

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

**FRÆNA KOMMUNE  
KARTLEGGING AV EKSTREME VINDHASTIGHETER**

LARS ANDRESEN  
KNUT HARSTVEIT

**RAPPORT NR. 06/93**



# DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3  
TELEFON: 22 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

06/93 KLIMA

DATO

16.04.93

TITTEL

**FRÆNA KOMMUNE  
KARTLEGGING AV EKSTREME VINDHASTIGHETER**

UTARBEIDET AV

**Lars Andresen  
Knut Harstveit**

OPPDRAKSGIVER

**Norges Byggstandardiseringsråd, NBR**

OPPDRAKSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten gir et eksempel på mulig kartlegging av ekstreme vindforhold (3 sekunders vindkast med 50-års returperiode) i en kommune med varierende terreng, herunder bratte fjell (Fræna kommune).

Data fra værstasjoner danner grunnlaget for en soneverdi for kommunen, som ligger i intervallet 45-50 m/s.

Opplysninger om skader fra orkanen 1.1.92 samt befaring og intervjuer av fastboende forskjellige steder i kommunen gir informasjon om hvilke områder som bør ha større verdier enn soneverdien, og i hvilke områder man kan foreta reduksjon. Resultatene er plottet inn på et kart. Verdiene varierer mellom 40 og 60 m/s (70 m/s på særlig utsatte fjelltopper). I bebodde deler av kommunen er det områdene ved Hustadelva og Sandblåst, begge øst for bratte fjellrygger, som var sterkest rammet av orkanen og har fått de høyeste ekstremverdiene.

UNDERSKRIFT

*Knut Harstveit*

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune

FAGSJEF

## S A M M E N D R A G

Rapporten gir et eksempel på mulig kartlegging av ekstreme vindforhold (3 sekunders vindkast med 50-års returperiode) i en kommune i Møre og Romsdal. Fræna kommune ble valgt av flere grunner: Kommunen ligger på kysten og vestlig vind blåser fritt innover et flatt landskap med bratte fjell innenfor. Kommunen fikk mange skader under orkanen 1.1.92. Skadene ble tidlig systematisert av en aktiv kommuneadministrasjon.

Data fra flyplassene Vigra, Kristiansund og Molde er benyttet for å beregne en soneverdi for kommunen, 48 m/s (45-50 m/s er benyttet). Soneverdien stemmer overens med det som er gitt for Møre og Romsdal, ytre sone. Data fra Ona fyr er benyttet for å gi en havreferanse (50-55 m/s), samt, ved anvendelse av anerkjent høydeprofil av vinden, en middelvei 500 m over havflaten (60 m/s).

En viktig del av datagrunnlaget var informasjon om skader under orkanen 1.1.92. Detaljerte skadeplot ble utarbeidet av teknisk etat. Disse plottene dekket ca. halve kommunearealet. 73 % av de rapporterte bygningskadene lå i denne kommunedelen.

Områder som var interessante for en nærmere studie ble plukket ut fra disse plottene. Denne ble gjennomført i form av en befaring og intervjuer med personer fra 12 steder. Dette, sammen med opplysninger om skogskader og landbrukskader fra hele kommunen, samt kartstudier, ble benyttet til å gradere områdene i forhold til soneverdien.

Resultatene er plottet inn på et kart. Verdiene varierer mellom 40 og 60 m/s (70 m/s på særlig utsatte fjelltopper). I bebodde deler av kommunen er det områdene ved Hustadelva og Sandblåst, begge øst for bratte fjellrygger, som ble sterkest rammet av orkanen og har fått de høyeste ekstremverdiene. Disse stedene har også fått store skader ved tidligere stormer (1979, 1988, 1989).

Kartet har 5 områdetyper. Soneverdien på 45-50 m/s ble i utgangspunktet beholdt. I enkelte områder var det lite skader, til dels sammen med opplysninger om moderat vind. Dette gav grunnlag for 10% hastighetsreduksjon for de sterkeste vindkastene, hvilket svarer til forskjell mellom en flyplass og et område med skog og skogholt.

Ute på havet og innover Frænfjorden ble det antatt 10% høyere vindkasthastighet enn soneverdien, svarende til forskjellen mellom flyplass og havområde.

På de 2 områdene med størst relativ skadefrekvens, Hustadelva og Sandblåst, fikk vi informasjon som bestyrket inntrykket av stedenes ekstreme vindutsatthet. Vindkastene ble der vurdert til samme styrke som midlere vind over fjelltoppene, 60 m/s på det sterkeste.

Det typiske ved stedene var meget sterke vindkast som kom ujevnt, både i tid og rom, men med foretrukne "korridorer". Mye tyder på at det er snakk om virvler med horisontal akse som drar høydevinden vertikalt ned mot bakken. Dette tilsier at man bør være observant på steder der sterk høydevind kan strømme over og rundt bratte fjellpartier, fortrinnsvis med litt skrå vinkel inn mot lengdeaksen (Stemshesten, Raudtuva). Likeledes bak isolerte fjell/fjellformasjoner der vinden strømmer litt forskjellig på hver side av formasjonen (Lyngstad-fjellet).

Områder med store skader fant en også rundt fjellene Stemshesten og ved Hustad (hjørneeffekter), langs Farstadelva (nedslag og føring) og enkelte steder innerst i Frænfjorden (kanalisering), ved Jendem (kanalisering) og kystområdet Tornes - Bud - Farstadbukta (overgang hav-land). Disse skadene synes røft sett å være noe mindre i relativt omfang enn skadene ved Hustadelva og Sandblåst. Områder utsatt for sterk kanalisering, hjørneeffekter eller nedslag fra fjellene, (men noe mer moderat enn de 2 skisserte), ble derfor plassert på en skala mellom soneverdi og den kraftigste forsterkningen. Verdier på 50-55 m/s, dvs. utsatte områder, passer inn her.

Ved bruk av vindkartet vil det være naturlig å velge nedre del av et områdeintervall der lokal eksponering er lav (terrengsøkk, skjerming pga. små koller, permanent skog eller bygninger). Ved lokal eksponering (utsiktpunkter, konveksiviteter, nes o.l.) velges da høyeste intervallverdi. I overgangssoner kan man velge midtverdien mellom områdene. Spredte verdier angir at skjerming/forsterkning er usikker og det er aktuelt å nærme seg soneverdien.

I fjellområdene er intervallet 50-70 m/s benyttet. Denne områdetypen dekker terreng over ca. 300m, samt frittstående topper/rygger ned til ca. 100 moh. Høyeste tall er å betrakte som verdier på de mest eksponerte toppene, mens lavere del er mer typiske tall for fjellområdene.

Vindkartet gir bare opplysninger om ekstreme vindkast. Det må ikke brukes direkte til feks. planlegging av vindenergi eller andre formål som krever kjennskap til midlere vindforhold.

# KARTLEGGING AV EKSTREMVIND I FRÆNA KOMMUNE

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING . . . . .	1
2. STED OG TOPOGRAFI . . . . .	2
3. DATAGRUNNLAG . . . . .	4
4. METODIKK OG ANALYSE . . . . .	5
4.1. Ekstremverdistatistikk . . . . .	5
4.2. Overføring til soneverdi for Fræna kommune . . . . .	6
4.3. Bruk av stasjonene Hustad leir og Hustad-Nerland . . . . .	7
4.4. Modifisering av soneverdien som følge av terreng og topografi. . . . .	8
4.5. Bruk av vindkartet . . . . .	11
5. OVERFØRINGSVERDI TIL ANDRE KOMMUNER . . . . .	12
5.1. Kommunal kartlegging . . . . .	12
5.2. Topografiske effekter . . . . .	13
6. REFERANSELISTE . . . . .	14
APPENDIKS 1 . . . . .	As1
Befaringsrapport fra Fræna 21.01. - 22.01.93 . . . . .	As1

## 1. INNLEDNING

Denne rapporten inngår som en del av et større prosjekt, der hovedhensikten er å komme fram til karakteristiske vindhastigheter med 50 års returperiode for hele landet. Begrepet karakteristiske vindhastigheter tolkes her som vindkast med 3 sekunders varighet. 50 års returperiode betyr at sannsynlighet for årlig overskridelse er 2%.

Landsdeler eller større deler av et fylke, der bakgrunnsvinden er omtrent lik, kalles for en sone. Karakteristiske vindhastigheter som er typiske for en slik sone, kalles soneverdier. Eksempler på soner kan være ytre, midtre og indre strøk av et fylke (1).

Soneverdiene skal så tilpasses den aktuelle topografi i et byggeområde. De korrigerte soneverdiene, eller områdeverdiene, representerer da områder med noenlunde lik verdi av den karakteristiske vindhastighet. Det synes allerede i utgangspunktet klart at disse korreksjonsfaktorene kan bli store, varierende og vanskelig å tallfeste når vi er i et område der stupbratte fjell, daler og fjorder preger topografien.

Denne rapporten angir hvorledes man kan kartlegge ekstremvindforholdene på mer detaljert måte enn det som etter hvert blir angitt for landet som helhet. Den topografiske korreksjonen skal her i store trekk være lagt inn. Hensikten er å illustrere hva som kan gjøres utfra den kunnskap og de muligheter vi idag rår over. Hensikten er også å fokusere på ting som ennå er ukjent, og hvilke muligheter vi i framtiden har for å løse disse problemene.

Fræna ble valgt som prøvekommune ut fra flere forhold:

- 1) Fræna ligger slik til på kysten at sterk sørvestlig til nordlig vind kommer rett inn fra havet mot både flatt land og mot bratte, men relativt isolerte fjell av litt forskjellig utforming, slik at topografiske effekter kan "rendyrkes".
- 3) Fræna er en kommune med en del vel beskrevne alvorlige landbruksskader der samvirkningen mellom bratte fjell og sterk vind synes å være en viktig del av skadeårsaken.
- 2) Kommuneadministrasjonen synes å ha en ryddig og vel gjennomtenkt strategi for å videreføre erfaringene fra orkanen 1.1.92. Teknisk etat har utført et registreringsarbeid over skadene etter orkanen som kan brukes ved studier av vindeffekter. De har allerede innført strengere krav til dimensjonering i områder med store skader.

Av hensyn til det betydelige merarbeidet som besto i å plote skadene inn på kart, valgte en å fokusere på området nord for Frænfjorden, dvs. kretsene Bud, Hustad, Farstad, Stavik-Løset og Haukås. 212 av totalt 291 rapporter om store bygningsskader finnes i disse delene av kommunen. Plottearbeidet ble utført av teknisk etat, Fræna kommune, 10. - 31.12.92.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

Fræna kommune ligger i Møre og Romsdal fylke. Kommunen grenser til Molde i sør, og ligger 40 km sørvest for Kristiansund. Området ligger således nordvest for de høye fjellene i nordlige del av Langfjella. Se kart, Figur 2.1.

Kommunen strekker seg ca. 20 km i kystretningen (sørvest-nordøst), og ca. 20 km fra kystlinjen og innover (retning nordvest-sørøst). Kommunens kystlinje strekker seg fra Jendem i sørvest, nordover til Bud, og derfra nordøstover til kommunegrensen mot Eide. Innenfor Bud ligger Hustadmyrene, et flatt område, som vesentlig består av lyng og myr, med sporadiske treklynger og flekker med dyrket mark. Området dekker ca. 50 km<sup>2</sup>. Sørøst og øst for denne sletta reiser fjellpartiet Skalten - Raudtuva seg. Skalten i sør går opp i 6-700m, mens Raudtuva i øst går opp i 3-600 moh. Fra nordlige del av Raudtuva strekker det seg en lang, smal og ujevn fjellrygg opp mot Hustad. Fjellryggen er 100-300 m høy, 200-500 m bred og 2.5 km lang. Hele fjellpartiet omkring Raudtuva og Skalten har en del skog oppover liene.

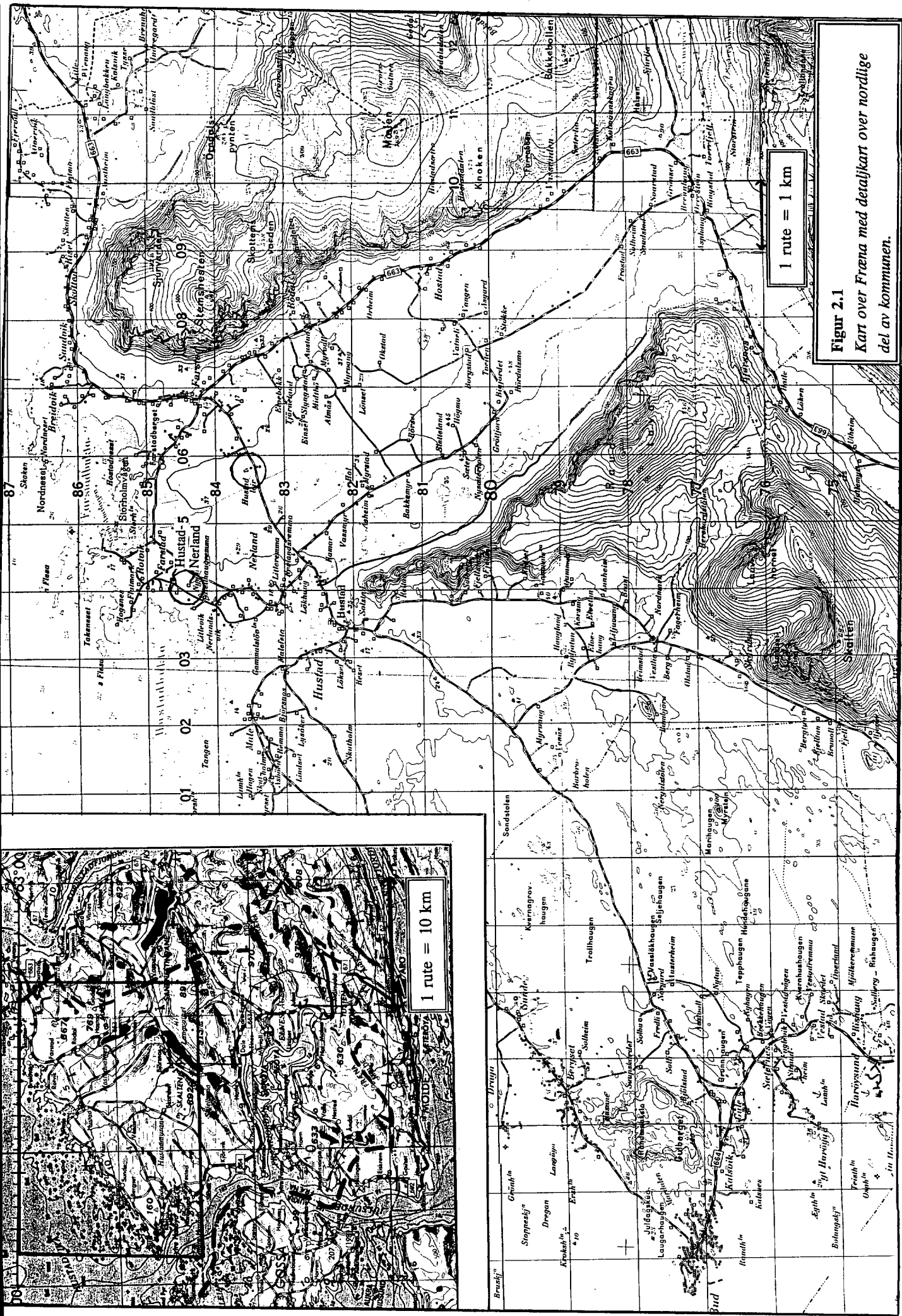
Øst for Raudtuva ligger et flatt landskap, et slags dalføre som er 3 km bredt og 10 km langt. To små vassdrag, Hustadelva i vest og Farstadelva i øst ligger på denne "dalsletta". Øst for Farstadelva reiser det seg en bratt fjellrygg, Mælen - Stemshesten, som går opp i 400-700 moh. Fjellryggen er 2 til 3 km bred og 10 km lang. Den er tildels svært bratt med flatt land rundt. Nordøst for Stemshesten ligger et flatt område, Sandblåst.

Sør for disse fjellformasjonene løper et dalføre, fra Tornes i vest, over Langvatnet og Tverrfjell og over til Eide. Dalføret er tilnærmet 1 km bredt, med bratte dalsider omkring Langvatnet og over mot Eide. Det vokser en del skog i området.

Sør for dalføret ligger et mektig fjellparti, Talstadhesten og Sandnestindane. Disse stuppbratte fjellpartiene når opp i 900 moh.

Sør for de beskrevne områder løper Frænfjorden inn fra vest. Vest for Frænfjorden ligger den flate øykommunen, Aukra. Frænfjorden er ca. 10 km lang og, hvis man ser bort fra noen små øyer og halvøyer, 3-5 km bred. I sørøst fortsetter den i fjordarmen Malmefjorden.

Øst for Frænfjorden ligger et flatt område, indre Fræna. Herfra fortsetter et dalføre, Fræneidet, på sørsiden av Sandnestindane, over mot Eide. Dalføret er ca. 2 km bredt, men innsnevret til 1 km nær kommunegrensen, og med meget bratte dalsider på nordsiden. Sør for sletta på indre Fræna ligger fjellet Skolten (3-400 moh).



Figur 2.1  
Kart over Frøna med detaljkart over nordlige del av kommunen.

På nordsiden av Frænfjorden ligger kommunesenteret, Elnesvågen, med en del ny bebyggelse. Stedet ligger i helningen opp mot de mindre åsene Klemmetåsen og Haukåsen.

I sørlige del av kommunen ligger dalførene Jendem, Aureosen, Hol og Malmedalen. Området er preget av bratte fjell (Jendemsfjellet, Valletua-Storfjellet, Holshaugen-Såta, Tusten, samt fjellene Galten, Urdfjellet og Kvannfjellet i øst. Fjellene i vest går opp i 5-600m, i øst 700 - 1000 moh. Området er et mer sammenhengende fjellområde enn de mer avgrensede områdene i nordlige del av kommunen. Det er en del skog i dette området, opp til ca. 400 moh.

### 3. DATAGRUNNLAG

En har følgende datagrunnlag:

#### Vindregistreringer (DNMI)

Molde lufthavn, Årø	(10 min middelvind, 3-5* s vindkast, 1972-1992)
Ålesund lufthavn, Vigra	(10 min middelvind, 3-5* s vindkast, 1959-1992)
Kristiansund lufthavn, Kvernberget	(10 min middelvind, 3-5* s vindkast, 1970-1992)
Ona fyr	(10 min middelvind, 1963-1992)

\*Midlingstid ikke presist bestemt. Etter det vi kjenner til har Fuess 90z 3 s, Anderaa 2 s, og Vaisala 3 s. Vi vil heretter benytte 3 sekunder som referanse.

#### Vindobservasjoner (DNMI)

av styrke (skjønnsmessig) og retning (vindfløyverdi):  
Hustad leir, 1959-1979  
Hustad-Nerland, 1980-1984

#### Skadeopplysninger:

Bygningskadekart fra områdene nord for Frænfjorden  
(Fræna kommune, teknisk etat)  
Oversikt over store landbruksskader i kommunen  
(Fræna kommune, landbrukskontoret)  
Oversikt over store skogskader i kommunen  
(Fræna kommune, landbrukskontoret)

#### Lokal vindkunnskap:

Lokal kunnskap fra nordlige del av kommunen  
(hentet fram ved befaring og intervjuer)

## 4. METODIKK OG ANALYSE

### 4.1. Ekstremverdistatistikk

Datarekkeene fra Vigra, Kvernberget, Årø og Ona er analysert mhp. 10 min. middelvind og vindkast (Ona bare 10 min. middelvind). Det er satt opp datarekker med årlige ekstremverdier for disse parametre, både retningssorterte (8 retninger: N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V, NV) og retningsuavhengige rekker er plukket ut. Dette var svært tidkrevende da mye av arbeidet besto i å plukke ut verdier fra grafiske ark. Vigra er tidligere avlest, men Årø og Kvernberget ble avlest høsten 1992 i forbindelse med dette prosjektet. For Ona var det avlesninger fram til 1985, denne rekken er forlenget fram til 1992.

En har arbeidet med metodevurdering høsten 1992 og foreløpig blitt stående ved en ekstremverdianalyse på årsektremer etter Fisher - Tippets fordeling, Type 1, såkalt dobbelt eksponensiell fordeling. DNMI har tidligere estimert parameterne i denne fordelingen utfra datasettet ved Gumbels standardmetode (2). Under studiet av Vigra-rekken ser det ut til at en sannsynlighetsmaksimeringsmetode (3) faller bedre ut, idet standardfeilene blir mindre, og følsomheten ved kjøring med eller uten "outlier" - verdier av typen orkanen 1.1.92, blir liten. Dette er beskrevet noe nærmere i (1), der også andre metoder vurderes. Arbeidet fortsetter utover i 1993, og vil da bli dokumentert i en mer fullstendig rapport.

Bruk av ekstremverdianalyse (1) gir ekstremverdier av 3 sekunders vindhastighet med 50 års returperiode,  $U_{3s,50\text{år}}$ . Rekkelengden for flyplasstasjonene er 33 år (Vigra), 22 år (Kvernberget) og 20 år (Årø). Estimerte standardfeil er 1.7, 3.7 og 4.1 m/s hhv. Etter justering til 10 m's høyde er det utført en tidskorleksjon (1) på rekkene fra Kvernberget og Årø for å kompensere for de kortere rekkene.

Korrigerte 50-års verdier ble da 47.4 m/s (Vigra), 48.6 m/s (Kvernberget) og 48.1 m/s (Årø), og middelveidien ble 48.0 m/s. Tilsvarende analyse for 10 min. middelvind gir 32.4, 30.0 og 32.6 m/s (estimerte standardfeil 1.7, 2.0 og 2.6 m/s), med 31.7 m/s som middelveidi. Alle flyplassene er utsatt for sørvestlig - vestlig vind, som også er den sterkeste på kysten generelt. 48 og 32 m/s antas da som representative verdier for en flyplassflate også i Fræna kommune.

#### 4.2. Overføring til soneverdi for Fræna kommune

En vanlig formel (4) som binder sammen 10 min. middelvind i høyden  $z$ ,  $U(z)$  over et flatt, homogent underlag til gradientvinden ( $V_G$ ), dvs. vinden over friksjonslaget, er

$$U(z) = 0.285 \cdot V_G \cdot \left(\frac{V_G}{fz_0}\right)^{-0.065} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{lign. (1)}$$

der  $f$  er coriolisparameteren ( $0.00013s^{-1}$ ), og  $z_0$  underlagets overflateruhet. Formelen gir et logaritmisk vindprofil opp til  $U(z_{fr})=V_G$ , der  $z_{fr}$  definerer friksjonslagets høyde.

Samtidig følges tilnærmet den eksponensielle vindlov:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^n \quad \text{lign. (2)}$$

Ligningen gir sammenhengen mellom vindhastighetene,  $U_1$  og  $U_2$  i 2 høyder ( $z_1$  og  $z_2$ ). Den logaritmiske vindlov (lign.1) og den eksponensielle vindlov kan kurvetilpasses, slik at eksponenten  $n$  blir en funksjon av  $z_0$ .

Ved bruk av lign.5 i (1) fåes  $z_0$  som funksjon av  $gf_{3s}$ :

$$z_0 = z e^{-\frac{2.55}{GF_{3sek} - 1}} \quad \text{lign. (3)}$$

Overflateruheten for flyplasser settes ofte til 0.02 - 0.05 m (6). I den nye CEN - koden er det foreslått 0.05 m. Våre vektmidlede verdier på 32 og 48 m/s for flyplassterrang, gir en kastfaktor,  $gf_{3s}$  på 1.50. Kastfaktoren er definert som forholdet mellom vindkast og middelvind. Innsetting i lign.3 gir  $z_0=0.06m$ . Etter dette benyttes  $z_0=0.05$  m. De skogfrie og flate partiene av Fræna kan sies å ligne på en flyplassflate. Typisk for disse områdene er lyng og myr med mindre koller som neppe endrer ruheten. Dette gir 32 m/s som referanseverdi for 10 min. middelvind og 48 m/s som 3 sekunders vindkast. **Soneverdien av karakteristisk vindhastighet for Fræna kommune er således vurdert til 48 m/s.**

Tilsvarende midlet verdi på 32 m/s fåes for 10 min. middelvind, og  $z_0=0.05$  m gir  $V_G=60$  m/s ved innsetting i lign.1.

Overflateruhet ved opprørt hav er vanligvis satt til  $z_0=0.003$  m, mens i kystnære farvann vil  $z_0=0.01$  m bli anbefalt (5). Ved å sette  $V_G=60$  m/s og  $z_0=0.01$  m i lign. 1, får vi  $U(13m)=38.9$  m/s og  $U(10m)=37.5$  m/s for fritt hav i kystnære farvann. For Ona fyr har vi  $U_{10min,50år}(13m) = 41.1$  m/s (1). Vinden på Ona er trolig noe forsterket ved overstrømning over fyrøya.

Dette viser at det er god sammenheng mellom observasjonene på Ona fyr og en midlere flyplassflate i regionen, basert på observasjonene fra Vigra, Kvernberget og Årø.

$V_{G,50år}=60$  m/s synes da å være et fornuftig anslag for gradientvind med 50 års returperiode. Lign. 1 gir høyden opp til denne verdi,  $z_{fr} \approx 600$ m. Vi ser også at  $U(400m)=58$  m/s, og  $U(500m)=59$  m/s. Vinden som blåser inn mot fjellene i Fræna kommune er ca. 60 m/s i høyde 400-600 moh.

#### 4.3. Bruk av stasjonene Hustad leir og Hustad-Nerland

Ved Hustad leir (beliggende midt mellom Hustad og Farstad) har det vært utført vindobservasjoner fra 1959 - 1979 og ved Hustad - Nerland (2 km nord for Hustad), fra 1979 - 1984. Begge stasjoner var værstasjoner i regi av DNMI. En har kjørt ut alle tilfelle for de 2 stedene ved middelvind på Ona fyr,  $U \geq 8B$  (17.2 m/s) og vindretning på 250 og 260°, dvs. retning for den sterkeste vinden under orkanen 1.1.92. Antall tilfelle var 80 og 30. Resultatet var en midlere svekning til 67% (Hustad leir) og til 75% (Hustad - Nerland). Midlere vindretning var 249° (Hustad leir) og 235° (Hustad - Nerland). Vindretningen var stødig, med standardavvik på 20 og 24°. Dette betyr at et estimat for midlere 50-års vind på 31 m/s for Hustad-Nerland, hvilket ligger meget nær antatt referanseverdi på 32 m/s. Hustad leir har litt lavere verdi, 28 m/s, men vinden er trolig noe mer ujevn på dette stedet, slik at kastene holder omtrent samme styrke. Når en tar i betraktning at vindstyrken kun er angitt ved å betrakte virkningen på omgivelsene, må en si at tilpasningen er meget god og styrker tilliten til resultatet.

#### 4.4. Modifisering av soneverdien som følge av terreng og topografi. Områdeverdier.

Filosofien er at soneverdien beholdes dersom ikke informasjon tilsier noe annet. Et vindkart over kommunen har derfor i utgangspunktet soneverdien over det hele. Figur 4.1 viser vindkartet vi har kommet fram til ved diskusjonen som følger. Kartet angir intervaller som både antyder usikkerheter og gir mulighet for lokal tilpasning.

Alle fjellområder (> 300 moh) skraveres først ut. Typiske fjellområder ned mot 100 moh. i ytre strøk tas med i samme kategori. Her antas det at ekstremverdien er minst like høy som øvre anslag for soneverdien, og at typiske verdier er 50-55 m/s. På de mest utsatte toppene kommer midlere gradientvind på 60 m/s inn. Denne kan tenkes forsterket i kastene, slik at de vil kunne gå opp i 60 - 70 m/s. 50 m/s blir en verdi som vil kunne anbefales i feks. litt skjermede hyttegrender, mens det ved bygging av master o.l. på særlig utsatte fjelltopper (toppen av Stemshesten, Skalten og Talstadhesten) må påregnes 70 m/s.

Soneverdien er typisk verdi for de kystnære områder. På havet rett utenfor har vi beregnet en ekstremverdi av 10 min middelvind med 50 års returperiode til 37.5 m/s for høyden,  $z=10\text{m}$ . Ved  $z_0 = 0.01\text{ m}$  (opprørt hav i kystnære områder) får vi ved bruk av lign. 3 en kastfaktor på 1.37, hvilket gir 51.3 m/s som sannsynlig kastverdi, dvs. et intervall på 50-55 m/s synes fornuftig. Denne kastverdi benyttes også på de ytterste nes og skjær. Langs kystlinjen er det en overgang mellom soneverdi og havområdeverdi.

Rundt Stemshesten og fjellryggen ved Hustad skjer en strømlinjekonvergens og det er derfor naturlig å trekke verdien for havområdene inn til disse stedene. Denne verdi brukes også langs Farstadelva på grunn av de mange skadene der.

Ved Hustadelva og Sandblåst er de mest alvorlige skadene oppstått. Begge stedene har hatt skader ved tidligere stormer (1979, 1988 og 1989). Virvler med horisontal akse bringer her moment ned fra høyden (Figur 4-9, appendiks 1). Undersøkelser andre steder (7) viser at vertikalhastigheten i slike virvler kan nærme seg verdien i fri høyde inn mot fjellene. Vi har vist at vinden i 500 m's høyde som kommer inn fra havet ligger på 60 m/s (som 50-årsverdi). Det er derfor rimelig at kastene der de slår rett ned fra fjellet, kan nærme seg denne verdi. Beregnede 50-årsverdier ved analyse av registrerte data på stasjoner som er særlig utsatt for sterke kast fra bratte fjell med kritisk form for dominerende høydevind, antyder at et slik tall kan være fornuftig (Sunndalsøra: 57 m/s, Mosjøen: 56 m/s, Andøya: 56 m/s). Ørstad lufthavn - Hovden ligger bak et slikt fjell med kritisk form, men bare ved sørøstlig vind (som dreies nordøst lokalt). Slike vindfelt er relativt svake i denne delen av fylket. Imidlertid er kastene 20% høyere enn kastene på Svinøy for sørøstlig sektor, med beregnede 50-årsverdier på hhv. 36.2 og 30.0 m/s.

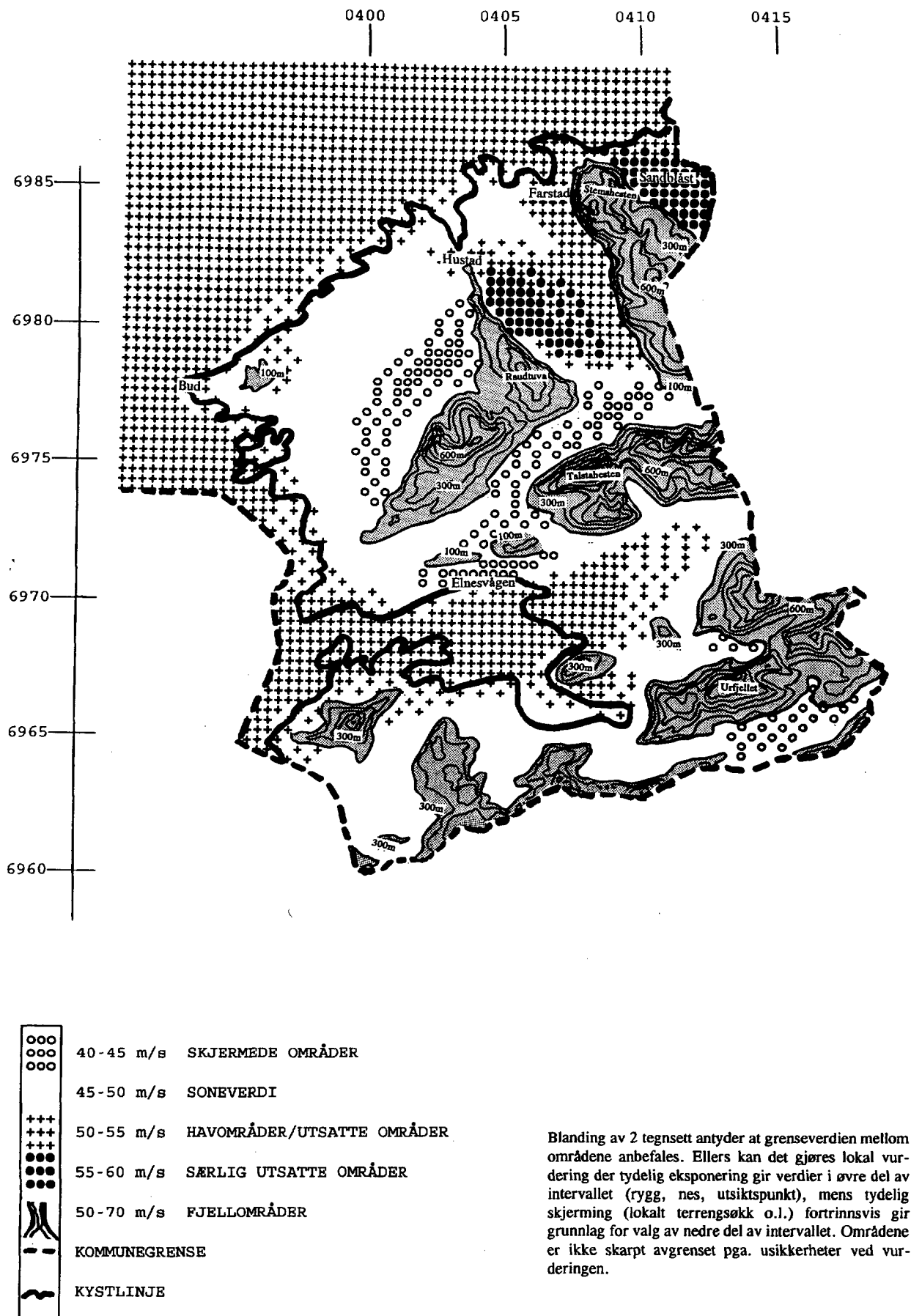
Øst og nord for Gulberget ligger et mindre område der skarpe kast fra fjellet slår ned (Solheim). Dette vurderes som et risiko-område, og utsatt områdeverdi bør benyttes.

Vind inn Frænfjorden oppnår en viss konvergens fordi vi her har en bred og gjennomløpende kanal over mot Eide. Kastene fra havet vil derfor trolig holde seg i denne fjorden, også et stykke innover land ved indre Fræna på grunn av innsnevringen av kanalen. Etterhvert får imidlertid friksjonen mer tak, og innenfor myrene mot ruere landskap antas kastene å returnere til soneverdien.

Vi legger merke til den skarpe gradient fra Elnesvågen og ut i fjorden.

I et område øst på Hustadmyrene, ved Elnesvågen og i dalføret inn mot Tverrfjell er det klare indikasjoner på mindre vind enn soneverdien. Både skadebilde og intervjuer tyder på dette. Områdene er skjernet ved en del skogholt og dempning mot bratt terreng. Ved f.eks. ruhet 0.1 - 0.3 m vil 10 min. middelvind ligge på 24-29 m/s og 3 s vindkast på 41-45 m/s. En reduksjon på 10% av soneverdien gir 43 m/s (40-45 m/s) og synes således å passe bra. Området helt sørøst på Hustadmyrene unntas fra dette, nær fjellene Skarsettinden og Lauvhornet kan konvergens og nedslag ved sørlig vind motvirke svekninger, og her beholdes derfor soneverdien. Dette gjelder også området øst for Tverrfjell der nedslag fra Trolltindan kan være en risiko.

I sørlige del av kommunen er datagrunnlaget (skader og intervjuer) dårligere. Imidlertid er det områder i den østlige del av området der søkk i terrenget uten gjennomløpende kanal og uten risikable fjellformasjoner vest/sørvest for området. Slike steder har trolig reduserte verdier.



**Figur 4.1**

Kart over ekstremverdier av 3 sek. vindkast med 50 års returperiode for Fræna kommune.

I vestlige del av området sør for Frænfjorden holdes stort sett soneverdien. Jendemfjellet, Skoften, fjellet sørvest for Holsosen og fjellene sørvest for ytre Malmedalen synes alle risikable for noe nedslag på øst/nordøstsiden. Her bør man nok ikke gå lavere enn øvre del av soneintervallet. Ved Jendem indikerer store skader at sterke kast kommer inn fra sjøen.

#### 4.5. Bruk av vindkartet

Vindkartet (Figur 4.1) deler Fræna i områdetyper. Foruten soneverdien har vi skjermede områder, utsatte områder, særlig utsatte områder og fjellområder. Til utsatte områder hører havområder, fjordområder med kanalforsterkning, områder med hjørneforsterkning og områder med typisk nedslagsvind fra fjellene ("fallvind"). Særlig utsatte områder er områder med særlig sterk nedslagsvind, i regelen er det virvler som er satt opp i særlig kritisk fjellterreng. Denne sone er bare benyttet ved Hustadelva og på Sandblåst. Til fjellområdene hører fjellterreng, stort sett over tregrensen, men enkelte markerte topper/rygger lavere enn tregrensen er tatt med.

Områdene er markert på Figur 4.1. Overgangen mellom områdene er markert med blandede symboler. Spredte symboler for skjerming/forsterkning i forhold til soneverdien antyder moderat eller usikker modifikasjon.

Et plottepunkt representerer 350 x 350 m. Kartet anbefales ikke brukt på skala mindre enn km<sup>2</sup>, bortsett fra forhold på tvers av klare terrengskiller som høydekoter, fjordbredder o.l. Dvs., det finnes en rekke lokale terrengforhold som ikke er med på kartet. Slike forhold kan f.eks. være lokale søkk og koller.

Ved bruk av kartet går man inn på det aktuelle sted der informasjon ønskes. I overgangsområder anbefales grenseverdier mellom intervallene. Dersom lokaliteten synes lokalt eksponert (utsiktpunkt, nes, kolle, terrenghjørne, tidligere skade, lokale opplysninger om sterk nedslagsvind fra fjellene) anbefales det å gå opp i øvre del av intervallet. Ved lokal skjerming (permanent skog, søkk i terrenget, skjermende bebyggelse etc.) kan man gå ned i nedre del av intervallet. Midtverdien anbefales dersom det er vanskelig å komme fram til noen konklusjon vedrørende lokal eksponering.

## 5. OVERFØRINGSVERDI TIL ANDRE KOMMUNER

### 5.1. Kommunal kartlegging

Data fra nærliggende vindstasjoner ble benyttet for å fastsette en soneverdi for kommunen, svarende til en tilnærmet flyplassflate med minimal innflytelse fra fjellene. Denne soneverdien ble, sammen med kjennskap til vinden over havet og bruk av anerkjente høydefordelingskurver, benyttet til å fastlegge skalaen for et mer detaljert kart, områdekart, der effekt av topografi og terreng er tatt med.

En viktig del av kartleggingen besto i å intervjuere personer i kommunen for å samle informasjon om vindforholdene (Se befaringsrapport, appendiks 1). En annen viktig del var informasjon om skader under orkanen 1.1.92. Denne informasjonen ble, sammen med kartstudier og inntrykk fra befaringen, benyttet til områdeinndelingen.

Følgende punkter er viktige i denne prosessen:

- 1) Det bør være et prinsipp at en søker etter en soneverdi svarende til en tenkt flyplassflate i kommunen. Alle avvik fra denne verdi skal begrunnes. DNMI er i gang med å grovinnde landet i regionale soner med tilhørende soneverdier (ekstremverdier av 3 sekunders vindkast med 50-års returperiode). Disse verdier vil kunne brukes, men modifisering av soneverdien vil ofte være nødvendig i kommuner med komplekst terreng.
- 2) Ved bruk av vinddata må en være nøye med valg av representative stasjoner. Det er ikke alltid at den mest nærliggende stasjon er den beste, feks. pga. stor lokal innflytelse.
- 3) Bruk av stormskadebeskrivelser kan være et nyttig hjelpemiddel. Men det er viktig med en grundig analyse av slike skader. Særlig ved bruk av skadedata fra situasjoner med få skader vil støykilder som byggets teknisk stand og utforming samt eksponering bety mye.
- 4) Det er en stor fordel at valg av intervjupersoner skjer etter samråd med kommunale myndigheter slik at dyktige folk med lang botid blir foretrukket. Samarbeid med teknisk etat og landbrukskontoret kan anbefales. Det er viktig å legge en del arbeid i å finne fram til områder som en trenger informasjon ifra.

- 5) En må forberede rundspørringen skikkelig slik at en får svar på flest mulig av de spørsmål en sitter inne med.
- 6) Både grundige kartstudier og en befarings i kommunen er nødvendig.
- 7) En områdeinndeling som bygger på erfaringene fra Fræna kan anbefales.

### 5.2. Topografiske effekter

Forholdet mellom vindkastene på havet utenfor og soneverdien er 1.1 for Fræna. Dette antas også gjelde i utsatte fjordstrøk og områder med nedslagsvind "fallvind", hjørneforsterkning eller traktvirkninger på dominerende vindretning. (Denne økning fra typiske verdier kan tenkes større i kommuner hvor feks. en dominerende fjord krysser en liten del av kommunen, som i store trekk kan være skjermet. Imidlertid vil slike effekter bli bygget inn på en annen måte: Soneverdi for kommunen skal reduseres i store områder og forsterkes i fjorden.)

I områder med tydelig skjerming, er det benyttet en reduksjon på 10 %. Dette svarer til forholdet mellom kastene på en flyplassflate og kastene på en flate med skog og noe bebyggelse, innenfor samme terreng. Denne faktor brukes også for storstilte dalsøkkområder uten gjennomløpende kanal av betydning og med ikke for bratte dalsider. Ved tvilstilfelle kan man foreta korreksjon dersom det innhentes opplysninger tyder på dette.

Fjellområdene i kommunen, dvs. områder over tregrensen, evt. markerte fjelltopper under tregrensen, skal ha verdier som ligger fra øvre del av soneverdien og opp mot  $x\%$  av denne, for Fræna er  $x=140\%$ . I andre kommuner kan fjellforsterkningen bli annerledes.

Områder bak bratt terreng med kritisk form kan få vindkast opp mot middelvinden i høyden over fjelltoppene. Denne ligger på 60 m/s i Fræna, hvilket kan være en typisk verdi for Møre og Romsdal. Innover i fylket er fjellene høyere, slik at dette da blir vinden i 1000 - 2000 moh. En bør være varsom med å benytte denne områdetypen da bare vil inntre på spesielle steder. For Fræna er den bare benyttet i området rundt Hustadelva og på Sandblåst. Eksempler på terreng med kritisk form er da Stemshesten og fjellformasjonen vest for Hustadelva. Begge steder er det bratte fjellrygger som ligger på tvers eller på skrå for sterk høydevind. Fjellryggene er dessuten skarpt avgrensede og asymmetriske slik at vind kan strømme over og rundt selve kammen, eller deler av den. Når disse vindene møtes, kan det settes opp en virvel med horisontal akse som effektivt drar sterk vind ned fra høyden, se figurer i befaringsrapport. Selve virvlingen gjør at det blir lite friksjonsbremsning.

## 6. REFERANSELISTE

- (1) **Andresen, L og Harstveit, K:**  
*Ekstremvindanalyse for Møre og Romsdal*  
 Under utarbeidelse  
 DNMI/KLIMA 07/93  
 Oslo, mars 1993
- (2) **Gumbel, E.J.:**  
*Statistics of extremes.*  
 Columbia University Press, New York 1958
- (3) **Kite, G.W.:**  
*Frequency and Risk Analysis in Hydrology.*  
 Water Resources Publications,  
 Colorado, USA, 1977.
- (4) **Plate, E. (editor):**  
*Engineering Meteorology.*  
 Chpt.12: The interaction of wind  
 and structures, by A.G. Davenport.  
 Elsevier, Amsterdam, 1982.
- (5) **Eurocode 1:**  
*Basis of Design and Actions on Structures.*  
*Part 2.7: Wind Loads.*  
 CEN/TC250/SC1/1992/N93  
 Sept. 1992.  
 Draft.
- (6) **Panofsky, H.A. and Dutton, J.A.:**  
*Atmospheric Turbulence*  
 John Wiley & Sons, New York 1984.
- (7) **Morton, B.:**  
*Flow around hills: A vorticity  
 perspective.*  
 1984 Summer Colloquium, National Center for Atmospheric  
 Research: Dynamics of Mesoscale Weather Systems, coor-  
 dinated by J.B.Klemp. pp. 319-336. Distributed by  
 Advanced Study Program, NCAR, Boulder, Colorado.

**APPENDIKS 1**  
**Befaringsrapport fra Fræna 21.01. - 22.01.93**

K.H./L.A. 4. februar 1993

Deltagere  
L.Andresen, DNMI  
K.Harstveit, DNMI  
K.M.Sørby, NLH  
Representanter fra Fræna kommune

## APPENDIKS s2

21.01.93

Vi ankom Elnesvågen kl. 08.30 den 21.01. Etter et kort møte med tekn. sjef Arne-Dag Gjærde, bygningskontrollør Jan Tore Røvik og jordbrukssjef Roald Øygard ble det foretatt en biltur på strekningen Elnesvågen - Tornes - Harøysund - Bud - Hustad - nybyggerbruket til K. Kvendset - Hustad - Tverrfjell - Elnesvågen. Tidl. skolesjef Harald Aas deltok som kjentmann i tillegg til Øygard, Gjærde og Røvik. Det ble foretatt en del stopp underveis for å gi inntrykk av lokalt terreng og vegetasjon, bygningsmasse og typiske skader fra 01.01.92. En ønsket å besiktige typiske skader i relasjon til bygningenes alder, utforming og vedlikehold, samt plassering lokalt og regionalt.

Det blåste kuling fra sørvest - vest på Hustad. Vinden var der helt jevn. Bare 2 km sørøst for Hustad, hos K. Kvendset, kom vinden i kast fra flere retninger. I kastene var vinden oppe i 15-20 m/s, imellom kastene var det nesten stille. En kunne også se og høre kast like i nærheten når de ikke blåste hos K.Kvendset.

På ettermiddagen ble det arrangert en ny rundtur hvor J.T. Røvik og skogreisingsleder i Fræna og Eide, Olav Strand deltok sammen med L.A. og K.H. Turen gikk fra Elnesvågen til Fræneidet over til Eide, utover langs Kornstadfjorden til skadestedene Visnes i Eide og Sandblåst i Fræna. Deretter rundt Stemshesten til Farstad - Tverrfjell - Elnesvågen. Underveis ble det lagt vekt på det samme som i tur I, men det ble nå også fokusert på skogskadene i Fræna og Eide. Disse ble senere overrakt K.H/L.A i form av inntegninger på kart. Været var nå mindre siktbart med regnbyger og tunge skyer i fjellene. Vindretningen var nordvest til nord, og det var ingen spesielt interessante vindobservasjoner på denne del av befaringen. Befaringen ble avsluttet ca. kl. 16.00.

Hovedkonklusjonen var følgende:

Gamle hus var ofte orientert med gavlvegg mot sterkeste vind (SV). Ingen vinduer på denne vegg. Hus ved fot av knauser (luvside) har greid seg bra.

Skadene var større og mer alvorlige i dalføret mellom Raudtuva og Stemshesten. Langs vestsiden av dalføret var skadene særlig mange og store, med skader på nesten alle bygningene i området. Skadene har gått så lang sør som til vestsiden av Hostadvatnet. Det har også vært skader tidligere i området, 1979, -80, -81, -88 og -89.

Videre var skadene på Sandblåst særlig store, i en relativt smal korridor. Dette syntes ikke å ha sammenheng hverken med lokal byggestyrke, byggeskikk eller lokal plassering. Beliggenhet i forhold til fjellene (regional plassering) synes å ha vært den dominerende faktor.

På turen kom følgende fram (informanter: Tekn. sjef Gjærde, jordbrukssjef Øygard, bygn.kontrollør Røvik, skogreisingsleder Strand og pensj. skolesjef Aas):

Ved Myrbostad har det vært skogskader på nordsiden av dalen, sør for Heiane. Plantet granskog (60 år gammel) øst for Myrbostad ble rasert. I hele kommunen ble 40000m<sup>3</sup> skog ødelagt. Før Eide laget vinden en gate i skogen, rett på høydekotene. Skogen går opp til 350-400m. Skader så høyt som skogen går.

Alminnelig oppfatning at luftstrømmen går opp ved Rødal, over fjellet og ned ved Sandblåst.

Elnesvågen mellom Løset og Dale merket lite til vinden. Den går mye hardere ute i fjorden, ute på Tornes og inne på flatlandet ved indre Fræna kirke. Bare sporadiske takskader øverst i byggefeltet.

22.01.93.

Dagen ble benyttet til intervjuer med personer som var plukket ut av tekn. sjef A.D. Gjærde etter et ønske om at følgende steder skulle være representert:

Tornes, Kjørsvik, Bud, Bergset, Skardset, Hustad, Åsheim/skader vest for Lomtjern 2 km sørøst for Hustad, Hostad, Farstad, Sandblåst, Tverrfjell.

## APPENDIKS s3

Listen var satt opp for å få belyst:

Forhold mellom kyst (Tornes - Kjørsvik - Bud), luvsiden av fjell (Skardset), store skadesteder på le-siden (Hostad-Åsheim-Sandblåst), vindforsterkning rundt fjellpartier (Bergset, Hustad, Farstad), samt områder på le-siden med lite skader (Tverrfjell).

Følgende spørsmålsguide ble satt opp og forsøkt dekket, men det ble liten tid på slutten. Man valgte da å legge vekt på spørsmål for å fram de mest karakteristiske trekk ved vindforholdene på stedet.

- 1) Lokal vindretning 01.01.92.
- 2) Grad av variasjoner i styrke.
- 3) Variasjoner i retning.
- 4) Varighet av vindkast.
- 5) Evt. virvler i luftstrømmen.
- 6) Skadetidspunkt.
- 7) Virkning innendørs, trykk/sug på vinduer og dører etc.
- 8) Spesielle observasjoner (Gjenstander, virkning på vann, snø, skypumper etc.)
- 9) Andre tilfeller med tilsvarende vindretning, gir dette et mønster?
- 10) Hva vet dere om vind fra SV, V andre steder i nærheten?
- 11) Andre vindretninger?
- 12) Annet.

### Steinar Havnes, snekker, Solbakken vest for Tornes.

*Taket på uthusbygning blåst av. Kommentar: Nærterrenget tilsier utsatt bygning ved vind fra SV-V. Gammel bygning som ikke virket altfor sterk i konstruksjonen. Port i uthuset mulig svakt punkt. Blåste sammen med taket (hengslet oppe) 300m mot ØNØ. Skaden reparert med betydelig forsterkning i takfestet.*

- 1) Dreining fra SV til V ca. kl. 08.30. Det verste uværet var over kl. 11.30.
- 2) Jevn vind.
- 3) Ingen særegne variasjoner i retning.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Ca. kl. 08.30, ved skiftet fra sørvest til vest. Skadene skjedde i løpet av 1 min.
- 7) Ingen spesielle kommentarer.
- 8) Litt rar farge i luften. Tett sjørokk. Voldsomme bølger. Trodde bolighus skulle reist.
- 9) Ganske typisk for hvorledes vinden tar på stedet.
- 10) Ingen spesielle forskjeller på strekningen Tornes - Harøysund. Ca. kl. 04 blåste det en del sørlig vind i området Hauglia nord for kommunesenteret i Elnesvågen. Meget sterk til der å være, med noe taksteinskader.
- 11) Varslet sørlig storm blir mer sørøst og merkes lite på stedet. Ren sørvest går sterkere i fjorden, mens et lokalt skogholt da i noen grad beskytter Solbakken. Nordvestvind kan være sterk og ujevn, men blir ikke så sterk som vind fra sørvest og vest.
- 12) Aldri opplevd maken til vind, dvs. på 60 år. Ingen skader ved stormepisodene i 1988/89. Har tidligere opplevd virvler på sjøen bak Otterøya.

## APPENDIKS s4

### Johan Laurits Kjørsvik, gårdbruker, Kjørsvik.

*Store ødeleggelser på driftsbygning og uthus. Takskeer på våningshus. Bølger fra sjøen har vært en medvirkende skadeårsak til skaden på driftsbygningen. En del skogskader i området. Kommentar: Nærterrenget tilsier utsatte bygninger ved vind fra SV-V. Ingen spesiell kommentar vedr. konstruksjonen. Driftsbygning er nå forsterket med betongelementer i veggene.*

- 1) Kl. 06.30 sørlig vind, som dreide til SV kl. 09-10. Vinden kom etter hvert rett inn fra sjøen (fra vest).
- 2) Jevn vind.
- 3) Ingen særegne variasjoner i retning.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Etter kl. 07, før kl. 10.
- 7) Mye lyder og dundring i huset. Åpnet port i driftsbygning (mot Ø) for å regulere trykket inne i bygningen.
- 8) Meget høy sjø som slo innover bygningene. Ellers ingen kommentar.
- 9) Ingen kommentar.
- 10) Ingen kommentar.
- 11) Ingen kommentar.
- 12) Visuelle observasjoner vanskelig pga. mørke. Orkanen har satt varige psykisk spor.

### Palmer Håseth, fisker, tidl. oppsynsmann for kaia på Bud.

*Takstein på bygninger blåst av. Flatt tak på fiskeforedl. bedrift blåst av. Skader på brygger og molo. Stein på 12 tonn ble løftet opp på moloen. Fraktskute kastet på land. Kommentar: Skadene på brygge, båt og molo er bølgeskader.*

- 1) Sørlig vind som dreide sørvest kl. 09. Jammere vind etter kl.09.
- 2) Litt ujevn vind før kl. 09.
- 3) Ingen særegne variasjoner i retning.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Ca. kl. 07 - 09. Så bare fokk kl. 07. Vinden tok skikkelig tak kl. 08.
- 7) Ingen spesielle kommentarer.
- 8) Tett sjørokk. Store steiner ble flyttet på moloen. Fullt av stein på kaia.
- 9) Ganske typisk for hvorledes vinden tar på stedet.
- 10) Ingen endring av SV-V nordøstover langs kysten forbi Hustadvika til Grip.
- 11) Sørlig vind ujevn, SV jevn, vest og nordvest lager høy sjø.
- 12) Verste noensinne opplevd. Størst skade før denne var i 1972, det ble ikke så store skader i 1988/89. Skottung ble nevnt.

*Personlig kommentar: Sørlig vind betyr SSV, sørvest betyr VSV.*

## APPENDIKS s5

### Lars E. Tomassen, gårdbruker, Solheim i Bergset.

*Store skader på driftsbygning, liten skade på bolighus. Meget godt forsterket i ettertid. Ny fløy på uthuset bardunert. Husene gav inntrykk av godt vedlikehold. Det var åpent terreng med kun lyngvekst i retning av Gulberget.*

- 1) Ingen særlig vind før kl. 08.30. 08.30-09.00: SSV vind (210-220°) som dreide SV-VSV etter kl. 09. Meget sterke vinder i tiden 08.30 - 09.30.
- 2) Meget ujevn vind, kommer i kast både fra SSV og SV-VSV. Kastene er definitivt sterkest når de kommer fra SSV. Årsaken til kaststrukturen er Gulberget.
- 3) Vinden er forholdsvis stødig i retning.
- 4) Kan gå lang tid mellom kastene. De er kortvarige og meget krappe. Ca. 1 min. mellom hver kast.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Skader på stedet kl. 09.10, i nærheten ca. kl.08.30-09.00.
- 7) Høyt trykk inne i uthuset Rommet ble fylt av luft som ville ut). Veggene bulet ut rett før skaden, særlig vestveggen. Flaggstang knakk av, årsak løs bolt, en kunne se hvorledes flaggstanga svaiet fram og tilbake og "jobbet" i festet.
- 8) Takplater fløy ca. 1 km i retning nordøst.
- 9) Mønsteret er typisk, vindkastene er alltid sterke når de kommer fra SSV.
- 10) Ingen kommentar.
- 11) Ikke spurt.
- 12) Stormene i 1988/89 var bare "barnemat". Værvarselet meldt for 2. januar 1993 var ikke bra. Vinden "rar" kl. 05.45. Ingen vind å snakke om før kl. 08.30. Da smalt det i bygningen, men den holdt.

### Lars Gaupset gårdbruker, Rydjatun i Skardset.

*Låvebygning fikk takskade. Gårdbruker fikk 10% avkortning pga. råte i taket. Dårlig vedlikeholdt gårdsbruk. Blanding av skog og åpne partier. Enkelte små skogsskader i området. Låve ligger på forhøyning med et stykke åpent terreng mot SV og V.*

- 1) Vindretning SSV. Sterk vind fra 06 - 12. Ingen retningsendring. Uværet var over kl. 15-16.
- 2) Jamn flyt i vinden.
- 3) Jamn vindretning.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Ca. kl. 06 - 07.
- 7) Ingen kommentarer.
- 8) Låvetaket flakset 3-400 m mot nordøst.
- 9) Julen 1989 tok vinden ei vindski på huset, ellers er ingen skader notert tidligere. Ellers ingen kommentar.
- 10) Ingen kommentar.
- 11) Ingen andre vindretninger gir problemer.
- 12) Sterkeste vind han har opplevd på stedet, bodd der siden 1955.

## APPENDIKS s6

### Hans Farstad gårdbruker, Brennhaug ved Tverrfjell.

*En meget høy silo fikk veggskader. Området var ellers preget av få og lite alvorlige skader. Intet i bebyggelsen eller nærterrenget skulle tilsi at det var mindre skader her enn andre steder i kommunen.*

- 1) Vindretning SV. Vinden var "stygg" i 07-tida. Sterk vind ca. kl. 09.30 ved dreining til VNV-NV.
- 2) Forholdsvis jevn, noe "rosser" i vinden.
- 3) Jamn vindretning.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Siloskade ca. kl. 07.30 (første skade). Siloskade kl. 09.30.
- 7) Ingen kommentarer.
- 8) Siloplater føyk et stykke. (Mot Ø - ØNØ?)
- 9) Typisk at vinden er sterkere ved dreiningen mot nordvest.
- 10) Vinden er betydelig sterkere utover dalføret. Ca. 500 m nord for Frelsevatn merker man dette (Ved Husveg el. Frostad). For øvrig kan man ofte høre vindkastene i fjellet og i skogslier ovenfor, men de kommer ikke ned til Tverrfjell med samme styrke. Skogen tar av, mener man.
- 11) Nord og nordvest kan være sterk, men gir ingen spesielle problemer.
- 12) 1989 - orkanen var samme vinden.

### Peder Oskar Rødal, jordbrukstekniker.

*Rødal deltok på Farstad, Sandblåst og Kvendset. Spørsmålene under ref. til Rødal. Flatt område med spredte trær og hus. Enkelte småskader.*

- 1) Vindretning SV. Sterkest vind ca. kl. 08.30. Først følte et "vakuum", deretter kom sørvesten som ei kule. Senere gikk vinden mer over på vest og ble da roligere hos Rødal. Vinden ble da sterkere på motsatt side av dalføret (Kvendset).
- 2) Meget ujevn.
- 3) Forholdsvis jamn vindretning.
- 4) Meget korte kast som kommer med korte mellomrom.
- 5) Ved Hostadvatnet og ved småvannene ved Hustadelva nord for Frelsvn. er det ved vind fra SV virvler med vertikal akse som kan observeres ved at de suger vann opp i en høyde på 20-30 opptil 50 m over bakken. Ved Åsheim ble en person på over 100 kg, den 01.01.92, løftet 3 m til værs, trolig av en slik virvel. Virvlene kan ha en diameter på 10 m nede og vider seg ut oppover. Slike virvler gjør som regel ikke bygningsskader.
- 6) Uvisst, men skadene kom tidlig på østsiden av dalføret og først ved 10-tiden på vestsiden.
- 7) Ingen kommentarer.
- 8) Under orkanen forsvant takstein inn mot fjellet i øst.
- 9) Det er typisk at sørvestlig vind gir sterke kast fra sørvest ved Rødal.
- 10) På vestsiden av dalføret er vinden sterkere ved vestlig vind over fjellet. Lokalt meget store variasjoner med virvler. Totalt sett er det sterkere vind på vestsiden enn på østsiden av dalføret. Vest for Rautuva, ved Skardsetområdet, er det mye roligere forhold.
- 11) Ingen andre vindretninger gir problemer, men nord og nordøstlig vind ved Farstad kan bli sterk.
- 12) En virvel ved Rødal flyttet en gutt 20 m den 10. januar 1992. Den ekstreme vinden kommer fra sørvest, til venstre for Rautuva. 1979-stormen var hardere enn stormene i 1988/89.

## APPENDIKS s7

### Alfred Brevik, pensjonert gårdbruker, Farstad.

*Flatt nærterreng. Stupbratt fjell 300 m mot øst.*

- 1) Vindretning SV, fra Raudtuva.
- 2) Ujevn vind fra sørvest, jevnere og noe svakere vind fra vest.
- 3) Ingen spesielle skiftninger.
- 4) Ingen spesielle kommentarer.
- 5) Ingen virvler observert.
- 6) Treffskade ca. kl. 07.00 (*Var dette bygningen på nabogården?*). Kl. 07.30 var alt over.
- 7) Ingen kommentarer.
- 8) Driftsbygning på nærliggende gårdsbruk forsvant inn mot fjellet (*dvs. mot nordøst?*).
- 9) Ujevn vind fra sørvest, jevnere og noe svakere vind fra vest. Dette er typiske forhold.
- 10) I Breivika (barndomshjemmet), nord for Farstadbukta er vinden sterk og jamn, både ved sørvest og vest, men ikke sterkere enn på Farstad. Ved skytterbanen på Sandblåst er det mye virvler.
- 11) Nordøst på kysten kan blåse ned fra Stemshesten.
- 12) Vindforholdene kan sammenlignes med forholdene hos Rødal. Det kan gå 4-5 minutter mellom hver vindkule.

### Peder Sandblåst, pensjonist, Sandblåst. P. Sandblåst er også formann i teknisk styre.

*Svært alvorlige skader på Sandblåst, men selve våningshuset til Peder Sandblåst ble spart. Ei vindkule 100 m borte raserte et skogholt og ville neppe spart huset hvis det hadde truffet. Flere hus i nærheten ble total ødelagt. Ikke spesielt utsatt nærterreng.*

- 1) Vindretning SV ved de verste ødeleggelsene.
- 2) Meget kastete vind.
- 3) Kastene kommer fra sørvest. Når vinden lokalt snur på vest blir det mindre skader, men middelvinden er sterk. Vestlig vind er den hyppigste.
- 4) Vindkulene varer 3 til 5 minutter, med topp på få sekunder. Flere minutter imellom med mye stillere vær.
- 5) Ingen virvler på gården.
- 6) Startet kl. 08-09. Sterkest kl. 09-11.
- 7) Ingen kommentarer.
- 8) Fjellvann opp for skytterlagets standplass løftes av virvler ved vind fra sørvest og vest. Dette kan sees fra Sandblåst, selv om selve vannene ikke er synlige. På skytterbanen oppunder fjellet er det mange og sterke virvler som har ødelagt hus på standplassen 5 ganger de siste årene. Bygningsdeler er spredt mot alle retninger i slike situasjoner, også inn mot fjellet. Vinden dreier fra skytterlagets standplass nord-vestover retning skytterhuset og deretter mot øst retning Sandblåst. Også skytterhuset er meget utsatt med ujevn vind. *Virvler?*
- 9) Typisk at vindkulene fra sørvest er de sterkeste. Sterk og mer jevn vind fra vest er den vanligste på Sandblåst. Stormene i 1988-89 og 1979 gikk mest utenfor.
- 10) Ingen opplysninger innhentet utover det som er sagt.
- 11) Vind fra Skotta (vestlig vind) dominerer. Det er meget sjelden at vinden kommer over fjellet i sørvest.
- 12) Navnet Sandblåst (el. Sandbløst, tidl. Sandblæst) kommer av noen sanddynger langs riksveien, vest for stedet, der sanden piskes opp av vinden og føres mot Sandblåst.

## APPENDIKS s8

### Knut Kvendset, gårdbruker, vest for Lomtjern.

*Flatt nærterreng. Bratt og ujevn fjellformasjon 400 m mot vest. Total ødeleggelse for 3.dje gang siden 1978. Skader 1-2 ganger på bolighus. Nå er uthuset satt opp i betong, men også i nylig vestavindsepisode var det tendens til takskader. Stedet er meget utsatt for sterke vindkast fra fjellet.*

- 1) Ingen spesiell vindretning, muligens med vestlig dominans.
- 2) Særdeles ujevn vind, som skifter fra komplett stille til meget sterke gust på få sekunder.
- 3) Meget skiftende retning. Alle retninger er mulige.
- 4) Få sekunder.
- 5) Virvler vanlig. Der det er vann nær Hustadelva og Lomtjern kan dette sees ved vann som suges opp.
- 6) Uværet startet i 07.30 - tiden. Verste skadetidspunkt ca. kl. 10.
- 7) Ingen kommentarer. Folk på gården går i kjelleren når de hører vindkulene komme.
- 8) Skader på gården tyder på at flere lokale vindretninger gjør skade under dominerende vestlig vind over fjellet, men vindkulene fra vest er trolig de sterkeste. Under orkanen forsvant ting mot NNØ.
- 9) Tilsvarende skader de siste åra tyder på at mønsteret gjentar seg.
- 10) Ingen kjennskap.
- 11) Nordvest kan også blåse mye her, men ingen skader er notert. Ved vind over fjellet i vest kan det lokal blåse kraftig fra både østlig og vestlig kant, den vestlige er den aller sterkeste. *(Med østlig menes vind inn mot fjellet, med vestlig vind ut fra fjellet).*
- 12) Kvendset er interessert i en vindmåler.

### Ivar Lindseth, gårdbruker, Hustad.

*Flatt nærterreng. Noe bebyggelse. En del takskader i Hustad.*

- 1) Jevn og sterk SSV, med rosser, fra kl. 07.30 til 08.30. Deretter dreining til vest i løpet av 15 min. Meget sterk i tiden 08.30 - 10.00. Orkanen var over i 10.30 - tida.
- 2) Jevn vind.
- 3) Jevn retning.
- 4) Ingen kommentar.
- 5) Ingen virvler.
- 6) Skadetidspunkt fra kl. 07.30 og utover.
- 7) Alt skalv innendørs.
- 8) Ingen kommentar.
- 9) Typisk med jevn vind på dette stedet.
- 10) Kjenner forholdene hos Kvendset og innover mot Tverrfjell. Hos Kvendset har det stått hus rundt århundreskiftet som ble blåst bort og siden ikke bygd opp igjen, før Kvendset bygde i 1978. Han burde heller ha bygd 2-3 km mot sørøst, innunder selve Raudtuva hvor forholdene er roligere.
- 11) Ikke spurt.
- 12) Aldri opplevd maken til vind. Ingen spesiell forsterkning rundt fjellet notert. Skog i fjellet (Herskaret) lagt ned mot ØNØ.

## APPENDIKS s9

Odd Magerøy, gårdbruker, Hostad, bnr. 79/3-4-8. Telefonintervju 28.01.

*En del mindre skader på gården til Magerøy. Treffskader og takskader. På nabogården ble en hel driftsbygning totalødelagt. Mye skog som ble plantet i 30-årene forsvant rundt på gården.*

- 1) Vindretning SV fra 07-09, senere V, men svakere og jevnere.
- 2) Meget ujevn ved SV - vind.
- 3) Ingen.
- 4) Varighet noen minutter.
- 5) Ingen observerte i nyttårsorkanen, men det kan gå virvelvinder over Hostavatnet ved sterk sørvest vind.
- 6) Ca. kl. 07 - 09, verst i 07 - tida.
- 7) Kraftig overtrykk inne. Vegg mot sørvest ble suget ut.
- 8) Alt fyker mot nordøst, også på skrå oppover fjellsiden.
- 9) Typiske forhold.
- 10) Sørvestvinden er sterk også innover ved indre del av Hostavatnet. Det var skader på noen driftsbygninger der, men de var gamle. Sørvesten er sterkest også rett vest for nordenden av vatnet (Stokke - Åsgård). Litt lenger vest (Bigjordet) er det derimot vestavinden som slår ned. Den gjorde stor skade der også i 1988. Helt oppunder Raudtuva har Magerøy inntrykk av at det er stillere.
- 11) Nordlig og nordvestlig vind blir svak lenger innover.
- 12) Naboens driftsbygning ble pulverisert. Forsikringen var ikke i orden, og han har nå måtte selge dyrene. Nytt lavtspenn på området er nå lagt i jorda etter totalødeleggelse. Bare helt ubetydelige skader i 1988/89.

### Oppsummering av intervjuene

#### **1. Flatlandet vest for Horberget - Raudtuva - Høgla og kyststrekningen Hustad - Breidvik**

Under orkanen den 01.01.92. var det jamn vindhastighet i dette området. Vindhastigheten var høyest i kyststrøkene og noe redusert innover sletta (Skardsetområdet). Vindretningen varierte fra sørvest ca. kl. 07 - 08 og opp mot vest ca. kl. 10. Vindhastigheten var sterk hele tiden. Skadene skjedde mest i 08 -10. Enkelte oppgir skader før kl. 08.

#### **2. Området langs Farstadelva inkludert Hostavatnet.**

Sørvestvind før kl. 09, turbulent med sterke kast. Etter kl.09 dreide vinden mer på vest og ble jammere. Skadene skjedde før kl. 09. Ved dreining mot vest var vinden på kysten meget sterk, da fikk området langs Farstadelven en del demping av vinden.

#### **3. Området langs Hustadelva**

Straks øst for fjellpartiet Raudtuva opp mot Hustad var vinden svært ujevn, både i retning og styrke. Virvelvinder kan hyppig observeres ved vind fra sørvest og vest. Skadene forekom her ca. kl. 10, dvs. ved mer vestlig vind i høyden. Dette er typisk for området. Relativ skadefrekvens var meget høy i dette området, og skadene svært alvorlige.

#### **4. Tverrfjellområdet**

Området med sterk vind langs Hustadelva stopper nord for Frelsvann, 2km nordvest for Tverrfjell. Herfra og inn til Tverrfjell nådde ikke den sterkeste vinden ned. Vinden ved Tverrfjell var også ujevn, men forholdsvis retningsbestemt, som sørvest ved sørvestlig vind og NV - VNV ved vestlig vind på kysten (overgangsretning på ca. 260°).

## APPENDIKS s10

### 5. Sandblåstområdet

Sandblåstområdet hadde størst skader fra kl. 09 - 11, dvs. ved vestlig vind på kysten. Da kom vinden i kraftige vindstøt fra fjellet i sørvest. Inne ved selve foten av fjellet er det et område som er meget utsatt for kraftige virvelvinder. Den hyppigste lokale vindretningen på Sandblåst er vestlig, slik vind er sterk, men jevn og fører ikke til så store skader som kastevinden fra sørvest.

### 6. Virkning av Gulberget

Sterk sørvest og vestlig vind inn mot Gulberget blir turbulent på baksiden. På Solheim nordøst for Gulberget kan kastene bli særlig sterke når de kommer fra Saupskaret i sørvest, mens Gulberget virker mer skjermende ved vestlig vind. *Dette tyder på at området nord og øst for Gulberget ved visse retninger kan få kast som er sterkere enn kysten vestenfor, selv om området i øst nok har en generell bremsning av middelvinden.*

### Skogskader i Fræna og Eide. Skader på gårdsbruk i indre Fræna. Informant: Skogreisningsleder Olav Strand. Tolket av K.H.

#### Kanaleffekter

Skogskader i Åslia, sørvestsiden av Talstadhesten, østsiden av Lyngstadvatnet og sporadiske skadeområder imellom, tyder på at det er en kanaleffekt over Langvatnet retning Visnes. Opplysninger fra lokalbefolkningen på Tverrfjell tyder på at en slik kanaleffekt ikke er sterkt gjennomgående i dalbunnivå øst for Langvatnet.

Skogskader i Dallia øst for Elnesvågen og enkelte steder langs dalføret mot Eide og Kvernesfjorden tyder på en kanaleffekt her. Sylte og Myrbostad (store gårdsbruksskader) i indre Fræna tilhører denne kanalsone.

Skogskader sør og sørøst for Jendemsfjellet, samt gårdsbruksskader sørvest for Jendemsfjellet: Vind rett inn fra Grunnefjorden.

#### Nedslag fra høyere luftlag ved vind over og rundt bratt terreng

Skogskader øst for Lauvhornet (Skardset), Aureosen - Åndal, Hol-dalføret i søndre Fræna, striper ved Trolldalen nord for Fræneidet, Herkedalen og Krevikdalen i Eide, tyder alle på nedslag fra høyden ved vind over og rundt bratt terreng.

#### Kombinasjon av kanaleffekt og nedslag fra bratt terreng

Akslia (Visnes) kan være en kombinasjon av vind i kanal fra Langvatnet og vind som virvles ned over bratt terreng mellom Mælen og Bolliklumpen. Store husskader i Visnes antyder at en slik dobbelteffekt kan ha vært til stede.

Området nord for Nåsavatnet i Eide, kan likeledes dels skyldes vind fra kanal over Langvatnet. En antar imidlertid at en vest - sørvestlig vind over østre del av Sandnestindane avløses og vrir en betydelig vind ned fra høyden og utover langs lia nord for Nosvatnet (el. Nåsavatnet).

Skadeområdene i Eide kommune i nærheten av Lyngstadvatnet og Nåsavatnet er store og de ligger i et åpent terreng i forhold til det trange dalføret innenfor. En ren kontinuitetsbetraktning tilsier at for å oppnå store vindhastigheter i disse områdene er det helt nødvendig å få betydelig nedslag fra høyere luftlag.

Området på sørsiden av fjellet Skoften i Malmefjorden, samt området øst for dette fjellet, tyder, sammen med gårdsbruksskader her, på vind i kanal inn fjorden som gir ekstra styrke ved nedslag av vind som går over og rundt dette fjellet Skoften.

## APPENDIKS s11

### De største gårdbruksskadene (skader på driftsbygninger). Informant: Jordbrukssjef Roar Øygard. Tolket av K.H.

Ialt ble det angitt 27 meget store skader etter et personlig utplukk av jordbrukssjef Øygard. Han rangerte disse skadene etter personlig skjønn. Disse er forsøkt delt inn i alvorlighetsgrad 1 til 3 av K.H.:

	I	II	III	TOT.
Jendem:			2	2
Åndal:		1		1
Vågøya:			1	1
Malmefjorden:	1	2		3
Sylte:	1	1		2
Myrbostad:			1	1
Hustadelva:	6	4		10
Farstadelva:		4		4
Sandblåst:			3	3

Skadene knytter seg til aktive gårdsbruk og bygningene kan sies å være i god stand. En merker seg at ingen av driftsbygningene på strekningen Tornes - Bud - Hustad er funnet alvorlige nok til å tas med her, til tross for at skadekartet tilsa 7 totalskadde driftsbygninger på denne strekningen. Det kan bety at flere av disse er nedlagte driftsbygninger med teknisk dårlig stand.

Både på Sandblåst og ved Hustadelva har tidligere stormer fra 1979, 1988 og 1989 ført til ekstra sikring av en del hus. Skadebildet gir følgende inntrykk:

De 3 absolutt største skadene er Myrbostad og skadene på Jendem. Disse er imidlertid singulære skader i det det ikke finnes andre meget store skader i nærheten, til tross for mange gårdsbruk. I området langs Hustadelva har mellom 50 og 100% av driftsbygningene meget store skader.

De mest utsatte stedene med hensyn til ekstreme vindlaster i områder med gårdsdrift, er etter dette vurdert til: Området langs Hustadelva og Sandblåst. Deretter kommer området langs Farstadelva, Jendem, Vågøya, Malmefjorden ved fjellet Skoften, og strekningen Sylte - Myrbostad.

### Konklusjon og tolkning.

Under befaringen var det intet som tydet på at lokal byggeskikk eller bygningenes standard spilte noen avgjørende rolle for hvilke distrikter av Fræna som ble hardest rammet av orkanen. Lokalt, og mhp. den enkelte skade, spilte dette imidlertid en stor rolle, spesielt på kyststrekningen. Dominerende gavlvegg mot sørvest kan ha redusert en del skader uten at vi har fått dokumentert dette.

Skadene i dalområdet mellom Tverrfjell og Hustad var særlig store, spesielt i området langs Hustadelva. Området ved Sandblåst var et annet slikt område. Skadene på kyststrekningen var generelt mindre alvorlige.

Områder bak bratt terreng der vinden i høyden over terrenget er sterk, er generelt steder der man skal være oppmerksom på nedslag av sterk vind/sterke vindkast/virvler.

Områder med bratt terreng med asymmetrier kan splitte vinden oppstrøms og samle vindstråler i rett eller spiss vinkel på nedstrømsiden, feks. ved vind på skrå over og samtidig rundt en hindring. Det kan da igangsettes virvling som kan gi særlig sterke vindkast nedstrøms fjellet (Hustadelva, Sandblåst). Skadene på slike steder hører til de mest alvorlige stormskadene vi har. Oppunder fjellet på le-siden kan det av og til dannes virvler med vertikal akse som kan gi en meget sterk løftekraft.

En har gjort forsøk på å tegne inn en del ideer til strømningsmønster over Raudtuva, Lyngstadvfjellet og Stemshesten (Figur 4 - 10). Strømningsbildene er tenkte mønstre som kan forklare observasjoner og skader. De

## APPENDIKS s12

må imidlertid bare oppfattes som forslag, virkeligheten kan være annerledes. Dessuten kan mønstrene skifte med tiden. Hensikten med figurene er å illustrere den fysikken en mener ligger til grunn.

Ved sørvestlig vind inn mot Raudtuva strømmer det vind mot noe som kan ligne en lang, lav bygning på tvers av vinden. Det oppstår i slike tilfelle et markant sugområde på le-siden. Dette kan være med på å løfte vinden opp fjellsiden ved Rødal, slik informantene i området beskriver sørvestlig vind (Figur 4). Ved Hostad - Rødal er det beskrevet trykkeffekter som kan tyde på et sug (O.P. Rødal beskriver: "først vakuum, så kom sørvesten", O. Magerøy, Hostad, forteller om en kraftig utbuling av yttervegg, mot vindretningen (sørvest) som endte med utfall av vegg. O. Magerøy forteller også om gjenstander som blåste oppover fjellsiden nordøst for gården.

"Vinden synes å strømme inn ved Rødal, over skaret og ned ved Sandblåst", var en kommentar som flere hevdet. Men skadene ved Farstadelva skjedde mellom 07 og 09, på Sandblåst mellom 09 og 11, dvs. etter at vinden var dreid på vest. Det ser altså ut til at observasjonen er en sammenblanding av begivenheter. Skadevinden ved Sandblåst skyldes trolig en spiralformet virvel som genereres ved vestlig vind på nordøstsiden av Stemshesten. Denne virvel dreier vestlig vind over på sørvest og drar den over Stemshesten og ned til Sandblåst. Mulige strømningsbilder er gitt i Figur 8 og 9. Langs Farstadelva blåser det vestlig vind i slike tilfelle, dvs. vind som har en komponent innover mot Tverrfjell (Figur 5). Strømning opp fra Rødal forekommer ved sørvest vind (Figur 4).

Ved Solheim i Bergset kom det svært sterke kast fra sørsørvest ca. kl. 09, dvs ved 250 - 260° på kysten. Det er mulig dette skyldes en virvel som ble generert ved Båsane, dvs. det nordre hjørnet av Gulberget (Figur 10). Den lokale vindretningen på nordsiden av denne virvelen kan være sørsørvest og gi inntrykk av at vinden kommer fra det østre hjørnet av Gulberget.

Gulberget kan også være med på å dreie vinden fra sørvest over på sørsørvest ved Bud, fordi vind inn mot bratt terreng lett avbøyes noe.

Av skadekartene (Bergset vest, Hustad, området utenfor Stemshesten, skogskader øst for Elnesvågen, osv) kan vi se at strømning som møter hjørner eller høyder generelt vil gi vindforsterkning. Strømning i gjennomløpende kanalsoner er generelt sterkere enn strømning der vinden hindres i slikt gjennomløp. Vind i slike kanalsoner kan bli sterk ved plutselig møte med hindringer, men friksjonsvirkning vil ofte bremse vinden i bakkenivå. Vind inn en fjord som fortsetter i en dal kan bli sterk i fjordbunnen fordi den ikke er bremsed ned av friksjon (Myrbostad, Jendem). Både strupningseffekten og friksjonen må tas med i vurderingen av vind i kanalsoner. Samvirkningen mellom vind over bratt terreng og strømning av vind i kanalsoner kan ofte gi sterk vind (Aksllia og Visnes i Eide).

Vind som strømmer inn mot bratt terreng vil generelt bremses (Skardset). Ved dreining av vindretningen kan imidlertid føringseffekter oppstå.

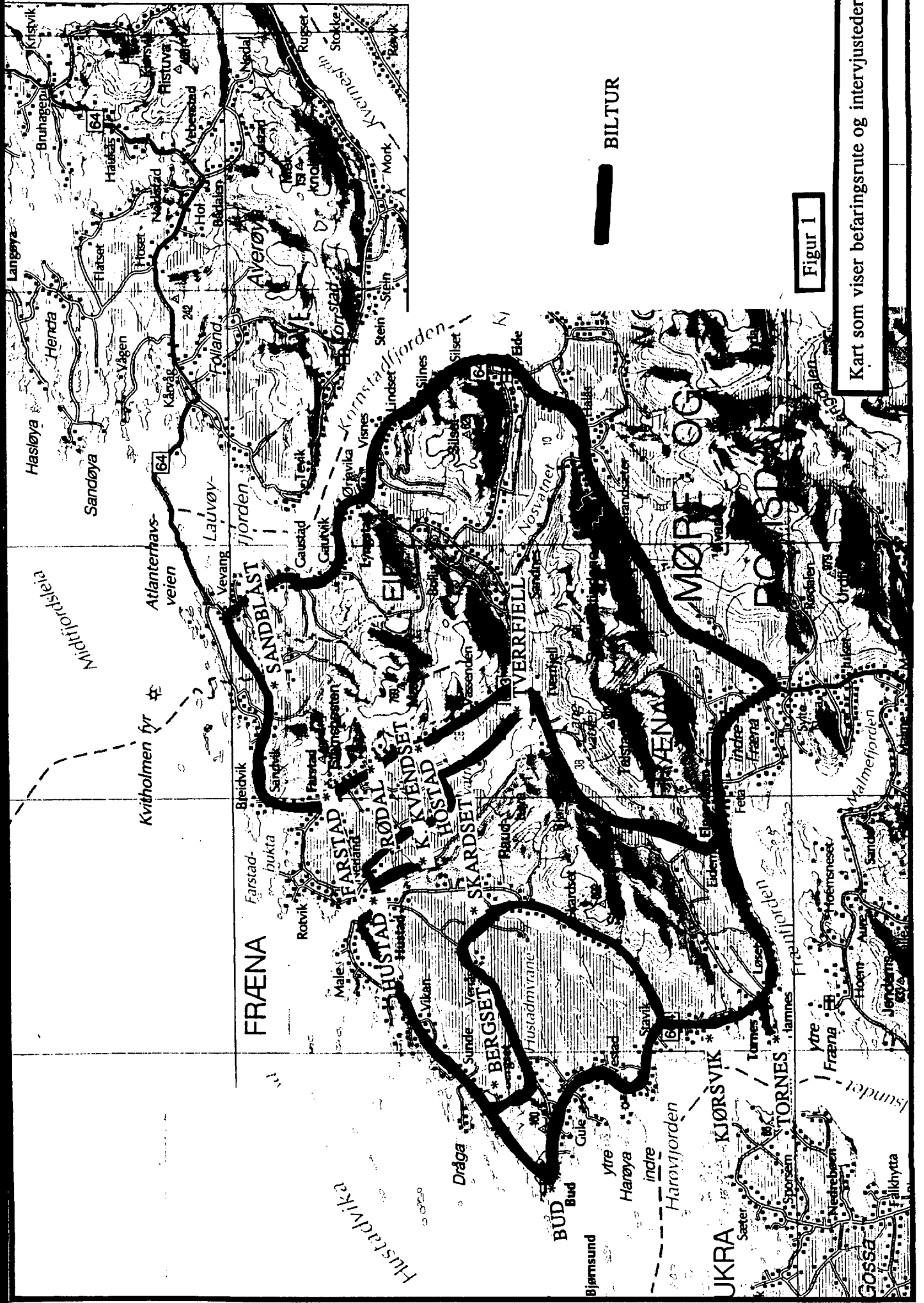
Vind i dalbotner med bratt terreng kan generelt bli sterk og komme i skarpe kast (en del skogskader). Vinden kan være sterk på begge sider av dalbotnen. Grad av styrke, vindretning, turbulens og sugvirkning vil avhenge av den påtrykte vind og av den lokale topografiens utforming.

Da ekstremverdien av 3-5 sekunders vindkast med 50 - års returperiode på flyplassene Molde, Vigra og Kristiansund ligger i området 45 - 50 m/s, synes dette også å være representativt for kyststrekningen av Fræna fra Tornes til kommunegrensen mot Eide. Det synes da klart at de mest utsatte strøk skal ha høyere verdier enn dette, 60 m/s er sannsynlige verdier i enkelte områder (feks. Hustadelva, Sandblåst). Det finnes imidlertid også en del områder som er skjermet for sterk vind og som neppe har høyere 50-årsverdier enn tidligere antatt (40 m/s).

## APPENDIKS s13

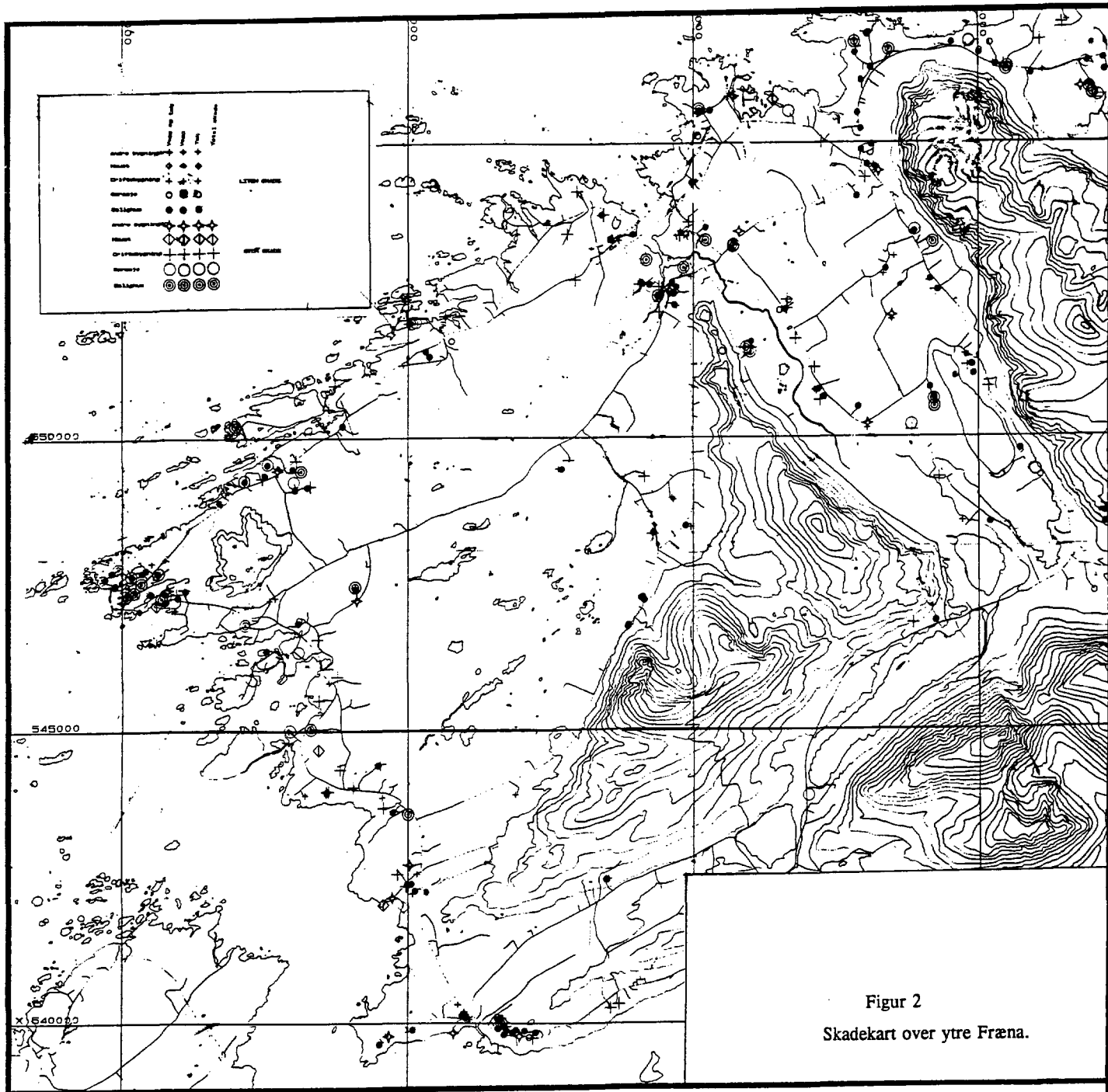
### Vedlegg

- Figur 1. Kart som viser befaringsrute og intervjusteder.
- Figur 2. Skadekart over ytre Fræna.
- Figur 3. Kart som viser store skader på skog og driftsbygninger.
- Figur 4. Mulig strømningsbilde over Raudtuva ved sørvestlig vind.
- Figur 5. Mulig strømningsbilde over Raudtuva ved vestlig vind.
- Figur 6. Mulig strømningsbilde over Lyngstadfjellet ved vestlig vind (260°).
- Figur 7. Mulig strømningsbilde ved Sandblåst i SV-felt.
- Figur 8. Mulig strømningsbilde over Sandblåst og Akshellia, Lyngstad ved VSV - V vind.
- Figur 9. Mulig strømningsbilde ved Sandblåst i V-felt.
- Figur 10. Mulig strømningsmønster over Gulberget ved VSV - vind på kysten.
- Figur 11. Tidsforløp av vindhastighet og vindretning under orkanen 1.1.1992.

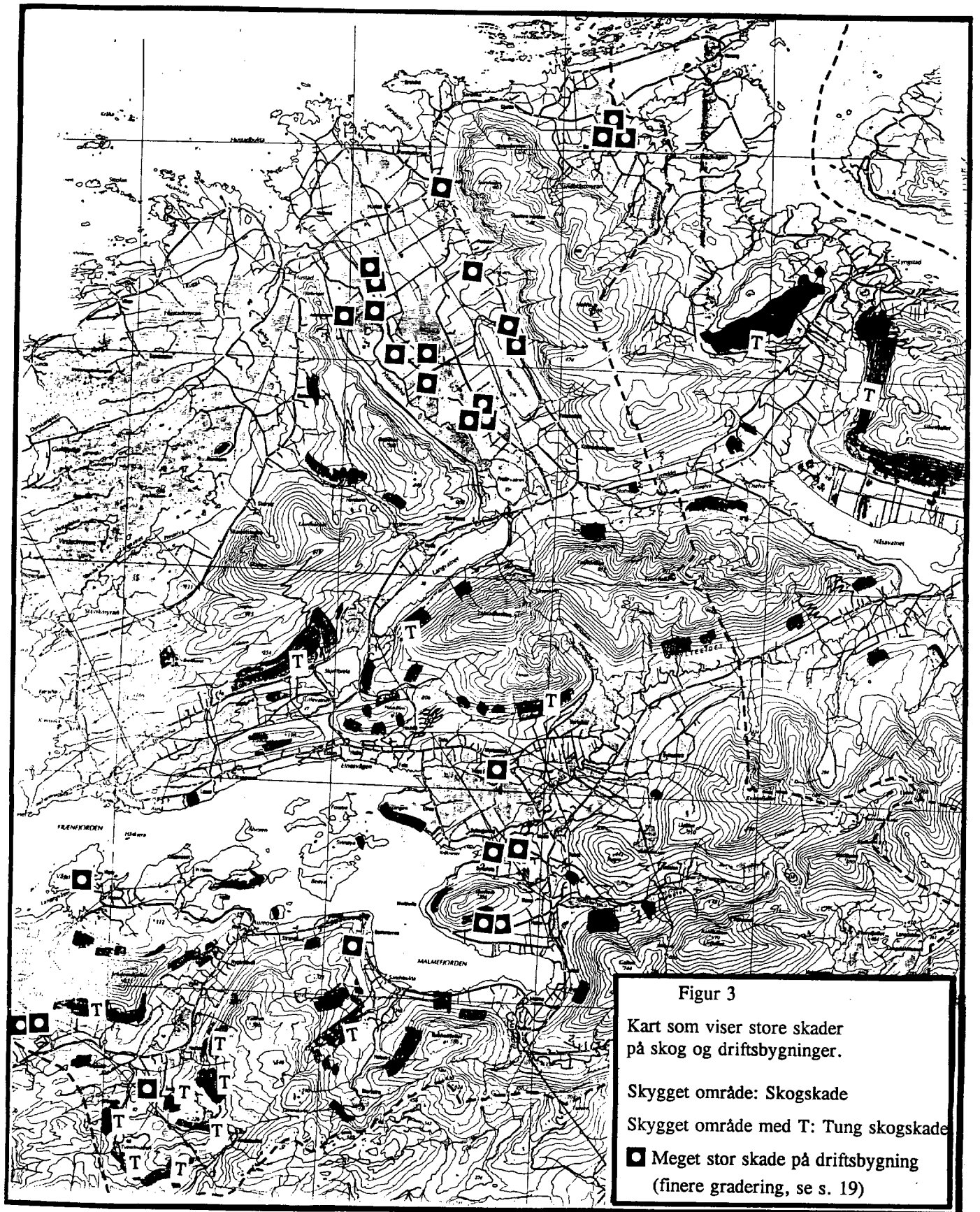


Figur 1

Kart som viser befaringsrute og intervjusteder.



Figur 2  
Skadekart over ytre Fræna.



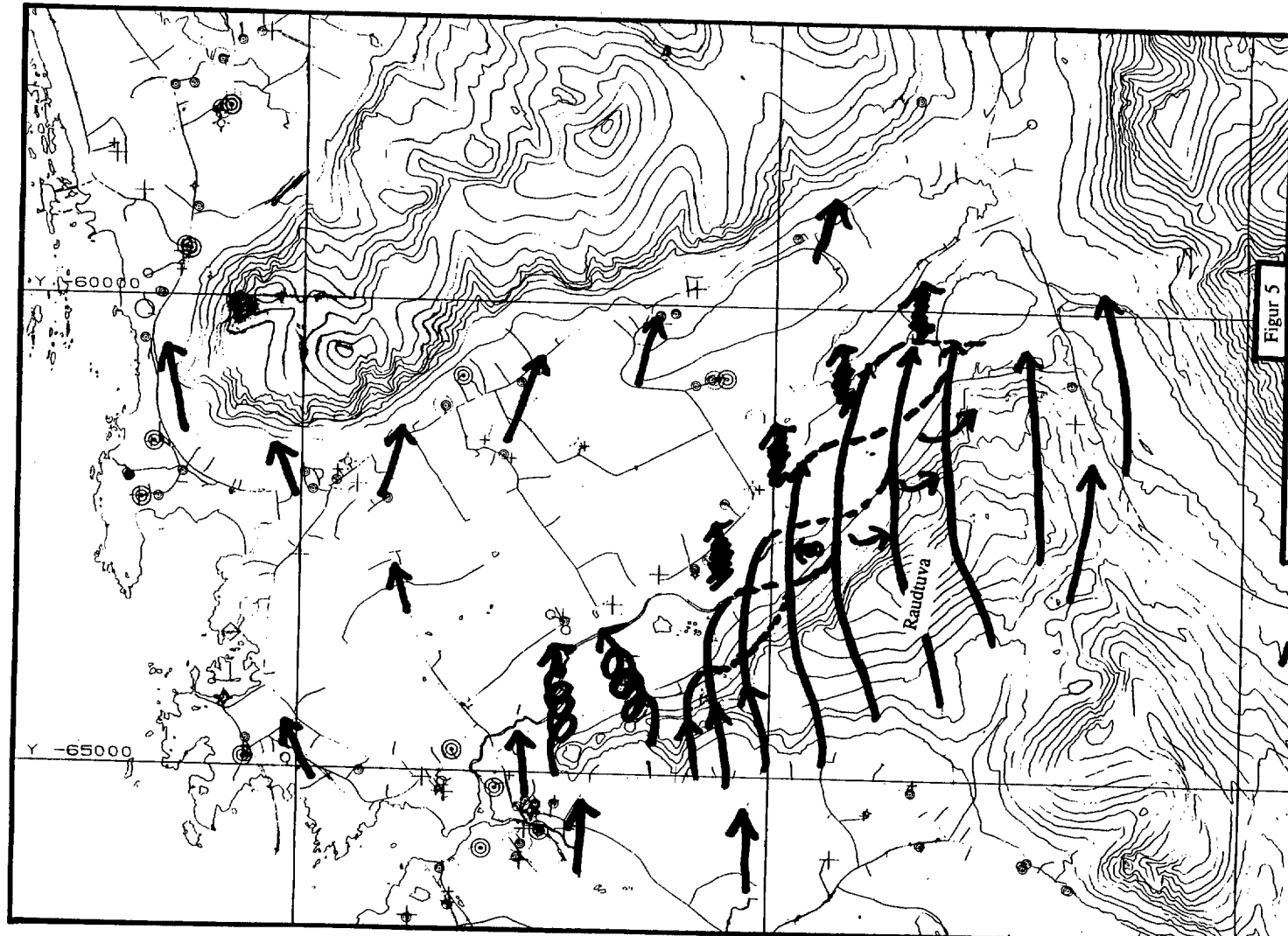
Figur 3

Kart som viser store skader på skog og driftsbygninger.

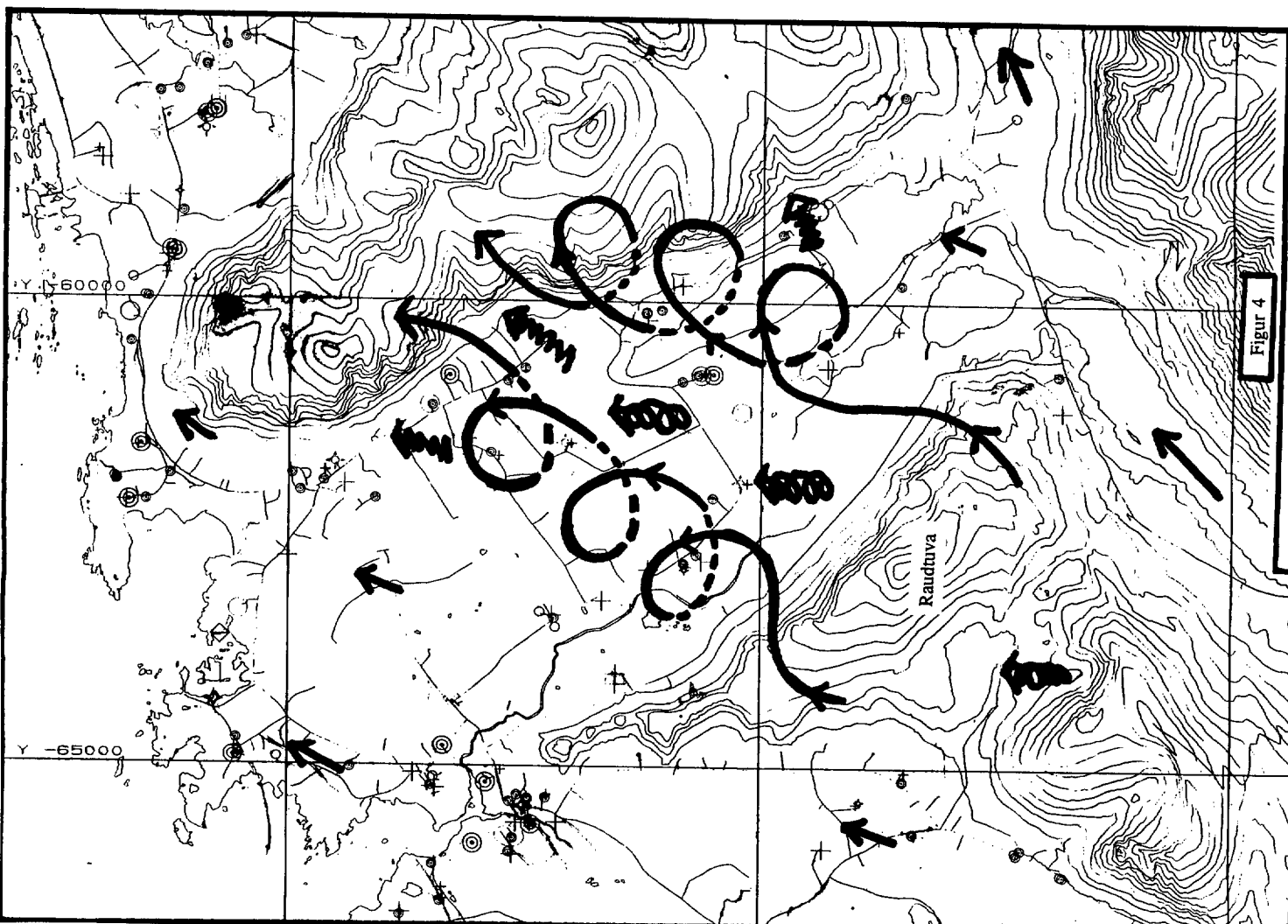
Skygget område: Skogskade

Skygget område med T: Tung skogskade

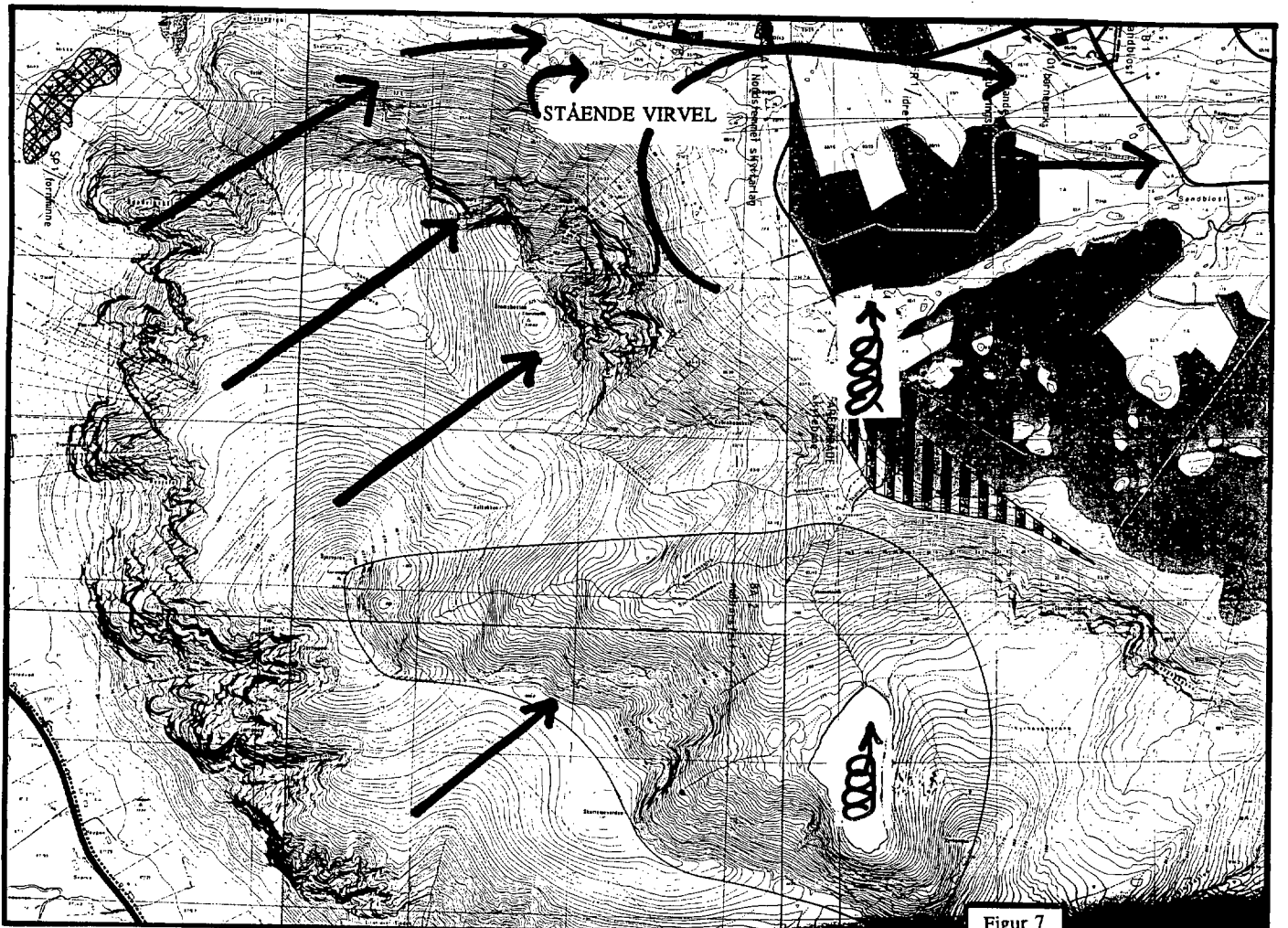
■ Meget stor skade på driftsbygning  
(finere gradering, se s. 19)



Figur 5

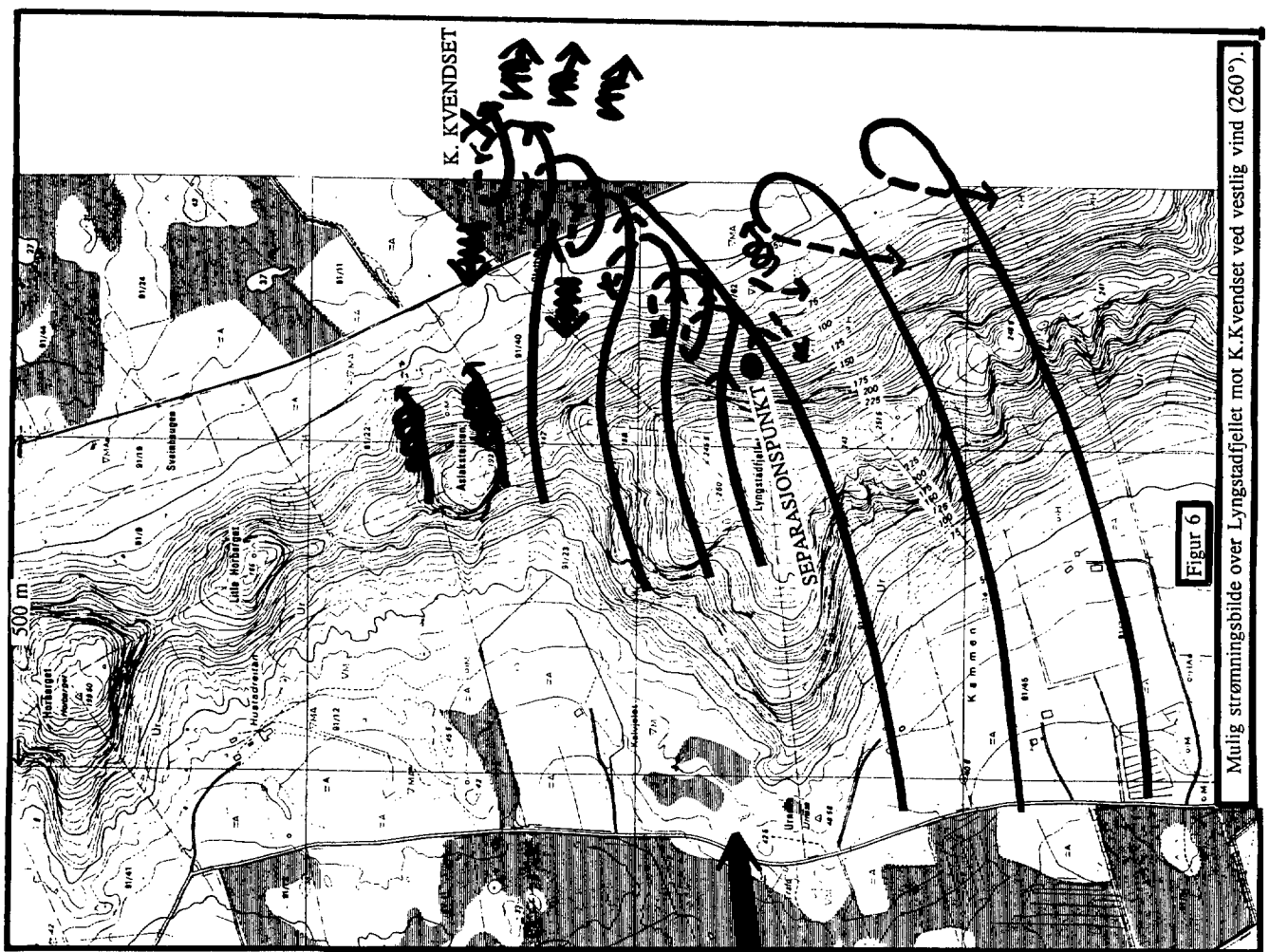


Figur 4



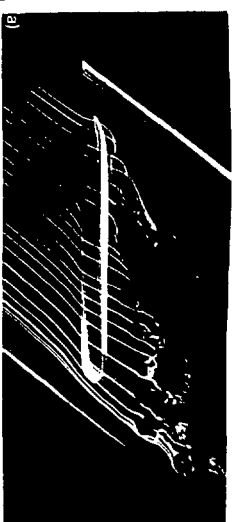
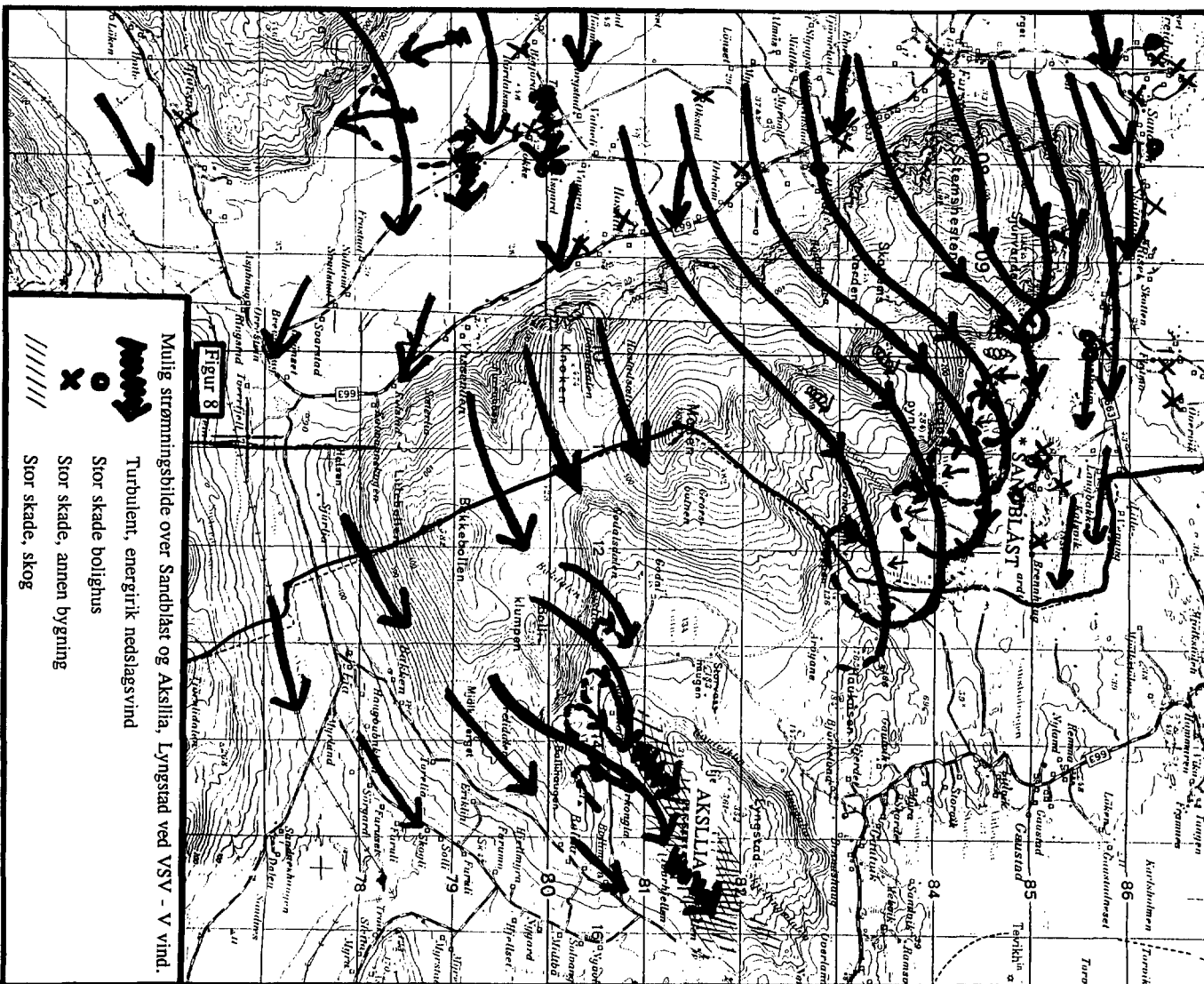
Figur 7

Mulig strømningsbilde ved Sandblåst i SV - felt



Figur 6

Mulig strømningsbilde over Lyngstadsfeltet mot K. Kvendset ved vestlig vind (260°).



(Chiu and Squire, Journal of wind engineering and industrial aerodynamics, Vol. 45, pp.47-74, dec. 1992.)



## Tidsforløp av vindhastighet og vindretning under orkanen 1.1.1992

Tid	Vigra / Ålesund			Årø / Molde			Kvernberget / Kristiansund		
	Retning	Hastighet [knop]		Retning	Hastighet [knop]		Retning	Hastighet [knop]	
		Middel	Maks. kast		Middel	Maks. kast		Middel	Maks. kast
00:00	230	24	39	240	11	28	230	19	33
00:30	230	21	38	240	13	19	240	14	29
01:00	210	23	48	250	10	17	210	10	22
01:30	220	25	40	230	9	17	210	11	33
02:00	210	24	39	210	14	24	180	9	28
02:30	190	23	42	210	13	24	180	8	19
03:00	200	30	46	220	9	24	180	10	20
03:30	200	25	47	230	10	24	160	12	24
04:00	200	28	55	200	15	25	150	13	24
04:30	200	34	56	230	13	27	150	12	26
05:00	200	30	53	220	21	32	180	12	20
05:30	200	34	57	200	16	29	200	13	26
06:00	---> 220	27	52	200	23	38	190	20	41
06:30	230	37	65	---> 240		49	190	18	52
07:00	230	53	>95	190		46	---> 200	20	58
07:30	260	57	>95	200		37	180	18	34
08:00	250	>64	>95	220		54	200	26	45
08:30	250	>64	>95	240		75	230	37	50
09:00	260	>64	>95	250		80	220	50	80
09:30	260	48	>95	260		>95	230	53	83
10:00	270	46	90	260		>95	230	50	84
10:30	280	49	85	270		>95	240	59	>85
11:00	290	43	88	270		81	250	62	>85
11:30	290	44	80	270		81	250	58	>85
12:00	280	40	78	270		70	260	54	>85
12:30	280	36	62	270		69	260	55	81
13:00	280	38	65	280		71	260	49	78
13:30	300	35	61	280		62	260	48	68
14:00	290	33	61	270		61	260	48	75
14:30	290	32	66	270	35	56	260	52	71
15:00	290	32	58	270	36	58	260	48	68
15:30	290	32	48	280	26	55	270	36	63
16:00	270	28	52	280	29	48	260	44	62

### Tidspunkt for trågpasasje, basert på barogram

	Tidspunkt	Avlest på reg.	Korr.reg./ havets nivå
Vigra	07:45	962 hPa	966 hPa
Ona	08:15	963 hPa	964 hPa
Årø	ca 09:30	-	-
Kvernberget	ca 10:00	-	-
Skalmen	10:00	956 hPa	954 hPa
Ørland	11:30	960 hPa	960 hPa

Sannsynlig trågpasasje (markert med ramme i tabellen) over ytre strøk av Fræna omkring kl. 09, først ved Bud. Trågpasasjen over indre strøk av kommunen har sannsynligvis kommet 30-60 minutter senere. Anemogrammene viser at vinden har begynt dreiningen mot SV og V 2-3 timer før trågpasasjen. Dette tidspunkt angir kaldfrontpasasjen og er markert med pil i tabellen.