygninger med de samme manglene var ikke betydelig skadet tidligere, men orkanen 1992 ga vesentlig større vindlaster enn forutgående uvær i husets levetid.
- Manglene ved de nyere bygningene i forhold til dagens regelverk viser at utførelsen er gjort uten den nødvendige kunnskapen om regelverk og tilgjengelige hjelpemidler for stormsikring av bygninger. Manglende forståelse av bygningers statiske system er likeledes en årsak til mange av skadene.
- De manglende forankringer og/eller ufullstendige statiske systemene tyder på at prosjektering eller utførelse ikke har vært kontrollert av andre, kompetente personer (kommunal bygningskontroll eller konsulenter). Landbruksbygg var tidligere heller ikke underlagt vanlig bygningskontroll.
- Manglene er stort sett så åpenbare at de fleste skadene antas å kunne vært unngått, dersom den utførende hadde hatt relativt enkle konstruksjonsanvisninger for hånden og brukt dem.



Tak på industribygning. Papp og isolasjon er blåst av i stort omfang.



# H. Forsikring

## Forsikringsreglene

### Generelt

Hvis en ting man eier blir rammet av naturskade, har man tre muligheter for å få dekket skaden:

- gjennom naturskadeerstatning fra Statens naturskade-fond i henhold til Naturskadeloven
- gjennom naturskadeforsikring i henhold til Naturskadeforsikringsloven
- gjennom private forsikringsordninger og bilforsikring

Opprinnelig hadde man ikke noen naturforsikringsordning i Norge. All naturskade ble enten dekket av Naturskade-fondet etter naturskadeloven, eller gjennom private forsik-ringer.

### Naturskadeloven

I Norge har vi en offentlig erstatningsordning for natur-skader. Statens Naturskade-fond gir erstatning for natur-skader som det ikke er mulig eller naturlig å forsikre seg mot. Det offentlige ser det altså som sin plikt å hjelpe dem som blir rammet av naturskade, og som ikke har mulighe-ter for å forsikre seg mot denne skaden. Reglene om erstatning fra Statens Naturskade-fond finnes i naturskadeloven fra 1961. Som eksempel på skader som fondet dekker, kan nevnes skader på jord og avling

### Naturskadeforsikringsloven

I henhold til Naturskadeforsikringsloven får man automa-tisk en forsikring for naturskader når man forsikrer en ting mot brann. Den obligatoriske naturskadeforsikringen bærer preg av en trygdeordning, etter solidaritetsprinsippet: Premiesatsen er lik, uavhengig av risiko og skadeforløp. Premien regnes ut fra brannforsikringssummen (i 1990 var premiesatsen 0,1 promille av brannforsikrings-summen). Derved unngår man at den som har størst risiko for skade, ikke har råd til å betale premien. Tilsvarende må forsikringstakere med liten risiko betale høyere premie enn «nødvendig». Prinsippet ble valgt ut fra et effek-tivitetshensyn. Ettersom naturskadeforsikringen er lov-bestemt, har ikke forsikringsselskapet anledning til å «si opp» forsikringen. Eneste lovlige reaksjonsform ved f.eks. gjentatte skader, er å benytte reduksjonsreglene. Tilsva-rende gjelder at en forsikringstaker ikke kan si opp sin

naturskadeforsikring. Eneste mulighet er å si opp brann-forsikringen.

Naturskadeforsikringen blir administrert av Norsk Naturskade-pool. I poolen er alle norske forsikrings-selskap samt Naturskade-fondet representert.

### Historikk

Naturskadeforsikringsordningen er av relativt ny dato. Tidligere ble all naturskade enten dekket av Naturskade-fondet etter naturskadeloven eller gjennom private forsik-ringer. I 1979 ble det imidlertid vedtatt regler om natur-skadeforsikring. Hensikten var å avlaste Naturskade-fondet; man ønsket at fondet skulle bruke mer av sine ressurser på å hindre naturskade fremfor bare å utbetale erstatning. Reglene om naturskadeforsikring ble i 1979 tatt inn i forsikringsavtaleloven (FAL). I 1989 tok man imidlertid disse reglene ut av FAL og vedtok i stedet en ny «lov om naturskadeforsikring». I praksis innebar ikke dette noen endringer fra de reglene som til da hadde stått i FAL. I dag har man altså to lover som regulerer naturskade: Naturskadeloven (nskl) og Naturskadefor-sikringsloven (nskfl).

### Hva dekkes etter Naturskadeforsikringsloven?

Det er det enkelte forsikringsselskapet som er avtalepart-ner overfor den enkelte forsikringstakeren. Erstat-ningsutbetalingene utlignes/fordeles deretter på de forskjel-lige forsikringsselskapene som er medlem av Norsk Natur-skadepool etter en fordelingsnøkkel basert på «markeds-andel» ut fra brannforsikringssum. Norsk Naturskade-pools virksomhet er regulert gjennom instruks gitt ved kgl. resolusjon. Poolen har oppnevnt et skadeutvalg som fører kontroll med skadene, tar initiativ ved større skader, informerer selskap og media osv.

For å få dekning etter Naturskade-fondet må det først og fremst foreligge en naturskade. Det vil si en skade som er forårsaket av en naturulykke. Naturulykkesbegrepet er entydig definert som naturskader inntruffet ved *skred, storm, flom, stormflo, jordskjelv og vulkanutbrudd*.

Det er altså ikke *all* skade som oppstår ved naturkref-tenes innvirkning som blir dekket; skadeårsaken må ha karakter av en *ulykke*. Av den grunn får man ikke dekning for skader som er forårsaket av frost, tele, tørke, nedbør eller snøtyngde. Man får heller ikke dekning for skader



som skyldes angrep av dyr, insekter, bakterier, sopp o.l. Selv om skader som dette fra tid til annen kan få et så stort og ekstraordinært omfang at det er berettiget å tale om naturulykke, er de likevel av en annen karakter enn de skadene loven tar sikte på å dekke.

Det er ved forskrift fastsatt en øvre grense for forsikringsselskapenes samlede erstatningsansvar ved én hendelse. Dette er for å beskytte forsikringsselskapene. I 1992 var denne grensen 1 milliard kr. Da det viste seg at den samlede utbetalingen for skader etter orkanen på Vestlandet ville bli 1,3 milliarder kr, valgte man å gå utover denne grensen. Delvis av hensyn til de skadelidte, fikk de altså full dekning. Fra 1. januar 1993 er den øvre grensen økt til 1,3 milliarder kr.

Hovedregelen er at skaden skal være en direkte følge av naturulykken. Ved storm vil det f.eks. si at det primært skal være vinden som skal føre til skaden. Indirekte skader dekkes altså ikke. Dette er skader som f.eks. der en båt gjør skade på en kai, regnvann/snø blåser inn gjennom en ventil og forøver vannskade, eller varer i en fryser blir ødelagt som følge av strømbrydd.

Regelverket er allikevel fortolket slik at såkalte treffskader erstattes. Som treffskade regnes f.eks. at trær (uforsikret) blåser ned og skader en bygning i en storm. Det samme gjelder f.eks. hvis en løse gjenstand som ligger utendørs, blåser av sted og gjør skade på brannforsikrede ting. Denne fortolkning støttes gjennom flere avgjørelser i Ankenemda.

Det som dekkes, er kun skade på brannforsikrede ting, slik som bolighus med tilhørende byggverk, industribygg, sjøhus osv. Naturskade på person dekkes dermed ikke. Man må da eventuelt prøve å få erstatning ut fra alminnelige erstatningsrettslige regler. Ut fra disse reglene blir skadevolder først og fremst pålagt erstatningsansvar der han har utvist uaktsomhet. Som for eksempel dersom han har glemt igjen en verktøykasse på hustaket, og denne under en storm faller ned og treffer en person. I henhold til rettspraksis kan imidlertid skadevolder, ut fra en konkret vurdering, også bli pålagt erstatningsansvar dersom han ikke har utvist skyld (det såkalte ulovfestede objektive ansvar).

Heller ikke tap som prisstigning, ekstrautgifter ved å bo utenfor hjemmet eller avbruddstap, dekkes med den begrunnelsen at man kun får dekket tingskade. Nettopp avbruddstap ville spesielt næringsdrivende hatt stort behov for å få dekket, men det ville vært urimelig å belaste samtlige forsikringstakere med premiebetaling som bare kom næringsdrivende til gode. De må således sikre seg ved en privat forsikring. En annen viktig avgrensning er den at poolen ikke dekker skader som blir erstattet gjennom Naturskadefondet.

## Reduksjonsreglene

Utgangspunktet er at skadelidte skal få dekket skaden fullt ut ved sin brannforsikring, såfremt denne er god nok. I henhold til nskfl. § 1, 3. ledd, vil imidlertid forsikringen kunne settes ned eller falle bort i tre tilfeller:

- dersom skadens inntreden eller omfang skyldes «svak konstruksjon»
- dersom skadens inntreden eller omfang skyldes dårlig vedlikehold eller tilsyn
- dersom skadelidte kan lastes for å ha unnlatt å forebygge skaden eller å hindre dens omfang.

Grunnen til at man har slike reduksjonsregler er flere preventive hensyn: Reglene bidrar til å minske antallet og omfanget av naturskader og skjerper aktsomheten hos eiere av bygninger.

Loven legger opp til en skjønnsmessig vurdering fra forsikringsselskapenes side.

De kan velge mellom å nedsette eller helt å nekte erstatning.

### «Svak konstruksjon»

Når forsikringsselskapene vurderer hvorvidt en konstruksjon er svak eller ikke, skal de legge en helt objektiv vurdering til grunn. Nedsettelse kan med andre ord skje selv om skadelidte overhodet ikke kan bebreides for at bygningen er svak, som f.eks. der den som oppførte bygningen, har gjort en dårlig jobb. Skadelidte har imidlertid mulighet til å gå på den som oppførte bygget og kreve regress.

Videre skal forsikringsselskapet legge skadetidspunktet til grunn når det bedømmer om konstruksjonen er svak eller ikke. Også dette begrunnes ut fra prevensjonshensyn. Dette får den konsekvensen at det ikke har noen betydning at en bygning var god nok da den ble oppført, så lenge den ikke tilfredsstiller dagens krav. Dersom forsikringsselskapene her følger en restriktiv linje, kan dette få svært uheldige konsekvenser for eier av bygningen. Han må da påse at bygningen oppfyller de kravene som til enhver tid gjelder, til tross for at han kanskje ikke har noen forutsetninger for å kunne gjøre dette. Ved påvist svak konstruksjon på bygning på objektivt grunnlag, avkortes slike skader i dag med ca. 10 %.

Forsikringsselskapene følger en relativt streng praksis med støtte i noen av lovens forarbeider (ot.prp. nr. 46). Det hadde imidlertid ikke vært noe i veien for at selskapene tolket dette mindre strengt enn de gjør, da andre forarbeider til loven (Holmboe-utvalgets innstilling) sier at forsikringsselskapene skal vise rimelighet ved praktise-



ringen av disse reglene. Myndighetene er imidlertid klar over hvilken praksis forsikringsselskapene og poolen her følger, og Justisdepartementet arbeider i disse dager med å se på disse avkortningsreglene. Våren 1993 vil de ha ferdig en utredning om hvorvidt forsikringsselskapenes praksis er lovlig eller ikke, og om hvorvidt bestemmelsene skal endres.

#### *Skadelidtes subjektive forhold*

Som nevnt, kan også forsikringen settes ned eller falle bort dersom den skadelidte enten ikke har sørget for tilstrekkelig vedlikehold eller tilsyn med tingen, eller dersom han kan lastes for ikke å ha forebygget skaden eller hindret omfanget av den. Det er en ren uaktsomhetsvurdering som skal legges til grunn; spørsmålet blir hvorvidt skadelidte burde ha handlet annerledes enn det han gjorde. Kommer man til at han burde det, vil forsikringsselskapet kunne redusere eller la erstatningen falle helt bort. Her er det ingen minstegrense for avkortning, kun en konkret vurdering av den enkelte saken. Tidligere avgjørelser fra Ankenemda gir imidlertid en rettesnor for hvor stor avkortningen eventuelt bør være. Her kommer også de sakene hvor det oppstår gjentatte skader, uten at vedkommende har gjort noe for å sikre seg bedre mot fremtidige skader. Dette er det en del av klagemulighetene omtalt i det følgende.

#### **Klagemulighetene**

Både skadelidte og forsikringsselskapet har anledning til å forelegge tvilsspørsmål for Ankenemda for Statens naturskadefond. Ankenemda består av fem medlemmer og tar for seg såvel klager etter nskl. som etter nskfl. Ankenemda kan ta stilling til om

- det foreligger naturskade
- det er inntruffet én eller flere naturskader
- betingelsene for nedsettelse eller nektelse av erstatning er til stede, og om avkortningsbeløpet eller avkortningsprosenten er for høy

Klager på takst, saksbehandling, forsikringsforhold o.l. må tas via forsikringsselskapet, forbrukerorganisasjonene eller domstolene.

#### **Avkortning etter orkanen 1. januar 1992**

Av 29 000 skadesaker etter orkanen har forsikringsselskapene behandlet ca. 9 200 saker med skadeomfang over kr 20 000. I 50 % av disse sakene, dvs. ca. 4 600 saker, ble det gjort avkortning i erstatningsutbetalingene pga. bedømmelsen «svak konstruksjon». Undersøkelsene som er referert i det foregående, viser at forsikringstakerne sett under ett ikke har vært utsatt for noen hard håndheving av naturskadeforsikringsloven etter orkanskadene nyttårsdagen 1992. Dette fordi antall skadetilfeller med årsak «svak konstruksjon» etter lovens bokstav kan antas å være adskillig høyere enn det registreringene viser, konferer kapittel G.

## **Operative erfaringer**

Norsk Naturskadepool har på bakgrunn av tidligere års erfaringer med store naturulykker, utarbeidet egen katastrofeplan. Nytt revidert opptrykk av katastrofeplanen forelå i nov./des. 1991 og var sendt ut til alle forsikringsselskaper. Teoretisk sett var beredskapen derfor bra.

I Katastrofeplanen gis det nærmere anvisninger om hvem som har ansvar for hvilke funksjoner: den beskriver rollene til Skadeutvalget i Norsk Naturskadepool, det enkelte forsikringsselskapet, takstkoordinatorer, takstmennene og kontakten med media.

På bakgrunn av det store antallet skader etter orkanen nyttårsdagen 1992, kan det fra Norsk Naturskadepools side konstateres at planen har fungert svært bra. En skal være oppmerksom på at dette er den største skadehendelse inntruffet i Norge i nyere tid, og at forsikringsselskapene aldri tidligere har håndtert et så stort antall skader.

Samlet er det meldt flere enn 29 000 skader bare til Norsk Naturskadepool (den lovbestemte naturskadeordningen) med utbetalinger mellom 1 200 – 1300 millioner kroner. Antallet skader er mer enn fordoblet i forhold til det som tidligere er registrert ved en enkelt hendelse, nemlig oktoberstormen på Østlandet i 1987. Da var imidlertid skadene av en helt annen karakter – og derved enklere å håndtere (vann – stormflo/flom).

Skadene 1. januar 1992 skjedde også i et område med betydelig underkapasitet både på kvalifiserte naturskadetakstmenn, saksbehandlere og ikke minst håndverkere til å håndtere slik kritisk situasjon. I tillegg gjorde de klimatiske forholdene, samt årstiden generelt, arbeidet tyngre. At det derfor oppsto noen problemer, var ikke til å unngå.

I det store og hele fungerte Katastrofeplanen etter hensikten – fra starten 1. januar 1992 da Skadeutvalget forsto alvoret i situasjonen og frem mot sommerferien hvor takseringsarbeidet i det store og hele var avsluttet.

Utpeking av takstkoordinatorer, mediakontakt og utarbeidelse av rundskriv med retningslinjer til forsikringsselskapene har hele tiden fungert etter planen. Det samme gjelder oppfølging av takstmennene og selskapenes saksbehandling.

Spesielt bør fremheves meget godt utført arbeide av de utnevnte takstkoordinatorer, hvor blant annet inngår å prioritere takstopdrag etter verdier som står på spill, boligens beboelighet og sikkerhet. Hastesakene var det viktig å få besikket først.

Takstmenn fra alle deler av landet, med god erfaring fra taksering og naturskader, ble benyttet – fra Kristiansand i sør til Vadsø i nord. Dette har vært en rasjonell, effektiv og kostnadsbesparende måte å gjennomføre takseringsarbeidet på, i tillegg til at man derigjennom også sørget for gjennomgående høy kvalitet på arbeidet. Forsikringsselskapene er meget opptatt av at de takstmenn som



benyttes, har de rette kvalifikasjoner, både faglig og ikke minst menneskelig. Enkelte takstmenn har arbeidet med naturskader i flere måneder. På det meste var omtrent 170 takstmenn med i koordineringsarbeidet, og av disse var omtrent halvparten tilreisende.

For forsikringsselskapene har orkanen medført store arbeidsbelastninger. Tross noe svikt på enkelte områder, spesielt på rutinesiden, har forsikringsselskapene absolutt vist seg oppgaven voksen. Det har imidlertid ikke vært til å unngå at det fra tid til annet har oppstått noen problemer og diskusjoner, og dette er helt naturlig. Årsaken til dette er meget sammensatt: alt fra uenighet om fakta vedrørende skadenes omfang, til misnøye med for dårlig forsikringsdekning, spørsmål om vedlikeholdsfradrag og avkortning, treg saksbehandling i selskapet osv. I det store og hele er inntrykket at de fleste kundene er godt fornøyd med skadeoppgjøret – og den behandlingen de har fått av sine forsikringsselskap.

I ettertid kan man alltid si at ting kunne gjøres annerledes. Uten tvil vil den fremtidige beredskapen både i Norsk Naturskadepools regi og internt i det enkelte selskapet forbedres. Såvel rutiner som regelverk og organisering vil i ettertid bli gjennomgått for at forsikringsselskapene skal kunne stå enda bedre rustet dersom en slik skade skulle skje igjen.

I Norge har en antakelig verdens beste naturskadeordning, ifølge Norsk Naturskadepool. Det må være betryggende for forsikringstakerne og samfunnet som helhet å vite at forsikringsselskapene i Norge i fellesskap, og også hver for seg, har etablert beredskap og haren Katastrofeplan som i det store og hele allerede har vist seg å fungere meget tilfredsstillende.

### ***I perspektiv: Orkanen "Andrew"***

Den sydligste delen av Florida ble 24. august 1992 rammet av den sterkeste orkanen som noensinne er registrert i USA.

Dette var en typisk tropisk orkan, og denne typen skiller seg vesentlig fra orkaner vi kjenner fra Norge, blant annet ved den konsentrerte styrken. Det antydtes at vinden kan ha vært opp i 200 mph i kastene (gusts) noe som tilsvarer 90 m/sek, mens konstant vindstyrke (sustained wind speeds) anslås til 140 mph, eller 65 m/sek. Disse vindstyrker er i øyet (senteret) av orkanen, og vindstyrken er betydelig mindre bare få kilometer unna. Vindstyrken i grunnverdi var altså større enn under orkanen på Nordvestlandet (der det ble målt opp mot ca. 60 m/sek i

kastene). Det aktuelle området er imidlertid nokså flatt, slik at en ikke hadde de store effektene av topografi som vi har i Norge.

Skadene oppsto hovedsakelig i forstadsområdene sør for Miami – hvor det bor lavere middelklasse og fattige – og hvor det er mindre industribedrifter og handelsvirksomhet. Ødeleggelsene var størst i et konsentrert belte med bredde 50 kilometer. Befolkning i området var ca. 2 millioner mennesker.

I alt mistet 26 mennesker livet og 250 – 300 000 mennesker ble hjemløse. Det er meldt mer enn 600 000 skader til forsikringsselskapene. På det meste har forsikringsselskapene hatt 5 000 saksbehandlere i området.

Samlet anslår man i dag at det er gjort skader for om lag 30 milliarder US dollar, eller for ca. 200 milliarder norske kroner. 50 – 60 % av dette dekkes av forsikring.

Det er imidlertid grunn til å tro at dersom Andrew hadde valgt en bane 20 miles (30 km) lenger nord og hadde rammet byen Miami og turiststedene i nærheten, ville skadene blitt større. Anslag tilsier at skadene da ville blitt bortimot tre ganger høyere.

Selv om vindstyrken var ekstrem i forbindelse med Andrew, har det fremkommet påstander i media om at de standardene som gjelder for bygging av hus i Florida, blant annet når det gjelder innfesting av takkonstruksjoner, tekking av tak osv., i stor grad *ikke* er fulgt. Det hevdes at dette i tillegg har vært en sterkt medvirkende årsak til at skadene fikk så stort omfang, både i antall og beløp.

Byggeskikken i dette området har ikke mye til felles med vår. Spesielt var det et stort antall «mobile homes» (husvogner) som ikke er særlig motstandsdyktige mot vind.

Naturskadeforsikring er ikke obligatorisk eller lovbestemt i USA/Florida. En konsekvens av dette er at det etter Andrews herjinger nå er vanskelig eller umulig å skaffe seg stormskadeforsikring i dette området. Og selv om det er mulig, blir forsikringspremien så høy at folk ikke har råd til å betale. Flere forsikringsselskaper har allerede vedtatt ikke lenger å tegne naturskadeforsikring i Florida.

En annen effekt er at åtte lokale forsikringsselskaper er insolvente som en direkte følge av de store utbetalingene. Derved står anslagsvis ca. 60 000 mennesker uten forsikringsdekning, i tillegg til at mange har fått problemer med erstatningsoppgjørene på grunn av dette.

Andrew kommer som «prikken over i'en» i en rekke av store naturskader som har rammet USA, Europa og Japan i de senere årene. Dette fører uansett til høyere forsikringspremier over hele verden, også i Norge, særlig ettersom frykten er stor for at denne utviklingen vil fortsette.



# I. Vurdering av regelverk og anvisninger

## Behov for endringer

### Generelt

En vesentlig del av hensikten med Prosjekt Orkan 1992 er en vurdering av om deler av regelverket bør endres. I det følgende er det foretatt en analyse av aktuelle bestemmelser; paragrafer i plan- og bygningsloven og kapitler i Byggeforskrift 87, som kan ha innvirkning på skadebildet under fremtidige naturkatastrofer. Disse er vurdert opp mot erfaringene fra skadeundersøkelsen, og det er truffet konklusjoner så langt det er mulig.

Ved enhver skade eller ulykke er en vanlig reaksjon et krav om «offentlige regler» eller *strengere* offentlige regler. For de reglene som gjelder bygg, må følgende betraktninger være en grunnleggende forutsetning for å foreta en slik vurdering.

1. Er de offentlige regler fulgt?
2. Kan hensikten oppnås med andre virkemidler?
3. Er regler nødvendige og er de gode nok?

Undersøkelsene har vært rettet mot disse problemene.

**Punkt 1.** Gjelder i det vesentlige prosjekteringen, utførelsen av og kontroll med arbeidene, som er dekket i andre deler av denne rapporten

**Punkt 2.** Virkemidlene vil være informasjon om hva som er «rett og riktig»; gjerne motiverende, i form av kunnskaper om god byggeskikk og materialbruk. Dessuten økonomiske virkemidler; i dette tilfellet forsikringens som stiller krav om aktsomhet i å påse at bygningen holder en god standard konstruksjons- og vedlikeholdsmessig, som igjen vil avgjøre størrelsen på forsikringsutbetalingene.

**Punkt 3.** Offentligrettslige lover skal ivareta visse overordnede samfunnsmessige interesser. Plan- og bygningslovens formålparagraf fastsetter at loven skal legge til rette for at arealbruk og bebyggelse blir til størst mulig gagn for den enkelte og samfunnet. Den ivaretar ikke privatrettslige eller private erstatningsmessige forhold. For naturskader skal loven ivareta sikkerhet og helse for mennesker og dyr i bygninger og søke å begrense ødeleggelser av de verdiene det bygde miljøet representerer for samfunnet.

Sikkerhetsnivåene er i det vesentlige fastsatt i forskrift. Det har vært vår oppgave å bedømme om

- sikkerhetsnivået er riktig
- grunnlaget for å beregne sikkerheten er riktig.

Dersom regelverksendringer synes nødvendig, skal nytten og betydningen av disse vurderes opp mot samfunnsmessige kostnadskonsekvenser.

### Vurdering av aktuelle bestemmelser i plan- og bygningsloven

*§ 10. Om bygningsrådets plikt til å føre tilsyn med at plan- og bygningsloven overholdes*

Dette må tillegges en vurdering av «godheten» av bygningsrådets tilsyn opp imot skadebildet i den enkelte kommunen. En bedømmelse av «godheten» må gjøres ut ifra en bedømmelse av planarbeidet (§ 25), tomteforhold (§ 68) og kommunens saksbehandling med og kontroll av det enkelte byggverket. Dette er beskrevet i det følgende. Det har ikke vært mulig ut ifra foreliggende data å se noe klart mønster på dette overordnede nivået.

*§ 25. Om reguleringsmyndighetenes adgang til å skille ut planområder som fareområde*

Fareområder gjelder også arealer hvor det er farlig å bygge av hensyn til rasfare, flomfare eller naturforholdene ellers. Også i slike områder kan en forby all bygging eller fastsette nærmere vilkår for bebyggelsen.

Bestemmelsen har til nå blitt brukt spesielt i forhold til vurdering av skredfare. Erfaringene fra skadeundersøkelsen og de meteorologiske vurderingene har vist at enkelte områder er spesielt utsatt for gjentatte stormskader. Det er derfor grunn til å betrakte særlig vindutsatte områder tilsvarende de vurderinger som gjelder for skred. I visse distrikter av landet er det fokusert på vindskader i en slik grad at planmyndigheten i større utstrekning bør passe på at denne formen for fare er ivarettatt. I de fleste tilfellene kan en bygning dimensjoneres opp for å motstå vindlast, men det vil likevel være kommunens gjøremål å vurdere slike farer.



Vi har ikke rikelig tilgang på areal til utbyggingsformål. Dette erkanskje særlig tilfellet i de strøkene av landet som har den vanskeligste topografien, og som også er de mest vindutsatte. Derfor må vi kreve en kritisk holdning og en strengere prioritering av sikkerhetsmessig vurdering for de områdene som er bebygd, og som er aktuelle for utbygging. Etter denne paragrafen har kommunen adgang til å foreta slike sikkerhetsmessige vurderinger.

En rundspørring viser at ingen kommuner har vurdert vindforhold i forhold til planarbeidet. Hjemmelsgrunnlaget er godt nok, og aktuelle kommuner bør informeres om vindlaster og kartleggingsmuligheter. Vi vil herunder påpeke Fylkeskommunens veiledningsplikt i hht. § 12.3.

*§ 68. Om byggegrunn og miljøforhold. Grunn kan bare deles eller bebygges dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold.*

*De samme betraktninger gjøres gjeldende som for § 25, men for enkeltsaker....*

Forarbeidene til denne paragrafen gjør det klart at dette forutsetter menneskelig fare (dyr er også senere kommet med), men gjelder ikke de rent beredskapsmessige forholdene (f.eks. kraftlinjer).

Det har alltid vært en del tvil om hva som er «tilstrekkelig sikkerhet» i forhold til § 68. Dette er imidlertid tallfestet i byggeforskriftens kap. 51.

En rundspørring har vist at ingen av de forespurte kommunene har nektet bygging på særlig vindutsatte steder i forbindelse med nybygg eller gjenoppbygging etter stormskader. Det er heller ikke satt spesielle krav til byggetiltak eller til dimensjonering.

*§ 77 nr. 1. Om utførelse av byggearbeid fastsetter at «ethvert byggearbeid – herunder bærende og andre konstruksjoner og varme- og lydisolasjon – skal utføres fagmessig og teknisk forsvarlig av gode materialer som er skikket for øyemedet».*

Paragrafen gir en hjemmel for å sikre god utførelse. Formuleringen er svært generell, og det må forutsettes at begrepet «fagmessig og teknisk forsvarlig» relaterer seg til tilgjengelig kunnskap, anerkjente metoder og anvisninger.

*§ 77 nr. 2. Om sentral godkjenning, f.eks. elementkontrollen*

Hjemmel om sentral godkjenning om kontroll har vært aktuell for elementgodkjenningen. Denne er spesielt omtalt under kapittel F. Denne typen særnorske godkjenningsordninger vil avskaffes som et ledd i europatilpasningen.

#### *§ 81. Om driftsbygninger*

Lovens regler skulle anvendes med sunn fornuft, og forskriftskrav som ikke hadde noen fornuftig funksjon, skulle ikke gjelde for driftsbygninger. Selv om det er noe begrensede krav, gjelder de konstruktive bestemmelsene til bæreevne og sikkerhet fullt ut.

Statens bygningstekniske etat har utgitt en egen melding om driftsbygninger i landbruket; HO 5/88 «Så langt det passer».

Bygg finansiert gjennom fylkeslandbrukskontorene, har hatt en gjennomgang av tegningsmaterialet og en viss kontroll med oppførelsen. Stadig flere driftsbygninger er imidlertid blitt oppført uten innvirkning fra statlige finansieringsordninger.

Bygningsmyndighetene har gjennomgående ikke foretatt noen teknisk saksbehandling eller kontroll av alminnelige driftsbygninger i landbruket med hjemmel som pbl § 81 og byggeforskriften gir. Til tross for en klar rett til å foreta saksbehandling og kontroll, synes dette ikke benyttet.

Den pågående lovendringen vil sørge for at driftsbygninger behandles som andre bygninger, dvs. med lovpålagt byggesaksbehandling og kontroll av utførelsen.

#### *§ 83. Om fiskebruk etc.*

Det er på det rene at fiskebruk og naust fikk store skader i orkanen. Skadebildet tyder på at skader utover det normale for andre bygg, har vært forårsaket av bølger.

Denne paragrafen er ikke vurdert spesielt i forbindelse med prosjektet.

#### *§ 84. Om andre varige konstruksjoner og anlegg*

Det er ikke undersøkt om den forenklete meldingsordningen har medvirket til økt skade gjennom mindre fagmessighet. Meldingsordningen har imidlertid vært i bruk for § 81 bygg - se kommentar ovenfor.

Konstruksjoner og anlegg oppføres og vedlikeholdes vanligvis av offentlige «vesner» som benytter egne normer, rutiner og kontrollordninger. «Godheten» av disse er ikke vurdert spesielt, men minimumsgrunnlaget for dimensjonering av vindlaster er NS 3479, det samme som for bygningskonstruksjoner.

Større broer gjennomgår en spesielt omstendelig analyse av vindforhold. Det er ikke rapportert om skader på broer, annet enn en bro som ble pårent av et fartøy i drift.

Arbeidet med ny pbl er samordning av krav med slike andre myndigheter og bygningsvesnets rolle i å påse at slike arbeider er underlagt kontroll vurdert.



§ 86a. Mindre byggearbeid på boligeiendom  
(se kommentar under § 84)

§ 89. Vedlikeholdsplikt

Særlig for driftsbygninger er det en del skader som kan tilbakeføres til dårlig vedlikehold.

Plikt til vedlikehold for å holde bygget i slik stand at ikke fare oppstår, og bygningsrådets rett til å gi pålegg, kan neppe gis anvendelse for å forsterke eksisterende bygg i sin alminnelighet. I forslag til ny pbl er det tatt med tillegg som dels presiserer eierens plikt til å holde byggverket stand i hht. loven og dessuten at «nye krav gitt i eller i medhold av pbl kan kreves gjennomført på bestående byggverk når vesentlige hensyn til helse, miljø og sikkerhet gjør dette nødvendig».

Videre er det foreslått ny § 92b om kontroll med bestående byggverk, hvor bygningskontrollen der det er grunn til å anta at det er mangler, kan kontrollere for å påse at det ikke er bygningstekniske svakheter eller mangler som kan medføre fare.

Det er videre byggherrens plikt til å gi bygningsmyndigheten nødvendige opplysninger. Dette er en hjemmel som bygningsmyndigheten bør kunne bruke aktivt i påkomne tilfeller for å påse at sikkerhet mot vindskader er forsvarlig.

§ 93. Om søknadsplikt

I motsetning til meldingssystemet, jf. §§ 81, 84 og 86a, skal søknadspliktige arbeider

- behandles og avgjøres av bygningsrådet
- forestås av en ansvarshavende
- besiktiges før ferdigattest utferdiges

Dette har ført til

- mindre selvbyggervirksomhet og dermed flere profesjonelle aktører
- bedre granskning av byggemeldingen
- minimum én kontroll av utførelsen

Se for øvrig § 97 om bygningsmyndighetenes kontrollfunksjon

§ 94. Om søknadsbehandling

På grunnlag av det begrensede antallet byggesaker som er undersøkt, er det vanskelig å treffe noen konklusjoner. Det generelle inntrykket er imidlertid at kontroll av prosjektdokumentene og utførelsen var mangelfull, og at dette i visse tilfeller har bidratt til at skaden kunne oppstå.

§ 97. Om kontroll med byggearbeider

Lovendringen som gikk ut på at bygningsrådet har rett – og ikke lenger plikt – til å kontrollere utførelsen, har ført til redusert bygningskontroll. En våken bygningskontrollør ville ha oppdaget adskillige bygningstekniske svakheter. Disse svakhetene har ofte ført til omfattende skader.

§ 98. Ansvarshavende

Kravene til ansvarshavende varierer fra kommune til kommune. Noen har regler for godkjenning av ansvarshavende, andre ikke. Ansvarshavendes kvalifikasjoner og holdning til kontroll har stor betydning for oppføring av bygg.

Det er ikke nærmere undersøkt hvilken rolle ansvarshavende spiller i byggeprosessen. Vi vet imidlertid at en del ansvarshavende ikke hadde noen oppfølging av byggearbeidene på stedet.

Krav til ansvarshavende er foreslått endret i ny pbl.

§100. Sikringstiltak under byggearbeid

Bygg under oppføring er særlig utsatt for stormskader. Det kan være vanskelig å dimensjonere for dette, og regelverket gir ikke spesielle retningslinjer.

§109. Gebyr, herunder granskning for byggherrens regning

Hjemlen til å engasjere eksternt hjelp for kontroll av styrkeberegninger og konstruksjonsdokumentene benyttes ikke. I praksis betyr dette at så godt som alle større bygninger oppføres uten at dets bæresystem er kontrollert av offentlig myndighet (eller av uavhengige eksperter).

**Generelt:**

Loven skal ligge på et overordnet nivå og være statisk. Det viser det faktumet at en del paragrafer har gått igjen nærmest uforandret siden 1924. Det skal mye til at ett enkelttilfelle skal forårsake store lovendringer.

Det er påpekt en del mangler i praktiseringen av lovverket, eller hjemler som bygningsmyndighetene kunne ha benyttet bedre. Særlig gjelder dette en kartlegging av vindlaster og vurdering av plassering og byggetiltaket i forhold til dette.

En stor del av skadene må tilskrives dårlig utførelse. Dette vil kunne forebygges ved strengere krav til utførende, bedre byggesaksrutiner, bedre kontroll med byggearbeider og klarere regler om ansvar i en byggesak. Dette er noen av hovedelementene som kommer i forslaget til ny pbl.

Bygningsmyndighetene gis anledning til å påse at eksisterende byggverk (– dette omfatter altså også konstruksjoner og anlegg) er i forsvarlig stand og kan motstå vindskader. Eierens ansvar for vedlikehold og oppgradering i hht. lov og forskrift presiseres.



Forholdet til beredskap er ikke ivartatt i pbl. Selv om dette er et anliggende for Justisdepartementet og Direktoratet for sivilt beredskap, vil det være rimelig å anta at et overordnet mål for beredskap i fredstid, også skulle koordineres mot andre regelverk. For pbl's vedkommende ville det være en oppgave å se på spesiell oppdimensjonering av bygninger (annet enn tilfluktsrom) som vil bli benyttet i et lokalsamfunn til mottak av personer i slike krisesituasjoner som orkanen skapte. Dessuten er fyring som et alternativ til eloppvarming behandlet under vurdering av Byggeforskriftens kap. 49.

## **Vurdering av aktuelle bestemmelser i Byggeforskrift 1987**

### *Kap. 14. Om søknad etc.*

Undersøkelser har vist at dokumentasjonen som skal være en del av byggemeldingen, ofte er svært mangelfull, og at bygningsrådet ikke er flink nok til å etterlyse det som måtte mangle.

Kravene til søknad er gode nok, og kap. 14.13 gir videre full anledning til å kreve hva som måtte være ønskelig av dokumentasjon. Det kan være grunn til å presisere forhold som har med overordnet sikkerhet å gjøre, og beskrivelse av søknadsdokumentene i veiledning til byggeforskriften kan suppleres med hensyn til styrkeberegninger og konstruksjonsdokumentene.

### *Kap. 17. Om driftsbygninger i landbruket*

(Se kommentar til pbl § 81)

### *Kap. 43 om bygningsdeler*

Kapitlet inneholder krav om utførelse slik at bygningen ikke skades. Dessuten er det bestemmelse om å hindre snø og is fra å rase ned fra tak og kan skade mennesker.

De fleste orkanskadene var skader på taktekingen. Reparasjon av takteking i seg selv er en mindre betydelig kostnad, men følgeskader pga. utette undertak kan bli omfattende. Byggeforskriften sier ikke entydig at undertak skal være tett.

Undertakets oppgaver er bl.a:

- å fange opp og lede bort nedbør som trenger inn gjennom fugene i tekingen
- å fange opp kondensvann
- å fange opp nedbør i byggeperioden

Det kan være aktuelt å ta inn i byggeforskriften (og/eller veiledningen) bestemmelse om at undertak skal beskytte den underliggende konstruksjon mot fuktighet, og at dette også bør dimensjoneres for å oppta vindlaster.

Siden bestemmelsen om beskyttelse mot takras skal ivareta personsikkerheten, synes det svært logisk at personer også skal beskyttes mot bygningsdeler som måtte falle av. De fleste skadene som oppsto under orkanen, var på grunn av flygende gjenstander fra bygninger.

Konstruksjonsdeler (tak o.l.) vil være dekket av dimensjoneringskrav i byggeforskriftens kap. 51. Bygningskomponenter (takstein og takplater) er ikke dekket.

Kapitlet bør få en tilføyelse om at bygningsdeler mot det fri skal forankres slik at de kan motstå opptredende vindkrefter. Kapitlet bør gjøres mer funksjonsorientert slik at hensikten med bestemmelsen kommer klarere frem.

### *Kap. 48:1. Installasjoner for elektrisitet*

Bestemmelsen omfatter bare sikkerhetsbestemmelser og refererer til gjeldende forskrifter, gitt i medhold av lov om tilsyn med elektriske anlegg. Konsekvensene ved at elektrisitetsforsyningen ble brutt, er et beredskapsmessig anliggende som ikke vil kunne komme inn under denne bestemmelsen.

### *Kap. 48:2. Antenner*

Bestemmelsen er ment til å gi Bygningsrådet hjemmel til å regulere oppsetting av antenner ut fra mer estetiske hensyn. Erfaringen viste at spesielt parabolantennene ikke var oppsatt på en slik måte at de motsto vindlast, og derfor bidro til skader på bygninger.

Det er neppe grunn til å endre bestemmelsen, men det er grunn til å påpeke at også monteringen av denne typen antenner bør tas alvorlig og dimensjoneres opp i utsatte strøk.

### *Kap. 49. Om piper og ildsteder*

Skadebildet for piper er godt beskrevet. Det synes klart at piper gjennomgående er dimensjonert for dårlig til å motstå store vindlaster. Spesielt gjelder dette elementpiper. Selv om det er iverksatt tiltak for å forbedre monteringsanvisningen når det gjelder armering av elementpiper, er det neppe grunn til å forandre forskriften på dette punkt. Med den byggeskikken vi har i Norge, utgjorde knekte piper isolert sett neppe noen risiko for personers sikkerhet.

Piper skal som alle andre bygningsdeler, dimensjoneres for å motstå naturlaster, om dette er snøis eller vindlaster.



Byggeforskriften har krav om installasjon av piper i småhus. Dette kravet er satt ut ifra

- beredskapshensyn og
- energihensyn.

Dette er faktisk byggeforskriftens eneste konkrete henvisning til beredskap. Hensikten er riktignok en mer langsiktig beredskapssituasjon, men langvarig svikt i elforsyningen som skjedde, viser berettigelsen av kravet også for denne typen naturskader, spesielt i mer avsidesliggende strøk. Det må antas at småhus vil være den vanligste boformen i strøk som er særlig utsatt for stormskader. Selv i byer og tettsteder i Møre og Romsdal, er det rimelig å anta at 80 % av boligene hadde pipe. Videre antas at stormskader vanligvis vil opptre i fyringssesongen.

Et stort antall piper brakk av. Dette i seg selv ville neppe bety at de ikke kunne brukes i en begrenset periode under kontrollerte forhold.

Det er svært få piper som ikke har tilknyttet ildsteder. Imidlertid er det mange som baserer fyring på flytende brensel, som igjen ofte er avhengig av elektrisk pumpe. For oljefyringsanlegg med trykkforstøvningsbrenner er det vanskelig å gjøre noe uten elektrisitet. Oljeløfteranlegg kan brukes ved etterfylling av dagtank.

Det kan være riktig å utvide pipekrav (og krav om alternativ oppvarming) til spesielle kategorier bygninger som vil bli brukt i en beredskapssituasjon.

#### *Kap. 51. Om konstruktive bestemmelser – bæreevne og sikkerhet*

Byggeforskriften setter forskjellige sikkerhetskrav i form av bruddkonsekvensklasser for forskjellige typer bygningskategorier.

Vi antar at vindlastene som beregningsgrunnlag i Norsk Standard, vil økes. Dette vil i seg selv ikke bety noen endring av forskriftens sikkerhetsnivå, men at det sikkerhetsnivået forskriftene stiller krav om nå, er riktigere oppfylt. Imidlertid vil det bety at det kan bli dyrere å bygge.

Det kan være nødvendig å se nærmere på en større differensiering i bygningskategorier, om det skal stilles krav til flere deler av bygget, om forskjellige deler av samme bygg skal ha forskjellig sikkerhetsklasse, og om det også skal settes sikkerhetsklasse til bygningskomponenter.

Etter Byggeforskrift 1987 kap. 51:3 skal bygning dimensjoneres og utføres slik at den gir rimelig sikkerhet mot skade på mennesker på grunn av svikt som følge av laster som kan forutses. Det er ikke spesifisert hvilke konstruksjonsdeler som skal dimensjoneres for de opptredende vindkreftene. I og med at det er svikt i hovedbære-

systemet som særlig kan føre til skader på mennesker, er det slike konstruksjonsdeler som primært må ha nødvendig kapasitet.

Svikt i det sekundære (taklekker) eller tertiære (takbelegg) bæresystemet kan i visse tilfeller også føre til skade på mennesker. Hvis f.eks. taklekker inkludert stålplater eller takstein rives løs, kan dette føre til

- hull i undertak (forenklet undertak) med derav følgende økning i overtrykk eller undertrykk som bygget ikke er forutsatt dimensjonert for
- skade f.eks. på nabobebyggelsens vinduer med følgende som nevnt foran
- personskader pga. «flygende» bygningsdeler

Byggeforskriften kap. 51 spesifiserer ikke krav til hele takkonstruksjonen inkludert taktekning. En hjemmel for denne typen krav finnes i pbl § 77 om at ethvert byggearbeid skal utføres fagmessig og teknisk forsvarlig av gode materialer som er skikket for øyemedet. Dessuten er byggeforskriftens kap. 13 om at kravene i pbl og byggeforskrift anses oppfylt dersom det brukes metoder, materialer og utførelse etter Norsk Standard allmenngyldig.

Det er allerede foreslått en endring vedrørende bygningskomponenter i byggeforskriftens kap. 43.

I og med at det ofte ikke legges samme vekt på vindlasten som andre naturlaster (f.eks. snølasten og skredfare), bør dette gis større oppmerksomhet i regelverket, og det foreslås at det gis et eget punkt i byggeforskriftens kap. 51.

## **Vurdering av anvisninger**

### **Sammenfatning**

Med anvisninger forstås informasjon og veiledning som ikke er en direkte del av regelverket som lov, forskrift og Norsk Standard, men som tar utgangspunkt i regelverket og angir mer direkte hvordan byggearbeider kan utføres, se for øvrig Vedlegg B3.

Byggeforskserien og Info-blad fra Norges landbruks-høgskole gir anvisninger som har fått en stor utbredelse i markedet.

Det generelle inntrykket fra skadebildet er at skadeårsaker i det store og hele vanskelig kan tilskrives at eksisterende anvisninger ikke er gode nok. Derimot ser en tilfeller der det mangler anvisninger for en del typiske detaljer, som for eksempel innfesting av leker og åser. Dessuten er eksisterende anvisninger lite spesifikke for særlig værharde strøk. En må altså sørge for at eksisterende anvisninger blir oppdatert og differensiert mht. ny viten om vindhastigheter i slike strøk. Likeledes må en i



anvisningene sørge for at en har et hensiktsmessig sikkerhetsnivå for de aktuelle typene av komponenter ut ifra krav som stilles i regelverket. Her kan det anmerkes at det i regelverket synes å være et behov for større grad av differensiering mht. komponenttype. Direkte uttrykt kan en si at økningene i de karakteristiske vindlastene for en stor del bør kunne kompenseres ved reduserte material- og lastkoeffisienter for sekundære konstruksjonskomponenter.

### **Eksisterende anvisninger for trehuskonstruksjoner**

Som grunnlag for statiske beregninger av selve trehuskonstruksjonene og forankringen av disse, har man stort sett tilfredsstillende standarder og anvisninger. De viktigste av disse er:

- Norsk Standard 3470. Prosjektering av trekonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler (1989)
- Norsk Standard 3479. Prosjektering av bygningskonstruksjoner. Dimensjonerende laster (1990)
- Norsk Treteknisk Institutt. Mekaniske treforbindelsesmidler. Teknisk småskrift nr. 24 (1991)
- Byggforskserien. Byggdetaljer A 520.237 Konstruksjonsdata for trebaserte platermaterialer (1989)
- Byggforskserien. Byggdetaljer A 520.238 Skivekonstruksjoner av tre (1989)

Disse standardene og anvisningene krever spesiell bygningsteknisk kunnskap, og forutsetter at det er bygningstekniske konsulenter som bruker anvisningene til statiske beregninger og dimensjonering av konstruksjonene. I praksis blir trehuskonstruksjoner bare i liten grad beregnet og dimensjonert spesielt for hvert enkelt hus. Byggingen gjøres i stor grad på grunnlag av sedvane og tradisjoner, pluss en del støtte fra enkle tabellverk. Dette gjelder særlig småhus av tre, men i stor grad også for større trebygninger i landbruket og andre næringsbygg. Unntakene er prefabrikkerte takstoler og til dels limtre som beregnes av leverandørene. Dette omfatter imidlertid normalt ikke forankringer av konstruksjonene. Det er ofte små byggmesterfirmaer og i noen grad selvbyggere som setter opp trehuskonstruksjonene, og engasjement av bygningsteknisk konsulent anses stort sett som en uønsket og kostnad.

Når det gjelder enkle tabellverk som viser nødvendig forankring av trehus direkte, uten at det kreves statiske beregninger eller kunnskap i dimensjonering av konstruksjoner, finnes i dag bare følgende anvisning (se Vedlegg):

- Byggforskserien. Byggdetaljer A 520.241 Vindforankring av småhuskonstruksjoner (1987)

I bladet vises eksempler på forankringsmetoder og hvor tett forankringspunktene bør være, avhengig av husets størrelse og beliggenhet (vindlast). Samtidig vises dimensjonerende forankringslaster, slik at man også kan velge andre forankringsdetaljer når kapasiteten til disse er kjent. Denne typen anvisning kan brukes av de fleste som er engasjert i bygging, og bør danne modell for en mer omfattende samling av konstruksjonsanvisninger for stormsikring av trebygninger generelt.

Enkle anvisninger som viser nødvendig statisk virkemåte, og som kan brukes av personer uten bygningsteknisk utdannelse, finnes bare i form av typetegninger for enkelte typer landbruksbygg. Mange av typetegningene er imidlertid relativt gamle, og de viser ikke konstruksjonsdetaljer for stormsikring av bygningene på værharde steder.

### **Behov for nye anvisninger for trehuskonstruksjoner**

Byggdetaljer A 520.241 omfatter bare vindforankring av småhus i én og to etasjer med «normale» takutstikk og hastighetstrykk opp til 1,00 kN/m<sup>2</sup>. Erfaringene fra orkanen i 1992 og stormene også i 1993, viser at bladet bør utvides til å omfatte høyere hastighetstrykk, samt større takutstikk.

I tillegg bør det utarbeides følgende byggdetaljer i Byggforskserien:

- *Vindforankring av større trebygg.* Anvisning etter samme opplegg som A 520.241, men som omfatter trebygg med etasjehøyde opp til ca. 6 m, husbredde 8 – 15 m, og som kan dekke en del næringsbygg og andre trebygninger som er større enn småhus til boligformål.
- *Horisontalavstivning av trehus.* Anvisninger med enkle tabeller som viser nødvendig sideavstivning med plater eller skråavstivning, angis i detalj. Samtidig bør bladet også omfatte enkle anvisninger på statisk virkemåte for å sikre at alle bygningdeler har nødvendig samvirke.

For bygninger spesielt til landbruksnæringen planlegges følgende nye Info-blad fra NLH om sikring mot stormskader:

- 0 Generelt blad. Vindlast og avstivende systemer
- 1 Kjørebrulåven
- 2 Bygninger med åpne takstoler
- 3 Uisolerte bygninger med fritt bærende takstoler
- 4 Isolerte låghus
- 5 Bygninger med limtrerammer
- 6 Bygninger med stålrammer
- 7 Plan- og tårnsiloer



- 8 Sikring av eksisterende bygninger
- 9 Forankring til grunnmur/betongfundament

Av disse er nr. 3, 8 og 9 under arbeid.

For en mer detaljert gjennomgang av erfaringsdata og konklusjoner for landbruksbygg henvises det til Vedlegg I.2.

Når det gjelder avstivnings- og forankringsdetaljer i de nye anvisningene, bør man i lys av erfaringene fra orkanen i 1992 legge vekt på følgende:

- Forankring av sviller bør helst gjøres etter at veggstolpene er reist (ekspansjonsbolter, kjemisk anker o.l.). Da kan forankringspunktene plasseres nærmest mulig stolpene og ved hjørner, og man unngår vanskelig innmåling og fare for unøyaktig plassering med store eksentrisiteter.
- Det må utvikles bedre detaljer for praktisk utførelse av forankring til lettklinkermurer. Dette kan gjøres ved å benytte konstruksjonsblokker på steder med behov for forankringer med stor kapasitet.
- Murkroner må være så rette at man unngår store oppskolinger, som kan føre til at forankring av trevegger blir vesentlig svakere enn forusatt.
- Skråbånd av tre bør dimensjoneres og festes slik at de kan oppta trykk
- Skråbånd av stål bør være av ståltau med strekkfisker for etterstramning, og med forankringsbeslag som festes med bolter eller skruer.
- Forankring av takkonstruksjoner med spesielle beslag gir automatisk riktigere utførelse i praksis enn bruk av båndstål.

### **Eksisterende trehuskonstruksjoner**

Som tidligere nevnt, viser skaderapportene at årsaken til de ødelagte trehuskonstruksjonene er manglende forankringer og til dels manglende statisk samvirke. Fordi bygninger, plassering og vindbelastninger er usymmetriske, kan man ikke regne med at alle bygninger med mangelfull stormsikring ble ødelagt i orkanen 1992 (som var spesielt sterk), og at derfor bare godt sikrede hus står igjen. Ved en tilsvarende orkan, eller en svakere, må man regne med nye skader på hittil uskadede konstruksjoner dersom vindretningen blir en annen. Derfor bør man utarbeide anvisninger på hvordan utilfredsstillende stormsikring av eksisterende bygninger kan registreres, og vise hvordan disse kan forbedres. Anvisninger for utbedring kan i stor grad basere seg på anvisningene for nybygg. I tillegg er det

aktuelt å vise hvordan midlertidige stormsikringer kan monteres. Dette gjelder spesielle avstivninger og forankringer som kan festes når det er meldt sterk vind, og som kan fjernes igjen for normal bruk av bygningen. En slik anvisning er bl.a. under utarbeidelse som Info-blad fra NLH for driftsbygninger i landbruket som nevnt foran. Det viser montasje av midlertidige avstivningskryss til lange bygg som ikke har tilstrekkelig mange avstivende trevegger.

### **Forslag til fremtidig informasjon og kontroll for trehuskonstruksjoner**

Et hovedproblem som må løses, er at de anvisningene og den informasjonen som finnes om stormsikring av trehuskonstruksjoner, ofte ikke blir brukt. Årsaken til dette antas å være at motivasjonen svekkes når det går lang tid mellom skadetilfellene, og at formen og tilgjengeligheten til anvisningene ikke er tilpasset de brukerne som trenger informasjonen.

Ved å utarbeide de anvisningene som er nevnt foran, bør man få et informasjonsmaterieell med en form som kan brukes felles både av byggherrer, byggmestre/entreprenører, konsulenter og offentlig bygningskontroll, og hvor det ikke vil medføre store prosjekteringskostnader å bestemme en tilfredsstillende stormsikring av det enkelte trehuset. For å lette tilgjengeligheten av informasjonen, bør disse anvisningene samles i et hefte sammen med anvisninger for stormsikring av takteknning, veggkledninger, skorsteiner og andre sekundære bygningsdeler. Dermed kan man få et brukervennlig oppslagsverk for prosjektering, utførelse og kontroll av stormsikring.

Det bør sørges for at et slikt «stormsikringshefte» finnes hos den kommunale bygningskontrollen i alle aktuelle kommuner, og at det brukes ved byggesaksbehandling. Deretter bør teknisk etat i kommunene informere alle lokale byggefirmaer om at heftet finnes og bør brukes, samtidig som heftet gjøres kjent for alle byggherrer etter hvert som nye bygg eller tilbygg anmeldes.

For å gjøre kjent tilgjengelig informasjon om etterkontroll og eventuelle tilleggsforsterkninger av eksisterende trehuskonstruksjoner, bør man søke et samarbeid med forsikringsselskapene om å bekjentgjøre «stormsikringsheftet» for huseiere i de mest utsatte distriktene. I tillegg bør omtale av de aktuelle anvisningene gjøres kjent for publikum gjennom en artikkel eller andre oppslag i lokalavisene.

### **Anvisninger for metallplater**

I anvisningene for metallplater har det manglet informasjon om forankring av lekter og åser. Det er bl.a. i byggdetaljblader fra Byggforsk flere steder angitt nødven-



dige lektedimensjoner og dimensjoneringsstabeller for åser (eget blad), men forankring bl.a. mht. vindsug er ikke blitt spesifisert. Det er bare henvisning til at slik forankring må dimensjoneres i hvert enkelt tilfelle.

Heller ikke plateleverandørene har angitt noe om nødvendig forankring av lekter/åser i sine brosjyrer, bortsett fra ett tilfelle, hvor leverandøren har angitt at lekter/åser skal skråspikres ved hvert festepunkt.

Som hovedkonklusjoner mht. reviderte anvisninger for metallplater kan følgende punkter angis:

- Metallplater skal alltid festes med skruer
- Forankring av lekter med én spiker pr. festepunkt er uakseptabelt, uansett geografisk beliggenhet. Bruk av bare én spiker pr. festepunkt er dessuten i strid med krav i NS 3470.
- I ikke værharde strøk er krysspikring med vanlig spiker bare unntaksvis aktuelt ved moderate sperre- og lekteaavstander.
- I værharde strøk må lekter/åser fortrinnsvis skrues. Unntaksvis kan krysspikring med kamspiker være aktuelt ved moderate sperre- og lekteaavstander. For åser er det aktuelt med forankring med båndstål.
- Eksisterende anvisninger for bruk av metallplater på tak og fasader må revideres, først og fremst med tanke på forankring av lekter/åser.

### **Anvisninger for flate tak tekket med papp eller folie**

For denne typen tak har prosjekt Orkan 1992 resultert i grunnlag for revisjon av TPF-informerer nr. 5, utarbeidet av Takprodusentenes Forskningsgruppe, med mer direkte anvisning for utførelse.

Anbefalinger for å bestemme lokal vindpåkjenning er vurdert. Såvel topografifaktorer som forhøyede formfaktorer er tatt i betraktning.

For beslagarbeider bør det lages egne anvisninger for særlig utsatte områder. Fra skadeundersøkelsene synes det som om beslagarbeider for en stor del er utført av ikke-profesjonelle, dvs. håndverkere uten faglig bakgrunn i blikkenslagerarbeid. Skadet og avrevet beslag var ofte ikke bukket i rendene og hadde ikke falseskjøter. Innfesting til parapet var også i mange tilfeller helt utilstrekkelig. Dette viser at det er behov for mer nyanserte anvisninger og økt bruk av profesjonelle blikkenslagere.

### **Anvisninger for takstein**

Spesielt for takstein kan det anmerkes at det har manglet regler for riktig forankring av steinen som funksjon av: mulig opptredende vindhastighet, valg av undertakstype og lekter- og sløyfehøyde, detaljutforming av gavl- og rafteløsninger, festemiddeltype (klips, spiker) m.m.

Det er i prosjektet avdekket at det er behov for mer differensierte anvisninger. I dag skiller man mellom værharde og ikke værharde steder, noe som gir for liten differensiering.

Det er behov for å finne det optimale festestedet øverst på taksteinen – og om en i større grad bør anbefale skruing i stedet for spikring. Arbeidet med å utvikle bedre festemetoder for takstein videreføres i et prosjekt rettet mot produktutvikling, der taksteinsindustrien selv deltar med finansiering.

### **Anvisninger for piper/skorsteiner**

Statiske beregninger, utført av enkelte skorsteinsleverandører, viser at det er behov for å forsterke skorsteiner, spesielt når de er høye. De kan ikke stå på egen tyngde ved store vindlaste. Noen elementskorsteiner har hull for armering, andre mangler armeringsmuligheter.

De fleste veltede skorsteinene manglet armering. Noen av de armerte skorsteinene ble innsisert nærmere. Man oppdaget at armeringshullene ikke var fylt med mørtel. Det var bare punktvis fylling. Armeringen har altså ikke fungert som forutsatt.

Beslagene rundt skorsteinen har vanligvis ikke skikkelig feste. Metallplatene er falsset sammen, og øverst er beslagene stukket inn i et utfrest spor. Platekantene er knekt for å stive opp beslagene. Dette går som regel bra, men under denne orkanen blåste mange beslag og skorsteinskledninger bort. I tillegg til skorstein/beslagskader ble det betydelige vannskader fordi undertakene ofte er utette ved gjennomføringene.

Det er behov for å endre elementskorsteinene slik at man får hull, eller større hull, for armering. Dette for å øke sikkerheten for at man får full mørtelfylling ved støpingen.

Det er behov for å beskrive nødvendig armering i tabeller med forskjellige vindlaste, skorsteinshøyde over tak, takform og takvinkel. Armeringsutførelsen bør beskrives bedre, både i monteringsanvisningene, og i byggdetaljblad A 552.141.

Det er behov for å lage forsterkningsløsninger for bestående skorsteiner, som blir bedømt å være svake. Enkelte produsenter har skissert løsninger. Det er for eksempel rammer med vinkel- og flattstål. Etter den utvendige forsterkningen, forutsetter man å kle skorsteinen med stålplater.



# J. Menneskelige aspekter

I det foregående er orkankatastrofen betraktet i forhold til regelverk og tekniske problemstillinger. En må imidlertid ikke glemme at hendelsen også har medført store psykiske og økonomiske belastninger for mange mennesker som opplevde å få hjem og eiendommer rasert. Langtidsvirkningene av disse opplevelsene er det viktig å ta med i betraktningen.

Det er her naturlig å vise til innledningen til denne rapporten der det enkelte menneskes følelse av trygghet ble forbundet med sikkerhetsbegrepet.

Ut fra menneskelig synsvinkel bør følgende momenter tas i betraktning

- mental helse, angst for fremtidige orkaner, påkjenningen ved store, økonomiske tap
- behov for sikkerhet i eget hjem
- behov for sikkerhet ved ferdsel ute
- behov for å rømme til et trygt sted
- behov for økonomisk sikkerhet, visshet om forsikringsmessig dekning
- behov for å vite hvor en skal få hjelp

Orkankatastrofen viser at samfunnet må ha ordninger som gjør det mulig å yte spesiell hjelp til personer som rammes. For å begrense de psykiske belastningene ved orkankatastrofer må samfunnet ha et støtteapparat som omfatter:

- den sivile beredskapen, varsling og informasjon
- forsikringsselskapenes operative beredskap, informasjon om skadebegrensning
- helsevesenets beredskap og psykiatrisk krisehjelp

Samfunnet har også behov for å samordne forebyggende innsats og krav til den enkelte og hans bygg for å redusere skader, opp imot hjelpe-/støtteapparatet når skadene er oppstått.

I en del tilfeller har orkanskadene ført til store økonomiske problemer for skadelidte. Eksempler er gjenopp-

bygging av driftsbygninger som medførte større kostnader enn det som ville bli dekket over forsikringene. Økte kostnader henger først og fremst sammen med de standardhevingene og miljøkravene man må ta hensyn til ved nyoppføring, og med at det ikke har vært vanlig å forsikre en del bygningstyper.

I en mindre undersøkelse i Nord-Trøndelag har det for eksempel vist seg at av de 20 største skadesakene på driftsbygninger utgjorde forsikringsutbetalingen 44 % av kostnadene med oppbygging av nye bygninger. Når en slik situasjon oppstår på bruk med betydelig gjeld fra før, vil det føre til vansker med finansieringen. At dette kan representerer en belastning i tillegg til inntrykkene som sitter igjen etter den dramatiske orkandagen, er ikke vanskelig å forstå.

I dette perspektivet blir det viktig at den enkelte har *tillit* til vårt regelverk og byggepraksis. Det er om å gjøre at denne tilliten bevares og at en unngår unødig engstelse og ytterligere psykiske belastninger. Derfor er informasjon om regelverket sentralt. Ikke minst må man få frem den enkeltes ansvar i hht. naturskadeforsikringsloven om å følge det til enhver tid gjeldende regelverket mht. å sikre hus og eiendom mot orkanskader.

Undersøkelser i forbindelse med gjenoppbyggingsarbeidene ser ut til å vise at både huseiere og håndverkere har fått en økt bevissthet om hvilke bygningsmessige tiltak som er nødvendige. Det som det imidlertid kan skorte på, er informasjon og veiledning om hvordan slike arbeider skal utføres. Her har holdningene til profesjonalitet og kompetanse stor betydning. Økt bruk av rådgivere er nødvendig der egen kompetanse ikke strekker.

Beskrivelser av enkeltmenneskers opplevelser under og etter orkanen etterlater sterke inntrykk. Oddgeir Bruasets bok «Orkanen» er her et viktig vitnesbyrd. I utarbeidelsen av denne rapporten har slike inntrykk bidratt til å gi arbeidet en klar mening. Det forebyggende arbeidet for å redusere fremtidige orkanskader vil forhåpentligvis medvirke til at enkeltmennesker skal kunne føle seg bedre rustet når neste stororkan måtte sette inn.



# Vedlegg A

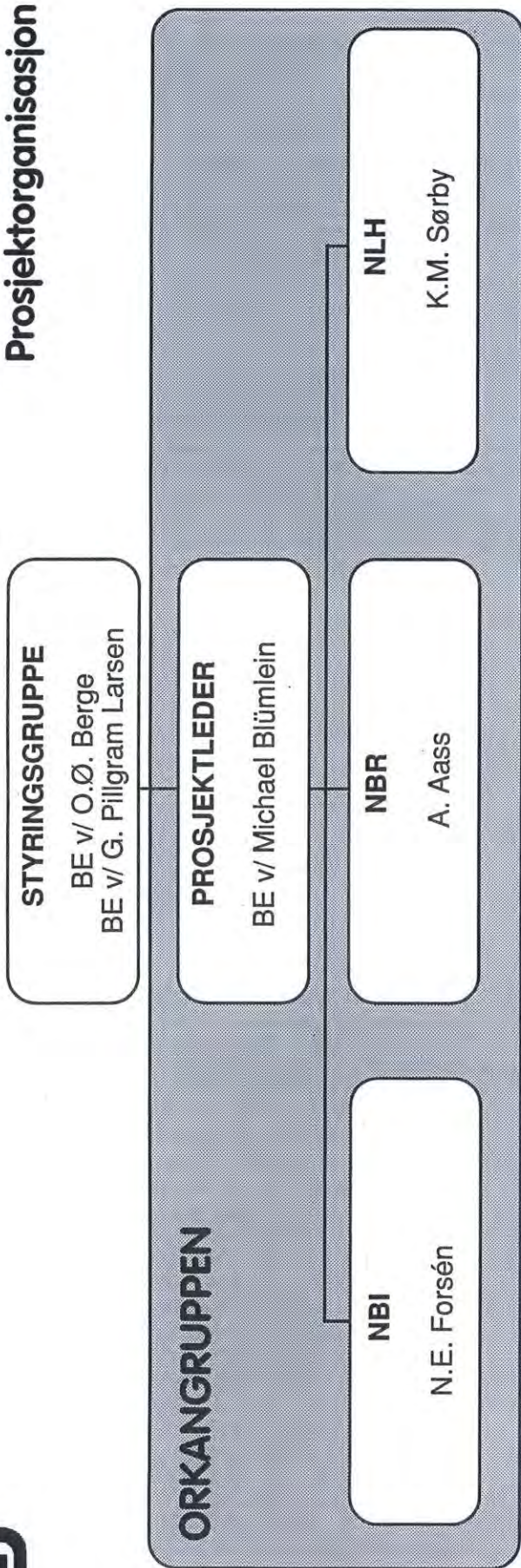
*Prosjekt Orkan 1992 – Organisasjon*





# "ORKAN 1992"

## Prosjektorganisasjon



I tillegg til styringsgruppen, prosjektleder og prosjektdeltakere har følgende personer / institusjoner medvirket i prosjektarbeidet:

NAVN	FIRMA/INSTITUSJON	ARBEIDSOMRÅDE	KOORDINATOR
Einar M. Paulsen	NBI	Taktekking: folie/ papp	Nils Erik Forsén, NBI
Trond Bøhierengen	NBI	Metallteking / kledning	Nils Erik Forsén, NBI
Jarle Herje	NBI	Mønetak / takstein	Nils Erik Forsén, NBI
Trond Ramstad	NBI	Trehuskonstruksjoner	Nils Erik Forsén, NBI
Johan Gåsbak	NBI	Piper	Nils Erik Forsén, NBI
Anne Brit Børve	Arkitektthøyskolen i Oslo	Byggeskikk, vind, topografi	Asbjørn Aass, NBR
Knut Harstveit	Det Norske Meteorologiske Institutt	Vinddata, vind og topografi	Asbjørn Aass, NBR
Lars Andresen	Det Norske Meteorologiske Institutt	Vinddata, vind og topografi	Asbjørn Aass, NBR
Arne Lycke	Norsk Naturskadepool, skadeutvalget	Skadetakster	BE/NBI
Lasse Stokke	Norsk Naturskadepool, skadeutvalget	Skadetakster	BE/NBI
Heige Nørstrud	CFD Norway as	Numeriske analyser av vind over bebyggelse og terreng	BE
Kai W. Østreng	Eget firma	Trekonstr./Driftsbygninger	Kjell M. Sørby, NLH

Representanter fra Norges Takseringsforbund, Husbanken (avd. Trondheim) og lokale bygningsmyndigheter har kommet med verdifulle bidrag til prosjektarbeidet. 105 takstmenn har fylt ut i alt 17 000 skjemaer ved frivillig innsats. Dette er grunnlaget for skaderegisteret.



# Vedlegg B

- B1 Bygningslovgivning – en historisk oversikt**
- B2 Byggeforskriften – en historisk oversikt**
- B3 Dagens regelverk og anvisninger – en oversikt**



## **B1. Bygningslovgivning – en historisk oversikt**

Den første form for bygningslovgivning i Norge var primært bestemmelser om sikring mot brann, se og så de senere såkalte bylover fra før 1900. Plankrav kom inn i bildet. Behovet meldte seg etter hvert for en felles lov og vi fikk lov om bygningsvesenet av 22. februar 1924, som trådte i kraft 1. januar 1929. Samtidig ble lov om bygningskommuner vedtatt.

Bygningsloven av 1924 gjaldt for byer, kjøpsteder, Røros bergstad og 200 m utenfor disse grenser. Departementet kunne etter søknad fastsette utvidet bygningsdistrikt. Hvor loven gjaldt, ble det stilt krav om byggetillatelse før byggearbeider kunne settes igang. Bygningsmyndighetene kunne alltid utøve bygningskontroll. De paragrafer i loven av 1924 som særlig har betydning i relasjon til temaet om orkan, er § 60 nr 1 om krav til byggegrunn, § 79 om krav bl.a til forsvarlig fundamentering, § 80 om håndverksmessig og teknisk forsvarlig utføring og bruk av for "øyemedet skikkede materialer". Videre er departementet i § 80 gitt fullmakt til å gi forskrifter om godkjenning og kontroll av fabrikkfremstilte bygge- og isolasjonsmaterialer. Etter § 145 var det krav om at byggverk mv holdes i slik stand "at det ikke blir farlig for beboerne eller andres sikkerhet".

Etter nevnte lov av 1924 om bygningskommuner, ble det opprettet hele 81 særskilte bygningskommuner. For bygningskommunene ble valgt et styre som utførte de funksjoner som kommunestyret og formannskapet har etter bygningsloven. Den siste bygningskommune ble opphevet rundt 1970. Det er vanskelig å se at ordningen med bygningskommuner kan ha hatt noen særskilt betydning for det enkelte byggeprosjekt, men kan i noen tilfeller ha hatt betydning for arealdisponering og følgelig plassering.

Særlig når det gjaldt bestemmelser om arealdisponering, fant man behov for en ny lov til avløsning av 1924-loven. Bygningsloven av 18. juni 1965 gjaldt for hele landet. Det er viktig å merke seg at loven var en "ja-lov". Den som søkte om byggetillatelse hadde krav på å få søknad innvilget dersom den tilfredsstilte lovens krav. Noen detaljbestemmelser i 1924-loven gikk over i byggeforskrift, således at f.eks 24-lovens § 79 (krav til fundamentering) ble sløffet og gikk over i byggeforskriften.

Nedenfor gis oversikt over de mest relevante bestemmelser i 65-loven i relasjon til temaet om orkan, Plan- og bygningsloven av 14. juni 1985, supplert med senere endringer av 20. juni 1987, trådte for øvrig i kraft 1. juli 1986:

§ 68 i 65-loven har krav til byggegrunn. Ved lovendring av 14. juni 1985 ble bestemmelsen utvidet til også å omfatte deling. Bygningsmyndighetene kunne kreve "sikkerhet mot fare eller vesentlig ulemper som følger av natur og miljøforhold", i hht 1. ledd. Vi antar at bestemmelsen om naturforhold også omfatter muligheten for unormale vindforhold (orkan). Etter 2. ledd kan bygningsrådet for grunn eller område som nevnt i første ledd stille særlige krav til bebyggelse.

§ 77 i 65-loven (tilsvarende § 80 i 24-loven) gir bestemmelse om utføring av byggearbeid og om godkjenning og kontroll av materialer. Vi viser her til det som er sagt ovenfor om § 80 i 24-loven.

Tilsvarende § 145 (i 24-loven) hadde 65-loven og Plan- og bygningsloven i dag bestemmelser i § 89 om vedlikehold. Det vises til det som er sagt ovenfor om § 145 i 24-loven.

Det er også grunn til å nevne at pbl § 97 Kontroll med byggearbeid, § 98 Ansvarshavende og § 99 Ferdigattest, har særskilt betydning for byggeproduktet. Tilsvarende bestemmelser hadde vi i 65-loven og 24-loven, men kontroll med byggearbeid er nå begrenset til en rett, og ikke som tidligere en plikt til å føre kontroll.

Et par særskilte bygningskategorier nevnes:

Driftsbygninger for landbruket var unntatt fra 1924-loven, og det samme gjaldt loven fra 1965 hvor det ikke ble vedtatt kommunal vedtekt for å gjøre loven helt eller delvis gjeldende. En gikk ut fra at landbruksmyndighetene på tilfredsstillende måte ville forestå og kontrollere arbeidene. Etter pbl § 81 er driftsbygninger meldepliktig, og § 81 fastslår at de enkelte bestemmelser i plan- og bygningsloven gjelder så langt de passer. Dette medfører en helt ny situasjon på området.

1924-loven gjaldt ikke for hytter, sommerhus mv. Etter § 82 i 65-loven gjaldt noen bestemmelser (f.eks plankrav og krav til byggegrunn). Ved kommunal vedtekt kunne imidlertid loven helt eller delvis gjøres gjeldende. Svært mange kommuner hadde vedtekt til § 82, vedtekter som varierte i innhold. Etter plan- og bygningslovens § 82 skal hytter (fritidshus) byggeanmeldes, og de enkelte bestemmelser i plan- og bygningsloven gjelder så langt de passer.



## B2. Byggeforskriften – en historisk oversikt

“Lov om bygningsvesenet” av 22. februar 1924 inneholdt foruten plankrav også krav til selve bygningen slik vi fikk det senere i byggeforskriften, se forøvrig vedlegg B1.

“Byggeforskrift av 15. desember 1949” er den første “rene” byggeforskriften med detaljerte krav til hele bygningen. Dimensjonerende laster og dimensjoneringsregler er også tatt med i denne forskriften. Forannvente byggeforskrift ble i 1965 supplert med “Midlertidig tillegg av 1. desember 1965 til Byggeforskrift av 15. desember 1949”.

“Byggeforskrift av 1. august 1969” trådte i kraft 1. april 1970. Siden denne forskriften i en viss utstrekning gir funksjonskrav, ble det utarbeidet en veiledning som beskriver hvordan disse funksjonskravene kan tilfredsstilles. Mellom 1970 og 1985 ble det foretatt mangfoldige endringer og suppleringer av ’69-forskrift.

I og med at ’69-forskriften etterhvert ble omfangsrik og kanskje noe uoversiktlig, ble det i 1985 utgitt en ny byggeforskrift, nemlig “Byggeforskrift 1985”. Denne forskriften utgjorde den første etappe i Kommunal- og arbeidsdepartementets arbeid med å skape en tidmessig og enklere byggeforskrift. Reglene var i større grad enn tidligere søkt utformet som funksjonskrav, noe som nødvendiggjorde utarbeidelse av en veiledning. 1985-forskriften var bare en midlertidig forskrift som ble erstattet av “Byggeforskrift 1987”. Denne forskrift gjelder idag (inkl. noen små endringer som er foretatt i mellomtiden), og vil etter det vi foreløpig vet, gjelde frem til 01.01.1995. I likhet med tidligere forskrifter er 1987-forskriften supplert med en veiledning. Denne veiledningen er senest blitt revidert i desember 1990.

For øvrig kan følgende liste over milepæler for byggeforskriften angis:

Dato	Endringer (som er relevante i forhold til prosjektet)
150648	Byggeforskrift av 061028 endres mht grunnmur og vegger
151249	Nybyggeforskrift
010263	Endring av byggeforskriften av 151249 ang. Norsk Standard NS 427 A, Betongarbeider
011265	Midlertidige forskrifter til kap. III om oversiktsplaner i bygningsloven av 180665. Forlenget gyldighet av byggeforskriften. Om midlertidige tilleggskrav til byggeforskriften

010869	Byggeforskrifter av 010869. Gjelder fra 010470
181071	Endringer i byggeforskriften kap. 26, 32, 38, 44, 46, 49, 55
040572	Tillegg og endringer i byggeforskrift av 010869
171172	Tillegg til byggeforskrift av 010869
010673	Endringer i byggeforskriften av 010869. Trer i kraft straks
050973	Endringer i byggeforskrift av 010869. Trer i kraft straks
031273	Tillegg til byggeforskrift av 010869
040479	Endring av byggeforskriften (diverse). Se rettelse 020381. Rettelse lovtidende nr. 15/79
031280	Endring kap. 49:121. Påbud om røykpipe i småhus
150681	Forskrift om godkjenning av konstruksjonssystemer for fabrikkfremstilte hus
150681	Forskrift om godkjenning av bedrifter som tilvirker fabrikkfremstilte hus og elementer for hus
130183	Forskrift om endring av byggeforskrift kap. 49 om røykpipe, varmeanlegg og ildsted, oljefyringsanlegg. Kap. 49:122, 49:226 og 49:231
220783	Forskrift om endring i byggeforskriften
151184	Byggeforskrift 1985 – Lovtidende nr. 24/84
100785	Byggeforskriften. Endring. Nytt kap. 15 – Mindre byggearbeider
010786	Forskrift om endring av byggeforskrift 1985
090986	Nr. 18 – rettelser i forskriften, endringene
270587	Byggeforskrift 1987
211288	Forskrift om endringer i byggeforskrift 87 kap. 22:3, 23:11, 30:77, 31:1, 31:2, 31:4, 36:22, 41:44, 4:2, 44:42, 47:11, 47:521, 61:4, 62:3. Trer i kraft 010189

## B3. Dagens regelverk og anvisninger, en oversikt

### Plan og Bygningsloven

fastsetter at “ethvert byggearbeid – herunder bærende og andre konstruksjoner og varme- og lydisolasjon – skal utføres fagmessig og teknisk forsvarlig av gode materialer som er skikket for øyemedet” (§ 77, pkt. 1)

### Byggeforskrift 87

anvender sikkerhetsklasser som angitt i kapittel B. Videre angis (kap. 13 i BF) referanse til Norsk Standard mhp. oppfyllelse av tekniske krav, men at NS også kan fravikes dersom forskriftens krav kan oppfylles på annen måte. Det er også relevant å peke på funksjonskravet under kap 43:1 om at “bygningssdeler og konstruksjoner ikke skal kunne føre fuktighet inn i bygningen”.



### **Norsk Standard**

angir regler for beregning av bl.a. vindlast og regler for beregning og dimensjonering av forskjellige konstruksjonstyper. Bruk av Norsk Standard for konstruksjonsberegninger betinger profesjonell kompetanse innen konstruksjonsteknikk. Reglene er å betrakte som underlag for beregninger og er mindre grad konkrete anvisninger for utførelse. I relasjon til byggeforskriftens sikkerhetsklasser kan det påpekes at Norsk Standard bl.a. angir metoder for beregning av konstruksjoners kapasitet i bruddgrensetilstanden. Forenklet formulert kan en si at det legges opp til at en skal kjenne den tilstand for konstruksjonen som en skal sørge for å være i trygg avstand fra.

Norsk Standard angir det praktiske beregningsverktøyet som i prinsippet skal ivareta de nevnte krav til sikkerhet i byggeforskriften. Dette beregningsverktøyet er basert på partialkoeffisientmetoden som i prinsippet kan sammenfattes som følger:

#### **Lasteffekt $E$**

Lasteffektene beregnes på basis av angitte karakteristiske laster, med en nærmere angitt årlig nominell sannsynlighet for overskridelse, se kap. C.

Dimensjonerende lasteffekt beregnes ved multiplikasjon med en lastkoeffisient  $E_d = E_k \cdot \gamma_f$

#### **Bæreevne $R$**

Beregning av konstruksjonenes bæreevne baseres i utgangspunktet på karakteristiske materialfastheter, med en nærmere bestemt begrenset sannsynlighet for underskridelse. En kan her anvende begrepet karakteristisk bæreevne eller kapasitet  $R_k$

Dimensjonerende bæreevne eller kapasitet beregnes ved å dividere med en materialkoeffisient svarende til den aktuelle sikkerhetsklasse  $R_d = R_k / \gamma_m$

En konstruksjons forskriftsmessige sikkerhet dokumenteres ved å påvise at  $R_d \geq E_d$

### **Rett og slett – en veiledning til byggeforskrift 87**

angir at “det bærende system i bygninger er vegger, søyler og fundamenter som fører laster ned til grunnen” og at “... horisontale lastoverførende bygningsdeler som etasjeskillere og takkonstruksjoner” er “deler av det bærende system som er underlagt forskriftens sikkerhetskrav”.

Videre angis referanse til (f.eks) NBI-Byggdetaljblad for “tradisjonelle konstruksjoner” som alternativ til en

beregningsmessig dokumentasjon, under forutsetning “at det fremgår hvilke lastforutsetninger som er valgt, og hvilken sikkerhetsklasse som gjelder.

### **NBI-Byggdetaljblad – Byggforskserien og NLH-info-blad for landbruksbygg**

inneholder anvisninger for utforming av byggdetaljer og konstruksjonsløsninger, bl.a. for småhus. Byggforskseriens formelle status som “regelverk” er begrenset til ovennevnte henvisning i “Rett og slett – en veiledning til byggeforskrift 87”.

Byggforskserien er imidlertid godt innarbeidet i markedet (siden 1958) og har per i dag ca. 10 000 abonnenter.

Anvisninger angir i prinsippet løsninger der forskriftsmessig sikkerhet ( $R_d \geq E_d$ ) implisitt skal være innarbeidet.

### **Leverandørbrosjyrer og -anvisninger**

kan ikke gå inn under begrepet regelverk, men er likevel viktige informasjonskilder, spesielt for sekundær- og tertiærkomponenter som sjeldent detaljberegnes i hvert enkelt byggeprosjekt. NBI-byggdetaljblad kan i mange tilfelle danne en basis for slike brosjyrer.

For øvrig har leverandører av takmaterialer etablert *Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF)* som bl.a. utgir anvisninger for forankring av takteking (papptecking og folie), jf. *TPF informerer nr. 5*.



# Vedlegg C

## ***Nummerisk analyse av vind over bebyggelse og terreng***

Vedlegget er utarbeidet av CFD norway as



# Numerisk analyse av vind over bebyggelse og terreng

## Innledning

Selskapet CFD Norway as har på oppdrag fra Statens bygningstekniske etat (BE) utført enkelte numeriske analyser for strømming rundt bygninger og over terreng. Resultatene er rapportert i DFDn Rapport 151.:1993 og kan kort oppsummeres som følger:

## Analysemetode

Den numeriske metoden som er benyttet er basert på de grunnleggende strømningsligninger (Navier-Stokes og Euler) sammen med ulike turbulensmodeller (Baldwin-Lomax og k.e). Ligningene er diskretisert gjennom en endelig-volumformulering sammen med en eksplisitt tre-steps Runge-Kutta integrasjon i tid. Disse er videre transformert til et kurvelineært koordinatsystem og kan derfor benyttes for komplekse geometrier. Ikke-reflekterende grensebetingelser blir benyttet for å unngå refleksjon av trykkbølger fra grensene til beregningsområdet. Resultatene presenteres i form av isolinjer (trykk, hastighet osv.) i brukerspesifiserte flater. Hastighetsvektorer kan også overlages på fargeplott av strømningsvariablene og videre kan tre-dimnsjonale strømlinjer genereres.

## Bebyggelse

Vind over enkle geometrier er blitt simulert både for viskøs og friksjonsfri strømming med resultater som underbygger

analyseverktøyets styrke. Det vises her til strømming over en terning og rundt to boligblokker over flatt terreng.

## Terreng

Overflaten til deler av Fræna kommune (672 km<sup>2</sup>) er blitt digitalisert og overført til et numerisk rutenett (antall 17 055) hvor hver rute dekker 40 000 m<sup>2</sup>. Vindretningene er valgt til middelverdien av et oppgitt område på 240° – 270°, dvs. 255°. Hastighetsfordelingene for en vindstyrke på 45 m/s (i 10 m høyde) er vist på etterfølgende figur for en friksjonsfri analyse (Euler). Denne fordeling varierer både mht den definerte vindretning (grensebetingelse) og høyde over terreng.

## Videre utvikling

Resultatene i DFDn Rapport 151:1993 og senere simuleringer har demonstrert verdien av numerisk analyse av vind over kompleks bebyggelse og terreng ved at f.eks. virveldannelse over skarpe hustak og bak fjellformasjoner bekreftes. Detaljanalyser av vindforholdene er naturligvis begrenset til størrelsen på det nettverk som benyttes, noe som betyr at datamaskinens ytelse er en begrensende faktor. Slik som utviklingen på denne side har vært, kan vi imidlertid vente oss bedre og billigere vindsimuleringer hvor også nøyaktigere beskrivelse av terrengforhold og termiske effekter i atmosfæren kan inkluderes.



## FRAENA KOMMUNE:

SW corner of rectangle: E393000 N6968000  
SE corner of rectangle: E425000 N6968000  
NE corner of rectangle: E425000 N6989000  
NW corner of rectangle: E393000 N6989000

Velocity vectors plotted for every third grid point

3d Euler calculation  
Velocity distribution 10m above ground level  
Basic wind speed vector, 255 degrees  
Wind speed, 45 m/s at 10m above sea level



CFD norway as

Velocity  
[m/s]

75.00  
70.00  
65.00  
60.00  
55.00  
50.00  
45.00  
40.00  
35.00  
30.00  
25.00  
20.00  
15.00  
10.00  
5.00  
0.00

PHI2= 0.0

PHI3= 0.0



# Vedlegg D

## ***Generell vurdering av effekter på vindlast***

**Effekt av topografi**

**Effekt av bygninger geometri**

**Effekt av bygningers plassering/byggeskikk**

Vedlegget er utarbeidet av Prof. Anne Brit Børve,  
Arkitektøgskolen i Oslo



## Generell vurdering av effekter på vindlast

### Effekt av topografi

Vi kan skille mellom tre prinsipielt ulike topografiske effekter på vind.

1.

Det åpne flate terrenget med små variasjoner av koller og hauger. (Terrengvariasjoner under 4,0 m høyde)

Vinden får en ubetydelig demping av terrengets ruhet, men det skjer liten endring i vindlasten. Bygninger i dette landskapet må tåle en entydig påkjenning av vind fra varslet retning og i observert styrke, vindens grunnhastighet. Det er bygningenes form, plassering og gruppering som alene skaper variasjon i vindlast. (Se *ill. 1.*)

2.

Et fjellandskap med markerte lo- og lesider

A. Der vinden møter vinkelrett mot en jevnt stigende fjellside og jevn åssone (over 30 m høyde), blir vinden presset sammen og styrt over, med forsterket vindpåkjenning i åssonen. Dersom fjellet er bratt på losiden, over 45° helning, vil deler av overganssonen mellom flate og skrent på losiden kunne få noe dempet vind. En slik bratt loside vil imidlertid også kunne gi meget sterk påkjenning i åssonen og sterk sugvind på lesiden. (Se *ill. 2a.*)

Dersom fjellskråningen er slakere enn 30°, vil en større del av fjellsiden merke styrt sammenpresset, men ofte jevn vind og lesidens sugvind blir også noe dempet. (Se *ill. 2b.*)

B. Dersom åssonen i et bratt fjellterreng har variasjoner med koller og skar er det stor fare for at det dannes sterke virvelvinder på lesiden med styrke langt over den observerte vindhastighet i åpnet landskap. Virvelvindene kan styres i form av kast inn mot helt betemte soner på lesiden både nær fjellsiden og et godt stykke ut fra fjellsiden. Brattheten i fjellsidens lo- og

leside og formen på fjellets åssone er bestemmende for hvor lesidevirvlene treffer bakken. (Se *ill. 2c.*)

C. Dersom vinden treffer en fjellside, i horisontal vinkel, mindre enn 30°, blir den styrt langs fjellsiden og det dannes en jevn og noe forsterket vindpåkjenning. (Se *ill. 2d.*)

3.

Et fjord- og dallandskap

Bratt og høyt fjord og dallandskap (over 100 m høyde) har i prinsippet to forskjellige virkninger.

A.) Det kan dannes kanaleffekter der fjorden eller dalen er åpen i vindretningen. Vindpåkjenningne kan her komme opp i en styrke som er 1.5 ganger observert vindstyrke i åpent terreng. (Se *ill. 3a.*)

B) Det kan dannes ulike grader av nedstrøms og oppstrøms virvler som en effekt av leside mot loside fjellvegger i dalandskapet. Dette inntreffer når vinden kommer mer enn 30° på tvers av dalretningen. Virvlene oppstår ved at bakre fjellveggs losidevirvel blander seg med levirvler fra fremre fjellvegg. I slike landskapsrom kan virvlene ha stor styrke, opp til 2 ganger utgangsvinden. (Se *ill. 3b.*)

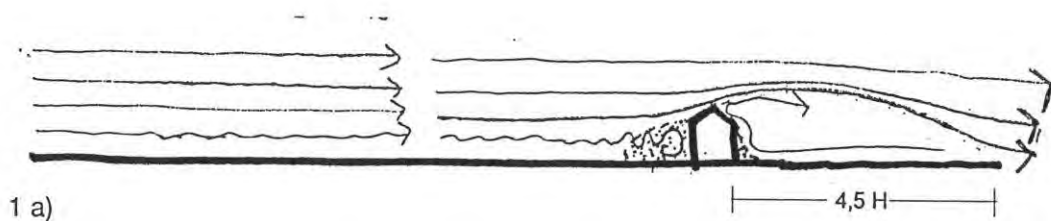
### Effekt av bygningers geometri

En stor åpen bred gavlvegg med utoverhengende takutstikk og eventuelt åpent verandatak i et gavlhjørne, orientert mot fremherskende sterk vind, har større vindlastpåkjenning enn en smal gavlvegg med knappe takutstikk.

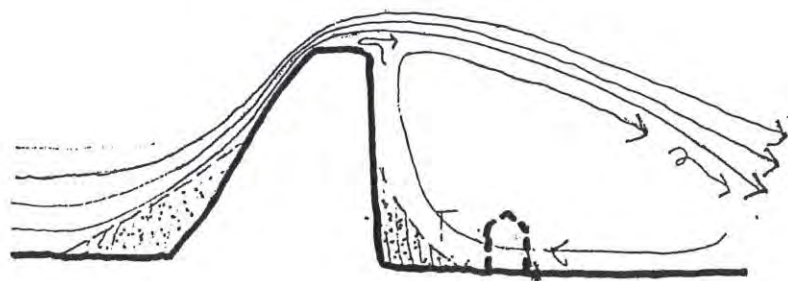
Høy bred langvegg orientert mot fremherskende sterk vind, har større og mer ujevn vindlast enn en lav vegg med overgang til slak (15–35° takvinkel) og eventuell høy takflate. (Jf. eks. i tradisjonell bebyggelse fra Mørekysten, *ill. 4a.*) Skuttpåbygg i store og høye veggflater, bidrar til effektiv demping av vindlast. (Jf. eks. blant annet i Jærhus, *ill. 4b.*)



## ÅPENT FLATT TERRENG



## FJELLANDSKAP MED MARKERTE LO- OG LESIDER



2 a)

## SLAKT FJELLPARTI



2 b)

Det er mange nyanser av bygningers geometri og forhold til vindlaster. Her er nevnt de to mest ekstreme ytterligheter som har sine formsvar i tradisjonell i bebyggelse.

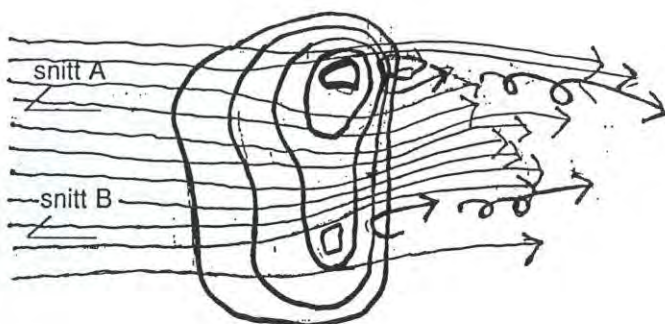
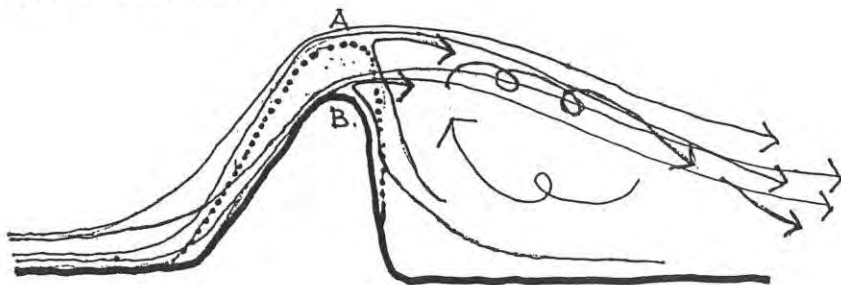
### Effekt av bygningers plassering

Det er to prinsipielt forskjellige utgangspunkt for bygningsplassering i forhold til vindlast. Det ene er der bygningene står i et åpent og delvis flatt landskap, hvor det alene er bygningenes form og gruppering som

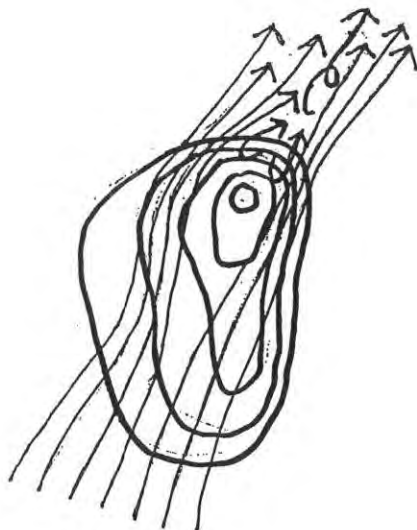
endrer vindlasten. Det andre er der bygningene er lokalisert til et landskap med store topografiske variasjoner, med varierende forsterking eller demping av vindpåkjenningen. Det sier seg selv at bygninger plassert i en vindforsterket åssone, vil påvirke vindforholdene til ytterligere forsterking. Den formmessige og teknisk/konstruksjonsmessige løsning blir avgjørende for om bygningen skal unngå skader under storm eller få redusert vind- og slagregnslitasje. Fordelen med en slik lokalitet er at vindpåkjenningen ofte er entydig i retning og det er mulig å beregne hvor vindlasten øker på bygningen.



## UJEVNT ÅSOMRÅDE



2 c)



2 d)

I soner med fare for sterk virvelvinddannelse kan det imidlertid være vanskelig å beregne både styrke og retning. Bygninger plassert i slike soner kan i tillegg til konstruksjonsmessige omfattende tiltak også få dempet virkning mot ødeleggelse ved sterk og tett planting og tett, vindutjevne bygningsgruppering.

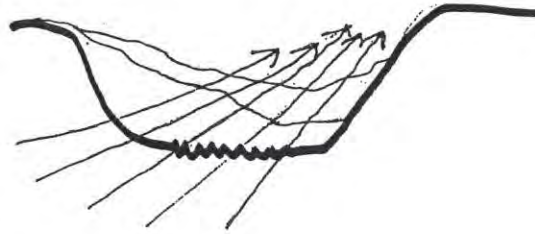
## Flatt landskap

A.  
I åpent flatt landskap gjelder for enkeltbygninger følgende prinsipp:

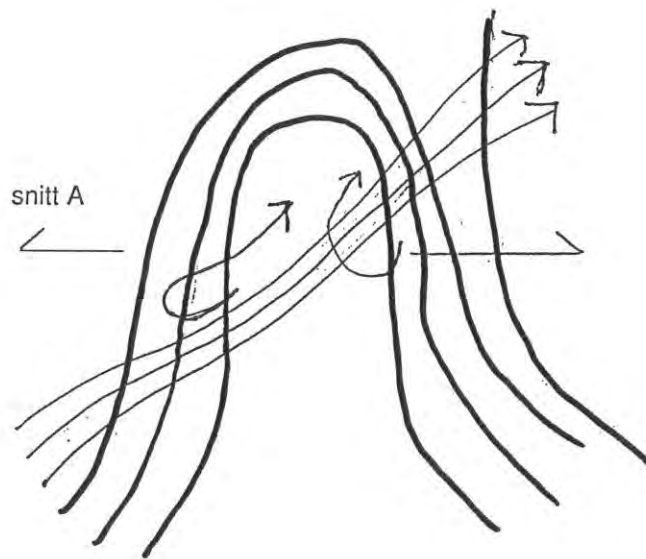
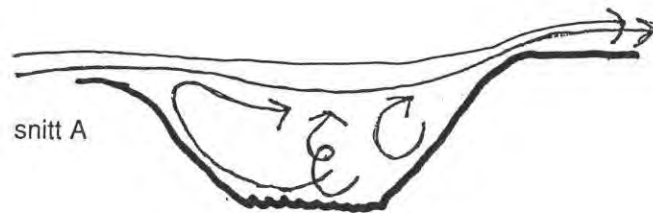
- Orientering med lavt vegg-liv og med overgang til slakt hellende takflate (15–35° vinkel) og tilnærmet aerodynamisk form gir redusert vindbelastning. Det finnes våningshus og også uthus langs kysten og i fjordbunnsoner som har ulike løsninger tilnærmet lik denne formen.
- Orientering med smalt vegg-liv, gavlvegg, mot fremherskende vindretning gir lav vindlastpåkjenning. Det finnes langs hele kysten fra Jæren i sør til øst i Finnmark, tradisjonell bebyggelse som har gavlorientering mot sjøsiden i sør og vest alt etter landsdelsbeliggenhet. Gavlveggene var ofte tette uten vindusåpninger og forsterket med stein eller sponkledning, primært for å redusere fuktproblemer og vindslitasje. Dette var konsekvent gjennomført ikke bare for ett enkelt hus men for samtlige hus i sjø- og vindutsatte kyststrøk. (Børve 1992)
- For bygninger med over 10 m vegg-høyde, vil det oppstå sterkt overtrykk på losidevegg, med forsterking mot parallelle hjørner og i gesimsen (se beskrivelsen under vinkeleffekt). På lesiden og over flate tak oppstår et undertrykk og en indusert vind som nær bygningshjørnene, ved separasjonspunktene, kan komme



## FJORD OG DALLANDSKAP



3 a)



3 b)

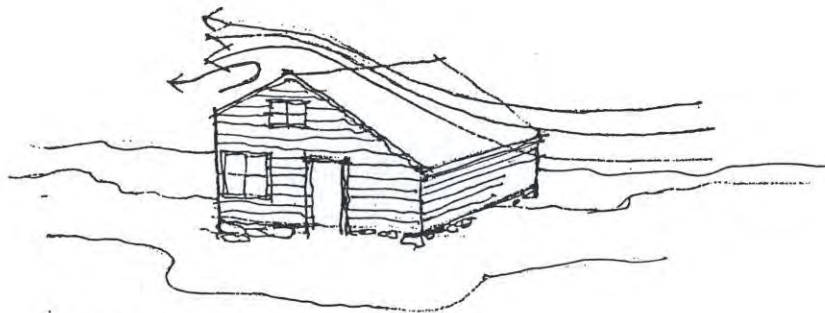
opp i stor styrke. Den forsterkede vind ved hjørnene kan for bygninger på 35 til 45 m høyde, komme opp i 1,4 ganger referansevinden og for bygningstårn over 100 m, opp til 2,2 ganger.

(Fra modellforsøk brukes betegnelsen: "overhastighetssfaktor" for forsterket vind gitt av bygningsform. Denne beskriver den i ett punkt rådende effektive vindhastighet i relasjon til referansevindens

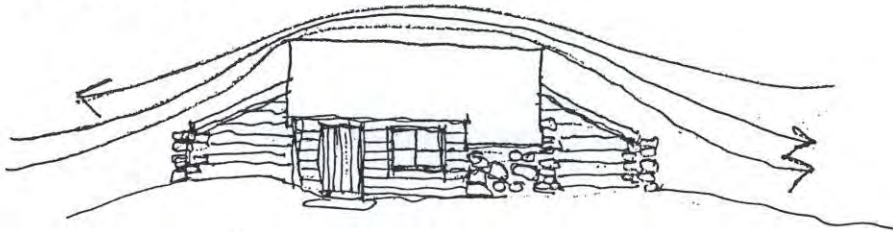
effektive hastighet, som er upåvirket av den aktuelle bebyggelsen. (Mattsson 1980)

- For bygninger høyere enn 20 m, med åpninger langs bakken, kan det oppstå sterk jetstrøm i åpnin-gene som er 1,2 til 1,5 ganger referansevinden.

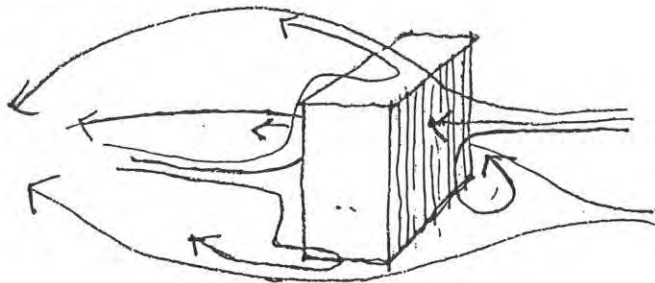




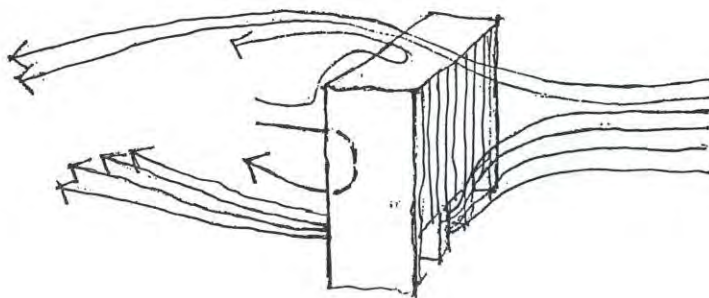
4 a) MØREHUS



4 b) JÆRHUIS



4 c) HØYHUS



4 d) HØYHUS MED ÅPNING LANGS BAKKEN



## B.

For flere bygninger i gruppe gjelder følgende forenklede prinsipper for vindpåkjenning:

### 1. Barriereeffekt

Gjelder bygninger som er lagt sammenhengende på rad og rekke på tvers av vindretningen. Det oppstår en jevn sugvind på lesiden som kan komme opp i like stor styrke som den sammenpressede vind over tak, dvs. 1,2 til 1,5 ganger referansevinden. Dersom vinden treffer bygningen mindre enn  $45^\circ$  vinkel mot veggen, oppstår en rullende lesidesugvind. Denne sugvinden kan få en økt styrke opp til 1,5 ganger referansevinden. (Gandemer 1976, Mattsson 1980 og Børve 1987).

### 2. Trakteffekt

Dette oppstår når to eller flere bygninger danner en spiss eller rett vinkelåpning ( $90^\circ$ ) mot vinden. Vindhastighetsøkningen når bygningen danner en jevnt sammenhengende trakt på over 100 m og høyde på over 15 m, kan komme opp i en verdi på 1,3 til 2,0 ganger referansevinden. Maksimal effekt kommer når åpningen i traktens innerste del er 2 til 3 ganger hushøyden. (Mattsson 1980)

### 3. Utjevningseffekt

Denne effekten oppstår når bygninger er forskjøvet noe i forhold til hverandre og avstanden mellom bygningene er lik eller mindre enn høyden. Når vinden kommer vinkelrett mot bygningene oppstår en kraftig trykkgradient mot fasaden og det dannes en økt vindhastighetssone mellom bygningskroppene som kan komme opp i 1,5 ganger referansevinden. Dette inntreffer når avstanden mellom bygningene er lik eller mindre enn bygningshøyden og lengden på forskyvningen av bygningen bak er lik eller større enn bygningshøyden. (Testet ut med bygningshøyder mellom 15 m og 35 m. Gandemer 1976.)

### 4. Korridoreffekt

I langstakte gater mellom parallelle bygningsrekker, kan det skapes vindkorridorer med kraftig vindøkning. Virkningen oppstår spesielt når korridorens bredde er mindre enn det dobbelte av bygningenes høyde. Dersom det finnes åpninger i bygningsrekken som er større enn korridorbredden styres vindkorridorstrømmen til siden og ut. (Testet ut med bygningshøyder lik og over 6 m.) (Mattsson 1980)

### 5. Vinkeleffekt

Vinkeleffekten blir påtagelig på høye (frittliggende), tårnlignende bygninger som får vinden direkte mot en veggflate. De parallelle hjørnene og gesims på loside,

får en forsterket vindbelastning som øker med bygningshøyden etter følgende verdier: 1,2 ganger ved 15 m, 1,5 ganger ved 35 m og 2,2 ganger ved 100 m. Når høye like bygninger står ved siden av hverandre med avstand mellom 1 og 2 ganger bygningsdybden, vil forsterket hjørnevind virke sammen til en sterk jetstrøm mellom bygningene. (Gandemer 1976, Dubinski 1980)

### 6. Interferenseffekt med sterk virveldannelse

Vindens virkning i bygningsgrupper er spesielt kraftig når vi har høye bygninger som rager opp over omgivende bebyggelse. Losiden på et høybygg har en vindstrøm nedover (losidevirvel/losiderotor) som kan komme opp i stor hastighet nær bakken (1,5 ganger referansevinden). Spesielt problematisk blir det når en mindre bygning er orientert parallellt med høybygget på losiden. Med vind vertikalt på bygningene blander losiderotoren fra høybygget seg med lesidevirvelen fra den lavere bygningen. Vindøkningen blir spesielt stor når avstanden mellom bygningene er omtrent lik den høye bygningens høyde. Ved bygningshøyder på 10 til 15 m kan overhastighetsfaktoren komme opp i 1,5 og ved 45 til 100 m opp i 2,2. (Oke 1978)

## Byggeskikk

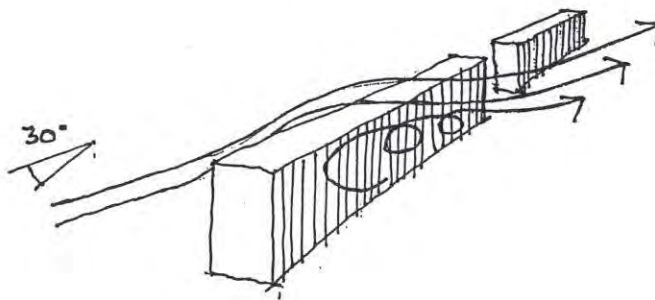
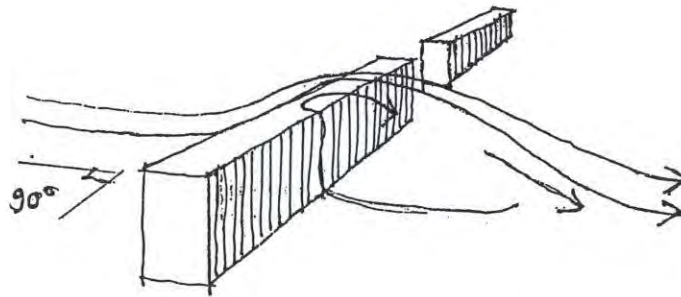
Fylkeskonservatoren i Møre og Romsdal fylke har etter stormen, januar 1992, fått registrert over 600 eldre bygninger, som har bevaringsverdi og som fikk skader under stormen. Dette er i det vesentlige bygninger fra før 1920.

Det som er gjennomgående i disse skaderegistreringene, er at skadene i de ytterste, flatere strøkene, eksempelvis skader på naust, er små skader, mens områder der bebyggelsen ligger ved smal strandlinje og høye fjell, har store skader. Det er særlig i fjordbunnstrekninger som ligger åpent mot hav at skadene er spesielt store. Fylkeskonservatorens materiale samsvarer her med det som ble oppsummert under DNMI/NLH's befaring i Fræna kommune, februar 1993.

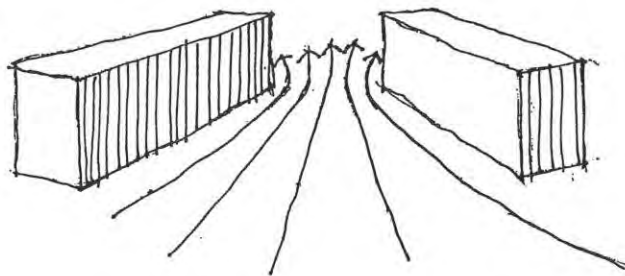
De eldre bygningene, både uthus og våningshus, har i ytre kystrøk langs Nordvestlandet hatt en relativt konsekvent orientering med gavlvegg mot sørvest og med tett kledning uten vinduer i disse veggene. De bygningene som står igjen av denne typen og som er i bruk, har hatt lite skader under storm. De vitner om at klimatilpassing i bygningsform og plassering og i materialvalg og vedlikehold, er en mer selvsagt ting her ytterst ute enn det er i strøk lenger inne i fjordarmer og dalstrøk.

De skadene som er kommet på naust i yttersonene, synes i hovedsak å skyldes sterk sjø med ekstremt høye





5. BARRIERE EFFEKT



6. TRAKT EFFEKT



bølger. Det finnes også eksempel på relativt nybygget naustområde i en fjordarm som har fått totalskade under stormen, mens gammel naustbebyggelse, med en lunere beliggenhet, er blitt stående uskadd.

Erfaringene fra stormens ødeleggelser er ikke entydige mht. byggeskikk. Det vil sannsynligvis være problematisk nå ett år etter stormen, å finne dokumentasjon som er dekkende på årsak til skader i eldre bebyggelse som har stått uskadd gjennom tidligere stormer. En tenkelig årsak er senere års endringer i bruk av eldre bygninger. Flere hus er de siste 20 år blitt stående ubrukt som følge av blant annet reduksjoner eller endringer i landbruksdriften. Bygningene er blitt stående tomme uten innhold som bidrar til stabilitet i tyngde, og de er dårligere vedlikeholdt enn tidligere, gitt av endret materialbruk og forhold til ressursknapphet.

Konklusjoner på betydningen av lokal tilpassing til klima i byggeskikk, blir bare mulig å gjøre i form av refleksjoner uten spesifikk eller representativ dokumentasjon i øyeblikket.

- Det finnes tradisjonell bebyggelse langs den norske vestkysten som i beliggenhet og i form viser stor kjennskap til stedlige natur- og klimabetingelser. Den spesielle kunnskap i klimatilpassing som finnes i denne bebyggelsen, er bare delvis registrert og dokumentert. Hovedgrunnen til denne mangelen kan være at fagpersoner som ivaretar vår byggede kulturarv, ikke har tilstrekkelig kjennskap til nyanseene i lokalklima- og bygningsfysiske løsninger i forhold til klima

(Børve 1992).

Der den tradisjonelle bebyggelsen ligger sterkt utsatt til, men med muligheter for å få skjerming av lokal variert topografi, finner vi bygninger som er bygget tett inntil knauser og fjellskår, men med en åpen bygningsform med høye fasader og rik utsmykning. Bygningene har en effektiv demping av topografi, men fortsatt er værslagpåkjenningen såpass stor at man konstruktivt har gjennomført ekstraordinære tiltak som gir tett ytterkledning med stor luftespalte bak. Bebyggelsen i Skudesneshavn er representativ for en slik tilpassing. Det finnes liknende eksempler langs hele kysten.

- Der bebyggelsen ligger utsatt til for vind- og slagregnsplåkjenning i åpen flatt landskap (på grunn av behovet for nærhet til sjø eller beite), er bygningene lagt ofte i rekker med laveste og smaleste vegglinn mot fremherskende vindretninger. Dette gjelder både bolighus, uthus og naust. Begrenset tilgang på byggematerialer og behovet for å redusere ved-

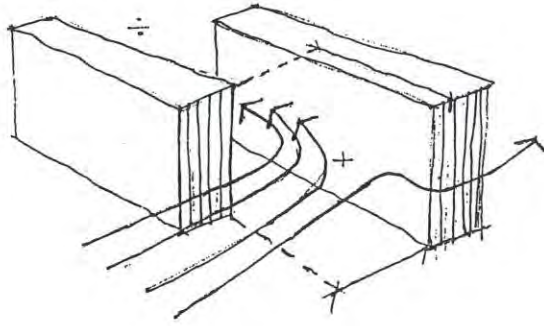
likeholdsutgifter har antageligvis vært hovedårsaken til den spesielle klimatilpassingen som vi finner i denne bebyggelsen. Jærhusbebyggelsen ved Klepp i Rogaland (Børve 1992) og langhusbebyggelsen på Skotten, Hustad i Møre og Romsdal (Schistad 1975), er representative for en slik tilpassing til klimaet.

- Det finnes områder innover i fjordarmer langs kysten hvor det kunne ligget bebyggelse i tilknytning til dyrkingsarealer eller fiske, men hvor det aldri opprinnelig har vært bosetning. Klimanalyser viser at en del av disse områdene er sterkt utsatt for kastevinder. Det er blitt bygget i slike soner i senere år, på tross av lokalbefolkningens fraråding, og det er også registrert totalskader etter stormen i soner som dette. (Harstveit 1993)

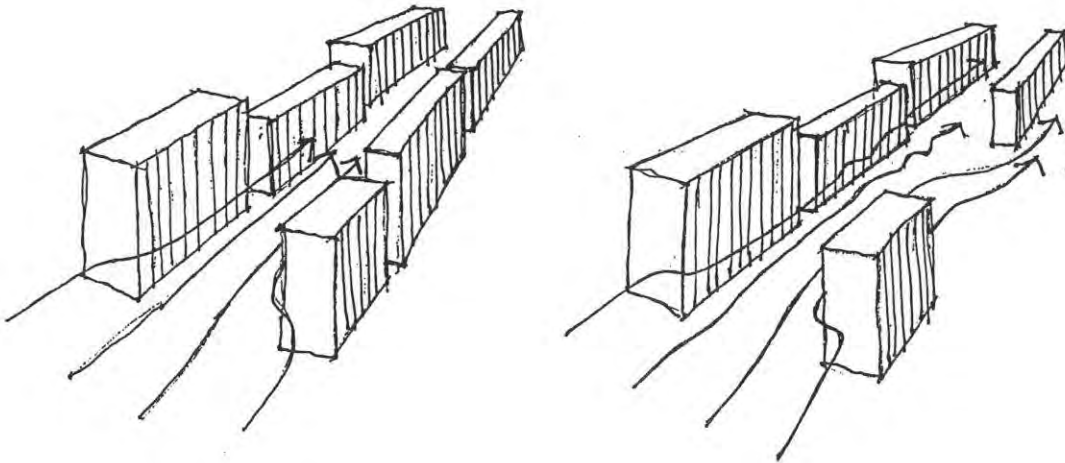
## Referanser

- Børve, A. B. Hus og husgrupper i klimautsatt kalde strøk. Utforming og virkemåte. AHO Skrift IV, 1987
- Børve, A. B. Prosjektrapport i NTNf. Eksperimentering i klimautsatt kystlandskap. 1992
- Pubinski, K. Vindklimatiske studier vid planering av bostadsområden, Statens råd för byggnadsforskning, Rapport i R 89 1980
- Gamdomer, J. Incomfort du au vent aux abords des bâtiments: Concepts aérodynamiques. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, CSID, No. 170/1384. Paris
- Harstvedt, K. Utkast til befaringsrapport fra Fræna 21.01, 22.01.93. DNMI 1993
- Jensen, M & Frank, N. Model-scale tests in turbulent wind. The Danish Technical Press. Copenhagen 1963
- Mattson, J. O. og Åkerman, J. Energiförlusten genom vind. Byggforskningsrådet R 176: 1980
- Oke, I.R. Boundary Layer Climates. Mehuen & Co. Ltd. London 1978

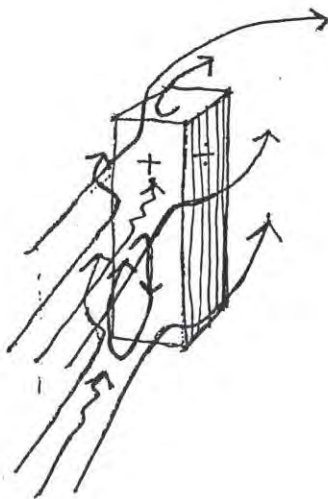




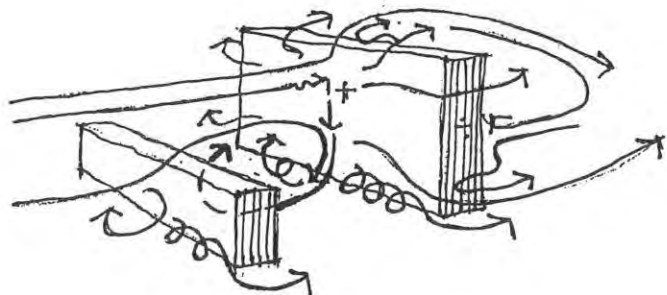
7. UTJEVNINGSEFFEKT



8. KORRIDOREFFEKT



9. VINKELEFFEKT



10. INTERFERENS EFFEKT



# Vedlegg E

## ***Liste over registrerte skader per poststed***

(180 poststeder sortert etter antall registrerte skader. Totalt antall poststeder i skaderegisteret: 543)

Merk: Skaderegisteret inneholder i alt 17 008 registreringer, anslagsvis 1/3 av totalantallet.



POSTR.QEF (POST.DBF, SPOST.DBF)

	POST.POST	NAVN	KOMKOD	KOMNAVN	ANT	PST
1	6500	KRISTIANSUND N	1503	KRISTIANSUND	778	4.6
2	6150	ØRSTA	1520	ØRSTA	375	2.2
3	6400	MOLDE	1502	MOLDE	340	2.0
4	6770	NORDFJORDEID	1443	EID	263	1.6
5	6065	ULSTEINVIK	1516	ULSTEIN	228	1.4
6	7600	LEVANGER	1719	LEVANGER	223	1.3
7	7650	VERDAL	1721	VERDAL	207	1.2
8	6100	VOLDA	1519	VOLDA	201	1.2
9	6650	SURNADAL	1566	SURNADAL	184	1.1
10	7633	FROSTA	1717	FROSTA	177	1.0
11	6523	FREI	1556	FREI	176	1.0
12	6265	VATNE	1534	HARAM	175	1.0
13	6444	FARSTAD	1548	FRÆNA	165	1.0
14	6030	LANGEVÅG	1531	SULA	164	1.0
15	6570	EDØY	1573	SMØLA	162	1.0
16	6430	BUD	1548	FRÆNA	162	1.0
17	6270	BRATTVÅG	1534	HARAM	159	0.9
18	6690	AURE	1569	AURE	157	0.9
19	7800	NAMSOS	1703	NAMSOS	152	0.9
20	6410	MIDSUND	1545	MIDSUND	149	0.9
21	6533	KÅRVÅG	1554	AVERØY	148	0.9
22	6490	EIDE	1551	EIDE	145	0.9
23	6560	LANGØYNESET	1554	AVERØY	141	0.8
24	7500	STJØRDAL	1714	STJØRDAL	138	0.8
25	6040	VIGRA	1532	GISKE	135	0.8
26	6680	HALSANAUSTAN	1571	HALSA	129	0.8
27	6420	AUKRA	1547	AUKRA	128	0.8
28	6460	EIDSVÅG I ROMSDAL	1543	NESSET	127	0.8
29	6260	SKODJE	1529	SKODJE	122	0.7
30	6740	SELJE	1441	SELJE	121	0.7
31	6520	RENSVIK	1556	FREI	120	0.7
32	6630	TINGVOLL	1560	TINGVOLL	118	0.7
33	6440	ELNESVÅGEN	1548	FRÆNA	116	0.7
34	6060	HAREID	1517	HAREID	116	0.7
35	6130	ROVDE	1511	VANYLVEN	115	0.7
36	6390	VESTNES	1535	VESTNES	113	0.7
37	7510	SKATVAL	1714	STJØRDAL	112	0.7
38	6710	RAUDEBERG	1439	VÅGSØY	109	0.6
39	6140	SYVDE	1511	VANYLVEN	108	0.6
40	6683	VÅGLAND	1571	HALSA	103	0.6
41	6532	BÅDALEN	1554	AVERØY	102	0.6
42	6453	KLEIVE	1502	MOLDE	98	0.6
43	6456	SKÅLA	1502	MOLDE	97	0.6
44	6631	BATNFJORDSØRA	1557	GJEMNES	94	0.6
45	6580	VESTSMØLA	1573	SMØLA	93	0.6
46	7100	RISSA	1624	RISSA	90	0.5
47	6077	GJERDSVIKA	1514	SANDE	85	0.5
48	6293	LONGVA	1534	HARAM	84	0.5
49	6900	FLORØ	1401	FLORA	80	0.5
50	6674	KVISVIK	1560	TINGVOLL	80	0.5
51	6550	BREMSNES	1554	AVERØY	79	0.5
52	6393	TOMREFJORD	1535	VESTNES	79	0.5
53	6598	FOLDFJORDEN	1569	AURE	76	0.5
54	6530	BRUHAGEN	1554	AVERØY	76	0.5
55	6860	SANDANE	1445	GLOPPEN	75	0.4
56	6633	GJEMNES	1557	GJEMNES	75	0.4
57	6290	HARAMSØY	1534	HARAM	74	0.4
58	6272	HILDRE	1534	HARAM	73	0.4
59	6017	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	73	0.4
60	7270	DYRVIK	1620	FRØYA	72	0.4
61	6750	STADLANDET	1441	SELJE	72	0.4
62	6577	NORDSMØLA	1573	SMØLA	72	0.4
63	6660	BÆVERFJORD	1566	SURNADAL	71	0.4
64	6082	GURSKEN	1514	SANDE	71	0.4
65	6670	ØYDEGARD	1560	TINGVOLL	70	0.4
66	6120	FOLKESTADBYGD	1519	VOLDA	70	0.4
67	6050	VALDERØY	1532	GISKE	70	0.4
68	6006	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	70	0.4
69	7863	OVERHALLA	1744	OVERHALLA	69	0.4
70	6364	VISTDAL	1543	NESSET	69	0.4
71	6940	EIKEFJORD	1401	FLORA	67	0.4
72	6443	TORNES I ROMSDAL	1548	FRÆNA	66	0.4
73	7130	BREKSTAD	1621	ØRLAND	65	0.4
74	6433	HUSTAD	1548	FRÆNA	65	0.4
75	7620	SKOBN	1719	LEVANGER	63	0.4
76	6493	LYNGSTAD	1551	EIDE	62	0.4
77	6546	STEINSGRENDA	1554	AVERØY	61	0.4
78	6230	SYKKYLVEN	1528	SYKKYLVEN	61	0.4
79	6200	STRANDA	1525	STRANDA	61	0.4
80	6880	STRYN	1449	STRYN	60	0.4
81	6218	HELLESYLT	1525	STRANDA	60	0.4
82	7612	YTTERØY	1719	LEVANGER	59	0.3
83	7860	SKAGE I NAMDALEN	1744	OVERHALLA	58	0.3
84	6748	FLATRAKET	1441	SELJE	58	0.3
85	6540	KVERNES	1554	AVERØY	58	0.3
86	6427	HARØY	1546	SANDØY	58	0.3
87	6294	FJØRTOFT	1534	HARAM	58	0.3
88	6408	AURESEN	1548	FRÆNA	57	0.3
89	7266	KVERVA	1620	FRØYA	56	0.3
90	7105	STADSBYGD	1624	RISSA	56	0.3




POSTR.QEF (POST.DBF, SPOST.DBF)

POST.	POST	NAVN	KOMKOD	KOMNAVN	ANT	PST
91	6250	STORDAL	1526	STORDAL	56	0.3
92	7113	HUSBYSJØEN	1624	RISSA	55	0.3
93	6767	STÅRHEIM	1443	EID	55	0.3
94	6196	NORANGSFJORDEN	1520	ØRSTA	55	0.3
95	6450	HJELSET	1502	MOLDE	54	0.3
96	6755	YTRE STADLANDET	1441	SELJE	52	0.3
97	6240	SJØHOLT	1523	ØRSKOG	52	0.3
98	6215	EIDSDAL	1524	NORDDAL	52	0.3
99	6002	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	52	0.3
100	7630	ÅSEN	1719	LEVANGER	51	0.3
101	7136	LENSVIK	1622	AGDENES	51	0.3
102	6057	ELLINGSØY	1504	ÅLESUND	51	0.3
103	6013	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	51	0.3
104	6010	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	51	0.3
105	6005	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	51	0.3
106	6800	FØRDE	1432	FØRDE	50	0.3
107	6686	VALSØYBOTN	1571	HALSA	50	0.3
108	6445	MALMEFJORDEN	1548	FRÆNA	50	0.3
109	6012	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	50	0.3
110	6016	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	49	0.3
111	6870	OLDEN	1449	STRYN	47	0.3
112	6590	TØMMERVÅG	1572	TUSTNA	47	0.3
113	6790	HORNINDAL	1444	HORNINDAL	46	0.3
114	6760	BRYGGJA	1439	VÅGSØY	46	0.3
115	6700	MÅLØY	1439	VÅGSØY	46	0.3
116	6698	LESUND	1569	AURE	46	0.3
117	6144	SYLTE	1511	VANYLVEN	46	0.3
118	6687	VALSØYFJORD	1571	HALSA	45	0.3
119	6280	SØVIK	1534	HARAM	45	0.3
120	6090	FOSNAVÅG	1515	HERØY	45	0.3
121	6007	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	45	0.3
122	7864	SKOGMO	1744	OVERHALLA	44	0.3
123	7160	BJUGN	1627	BJUGN	44	0.3
124	6264	TENNFIJORD	1534	HARAM	44	0.3
125	7273	NORDDYRØY	1620	FRØYA	42	0.2
126	6110	AUSTEFJORDEN	1519	VOLDA	42	0.2
127	6003	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	42	0.2
128	6089	SANDSHAMN	1514	SANDE	40	0.2
129	7624	EKNE	1719	LEVANGER	39	0.2
130	6098	NERLANDSØY	1515	HERØY	39	0.2
131	6084	LARSNES	1514	SANDE	39	0.2
132	6009	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	38	0.2
133	7268	TITRAN	1620	FRØYA	37	0.2
134	6600	SUNNDALSØRA	1563	SUNNDAL	37	0.2
135	6008	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	37	0.2
136	6878	LOEN	1449	STRYN	36	0.2
137	6418	SEKKEN	1502	MOLDE	36	0.2
138	6300	ÅNDALSNES	1539	RAUMA	36	0.2
139	7632	ÅSENFJORD	1719	LEVANGER	35	0.2
140	7165	OKSVOLL	1627	BJUGN	35	0.2
141	6620	ÅLVUNDEID	1563	SUNNDAL	35	0.2
142	6592	LEIRA PÅ NORDMØRE	1572	TUSTNA	35	0.2
143	6494	VEVANG	1551	EIDE	35	0.2
144	6428	MYKLEBOST	1546	SANDØY	35	0.2
145	6292	KJERSTAD	1534	HARAM	35	0.2
146	6015	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	35	0.2
147	7263	HAMARVIK	1620	FRØYA	34	0.2
148	6143	FISKÅBYGD	1511	VANYLVEN	34	0.2
149	6072	HADDAL	1516	ULSTEIN	34	0.2
150	7850	FOSSLANDSØSEN	1703	NAMSOS	33	0.2
151	7670	SAKSHAUG	1729	INDERØY	33	0.2
152	7520	HEGRA	1714	STJØRDAL	33	0.2
153	6766	KJØLSDALEN	1443	EID	33	0.2
154	6384	VIKEBUKT	1535	VESTNES	33	0.2
155	6087	KVAMSØY	1514	SANDE	33	0.2
156	6018	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	32	0.2
157	7137	MØLNBUKT	1622	AGDENES	31	0.2
158	6092	EGGESBØNES	1515	HERØY	31	0.2
159	6019	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	31	0.2
160	6976	KVAMMEN	1428	ASKVOLL	29	0.2
161	6180	SÆBØ	1520	ØRSTA	29	0.2
162	7140	OPPHAUG	1621	ØRLAND	28	0.2
163	6943	NAUSTDAL	1433	NAUSTDAL	28	0.2
164	6037	EIDSNES	1531	SULA	28	0.2
165	6452	RØBEKK	1502	MOLDE	27	0.2
166	6395	REKDAL	1535	VESTNES	27	0.2
167	6014	ÅLESUND	1504	ÅLESUND	27	0.2
168	7820	SPILLUM	1703	NAMSOS	26	0.2
169	7810	ALHUSSTRAND	1703	NAMSOS	26	0.2
170	6950	STAVANG	1401	FLORA	26	0.2
171	6718	DEKNEPOLLEN	1439	VÅGSØY	26	0.2
172	5940	LEIRVIK I SOGN	1413	HYLLESTAD	26	0.2
173	7560	VIKHAMAR	1663	MALVIK	25	0.1
174	7530	MERÅKER	1711	MERÅKER	25	0.1
175	6639	TORVIKBUKT	1557	GJEMNES	25	0.1
176	6810	DALE I SUNNFJORD	1429	FJALER	24	0.1
177	6696	KJØRSVIKBUGEN	1569	AURE	24	0.1
178	6552	SVEGGESUNDET	1554	AVERØY	23	0.1
179	6417	BOLSØYA	1502	MOLDE	23	0.1
180	6220	STRAUMGJERDE	1528	SYKKYLVEN	23	0.1



# REGISTRERINGSSKJEMA - ORKANSKADER

SLIK: 

### 1. Skadenr.:

Postnummer

00	00	00	00
01	01	01	01
02	02	02	02
03	03	03	03
04	04	04	04
05	05	05	05
06	06	06	06
07	07	07	07
08	08	08	08
09	09	09	09

Takstmanns nr.

00	00	00
01	01	01
02	02	02
03	03	03
04	04	04
05	05	05
06	06	06
07	07	07
08	08	08
09	09	09

Løpenr.

00	00	00
01	01	01
02	02	02
03	03	03
04	04	04
05	05	05
06	06	06
07	07	07
08	08	08
09	09	09

### 2. Byggeår:

(eller ombyggingsår  
for skadet bygningsdel)

- Før 1949
- 1949 - 1969
- 1970 - 1979
- 1980 - 1985
- etter 1985

### 3. Kategori:

- BOLIG       DRIFTSBYGNING
- KONTOR/  
FORRETNINGSBYGG       FRITIDSBOLIG
- SKOLER/FORSAML  
HUS/KIRKER O.L.       VEKSTHUS
- INDUSTRI/LAGER       ANNEN  
(garasjer/naust etc.)

### 4. Skadeomfang:

- kr. 5,000 - 20,000
- kr. 20,000 - 50,000
- kr. 50,000 - 200,000
- kr. 200,000 - 1,000,000
- over kr. 1,000,000

### 5. Skadet bygningsdel:

- A) YTTERTAK
- Takstein betong
  - Takstein tegl
  - Takstein skifer
  - Papp/folie tekking mekanisk fest.
  - Papp/folie tekking kun limt
  - Metalltekking
  - Annen tekking (torv/spon/plank/mm.)
  - Lekter
- B) UNDERTAK (taktro - sutak)
- C) PIPE
- D) SKILT/VENT. HETTER M.M.
- E) YTTERVEGG
- Metallkledning
  - Trekledning
  - Annen kledning
  - Vindu/dør
- F) HOVEDKONSTRUKSJON
- (Tre       Stål       Betong  )
- Takkonstruksjon (takstoler/sperrer/åser)
  - Vegger
  - Etasjeskiller
  - Forankring til fundament/grunnmur

6. Totalskade? JA

7. Dårlig vedlikehold? JA

8. Treffskade? JA

9. Svak konstruksjon? JA

10. Dato/Sign. \_\_\_\_\_



# Vedlegg F

F1 Brev fra BE av 24.02.92 til de lokale bygningmyndighetene i Sogn og Fjordane

F2 Brev fra BE av 21.04.92 til de lokale bygningsmyndighetene i Sogn og Fjordane,  
Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag





STATENS  
BYGNINGSTEKNISKE  
ETAT

Til de lokale bygningsmyndigheter i  
Sogn og Fjordane v  
Møre og Romsdal v  
Sør-Trøndelag v  
Nord-Trøndelag v

Deres referanse

Vår referanse (Bes oppgitt ved svar)

Vår dato

92-0271-U MB/EP

24.02.1992

**ORKANSKADER PÅ NORD-VESTLANDET OG TRØNDELAG**

Vi vil med dette å gi en foreløpig orientering om vårt arbeide med bl.a. tiltak mot vindskader på bygg og gi noen anbefalinger til de lokale bygningsmyndighetene.

Generelt

Orkanen den 1. januar 1992 i Nordvestlandet og Trøndelag har forårsaket svært store materielle skader på bygninger (foreløpig anslag er over 500 mill. kr.).

For bare to år siden forårsaket orkan på Vestlandet bygningsskader på ca 200 mill. kr.

Det synes som om bare tilfældigheter hindret at mennesker ble skadet eller drept. Det rapporteres om mange "flygende" bygningsdeler som forårsaket skader på andre bygninger, men heldigvis ikke på mennesker. En del bygninger (spesielt landbruksbygg) er totalskadet.

Samarbeidsprosjekt

Det er inngått et formelt samarbeid mellom Norges Byggeforskningsinstitutt, Norges Byggstandardiseringsråd, Norges Landbrukshøyskole ved Inst. for tekniske fag og Statens bygningstekniske etat, med sikte på å forebygge denne type stormskader i fremtiden. Prosjektet vil også bidra til nødvendige strakstiltak i form av veiledning ved gjenoppbygging av reparasjonsarbeider.

Prosjektet skal kartlegge og beskrive skader på byggverk, beskrive vindlaster på grunnlag av observerte verdier, analysere årsaker til skader, vurdere behov for endringer eller tillegg til eksisterende regelverk, standarder og anvisninger for prosjektering og utførelse av byggverk.

Anvisninger for gjenoppbygging vil bli prioritert. Det utarbeides en omfattende rapport om byggskader.



Prosjektet omfatter strakstiltak for innhenting av opplysninger og bistand for å sikre skadd byggverk og ved gjenoppbygging, og mer langsiktige tiltak for å gi dimensjoneringsverktøy og løsninger for å forebygge skader og sikre god byggeskikk ved fremtidig bebyggelse.

Det vil bli gjort opp en foreløpig status for prosjektarbeidet på Orkankonferansen i Kristiansund den 4. og 5. mars.

#### Skadebilde (foreløpige konklusjoner)

Av totalskadede bygninger var det flest landbruksbygg. Mange garasjer, naust m.v. ble også tatt av orkanen.

Mange boliger, industribygg m.v. hadde fått ødelagt deler av takkonstruksjonene, dog er de mest utbredte skader på sekundære og tertiære konstruksjoner (takbelegg, beslag, fasadeplater m.v.).

Skader på takbelegg førte ofte til store følgeskader (vannskader inne i bygningen).

Den overveiende del av registrerte skader synes å skyldes utilfredsstillende dimensjonering, utførelse og uheldige løsninger og materialbruk og mangelfulle monteringsanvisninger.

I forbindelse med en foreløpig registrering av skadene på bygningers bæresystem, er det sendt et skaderapporterings skjema til alle kommuner i Møre og Romsdal.

#### Bygningsmyndigheter

Vi er opptatt av de lokale bygningsmyndighetenes rolle og hvordan disse kan bidra til å forebygge denne type naturskader. Med bakgrunn i undersøkelsene vi har foretatt, vil vi komme med følgende råd:

1. Be om dokumentasjon på at det er tatt hensyn til vindkrefter (vindsug kan være på flere hundre kg/m<sup>2</sup> på deler av takflaten), jf. Byggeforskrift 1987 kap. 14:11-:13 og 51:2.  
OBS! Dette gjelder også driftsbygninger i landbruket som meldes etter Pbl § 81, jf. Byggeforskrift 1987 kap. 14:5.

Det bør kreves fremlagt følgende dokumentasjon:

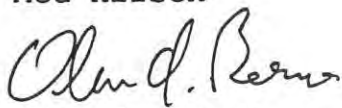
- Forutsatte vindlaster etter NS 3479 (eventuell økning av disse laster p.g.a. lokale topografiske forhold).
- Forutsatte formfaktorer etter NS 3479.




- Dimensjonering for vindlast.
  - Beskrivelse av tiltakene for å ta opp vindlasten.
2. Ved stikkprøver sjekke om utførelsen er i samsvar med de statiske beregningene og konstruksjonstegningene.
  3. Ved den lovpålagte ferdigbefaring bør den synlige vindforankring/- avstivning kontrolleres hvis ikke dette er gjort tidligere (se pkt. 2).
  4. Gode praktiske råd finnes i Byggdetaljbladene fra BYGGFORSK og brosjyren "Sikring av bygg mot storm- og vindskader" utgitt av Norsk Naturskadepool.

Dette er noen generelle foreløpige råd - mer detaljerte råd/anvisninger vil bli gitt i nær fremtid.

Med hilsen

  
Olav Ø. Berge

  
Michael Blümlein





STATENS  
BYGNINGSTEKNISKE  
ETAT

Til bygningsrådene i  
Sogn- og Fjordane  
Møre og Romsdal  
Sør-Trøndelag  
Nord-Trøndelag

Deres referanse

Vår referanse (Bes oppgitt ved svar)

Vår dato

92-0713-U MB/EP

21.04.1992

ORKANSKADER PÅ NORD-VESTLANDET OG TRØNDELAG

Vi viser til vårt brev av 24.2.92 hvor vi ga en foreløpig orientering om bl.a. tiltak mot vindskader på bygg og hvor vi kom med noen anbefalinger til dere.

Samarbeidsprosjektet mellom Norges Byggforskningsinstitutt (NBI), Norges Byggstandardiseringsråd (NBR), Norges Landbrukshøyskole (NLH) og Statens bygningstekniske etat (BE) er på gang, dog med noe redusert tempo p.g.a. problemer med finansieringen. De siste forlydender tyder på at dette nå går i orden.

I det følgende vil vi gi en kort orientering, som kan være nyttig i det videre arbeidet:

Byggemelding/melding ved skadede eller totalskadede bygninger?

I følgende tilfeller må det sendes inn byggemelding/melding:

1. Bygning som er totalskadet eller såpass skadet at hele bygningen i det vesentlige blir fornyet, jf. Pbl § 87 nr. 2a). Det vil si at reparasjonene etter bygningsrådets skjønn overskrider 50% av teknisk verdi etter at arbeidene er utført.

Byggeforskriften kommer i dette tilfelle i sin helhet til anvendelse.

2. Reparasjon av bygning som etter bygningsrådets skjønn medfører at enkelte deler i det vesentlige vil bli fornyet, jf. Pbl § 87 nr. 2 b).

Byggeforskriften kommer til anvendelse for denne delen som blir fornyet.



### Byggesakens dokumentasjon

Etter Byggeforskrift 1987 kap. 14:11 skal søknaden dokumentere at byggeforskriftens krav er oppfylt.

Dette betyr bl.a. at statiske beregninger og konstruksjonstegninger som viser hvordan de opptredende krefter skal opptas, må innsendes. Dette gjelder dog ikke garasjer, naust, boliger m.v. som bygges på tradisjonelt vis i bindingsverk og med prefabrikerte takstoler. Visuell kontroll av bæresystemet bør i disse tilfellene være tilstrekkelig.

P.g.a de omfattende skader på driftsbygninger (Melding etter Pbl § 81) bør det kreves statiske beregninger og konstruksjonstegninger for disse, hvis ikke av Fylkeslandbrukskontoret forhåndsgodkjente tegninger legges til grunn for utførelsen. Hjemmel for kravet er Byggeforskrift 1987 kap. 14:5.

### Kontroll av dokumentasjonen

Bygningsrådets kontrollplikt (Pbl § 95 nr. 2) gjelder også statiske beregninger og konstruksjonstegninger.

Bruk av sakkyndig bistand kan med samtykke av byggherren, gjøres for dennes regning (Pbl § 109). Denne muligheten bør brukes av kommuner som ikke selv har kvalifiserte folk til denne kontrolloppgaven. For flertallet av landets kommuner er forannevnte bistand påkrevet for bygninger/konstruksjoner/anlegg i bruddkonsekvensklasse 3, kfr. Byggeforskrift 1987 kap. 51:1.

### Byggeplasskontroll

Ved lovrevisjonen i 1985 er det innført en kontrollrett, jf. Pbl § 97, mot den tidligere kontrollplikten. Meningen med lovrevisjonen var ikke å redusere omfanget av kontroller men tilpasse loven den dengang gjeldende praksis som bl.a. gikk ut på at mindre bygg ikke ble kontrollerte.

Det har dessverre vist seg at de fleste bygg ikke blir kontrollerte i byggeperioden.

Benytt gjerne hjemmelen i Pbl § 97 til å engasjere ekstern ekspertise for denne kontrollen hvis ikke dere selv har nødvendig kompetanse.

### Ferdigkontroll (brukstillatelse, ferdigattest)

Denne kontrollen er lovpålagt for arbeider som går inn under § 93, jf. § 99.

I forbindelse med denne befaringen, bør den synlige vindforankring kontrolleres, hvis ikke dette er blitt gjort før.

Hvis det er tvil om byggets stabilitet og forankring kan



det kreves nødvendig dokumentasjon (før ferdigattest utstedes).

### NS 3479 Prosjektering av bygningskonstruksjon Dimensjonerende laster

Denne standarden beskriver hvilke hastighetstrykk det skal legges til grunn ved dimensjonering av bygningskonstruksjoner. (Kap. 4.2.).

Kurve B, Fig. 9 er aktuelt for Nord-Vestlandet, dog må vindhastigheten for særlig utsatte steder, (f.eks. ytre kyststrøk) vurderes spesielt, jf. forklaring til kurve B i NS 3479.

Vi vil anbefale at det regnes med en vindhastighet på 45-55 m/sec 10 m over grunnivå. Ytre kyststrøk bør basere seg på 55 m/s.

Den dimensjonerende vindlast i bruddgrensetilstand får man ved å multiplisere vindhastighetstrykket (se Fig 9) med formfaktoren (pkt. 4.2.5.) og med lastfaktoren (pkt. 1.8.2. tabell 1).

Eksempel:

Vindsugkrefter langs takgesims på bygning i kyststrøk (ikke ytre kyststrøk) 10 m over grunnivå.

Vindhastighet=50 m/s → hastighetstrykk=1,6 kN/m<sup>2</sup> (Fig 9)  
Formfaktor: 2,0 (Fig 13)  
Lastfaktor: 1,6 (Tabell 1. Lastkombinasjon a)  
Vindsugkraft →  $1,6 \times 2,0 \times 1,6 = \frac{5,12 \text{ kN/m}^2}{= \frac{512 \text{ kp/m}^2}$

Den dimensjonerende vindsugkraften kan altså lokalt på takflaten være meget stor.

Topografiens betydning for vindkreftene bør ikke underverdes. Bak en kolle f.eks. kan de være meget store p.g.a. turbulens (vindkuler, kastevinder) og øket hastighetstrykk.

Med henvisning til ovenforstående, oppfordres de kommunale bygningsmyndigheter til å vurdere hvilke vindhastigheter bygningene skal dimensjoneres for i deres kommune. Lokale topografiske forhold og deres eventuelle betydning for vindkreftene bør vurderes spesielt.

### Detaljerte krav til vindforankring?

Vi er blitt kjent med at kommunen har utarbeidet egne krav til vindforankring/- avstivning som byggherren er pålagt å følge.

Det gjøres i denne forbindelse oppmerksom på at bygningsrådet ikke kan forlange en spesiell utførelsesmåte. Byggherren må stå fritt til å velge tekniske løsninger som er likeverdige og i samsvar med byggeforskriften.



Han må dog kunne dokumentere at den av ham valgte løsning er tilfredsstillende dvs. at kapasiteten er tilstrekkelig, (kfr. kap. om Dimensjonerende laster).

Litteratur som kan være nyttig i de kommunale bygningsmyndigheters arbeid med å forebygge vindskader:

./.  
NBI Byggdetaljblader, se vedlegg.

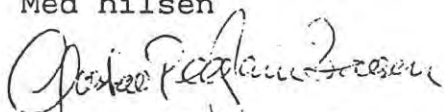
NBI Byggeanvisninger for diverse produkter (bl.a. avskrivningstag).

TPF informerer nr. 5 (1990) Mekanisk infesting av taktekking. (Kan bestilles hos NBI).

"Sikring av bygg mot storm- og vindskader" utgitt av Norsk Naturskadepool

Lykke til med forebyggelse av fremtidige stormskader.

Med hilsen



Gustav Piligrim Larsen (e.f.)



Michael Blümlein



# Vedlegg I

- I1** Eksempel på viktige detaljanvisninger for trehuskonstruksjoner
- I2** Gjennomgang med hensyn til anvisninger for driftsbygninger – erfaringer  
konklusjoner
- I3** Byggforskserien, byggdetaljblad som berører vindproblematikk



## 11. Eksempler på viktige detaljanvisninger for trehuskonstruksjoner

I de fleste tilfeller har den avblåste takkonstruksjonen bare hatt stikkspikret monteringspiker i forbindelsen til underliggende vegg. Som illustrert i figur 1 og 2 er kapasiteten til slike fester meget liten i forhold til f.eks. en båndstålforankring. Bruk av spesielle forankringsbeslag er ikke registrert i de skadetilfellene som er rapportert.

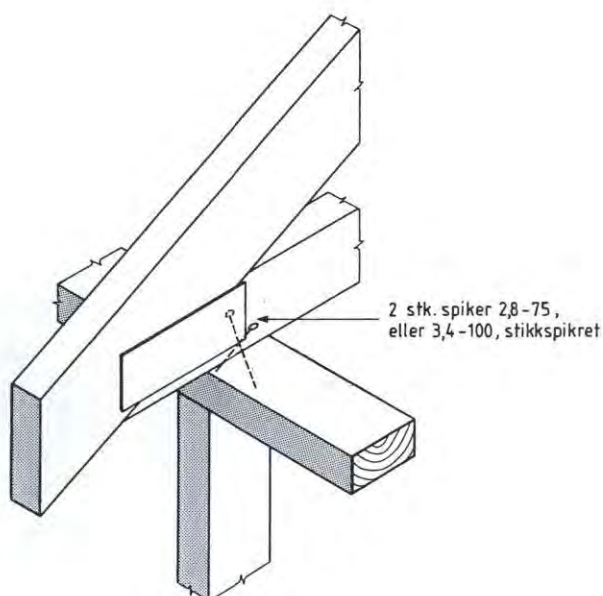


Fig. 1.  
Typisk feste av takstol med bare stikkspikring  
Dimensjonerende vertikal kapasitet er  
0,3 kN – 0,5 kN etter NS 3470

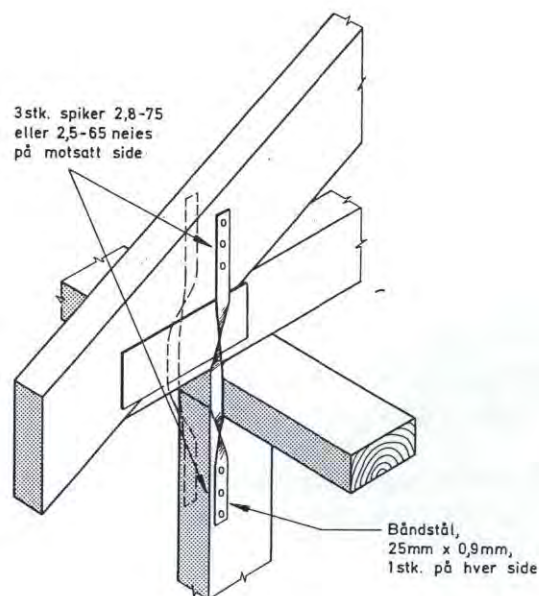


Fig. 2.  
Båndstålforankring som anbefalt i eksisterende anvisninger.  
Dimensjonerende vertikal kapasitet er  
8,5 kN etter NS 3470

Det kan anmerkes at en spikers kapasitet for tverrbelastning vanligvis er vesentlig større enn for aksialbelastning, forutsatt normal forankringsdybde. Derfor er detaljer basert på tverrbelastning av spiker langt å foretrekke. For øvrig kan det anmerkes at den beregningsmessige kapasitet for uttrekk av spiker etter NS 3470 er blitt redusert med ca. 40 % fra 1979 og til 1989 (siste revisjon).

Generelt er det lettere å gjøre monteringsfeil ved bruk av båndstål til forankring, fremfor bruk av spesielle forankringsbeslag som vist i figur 3.

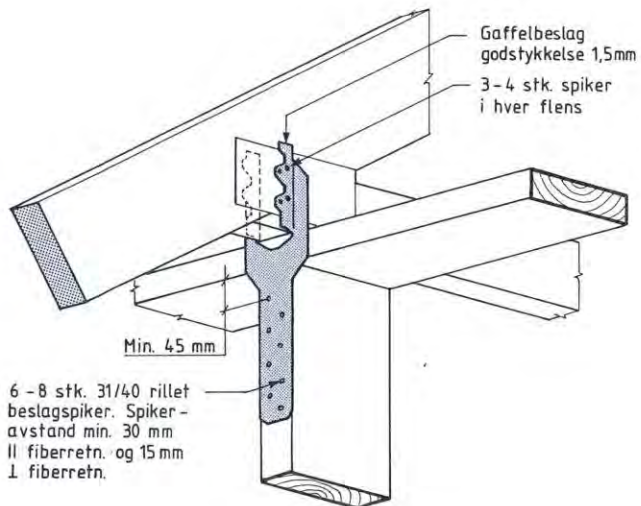


Fig. 3

Eksempel på forankringsbeslag.

Dimensjonerende vertikal kapasitet

5,6 kN – 7,5 kN.

Det er ikke registrert avblåsing av tak som er forankret på denne måten, men slike beslag er også relativt lite brukt.



## 12. Orkanskader på landbruksbygg Bygningstekniske erfaringer

Vedlegget er utarbeidet av  
Kjell Martin Sørby og Kai Werner Østreng ved  
Institutt for tekniske fag, NLH

### Sammendrag:

Delrapporten gir bygningstekniske erfaringsdata fra skader på landbruksbygg etter stormen januar 1992. Ved å vurdere disse i forhold til eksempler på tidligere og nåværende prosjekteringspraksis er det trukket en rekke konklusjoner for å bedre stormsikring av landbruksbygninger.

### Innledning

Institutt for tekniske fag har vært sterkt involvert i å samle erfaringer fra orkanen som herjet Nordvestlandet 1. januar 1992.

Kjell Martin Sørby har deltatt i Orkangruppen som ble oppnevnt av Statens bygningstekniske etat. I denne forbindelse er det foretatt flere befaringer i Møre og Romsdal, samt innhentet opplysninger fra planleggere, myndigheter, takstmenn m.fl.

Kai Werner Østreng har vært engasjert av instituttet til å foreta utarbeidelse av fagblader for stormsikring av driftsbygninger og har foretatt omfattende beregningsarbeider.

### 1. Generelt

Skaderegisteret viser overhyppighet av skader på landbruksbygninger (hovedkonstruksjon i tre), ved siden av garasjer, naust mm. i forhold til andre bygninger.

Dette har sammenheng med flere forhold:

Landbruksbygg er **lokalisert utenfor skjerm** og mer utsatt for topografisk ugunstig beliggenhet.

Driftsbygninger oppføres av **lette trekonstruksjoner** med lite bidrag fra stabiliserende egenlast.

Bygningene har **større avstand mellom tverrvegger/avstivinger** enn f.eks. bolighus og stiller derfor større krav til etablering av avstivende system.

**Detaljeringsgraden ved prosjektering** er begrenset. Mange landbruksbygg er prosjektert ut fra tegninger i målestokk 1:100. Disse er delvis supplert med standard byggdetaljer (typetegninger), men mange av disse er gamle.

(Typetegning for vindavstiving er ikke revidert siden 1963 og bygger på lavere vindlaster enn dagens situasjon tilsier.) Enkelte av de teknisk prosjekterende ved fylkeslandbrukskontorene har i tillegg utarbeidet egne standarddetaljer og prinsipper for vindavstiving og forankring, men kvaliteten på disse er noe varierende.

**Bygningskontroll.** Landbruksbygg var tidligere ikke underlagt den vanlige bygningskontroll, og det er få år siden byggeforskriftene ble gjort fullt gjeldende for driftsbygninger. De tekniske fylkesagronomer har ikke hatt plikt, muligheter eller ressurser til å drive vanlig bygningskontroll.

Privatfinansierte landbruksbygg som ikke ble prosjektert ved fylkeslandbrukskontorene kunne (de fleste steder) bygges uten noen form for byggeteknisk kontroll. Denne type bygninger utgjorde en liten del av den totale bygningsmasse, men ofte større bygninger.

Dette kan i noen tilfelle ha ført til at forankringsdetaljer og avstivinger har fått for liten oppmerksomhet.



**Redusert sikkerhetsnivå.** På grunn av begrenset skadekonsekvens/fare for person-skader er landbruksbygninger i mange år prosjektert med redusert sikkerhetsnivå (ca. 15%) for trekonstruksjoner. (I statlige byggebestemmelser "Landbrukets drifisbygninger, så langt det passer" ble denne muligheten for noen år siden redusert til å gjelde sekundære konstruksjoner.)

## 2. Skader på stabiliserende hovedsystem:

Byggets hovedavstiving skal overføre horisontale og vertikale resultanter fra vind ned til fundamenter, kjeller eller andre stabiliserende konstruksjoner.

Det skilles mellom byggets hovedavstiving og lokale forankringer.

### 2.1 Horisontalavstiving

#### 2.1.1 Systemer

De fleste **nyere driftsbygninger** har takstoler av tre, samt horisontal vindavstiving i himling eller takplan som overfører vindkreftene til gavl eller tverrvegger.

Horisontalavstiving sikres tradisjonelt med himling av rupanel eller skråband av tre eller stål.

Plansiloer og forsentraller utføres også med sperretak. Enkelte av disse er bygget med myke avstivinger i form av knekter eller innspenningsbeslag som gir bøyepåkjenninger på bærende stolper.

Eldre bygninger med **trerammer** (åpne takstoler) oppnår sidestivhet på tvers av byggets møneretning uten sekundære avstivingsystemer. Stolpehus har konstruksjoner av trykkimpregnert rundtømmer ført ned i bakken til fundament for å oppnå innspenning.

Disse er avløst av **stålrammer** med sekundære trekonstruksjoner i nyere bygg. Stål- og limtrerammer nyttes i overbygg på kjøreburlåver, forsentraller og enkelte redskapshus.

Enetasjes husdyrrom med veggelementer av betong er tildels utført med tretakstoler og avstivende himling.

#### 2.1.2 Skader og horisontalavstiving

##### 2.1.2.1 Avstivende himling/taktro av rupanel

Det er i hovedsak gode erfaringer med denne type horisontalavstiving.

Registrerte skader har sammenheng med taktro som er omtøkket fra torv eller spon. Nedfukting har gitt nedbryting av taktro og dårligere spikerfeste.

Det er registrert et skadetilfelle på høghus (2-etasjes bygg) med **avstivende etasjeskille** av rupanel. Dette bygget hadde overliggende trerammekonstruksjon (åpen takstol), muligens uten strekkband ved etasjeskillet. Etasjeskiller av rupanel får vindlast både fra overliggende og underliggende etasje, og derved større laster enn en himlings- eller takskive.

Dette tilsier forsiktighet ved bruk av horisontal-avstivende etasjeskiller i tre.

På grunn av krav til kjørelaster og brannsikring utføres de fleste etasjeskiller i betongkonstruksjoner i nyere større landbruksbygninger.

**Konklusjon:** Avstivende himlinger av rupanel kan benyttes, men det kan normalt ikke regnes med friksjon i fuger mellom bordene.

##### 2.1.2.2 Avstivende himling/taktro av plater

Det er gode erfaringer med slike løsninger.

**Konklusjon:** Skiver av plater gir større stivhet enn avstivende himling/taktro av rupanel og muliggjør større avstand mellom tverravstivinger.

Vindskiver av plater utføres som anvist i NBI-byggdetaljblad.

##### 2.1.2.3 Skråband av tre

Skråavstivere av tre (1½"x5" eller 2"x4") med *spikret innfesting* har gitt skjeve/deformerte bygg. Lastvekslinger fra vind har ført til uttrekking av stift.

Skråband av tre innfestet med bolter har fungert tilfredsstillende.

**Konklusjon:** Skråband av tre bør forankres med gjennomgående bolter eller treskruer. Slankheten bør ikke være større enn at både trykk og strekkspenninger kan opptas.

##### 2.1.2.4 Strekkband av stål

Avstivinger av bandjern har liten kapasitet og er utsatt for uttrekking av stift.

Krymping av treverk gir slakke stålavstivinger og kan medføre deformasjoner før strekkband aktiviseres.



**Konklusjon:** Skråband av type vindstrekkband eller ståltau fungerer ved innfesting med bolter (evt. treskruer) men bør ha strammeanordning, f.eks strekkfisk eller båndspanner, som etterstrammes etter uttørring av trematerialene i bygget.

#### 2.1.2.5 Stolpehus

Innspennt stolper er nyttet både i redskapshus og plansiloer. Erfaring fra orkanen viser at disse byggene er så myke at utbøyningene medfører skader og løsring av spikerslag.

**Konklusjon:** Ved fremtidig bygging av stolpehus må det kontrolleres at utbøyningene i bruksgrensetilstanden holdes på et akseptabelt nivå.

#### 2.1.2.6 Plansiloer

Mange av disse har åpen gavl og er bygget slik at bøyepåkjenninger må tas opp av vertikalbærende trestolper. Dette har gitt momentbrudd i innspenningspunktene ved overgang til skråstivere og knekter.

**Konklusjon:** Tradisjonelle løsninger bør erstattes av rammekonstruksjoner eller stive innspennt søyler av limtre, stål eller betong.

#### 2.1.2.7 Manglende horisontalavstivinger

I en rekke bygg er avstivende konstruksjoner kappet/fjernet ved ombygging eller ominnredning.

Det er også registrert bygg som manglet horisontalavstiving eller hadde mangelfull løsning for kraftoverføring til vertikalavstiving.

Det er overraskende at innfesting av rupanel og plateskiver til avstivende gavl/tverrvegger ikke har sviktet. (Stivhet i tverrvegger og skiver har muligens redusert utbøyningene i innfestingspunktene og dermed fare for uttrekk av stift)

**Konklusjon:** Brukerne bør informeres om farene ved å kappe konstruksjoner uten å konsultere fagkyndige. Det bør ikke medregnes skivevirkning i takplater som ikke kan dokumenteres. Skivevirkning i metallplater med feste i bølgetopp er klart begrenset.

#### 2.1.2.8 Forankringsbrudd i gavl

Mange skader skyldes utsuging av le side i gavlvegger. Dette skyldes normalt

- a) manglende forankring mellom underkant takstol og gavlkonstruksjonen, eller
- b) dårlig forankring av gavlkonstruksjonen til takflaten, spesielt ved gavlutstikk uten underkledning.

**Konklusjon:** Gavlkonstruksjonen må ikke skjøtes i uisolerte bygg uten himling, med mindre det legges inn skråstivere som kan overføre strekk- og trykkkrefter til stive felt i langvegger.

Innfesting av gavlstøtter. I uisolerte driftsbygninger er det vanlig å dele gavlen med kraftige vertikale gavlstøtter som føres opp til takskiven. Dette gir betydelige horisontalkrefter i innfestingspunkt.

**Konklusjon:** Innfesting av gavlstøtter med spikring vil normalt være for dårlig. Underkledning av raftutstikket har i en del tilfelle tatt opp deler av horisontalkraften og hindret utsuging av gavlstøtter.

#### 2.1.2.9 Materialbrudd i gavl

Vi er ikke kjent med materialbrudd i gavlstøtter, bare utbulinger/utbøyninger midt på gavl på grunn av dårlig avstiving i møneretning.

**Konklusjon:** Skråband må legges inn for å sikre at sug på gavl kan overføres til raft og videre til avstivinger i langvegger.

## 2.2 Vertikalavstiving

Vertikalavstiving overfører reaksjoner fra horisontalsystemet til fundament/grunnmur. Skråband av tre som er delvis innfelt i bindingsverket er den vanligste form for vertikalavstiving i landbrukets driftsbygninger.

Det fremgår klart at skråstivere i bindingsverk må gå over flere stenderfelt. Bratte skråstivere får store krefter og erfaring viser at disse fungerer dårlig.

Skråavstiving av bandjern har normalt for liten kapasitet, selv om de legges dobbelt eller 3 dobbelt. Strekkstag av flattstål/ståltau/vindstrekkband fungerer tilfredsstillende når innfestet med bolter eller treskruer. Det er fordelaktig om disse har et system for etterstramming.

Hjørneforankringer til stolper og fundament er ofte for svake til å overføre vertikale strekkkrefter fra hovedavstivingen.



## 2.3 Forankring til underliggende konstruksjoner

### 2.3.1 Svillforankringer

Skadene avslørte at forankringene ofte var plassert et godt stykke fra hjørnet med begrenset mulighet til å ta opp vertikalstrekk i hjørnene. Svillbolter synes litt for ofte dimensjonert ut fra de lokale forankringskreftene uten tanke på de store tilleggskreftene fra vertikale hovedavstivinger.

Båndstål er uegnet til å forankre hovedavstivinger. Det bør benyttes innstøpte stag, beslag, gjengehylser, ankerplater eller ekspansjonsbolter.

Se kapitlet for lokale forankringer for en vurdering av svillforankringer.

### 2.3.2 Løfting/forskyvning av fundament

Det fremgikk også at et stort antall eldre driftsbygninger i Møre og Romsdal manglet forankringer for oppløft og forskyvning fra fundament. Mindre bygninger som sto løst på røyser av naturstein fikk skader/forskyvninger. De fleste av de skadde bygningene hadde tidligere hatt tung tekking av torv, skifer eller stein, som i senere år var erstattet med metallplater. Reduksjon i egenlast er delvis ansvarlig for skadene.

**Konklusjon:** Ved omteking av bygninger med egenlastreduksjon må konsekvenser for stormsikring vurderes, og nødvendige tilleggsforankringer etableres.

Tilleggsforankring med fjellbolter eller med jordspyd kan sikre vertikalforankring, men ikke hindre sideforskyvninger.

### 2.3.3 Manglende forankring til underliggende konstruksjon

- a) I Møre og Romsdal fikk lette overbygg på underliggende tømmeretasje skader på grunn av manglende forankring i tømmerkonstruksjonene. Slike bygg som er omtekket med lett tekking får (som ovenfor) redusert stormsikring.

**Konklusjon:** Fremtidige informasjonsblad bør ta med forankring av slike bygninger

## 3. Svikt i lokale forankringer

### 3.1 Forankring av tak

Skader er oppstått både i de hardest belastede randsonene og inne på takflater.

#### 3.1.1. Løsriving av taktekking

Slike skader forekommer særlig ved metallplater spikret i bølgetopp. Aluminiumsplater er mer utsatt enn stålplater, med større vandring på grunn av 'langhåll' og mindre stivhet.

Takstmennene angir små skader på takstein, men mener at krav til innfesting i værharde strøk bør revideres.

#### 3.1.2 Løsriving av lekter

var en vanlig skadeform. Beregningskontroll med reviderte kapasiteter for uttrekk av stift viser at det er vanskelig å oppnå tilstrekkelig forankring av lekter i værharde strøk ved spikring.

**Konklusjon:** I værharde strøk bør lekter forankres med skruer eller beslag til underliggende konstruksjoner.

#### 3.1.3 Forankring av sperrer/åser/takstoler

##### 3.1.3.1 Krysspikring (stikkspikring)

er en vanlig innfesting av takstoler og sperrer. Både orkanen og beregningskontroll viser at dette ikke holder mål i værharde strøk.

Reduserte dimensjonerende kapasiteter i 4. utg. av NS3470 gjør dette klarere enn tidligere.

##### 3.1.3.2 Båndstål

holdt heller ikke mål under orkanen pga. uttrekk av spiker eller splitting av sperrer.

Slakk på grunn av manglende stramming er medvirkende årsak.

Mange båndstålforankringer er feilplassert i forhold til veggstolper.



### 3.1.3.3 Bygningsbeslag

Disse er benyttet i forholdsvis få av byggene, men har fungert bra der de er benyttet.

I noen tilfelle er det feilaktig benyttet vanlig stift istedet for kammet spesialstift.

(Den ledende produsenten av bygningsbeslag, BMF, har nylig lansert skruer til alternativ innfesting av sine beslag)

## 3.2 Forankring til vegg/stolpekonstruksjoner

I mange tilfelle er lokale forankringer av sperrer/takstoler bare ført ned til toppsvill. Dette kan gå bra i isolerte bygg der platekledninger spikres til toppsvillen, men ikke i uisolerte bygg.

**Konklusjon:** Det må innskjerpes at lokale forankringer av sperrer/takstoler skal føres ned på veggstolpene og føres videre til forankringer i grunnmur/fundament. Behovet er størst i bygg med lett takkonstruksjon og lett tekking.

## 3.3 Svillforankringer

Usymmetrisk plassering av svillforankringer (langt fra stolper/stendere) har gitt momentbrudd i svill.

**Konklusjon:** Svillforankringer plasseres nær stendere/stolper. Dette er særlig viktig i uisolerte bygg. Murkronen bør alltid avrettes med betong.

Skolinger bør unngås da sidelast fra vind vil gi moment på svillbolter og redusert kapasitet på andre innfestinger.

Forankringer i vegger av Leca Isoblokk har sviktet pga løfting av U-blokk skiftet.

**Konklusjon:** Det må utarbeides bedre brukervennlige forankringsanvisninger for Leca Isoblokk som sikrer at kreftene føres langt nok ned i konstruksjonen. Dette er for dårlig dokumentert i Leca's Isoblokkbrosjyre/prosjekteringsanvisninger.

## 3.3.1. Båndstål

Skadene viser flere brudd i båndstålet enn forankringsbrudd i betong. Ensidig båndstål på svill gir vertikalforankring, men tar ikke opp sidekrefter fra både sug og trykk.

## 3.3.2 Armeringsstål

Innstøpte armeringsjern som bøyes ned over svill retter seg ut ved blastning og er ikke egnet til svillforankring.

**Konklusjon:** Ved bruk av armeringsjern som svillbolter må disse låses med skiver over svill (f.eks. kiler for formstag)

## 3.3.3 Fastskyting av sviller

har liten kapasitet, er kun et hjelpemiddel ved montasje og uegnet som konstruktiv svillforankring.

## 3.3.4 Ekspansjonsbolter

er mye brukt som svillforankring og har fungeret bra.

**Konklusjon:** Beregningskontroll viser at kantavstand for forankringsbolter er kritisk og reduserer kapasitet. Det er derfor begrenset mulighet for bruk av ekspansjonsbolter i murkroner med innstøpt isolasjon.

## 3.3.5. Søyfefotbeslag

Det er bare påvist skader ved åpenbar mangelfull festing til stolper (minimal nesting i hullene). Utførelse med bolter eller treskruer gir en sikker løsning (så lenge forankringsbolt ikke utsettes for utkragende momentpåkjenning)

### 3.4. Forankring ved porter

Stolper ved store porter krever ekstra forankringskapasitet, både horisontalt og vertikalt. Dårlige portsøyloforankringer har medført oppblåsing av porter, og derved stor økning av overtrykket i bygningene.

**Konklusjon:** Bruk spesialbeslag eller kraftige søylesko forankret i ringmur/fundament. Stolper bør festes med bolter eller treskruer til beslag/søylesko.

Løfting av søylesko fra underlaget bør begrenses/ unngås for å sikre sidelastkapasitet.

#### 4. Hovedkonklusjon:

Arbeidet med typetegninger /informasjonsblad bør trappes opp, slik at det kan foreligge sentralt godkjente, oppdaterte løsninger for vindavstiving og forankring av landbruksbygninger.

Dette arbeidet er påbegynt som en del av dette prosjektet og 3 informasjonsblad vil foreligge som delrapporter fra dette prosjektet:

#### Sikring mot stormskader.

Informasjonsblad 3. Uisolerte bygninger med frittstående takstoler i tre

Informasjonsblad 8. Sikring av eksisterende bygninger

Informasjonsblad 9. Forankring til grunnmur/betongfundament



### 13 Byggforskserien, byggdetaljblad som berøres vindproblematikk

Følgende blad i Byggforskserien, byggdetaljer, berøres av vindproblematikk:

- A 517.551 Skjermvegger for uteplasser (1978)
- A 517.631 Fundamentering av port- og gjerdestolper, flaggstenger og tørkestativer (1978)
- A 520.208 Limtre. Konstruksjonselementer og-systemer (1990)
- A 520.238 Skivekonstruksjoner av tre (1989)
- A 520.241 Vindforankring av småhuskonstruksjoner (1987) (NB!)
- A 522.351 Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse (1990)
- A 522.352 Trebjelkelag med I-bjelker. Konstruksjon og utførelse (1986)
- A 523.231 Skallmurvegg med vanger av teglstein og betongmurstein (1984)
- A 523.251 Bindingsverk av tre. Dimensjonering og utførelse for småhus (1987) (NB!)
- A 525.002 Generelt, definisjoner, påkjenninger og egenskaper (1988)
- A 525.106 Forankring av oppforet tretak på betongdekke (1980) (NB!)
- A 525.814 Taksperrer av tre (1989)
- A 525.819 I-bjelker av tre i tak. Konstruksjonsdetaljer (1988)
- A 525.824 Takåser. Dimensjonering (1985)
- A 252.831 Fabrikframstilte takstoler og andre fagverkskonstruksjoner av tre (1991)
- A 525.833 W-takstol med spennvidde 8, 10 og 12 m. Framstilling på byggeplass (1982)
- A 525.833 W-takstol med spennvidde 4,8, m – 7,2 m. Framstilling på byggeplass (1984)
- A 525.835 Takstoler av tre for små spenn. Framstilling på byggeplass (1985)
- A 542.003 Luftede kledninger og fuger. Påkjenninger, prinsipper og virkemåter (1989)
- A 542.201 Profilerte metallplater (1986) (NB!)
- A 542.301 Skallmur (forblending) av teglstein eller betongmurstein. Del I og II (1985)
- A 542.302 Platekledning med naturstein. (1985)
- A 544.101 Tekking med tegl- og betongtakstein (1984)
- A 544.102 Tekking med skifter (1984)
- A 544.103 Tekking med profilerte metallplater på undertak (1987) (NB!)
- A 544.104 Skader på tekning av profilerte metallplater. Årsaker og utbedringsmåter (1988)
- A 544.202 Tekking med folier (1986) (NB!)
- A 544.203 Tekking med asfalt takbelegg (takpapp). Metoder og tekkebetingelser (1987) (NB!)
- A 544.204 Tekking med asfalt takbelegg (takpapp). Metoder og tekkebetingelser (1987)
- A 544.206 Mekanisk feste av asfalt takbelegg og takfolie (1987) (NB!)
- A 573.141 Plugger og festemidler. Festemidler i betong, mur og bygningsplater (1989)

For øvrig nevnes:

**NBI - Byggeanvisninger** for diverse produkter (bl.a. avstivningsstag)

**TPF informerer nr. 5** (1990) Mekanisk innfesting av taktekking



# PROSJEKT ORKAN 1992

Skader på bygninger

Erfaringer – tiltak

Hovedrapport april 1993

Byggskadene utgjorde langt den største delen av skadebildet. Rapporten gir en samlet fremstilling av byggskadene.

Skadene er analysert og vurdert i forhold til meteorologiske data. Lov, forskrift og standarder er gjennomgått og kommentert. Vindlaster og forholdet til topografi er behandlet med forslag til skjerpet dimensjonering. De mest utsatte bygningsdelene er beskrevet, og de typene bygg som ble mest skadet, er behandlet spesielt.

Rapporten inneholder klare anbefalinger om

- å utarbeide vinddata for utsatte kommuner
- å ta vindlaster alvorlig, ta i bruk skjerpede dimensjoneringsregler og behandle vind på samme måte som andre naturlaster
- å endre en del tekniske utførelser og ta i bruk nye byggeanvisninger
- å bedre utførelsen av byggearbeider og skjerpe kontrollen med arbeidet



Statens bygningstekniske etat (BE)  
i samarbeid med  
Norges byggforskningsinstitutt (Byggforsk)  
Norges Byggstandardiseringsråd (NBR)  
Norges landbrukshøgskole (NLH)

